

**NORMA
EUROPEA**

Eurocodice 3
Progettazione delle strutture di acciaio
Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti

UNI EN 1993-1-8

AGOSTO 2005

Eurocode 3
Design of steel structures
Part 1-8: Design of joints

Versione italiana
del settembre 2008

Corretta il
26 agosto 2010

La norma fornisce i metodi per la progettazione di collegamenti soggetti a carichi prevalentemente statici costituiti da acciaio di classe S235, S275, S355 e S460.

TESTO ITALIANO

La presente norma è la versione ufficiale in lingua italiana, della norma europea EN 1993-1-8 (edizione maggio 2005) e tiene conto dell'errata corrige di luglio 2009 (AC:2009).

La presente norma, unitamente alle UNI EN 1993-1-1:2005, UNI EN 1993-1-9:2005 e UNI EN 1993-1-10:2005, sostituisce la UNI ENV 1993-1-1:2004.

ICS 91.080.10; 91.010.30

UNI
Ente Nazionale Italiano
di Unificazione
Via Sannio, 2
20137 Milano, Italia

© UNI
Riproduzione vietata. Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte del presente documento può essere riprodotta o diffusa con un mezzo qualsiasi, fotocopie, microfilm o altro, senza il consenso scritto dell'UNI.

www.uni.com



PREMESSA NAZIONALE

La presente norma costituisce il recepimento, in lingua italiana, della norma europea EN 1993-1-8 (edizione maggio 2005 + errata corrige AC:2009), che assume così lo status di norma nazionale italiana.

La presente norma è stata elaborata sotto la competenza della Commissione Tecnica

Ingegneria strutturale

La presente norma è stata ratificata dal Presidente dell'UNI ed è entrata a far parte del corpo normativo nazionale l'1 agosto 2005.

Le norme UNI sono elaborate cercando di tenere conto dei punti di vista di tutte le parti interessate e di conciliare ogni aspetto conflittuale, per rappresentare il reale stato dell'arte della materia ed il necessario grado di consenso.

Chiunque ritenesse, a seguito dell'applicazione di questa norma, di poter fornire suggerimenti per un suo miglioramento o per un suo adeguamento ad uno stato dell'arte in evoluzione è pregato di inviare i propri contributi all'UNI, Ente Nazionale Italiano di Unificazione, che li terrà in considerazione per l'eventuale revisione della norma stessa.

Le norme UNI sono revisionate, quando necessario, con la pubblicazione di nuove edizioni o di aggiornamenti.

È importante pertanto che gli utilizzatori delle stesse si accertino di essere in possesso dell'ultima edizione e degli eventuali aggiornamenti.

Si invitano inoltre gli utilizzatori a verificare l'esistenza di norme UNI corrispondenti alle norme EN o ISO ove citate nei riferimenti normativi.

EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM

EN 1993-1-8

May 2005

ICS 91.010.30

Supersedes
ENV 1993-1-1:1992

English version

Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-8: Design of joints

Eurocode 3: Calcul des structures en acier - Partie 1-8:
Calcul des assemblages

Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
- Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen

This European Standard was approved by CEN on 16 April 2004.

CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration. Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the Central Secretariat or to any CEN member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the Central Secretariat has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.



EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

Management Centre: rue de Stassart, 36 B-1050 Brussels

© 2005 CEN

All rights of exploitation in any form and by any means reserved worldwide
for CEN national Members.

Ref. No. EN 1993-1-8:2005: E

INDICE

	PREMESSA	1
1	INTRODUZIONE	4
1.1	Scopo e campo di applicazione	4
1.2	Riferimenti normativi	4
1.2.1	Norme di riferimento, Gruppo 1: Acciai strutturali saldabili	4
1.2.2	Norme di riferimento, Gruppo 2: Tolleranze, dimensioni e condizioni tecniche di fornitura	4
1.2.3	Norme di riferimento, Gruppo 3: Sezioni cave strutturali	4
1.2.4	Norme di riferimento, Gruppo 4: Bulloni, dadi e rondelle	5
1.2.5	Norme di riferimento, Gruppo 5: Materiali di apporto per saldatura e saldature	6
1.2.6	Norme di riferimento, Gruppo 6: Chiodi	6
1.2.7	Norme di riferimento, Gruppo 7: Esecuzione di strutture di acciaio	6
1.3	Differenze tra principi e regole applicative	6
1.4	Termini e definizioni	6
figura 1.1	Parti di un collegamento trave-colonna	7
figura 1.2	Configurazioni di collegamenti	8
1.5	Simboli	8
figura 1.3	Collegamenti con distanze (gap) e collegamenti sovrapposti	10
figura 1.4	Dimensioni ed altri parametri di un collegamento tra gli elementi a sezione cava di una travatura reticolare	13
2	CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE	14
2.1	Ipotesi	14
2.2	Requisiti generali	14
prospetto 2.1	Coefficienti parziali di sicurezza per collegamenti	14
2.3	Forze e momenti applicati	14
2.4	Resistenza dei collegamenti	14
2.5	Ipotesi di progetto	15
2.6	Collegamenti a taglio soggetti a impatto, vibrazioni e/o inversioni di carico	15
2.7	Eccentricità in corrispondenza delle intersezioni	15
figura 2.1	Assi di tracciatura	16
3	CONNESSIONI REALIZZATE MEDIANTE BULLONI, CHIODI O PERNI	16
3.1	Bulloni, dadi e rondelle	16
3.1.1	Generalità	16
prospetto 3.1	Valori nominali della resistenza allo snervamento f_{yb} e della resistenza ultima a trazione f_{ub} per i bulloni	16
3.1.2	Bulloni precaricati	16
3.2	Chiodi	16
3.3	Tirafondi	17
3.4	Categorie di connessioni bullonate	17
3.4.1	Connessioni a taglio	17
3.4.2	Connessioni a trazione	17
prospetto 3.2	Categorie di connessioni bullonate	18
3.5	Posizionamento dei fori per bulloni e chiodi	18
prospetto 3.3	Minimo e massimo interasse, distanze dall'estremità e dal bordo	19
figura 3.1	Simboli per le distanze di estremità e dal bordo e per il passo dei dispositivi di giunzione	20
3.6	Resistenza di progetto dei singoli dispositivi di giunzione	20
3.6.1	Bulloni e chiodi	20

	figura	3.2	Porzione filettata del gambo nella lunghezza di contatto per rifollamento per un bullone con foro calibrato	22
	figura	3.3	Collegamento a semplice sovrapposizione con una fila di bulloni.....	22
	figura	3.4	Dispositivi di giunzione mediante piastre di irrigidimento	22
3.6.2	prospetto	3.4	Resistenza di progetto per singoli dispositivi di giunzione soggetti a taglio e/o trazione.....	23
			Bulloni iniettati	23
	figura	3.5	Fattore β in funzione del rapporto di spessore tra le piastre di collegamento	25
	prospetto	3.5	Valori di β e $t_{b,resin}$	25
	figura	3.6	Lunghezze limite efficaci per bulloni iniettati lunghi.....	25
3.7			Gruppo di dispositivi di giunzione	25
3.8			Collegamenti lunghi.....	25
	figura	3.7	Collegamenti lunghi	26
3.9			Connessioni ad attrito mediante bulloni di classe 8.8 o 10.9	26
3.9.1			Resistenza di progetto allo scorrimento	26
	prospetto	3.6	Valori di k_s	27
	prospetto	3.7	Fattore di attrito μ per bulloni precaricati	27
3.9.2			Combinazione di trazione e taglio.....	27
3.9.3			Connessioni ibride.....	27
3.10			Deduzioni per i fori dei dispositivi di giunzione	27
3.10.1			Generalità	27
3.10.2			Progetto per tranciamento a blocco (block tearing)	28
	figura	3.8	Tranciamento a blocco (block tearing)	28
3.10.3			Angolari collegati su un solo lato ad altre membrature tese collegate in modo asimmetrico	28
	prospetto	3.8	Fattori di riduzione β_2 e β_3	29
	figura	3.9	Angolari collegati su un solo lato	29
3.10.4			Angolari in aggetto.....	30
	figura	3.10	Angolari in aggetto	30
3.11			Forze di contatto	30
3.12			Distribuzione delle forze nei dispositivi di giunzione agli stati limite ultimi	30
3.13			Connessioni con perni	31
3.13.1			Generalità	31
	prospetto	3.9	Requisiti geometrici per estremità delle membrature munite di perni	31
3.13.2			Progettazione dei perni	32
	prospetto	3.10	Criteri di progetto per connessioni a perno.....	32
	figura	3.11	Momento flettente in un perno	33
4			CONNESSIONI SALDATE	33
4.1			Generalità	33
4.2			Materiali di apporto per saldature	34
4.3			Geometria e dimensioni	34
4.3.1			Tipi di saldatura	34
4.3.2			Saldature a cordoni d'angolo.....	34
	figura	4.1	Saldature a cordone d'angolo a tratti.....	35
4.3.3			Saldature a cordoni d'angolo a tutto tondo.....	35
4.3.4			Saldature di testa	36
4.3.5			Saldature entro fori	36
4.3.6			Saldature in scanalature a profilo convesso	36
	figura	4.2	Altezza di gola efficace di saldature in scanalature a profilo convesso di sezioni piene.....	36
4.4			Saldature con piastre di riempimento	36
4.5			Resistenza di progetto di una saldatura a cordone d'angolo	37
4.5.1			Lunghezza delle saldature	37
4.5.2			Altezza di gola efficace.....	37

	figura 4.3	Altezza di gola di una saldatura a cordone d'angolo	37
	figura 4.4	Altezza di gola di una saldatura a cordone d'angolo con approfondimento del cordone	37
4.5.3		Resistenza di progetto di saldature a cordone d'angolo	38
	figura 4.5	Tensioni sulla sezione di gola di una saldatura a cordone d'angolo	38
	prospetto 4.1	Fattore di correlazione β_w per le saldature a cordone d'angolo	39
4.6		Resistenza di progetto di saldature a cordone d'angolo a tutto tondo	39
4.7		Resistenza di progetto delle saldature di testa	39
4.7.1		Saldature di testa a completa penetrazione	39
4.7.2		Saldature di testa a parziale penetrazione	40
4.7.3		Collegamenti di testa a T	40
	figura 4.6	Saldature di testa a T a efficace completa penetrazione	40
4.8		Resistenza di progetto di saldature entro fori	40
4.9		Distribuzione delle forze	41
	figura 4.7	Calcolo delle forze agenti nella saldatura per saldature a tratti	41
4.10		Connessioni a flange non irrigidite	41
	figura 4.8	Larghezza efficace in un collegamento a T non irrigidito	42
4.11		Collegamenti lunghi	43
4.12		Saldature di testa a parziale penetrazione su un solo lato oppure saldature con cordone d'angolo singolo caricate eccentricamente	43
	figura 4.9	Saldature di testa a parziale penetrazione su un solo lato oppure saldature con cordone d'angolo singolo	43
4.13		Angolari connessi su un solo lato	44
4.14		Saldature in zone formate a freddo	44
	prospetto 4.2	Condizioni per la saldatura di zone formate a freddo e per i materiali adiacenti alla saldatura	44
5		ANALISI, CLASSIFICAZIONE E MODELLAZIONE	44
5.1		Analisi globale	44
5.1.1		Generalità	44
	prospetto 5.1	Tipologie di modelli di collegamento	45
5.1.2		Analisi globale elastica	45
	figura 5.1	Rigidezza flessionale da usare nell'analisi elastica globale	46
	prospetto 5.2	Coefficienti di modificazione della rigidezza η	46
5.1.3		Analisi globale rigido-plastica	46
5.1.4		Analisi globale elasto-plastica	46
	figura 5.2	Relazione momento-rotazione di progetto bilineare semplificata	47
5.1.5		Analisi globale di travi reticolari	47
	figura 5.3	Eccentricità dei collegamenti	48
	prospetto 5.3	Momenti flettenti da portare in conto	49
5.2		Classificazione dei collegamenti	49
5.2.1		Generalità	49
5.2.2		Classificazione secondo la rigidezza	49
	figura 5.4	Classificazione dei collegamenti secondo la rigidezza	50
5.2.3		Classificazione secondo la resistenza	51
	figura 5.5	Collegamenti a completo ripristino di resistenza	51
5.3		Modellazione di collegamenti trave-colonna	51
	figura 5.6	Forze e momenti agenti sul collegamento	53
	figura 5.7	Forze e momenti agenti sul pannello d'anima in corrispondenza delle connessioni	53
	figura 5.8	Modellazione del nodo	54
	prospetto 5.4	Valori approssimati del parametro di trasformazione β	55
6		COLLEGAMENTI STRUTTURALI DI SEZIONI AD H OPPURE A I	55
6.1		Generalità	55
6.1.1		Basi di progetto	55

6.1.2		Proprietà strutturali.....	55
	figura 6.1	Relazione momento-rotazione di progetto per un collegamento.....	57
6.1.3		Componenti di base di un collegamento.....	57
	prospetto 6.1	Componenti di base dei collegamenti.....	58
6.2		Resistenza di progetto.....	60
6.2.1		Forze interne.....	60
6.2.2		Forze di taglio.....	60
6.2.3		Momenti flettenti.....	61
6.2.4		Elemento T (T-stub) equivalente sollecitato a trazione.....	62
	figura 6.2	Dimensioni della flangia di un elemento T (T-stub) equivalente.....	63
	prospetto 6.2	Resistenza di progetto $F_{T,Rd}$ della flangia di un elemento T (T-stub) equivalente.....	64
	figura 6.3	Flangia della colonna con piastre di rinforzo.....	65
6.2.5		Elemento T (T-stub) equivalente sollecitato a compressione.....	66
	figura 6.4	Area di un elemento T (T-stub) equivalente sollecitato a compressione.....	67
6.2.6		Resistenza di progetto delle componenti di base.....	67
	figura 6.5	Esempi di piastre d'anima supplementari.....	69
	prospetto 6.3	Fattore di riduzione ω per interazione con il taglio.....	70
	figura 6.6	Compressione trasversale su una colonna non irrigidita.....	71
	figura 6.7	Instabilità per "sbandamento laterale per carico di punta" di un'anima non irrigidita.....	71
	figura 6.8	Definizioni di e , e_{min} , r_c e m	74
	prospetto 6.4	Lunghezze efficaci per una flangia non irrigidita di una colonna.....	75
	figura 6.9	Modellazione della flangia irrigidita di una colonna come elemento T (T-stub) separati.....	76
	prospetto 6.5	Lunghezze efficaci per la flangia irrigidita di una colonna.....	76
	figura 6.10	Modellazione di una piastra di estremità estesa attraverso elementi T (T-stub) separati.....	78
	prospetto 6.6	Lunghezze efficaci per una piastra di estremità.....	79
	figura 6.11	Valori di α per flange irrigidite di colonne e piastre di estremità.....	79
	figura 6.12	Lunghezza efficace l_{eff} della flangia di un angolare di flangia.....	80
	figura 6.13	Dimensioni e_{min} e m per una squadretta bullonata.....	80
	figura 6.14	Fissaggio dei tirafondi.....	83
6.2.7		Momento resistente di progetto di collegamenti trave-colonna e giunti di continuità.....	83
	figura 6.15	Centro di compressione, braccio della coppia z e distribuzioni delle forze per la determinazione del momento resistente di progetto $M_{j,Rd}$	85
	figura 6.16	Modelli semplificati per collegamenti bullonati con piastre di estremità estese.....	86
	figura 6.17	Collegamenti bullonati di continuità della trave con piastre di estremità saldate.....	88
6.2.8		Resistenza di progetto di collegamenti colonna-fondazione con piastre di base.....	88
	figura 6.18	Determinazione del braccio della coppia z per connessioni colonna-fondazione.....	89
	figura 6.19	Elemento T (T-stub) non sovrapposti.....	90
	prospetto 6.7	Momento resistente di progetto $M_{j,Rd}$ di collegamenti colonna-fondazione.....	91
6.3		Rigidità flessionale.....	91
6.3.1		Modello di base.....	91
	prospetto 6.8	Valori del coefficiente ψ	92
	prospetto 6.9	Collegamenti con connessioni saldate o con angolari di flangia bullonati.....	93
	prospetto 6.10	Collegamenti con connessioni bullonati con piastra di estremità e con connessioni della piastra di base.....	93
6.3.2		Coefficienti di rigidità per le componenti di base dei collegamenti.....	93
	prospetto 6.11	Coefficienti di rigidità per le componenti di base dei collegamenti.....	94
6.3.3		Collegamenti con piastra di estremità con due o più file di bulloni soggette a trazione.....	96
	figura 6.20	Braccio della coppia z per il metodo semplificato.....	97
6.3.4		Collegamenti colonna-fondazione.....	97
	prospetto 6.12	Rigidità flessionale S_j per collegamenti colonna-fondazione.....	98
6.4		Capacità rotazionale.....	98
6.4.1		Generalità.....	98
6.4.2		Collegamenti bullonati.....	98

6.4.3		Collegamenti saldati	99
7		COLLEGAMENTI DI SEZIONI CAVE	99
7.1		Generalità	99
7.1.1		Scopo	99
7.1.2		Campo di applicazione	100
	figura 7.1	Tipologie di collegamenti in travi reticolari realizzate con profilati a sezione cava	101
7.2		Dimensionamento	102
7.2.1		Generalità	102
7.2.2		Modalità di collasso di collegamenti di sezioni cave	102
	figura 7.2	Modalità di collasso per collegamenti tra membrature con sezioni tipo CHS	103
	figura 7.3	Modalità di collasso per collegamenti tra membrature diagonali con sezione tipo RHS e correnti con sezione tipo RHS	104
	figura 7.4	Modalità di collasso per collegamenti tra membrature diagonali con sezioni tipo CHS o RHS e correnti con sezione ad I oppure a H	105
7.3		Saldature	106
7.3.1		Resistenza di progetto	106
	figura 7.5	Spessore di gola di progetto di saldature in scanalature a profilo convesso di sezioni strutturali cave rettangolari	107
7.4		Collegamenti saldati tra membrature con sezione circolare cava	107
7.4.1		Generalità	107
	prospetto 7.1	Campo di validità per collegamenti saldati tra membrature diagonali con sezione circolare cava e correnti con sezione circolare cava	107
7.4.2		Collegamenti giacenti in un solo piano	107
	prospetto 7.2	Resistenze assiali di progetto di collegamenti saldati tra membrature diagonali con sezione circolare cava e correnti con sezione circolare cava	108
	prospetto 7.3	Resistenze di progetto di collegamenti saldati tra membrature con sezione circolare cava con fazzoletti	109
	prospetto 7.4	Resistenze di progetto di collegamenti saldati tra membrature con sezione rettangolare cava, ad H oppure ad I con membrature a sezione circolare cava	110
	figura 7.6	Valori del fattore k_g da utilizzare nel prospetto 7.2	111
	prospetto 7.5	Momenti resistenti di progetto di collegamenti saldati tra membrature diagonali con sezione circolare cava e correnti tipo con sezione circolare cava	112
	prospetto 7.6	Criteri di progetto per tipologie speciali di collegamenti saldati tra membrature diagonali con sezione circolare cava e correnti con sezione circolare cava	113
7.4.3		Collegamenti che interessano più piani	114
	prospetto 7.7	Fattori di riduzione per collegamenti in più piani	114
7.5		Collegamenti saldati tra membrature diagonali tipo CHS o RHS e correnti tipo RHS	115
7.5.1		Generalità	115
	prospetto 7.8	Campo di validità per collegamenti saldati tra membrature diagonali tipo CHS o RHS e correnti tipo RHS	115
7.5.2		Collegamenti giacenti in un piano	115
	prospetto 7.9	Condizioni supplementari per l'uso del prospetto 7.10	116
	prospetto 7.10	Resistenze assiali di progetto di collegamenti saldati tra sezioni cave circolari o quadrate	116
	prospetto 7.11	Resistenze assiali di progetto di collegamenti saldati a T, X e Y tra elementi diagonali tipo RHS o CHS e correnti di tipo RHS	118
	prospetto 7.12	Resistenze assiali di progetto di collegamenti saldati a K ed a N tra elementi diagonali tipo CHS o RHS e correnti tipo RHS	119
	prospetto 7.13	Resistenza di progetto di collegamenti saldati tra membrature RHS e fazzoletti o sezioni ad I o ad H	120
	prospetto 7.14	Momenti resistenti di progetto di collegamenti saldati tra membrature diagonali tipo RHS e correnti tipo RHS	122
	prospetto 7.15	Criteri di progetto per tipologie speciali di collegamenti saldati tra membrature diagonali tipo RHS e correnti tipo RHS	123

	prospetto 7.16	Criteri di progetto per collegamenti saldati a ginocchio e collegamenti con corrente discontinuo tra membrane tipo RHS	124
	prospetto 7.17	Resistenze di progetto di collegamenti saldati rinforzati a T, Y e X tra membrane diagonali tipo CHS o RHS e correnti tipo RHS	125
	prospetto 7.18	Resistenze di progetto di collegamenti saldati rinforzati a K ed a N tra membrane diagonali tipo CHS o RHS e correnti tipo RHS	126
7.5.3		Collegamenti che interessano più piani.....	127
	prospetto 7.19	Fattori di riduzione per collegamenti che interessano più piani.....	127
7.6		Collegamenti saldati tra membrane diagonali tipo CHS o RHS e correnti con sezione ad I oppure ad H.....	128
	prospetto 7.20	Campo di validità per collegamenti saldati tra membrane diagonali tipo CHS o RHS e correnti con sezione ad I oppure ad H	129
	prospetto 7.21	Resistenze di progetto di collegamenti saldati tra membrane diagonali tipo CHS o RHS e correnti con sezione ad I oppure ad H	129
	prospetto 7.22	Momenti resistenti di progetto di collegamenti saldati tra membrane diagonali a sezione cava rettangolare e correnti con sezione ad H oppure ad I	131
	figura 7.7	Irrigidimenti per correnti con sezione ad I.....	132
7.7		Collegamenti saldati tra membrane diagonali tipo CHS o RHS e correnti con sezione a C.....	132
	prospetto 7.23	Campo di validità per collegamenti saldati tra membrane diagonali a sezione cava circolare o rettangolare e correnti con sezione a C	132
	prospetto 7.24	Resistenza di progetto di collegamenti saldati tra membrane diagonali tipo CHS o RHS e correnti con sezione a C.....	133

PREMESSA

La presente norma europea EN 1993, Eurocode 3: Design of steel structures, è stata elaborata dal Comitato Tecnico CEN/TC 250 "Eurocodici Strutturali", la cui segreteria è affidata al BSI. Il CEN/TC 250 è responsabile per tutti gli Eurocodici Strutturali.

Alla presente norma europea deve essere attribuito lo status di norma nazionale, o mediante pubblicazione di un testo identico o mediante notifica di adozione, entro novembre 2005, e le norme nazionali in contrasto devono essere ritirate entro marzo 2010.

Il presente Eurocodice sostituisce la ENV 1993-1-1.

In conformità alle Regole Comuni CEN/CENELEC, gli enti nazionali di normazione dei seguenti Paesi sono tenuti a recepire la presente norma europea: Austria, Belgio, Cipro, Danimarca, Estonia, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Irlanda, Islanda, Italia, Lettonia, Lituania, Lussemburgo, Malta, Norvegia, Paesi Bassi, Polonia, Portogallo, Regno Unito, Repubblica Ceca, Slovacchia, Slovenia, Spagna, Svezia, Svizzera e Ungheria.

Cronistoria del programma degli Eurocodici

Nel 1975, la Commissione delle Comunità Europee decise di attuare un programma di azioni nel settore delle costruzioni, sulla base dell'articolo 95 del Trattato. L'obiettivo del programma era l'eliminazione degli ostacoli tecnici al commercio e l'armonizzazione delle specifiche tecniche.

Nell'ambito di tale programma di azioni, la Commissione prese l'iniziativa di stabilire un insieme di regole tecniche armonizzate per la progettazione delle opere di costruzione che, in una prima fase, sarebbe servito come alternativa rispetto ai regolamenti nazionali in vigore negli Stati membri ed, alla fine, li avrebbe sostituiti.

Per quindici anni, la Commissione, con l'aiuto di un Comitato Direttivo composto da Rappresentanti degli Stati membri, ha provveduto allo sviluppo del programma degli Eurocodici, che ha portato alla stesura della prima generazione di codici Europei negli anni '80.

Nel 1989, la Commissione e gli Stati membri della UE e della EFTA decisero, in base ad un accordo¹⁾ tra la Commissione ed il CEN, di trasferire il compito della preparazione e della pubblicazione degli Eurocodici al CEN attraverso una serie di Mandati, con l'obiettivo di attribuire ad essi nel futuro lo status di Norme Europee (EN). Questa decisione lega *de facto* gli Eurocodici alle prescrizioni di tutte le Direttive del Consiglio e/o le Decisioni della Commissione relative alle norme Europee (per esempio, la Direttiva del Consiglio 89/106/EEC sui prodotti da costruzione - CPD - e le Direttive del Consiglio 93/37/EEC, 92/50/EEC e 89/440/EEC sui lavori e sui servizi pubblici e le analoghe Direttive EFTA predisposte con l'obiettivo di stabilire il mercato interno).

Il programma degli Eurocodici Strutturali comprende le seguenti norme, generalmente composte da un certo numero di Parti:

EN 1990	Eurocode: Basis of Structural Design
EN 1991	Eurocode 1: Actions on structures
EN 1992	Eurocode 2: Design of concrete structures
EN 1993	Eurocode 3: Design of steel structures
EN 1994	Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures
EN 1995	Eurocode 5: Design of timber structures
EN 1996	Eurocode 6: Design of masonry structures
EN 1997	Eurocode 7: Geotechnical design
EN 1998	Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance
EN 1999	Eurocode 9: Design of aluminium structures

1) Accordo tra la Commissione delle Comunità Europee ed il Comitato Europeo di Normazione (CEN) concernente il lavoro sugli EUROCODICI relativi alla progettazione di edifici e di opere di ingegneria civile (BC/CEN/03/89).

Gli Eurocodici riconoscono la responsabilità delle autorità regolamentari in ogni Stato membro ed hanno salvaguardato il loro diritto a determinare a livello nazionale valori correlati ad aspetti di sicurezza regolamentari, potendo essi variare da Stato a Stato.

Status e campo di applicazione degli Eurocodici

Gli Stati membri della UE e della EFTA riconoscono che gli Eurocodici servono come documenti di riferimento per i seguenti scopi:

- come un mezzo per verificare la rispondenza degli edifici e delle opere di ingegneria civile ai requisiti essenziali della Direttiva del Consiglio 89/106/EEC, in particolare il Requisito Essenziale N° 1 - Resistenza meccanica e stabilità - ed il Requisito Essenziale N° 2 - Sicurezza in caso di incendio;
- come una base per la redazione dei contratti relativi ai lavori di costruzione ed ai servizi di ingegneria correlati;
- come un quadro di riferimento per definire specifiche tecniche armonizzate per i prodotti da costruzione (EN e ETA).

Gli Eurocodici, poichè riguardano le opere di costruzione stesse, sono in relazione diretta con i Documenti Interpretativi²⁾ a cui si fa riferimento nell'Articolo 12 della CPD, sebbene siano di natura differente rispetto alle norme armonizzate di prodotto³⁾. Pertanto, gli aspetti tecnici che scaturiscono dal lavoro degli Eurocodici devono essere presi in adeguata considerazione dai Comitati Tecnici CEN e/o dai Gruppi di Lavoro EOTA che lavorano sulle norme di prodotto, nell'intento di ottenere una piena compatibilità di queste specifiche tecniche con gli Eurocodici.

Gli Eurocodici forniscono regole comuni per la progettazione strutturale, di uso corrente, nella progettazione di strutture, nel loro complesso, e di componenti strutturali, di tipologia tradizionale o innovativa. Forme di costruzione o condizioni di progetto inusuali non sono trattate in modo specifico; per tali casi è richiesto dal progettista il contributo aggiuntivo da parte di esperti.

Norme nazionali che implementano gli Eurocodici

Le norme nazionali che implementano gli Eurocodici contengono il testo completo dell'Eurocodice (comprese tutte le appendici), così come pubblicato dal CEN, il quale può essere preceduto da una copertina nazionale e da una premessa nazionale, e può essere seguito da una appendice nazionale.

L'appendice nazionale può contenere solo informazioni su quei parametri, noti come Parametri Determinati a livello nazionale, che in ogni Eurocodice sono lasciati aperti ad una scelta a livello nazionale, da impiegarsi nella progettazione degli edifici e delle opere di ingegneria civile da realizzarsi nella singola nazione, cioè:

- valori e/o classi per i quali nell'Eurocodice sono fornite alternative;
- valori da impiegare, per i quali nell'Eurocodice è fornito solo un simbolo;
- dati specifici della singola nazione (geografici, climatici, ecc.), per esempio, la mappa della neve;
- la procedura da impiegare quando nell'Eurocodice ne sono proposte diverse in alternativa.

Essa può anche contenere:

- decisioni riguardanti l'applicazione delle appendici informative;
- riferimenti a informazioni complementari non contraddittorie che aiutino l'utente ad applicare l'Eurocodice.

2) Secondo l'Art. 3.3 della CPD, i requisiti essenziali (ER) sono precisati in documenti interpretativi destinati a stabilire i collegamenti necessari tra i requisiti essenziali ed i mandati per le norme armonizzate EN e ETAG/ETA.

3) Secondo l'Art. 12 della CPD, i documenti interpretativi devono:

- a) precisare i requisiti essenziali armonizzando la terminologia e i concetti tecnici di base, ed indicando classi o livelli per ciascun requisito ove necessario;
- b) indicare metodi per correlare queste classi o livelli di requisiti alle specifiche tecniche, per esempio metodi di calcolo e di verifica, regole tecniche per la progettazione, ecc.;
- c) servire come riferimento per stabilire norme armonizzate e orientamenti per i benestare tecnici europei.

Gli Eurocodici, *de facto*, ricoprono un ruolo simile nel campo dell'ER 1 e di una parte dell'ER 2.

Collegamenti tra gli Eurocodici e le specifiche tecniche armonizzate (EN e ETA) relative ai prodotti

Sussiste la necessità di coerenza tra le specifiche tecniche armonizzate per i prodotti da costruzione e le regole tecniche per le opere⁴⁾. Inoltre tutte le informazioni che accompagnano la marcatura CE dei prodotti da costruzione che fanno riferimento agli Eurocodici dovrebbero menzionare chiaramente quali Parametri Determinati a livello nazionale sono stati presi in conto.

Appendice nazionale della EN 1993-1-8

La presente norma fornisce procedure alternative, valori e raccomandazioni con note che indicano dove possono essere effettuate scelte a livello nazionale. La norma nazionale che implementa la EN 1993-1-8 dovrebbe avere una appendice nazionale contenente tutti i parametri determinati a livello nazionale che devono essere utilizzati per la progettazione delle strutture di acciaio da realizzarsi nel territorio interessato.

Una scelta a livello nazionale è permessa nei seguenti punti della EN 1993-1-8:

- 2.2(2)
- 1.2.6 (Gruppo 6: Chiodi)
- 3.1.1(3)
- 3.4.2(1)
- 5.2.1(2)
- 6.2.7.2(9)

4) Vedere l'Art. 3.3 e l'Art. 12 del CPD, così come i punti 4.2, 4.3.1, 4.3.2 e 5.2 dell'ID 1.

1 INTRODUZIONE

1.1 Scopo e campo di applicazione

- (1) La presente parte della EN 1993 fornisce i metodi per la progettazione di collegamenti soggetti a carichi prevalentemente statici costituiti da acciaio di classe S235, S275, S355, S420, S450 e S460.

1.2 Riferimenti normativi

La presente norma europea rimanda, mediante riferimenti datati e non, a disposizioni contenute in altre pubblicazioni. Tali riferimenti normativi sono citati nei punti appropriati del testo e sono di seguito elencati. Per quanto riguarda i riferimenti datati, successive modifiche o revisioni apportate a dette pubblicazioni valgono unicamente se introdotte nella presente norma europea come aggiornamento o revisione. Per i riferimenti non datati vale l'ultima edizione della pubblicazione alla quale si fa riferimento (compresi gli aggiornamenti).

1.2.1 Norme di riferimento, Gruppo 1: Acciai strutturali saldabili

EN 10025-1:2004	Hot rolled products of structural steels - General technical delivery conditions
EN 10025-2:2004	Hot rolled products of structural steels - Technical delivery conditions for non-alloy structural steels
EN 10025-3:2004	Hot rolled products of structural steels - Technical delivery conditions for normalized/normalized rolled weldable fine grain structural steels
EN 10025-4:2004	Hot rolled products of structural steels - Technical delivery conditions for thermomechanical rolled weldable fine grain structural steels
EN 10025-5:2004	Hot rolled products of structural steels - Technical delivery conditions for structural steels with improved atmospheric corrosion resistance
EN 10025-6:2004	Hot rolled products of structural steels - Technical delivery conditions for flat products of high yield strength structural steels in quenched and tempered condition

1.2.2 Norme di riferimento, Gruppo 2: Tolleranze, dimensioni e condizioni tecniche di fornitura

EN 10029:1991	Hot rolled steel plates 3 mm thick or above - Tolerances on dimensions, shape and mass
EN 10034:1993	Structural steel I- and H-sections - Tolerances on shape and dimensions
EN 10051:1991	Continuously hot-rolled uncoated plate, sheet and strip of non-alloy and alloy steels - Tolerances on dimensions and shape
EN 10055:1995	Hot rolled steel equal flange tees with radiused root and toes - Dimensions and tolerances on shape and dimensions
EN 10056-1:1995	Structural steel equal and unequal leg angles - Part 1: Dimensions
EN 10056-2:1993	Structural steel equal and unequal leg angles - Part 2: Tolerances on shape and dimensions
EN 10164:1993	Steel products with improved deformation properties perpendicular to the surface of the product - Technical delivery conditions

1.2.3 Norme di riferimento, Gruppo 3: Sezioni cave strutturali

EN 10219-1:1997	Cold formed welded structural hollow sections of non-alloy and fine grain steels - Part 1: Technical delivery requirements
EN 10219-2:1997	Cold formed welded structural hollow sections of non-alloy and fine grain steels - Part 2: Tolerances, dimensions and sectional properties

EN 10210-1:1994	Hot finished structural hollow sections of non-alloy and fine grain structural steels - Part 1: Technical delivery requirements
EN 10210-2:1997	Hot finished structural hollow sections of non-alloy and fine grain structural steels - Part 2: Tolerances, dimensions and sectional properties

1.2.4

Norme di riferimento, Gruppo 4: Bulloni, dadi e rondelle

EN 14399-1:2002	High strength structural bolting for preloading - Part 1: General Requirements
EN 14399-2:2002	High strength structural bolting for preloading - Part 2: Suitability Test for preloading
EN 14399-3:2002	High strength structural bolting for preloading - Part 3: System HR - Hexagon bolt and nut assemblies
EN 14399-4:2002	High strength structural bolting for preloading - Part 4: System HV - Hexagon bolt and nut assemblies
EN 14399-5:2002	High strength structural bolting for preloading - Part 5: Plain washers for system HR
EN 14399-6:2002	High strength structural bolting for preloading - Part 6: Plain chamfered washers for systems HR and HV
EN ISO 898-1:1999	Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel - Part 1: Bolts, screws and studs (ISO 898-1:1999)
EN 20898-2:1993	Mechanical properties of fasteners - Part 2: Nuts with special proof load values - Coarse thread (ISO 898-2:1992)
EN ISO 2320:1997	Prevailing torque type steel hexagon nuts - Mechanical and performance requirements (ISO 2320:1997)
EN ISO 4014:2000	Hexagon head bolts - Product grades A and B (ISO 4014:1999)
EN ISO 4016:2000	Hexagon head bolts - Product grade C (ISO 4016:1999)
EN ISO 4017:2000	Hexagon head screws - Product grades A and B (ISO 4017:1999)
EN ISO 4018:2000	Hexagon head screws - Product grade C (ISO 4018:1999)
EN ISO 4032:2000	Hexagon nuts, style 1 - Product grades A and B (ISO 4032:1999)
EN ISO 4033:2000	Hexagon nuts, style 2 - Product grades A and B (ISO 4033:1999)
EN ISO 4034:2000	Hexagon nuts - Product grade C (ISO 4034:1999)
EN ISO 7040:1997	Prevailing torque hexagon nuts (with non-metallic insert), style 1 - Property classes 5, 8 and 10
EN ISO 7042:1997	Prevailing torque all-metal hexagon nuts, style 2 - Property classes 5, 8, 10 and 12
EN ISO 7719:1997	Prevailing torque type all-metal hexagon nuts, style 1 - Property classes 5, 8 and 10
ISO 286-2:1988	ISO system of limits and fits - Part 2: Tables of standard tolerance grades and limit deviations for hole and shafts
ISO 1891:1979	Bolts, screws, nuts and accessories - Terminology and nomenclature - Trilingual edition
EN ISO 7089:2000	Plain washers - Nominal series - Product grade A
EN ISO 7090:2000	Plain washers, chamfered - Normal series - Product grade A
EN ISO 7091:2000	Plain washers - Normal series - Product grade C
EN ISO 10511:1997	Prevailing torque type hexagon thin nuts (with non-metallic insert)
EN ISO 10512:1997	Prevailing torque type hexagon nuts thin nuts, style 1, with metric fine pitch thread - Property classes 6, 8 and 10
EN ISO 10513:1997	Prevailing torque type all-metal hexagon nuts, style 2, with metric fine pitch thread - Property classes 8, 10 and 12

- 1.2.5** **Norme di riferimento, Gruppo 5: Materiali di apporto per saldatura e saldature**
- EN 12345:1998 Welding - Multilingual terms for welded joints with illustrations. September 1998
- EN ISO 14555:1998 Welding - Arc stud welding of metallic materials. May 1995
- EN ISO 13918:1998 Welding - Studs for arc stud welding-January 1997
- EN 288-3:1992 Specification and approval of welding procedures for metallic materials - Part 3: Welding procedure tests for arc welding of steels. 1992
- EN ISO 5817:2003 Arc-welded joints in steel - Guidance for quality levels for imperfections
- 1.2.6** **Norme di riferimento, Gruppo 6: Chiodi**
- Nota Informazioni potrebbero essere fornite nelle appendici nazionali.
- 1.2.7** **Norme di riferimento, Gruppo 7: Esecuzione di strutture di acciaio**
- EN 1090-2 Requirements for the execution of steel structures
- 1.3** **Differenze tra principi e regole applicative**
- (1) Si applicano le regole di cui al punto 1.4 della EN 1990.
- 1.4** **Termini e definizioni**
- (1) Si applicano i termini e le definizioni seguenti:
- 1.4.1** **componente di base (di un collegamento):** Parte di un collegamento che fornisce un contributo ad una o più delle sue caratteristiche strutturali.
- 1.4.2** **connessione:** Zona in cui due o più elementi si incontrano. Ai fini del progetto essa deve considerarsi come assemblaggio delle componenti di base richieste per rappresentare il comportamento durante il trasferimento dei relativi momenti e forze interni in corrispondenza della connessione.
- 1.4.3** **membratura collegata:** Una qualsiasi membratura collegata ad un elemento o membratura di supporto.
- 1.4.4** **collegamento:** Zona di interconnessione tra due o più membrane. Ai fini del progetto esso deve considerarsi come assemblaggio di tutte le componenti di base richieste per rappresentare il comportamento durante il trasferimento dei relativi momenti e forze interni tra le membrane collegate. Un collegamento trave-colonna è costituito da un pannello d'anima e da un'unica connessione (configurazione di nodo con collegamento su un solo lato) o da due connessioni (configurazione di nodo con collegamento da ambo i lati), vedere figura 1.1.
- 1.4.5** **configurazione del collegamento:** Tipo di collegamento oppure schema del collegamento o dei collegamenti in corrispondenza dei quali gli assi di due o più membrane collegate si intersecano, vedere figura 1.2.
- 1.4.6** **capacità rotazionale:** Angolo di rotazione a cui può essere sottoposto il collegamento per un dato livello di resistenza senza dar luogo a fenomeni di rottura.
- 1.4.7** **rigidezza flessionale:** Momento flettente richiesto per produrre una rotazione unitaria sul collegamento.
- 1.4.8** **caratteristiche strutturali (di un collegamento):** Resistenza alle forze ed ai momenti interni sviluppati dalle membrane collegate, rigidezza flessionale e capacità rotazionale.
- 1.4.9** **collegamento nel piano:** In una travatura reticolare, un collegamento nel piano collega membrane che giacciono in uno stesso piano.

figura 1.1

Parti di un collegamento trave-colonna

Legenda

a) Configurazione di nodo con collegamento da un solo lato

b) Configurazione di nodo con collegamenti da ambo i lati

1 Pannello d'anima a taglio

2 Connessione

3 Componenti (per esempio, bulloni, piastra di estremità)

Collegamento = pannello d'anima a taglio + connessione

Collegamento a sinistra = pannello d'anima a taglio + connessione di sinistra

Collegamento a destra = pannello d'anima a taglio + connessione di destra

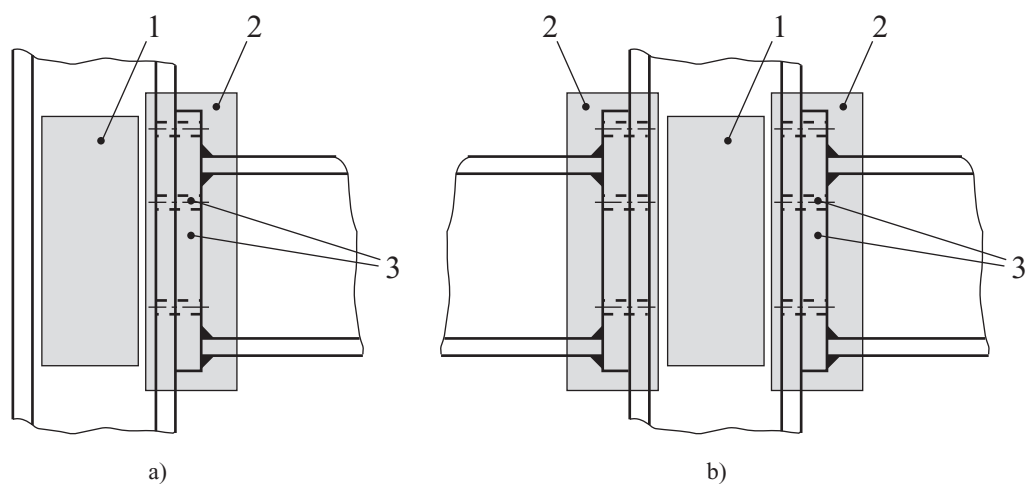
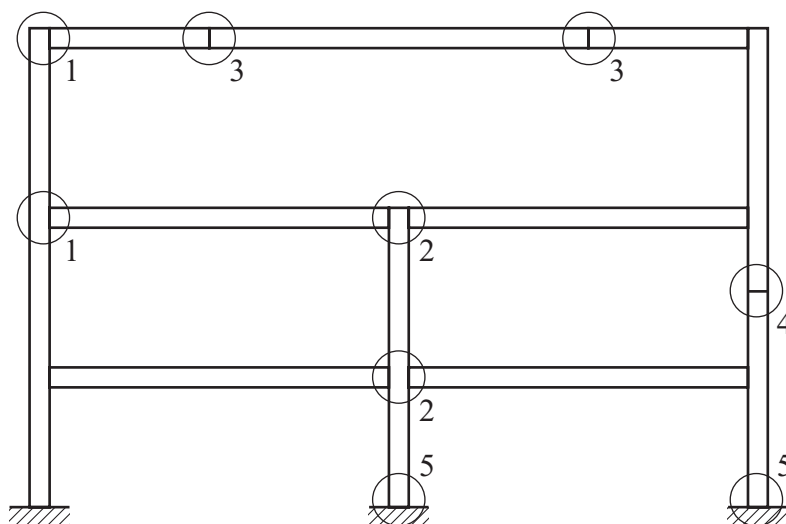


figura 1.2

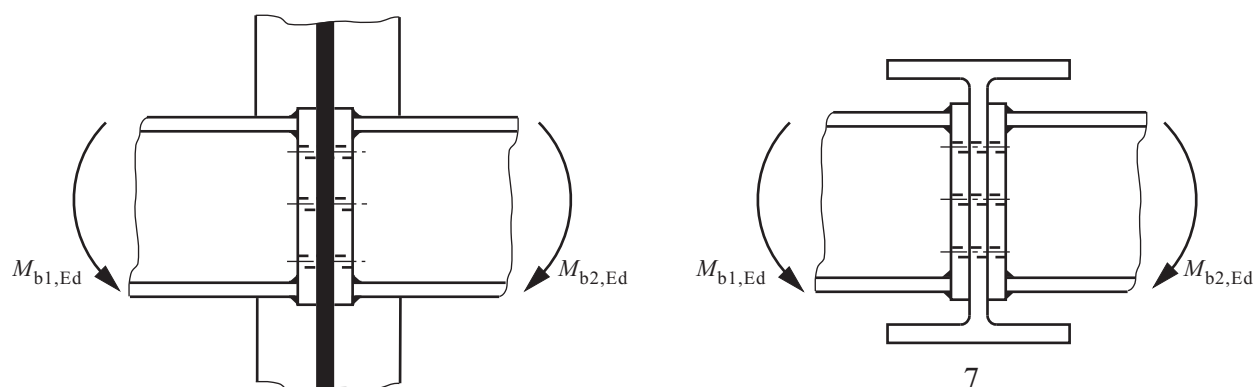
Configurazioni di collegamenti

Legenda

- a) Configurazioni di collegamenti secondo l'asse forte
- b) Configurazioni di collegamenti secondo l'asse debole (da usarsi solo in presenza di momenti flettenti bilanciati $M_{b1,Ed} = M_{b2,Ed}$)
- 1 Configurazione di collegamento trave-colonna su un solo lato
- 2 Configurazione di collegamento trave-colonna su ambo i lati
- 3 Giunto di continuità (collegamento trave-trave)
- 4 Giunto di continuità (collegamento colonna-colonna)
- 5 Collegamento colonna-fondazione
- 6 Configurazioni di collegamento trave-colonna su ambo i lati
- 7 Configurazione di collegamento trave-trave su ambo i lati



a)



b)

1.5

Simboli

- (1) Nella presente norma si utilizzano i seguenti simboli:

- d è il diametro nominale del bullone, il diametro del perno oppure il diametro del dispositivo di giunzione;
- d_0 è il diametro del foro per un bullone, un chiodo oppure un perno;

$d_{o,t}$	è la dimensione del foro nella direzione della trazione, generalmente il diametro del foro, ma per i fori asolati perpendicolarmente alla direzione della trazione si raccomanda di assumere la lunghezza dell'asola;
$d_{o,v}$	è la dimensione del foro nella direzione del taglio, generalmente il diametro del foro, ma per fori asolati parallelamente alla direzione del taglio si raccomanda di assumere la lunghezza dell'asola;
d_c	è l'altezza netta dell'anima della colonna;
d_m	è il valore minore tra la media della distanza tra i vertici contrapposti oppure tra le facce piane contrapposte della testa o del dado del bullone;
$f_{H,Rd}$	è il valore di progetto della pressione secondo la formula di Hertz;
f_{ur}	è la resistenza ultima a trazione del chiodo;
e_1	è la distanza di estremità misurata dal centro del foro del dispositivo di giunzione al bordo libero di una delle parti, misurata secondo la direzione di trasferimento del carico, vedere figura 3.1;
e_2	è la distanza di bordo misurata dal centro del foro del dispositivo di giunzione al bordo di una delle parti, misurata perpendicolarmente alla direzione di trasferimento del carico, vedere figura 3.1;
e_3	è la distanza dal centro di un foro asolato all'adiacente estremità libera oppure bordo di una delle parti, vedere figura 3.1;
e_4	è la distanza dal centro radiale delle parti semicircolari di estremità di un foro asolato all'adiacente estremità libera oppure bordo di una delle parti, vedere figura 3.1;
l_{eff}	è la lunghezza efficace di una saldatura a cordone d'angolo;
n	è il numero delle superfici d'attrito oppure il numero di fori del dispositivo di giunzione sulla superficie di taglio;
p_1	è il passo tra i centri dei dispositivi di giunzione allineati nella direzione di trasferimento del carico, vedere figura 3.1;
$p_{1,0}$	è il passo tra i centri dei dispositivi di giunzione allineati secondo una linea esterna nella direzione di trasferimento del carico, vedere figura 3.1;
$p_{1,i}$	è il passo tra i centri dei dispositivi di giunzione allineati secondo una linea interna nella direzione di trasferimento del carico, vedere figura 3.1;
p_2	è il passo misurato perpendicolarmente alla direzione di trasferimento del carico, tra due allineamenti adiacenti di dispositivi di giunzione, vedere figura 3.1;
r	è il numero di file di bulloni;
Nota	In una connessione bullonata con più di una fila di bulloni in trazione, le file di bulloni sono numerate partendo dalla fila più lontana rispetto al centro di compressione.
s_s	è la lunghezza del supporto rigido;
t_a	è lo spessore della squadretta;
t_{fc}	è lo spessore della flangia della colonna;
t_p	è lo spessore della piastra sotto il bullone o il dado;
t_w	è lo spessore dell'anima o del supporto;
t_{wc}	è lo spessore dell'anima della colonna;
A	è l'area lorda della sezione trasversale del bullone;
A_0	è l'area del foro per un chiodo;
A_{vc}	è l'area resistente a taglio della colonna, vedere EN 1993-1-1;
A_s	è l'area resistente a trazione del bullone o del tirafondo;
$A_{v,eff}$	è l'area efficace resistente a taglio;
$B_{p,Rd}$	è la resistenza di progetto a taglio per punzonamento della testa del bullone e del dado;

- E è il modulo elastico;
 $F_{p,Cd}$ è la forza di serraggio di progetto;
 $F_{t,Ed}$ è la trazione di progetto per bullone allo stato limite ultimo;
 $F_{t,Rd}$ è la resistenza di progetto a trazione del bullone;
 $F_{T,Rd}$ è la resistenza a trazione di un elemento T (T-stub) equivalente estratto da una flangia;
 $F_{v,Rd}$ è la resistenza di progetto a taglio per bullone;
 $F_{b,Rd}$ è la resistenza di progetto a rifollamento per bullone;
 $F_{s,Rd,ser}$ è la resistenza di progetto allo scorrimento per bullone agli stati limite di esercizio;
 $F_{s,Rd}$ è la resistenza di progetto allo scorrimento per bullone allo stato limite ultimo;
 $F_{v,Ed,ser}$ è la forza di taglio di progetto per bullone allo stato limite di esercizio;
 $F_{v,Ed}$ è la forza di taglio di progetto per bullone allo stato limite ultimo;
 $M_{j,Rd}$ è il momento resistente di progetto di un collegamento;
 S_j è la rigidezza flessionale di un collegamento;
 $S_{j,ini}$ è la rigidezza flessionale iniziale di un collegamento;
 $V_{wp,Rd}$ è la resistenza plastica a taglio di un pannello d'anima della colonna;
 z è il braccio della coppia;
 μ è il coefficiente di attrito;
 ϕ è la rotazione di un collegamento.

- (2) Per le sezioni cave, nella sezione 7, sono utilizzate le seguenti abbreviazioni normalizzate:

CHS per "sezione cava circolare";

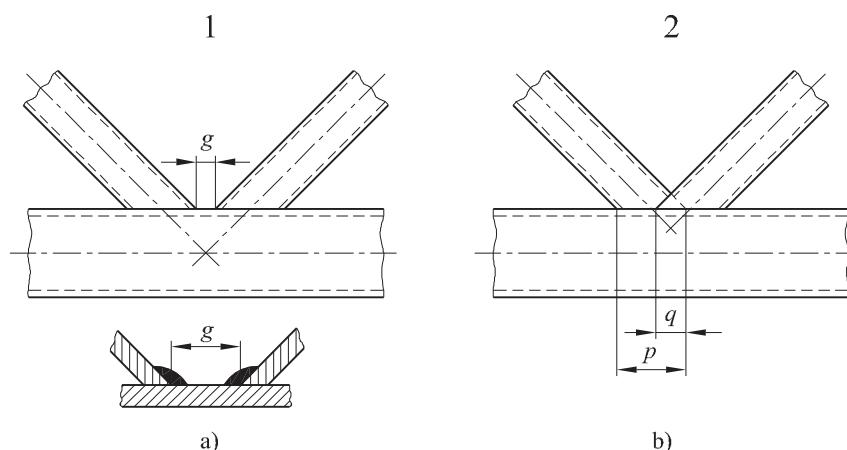
RHS per "sezione cava rettangolare", che in questo contesto include le sezioni cave quadrate.

figura 1.3

Collegamenti con distanze (gap) e collegamenti sovrapposti

Legenda

- a) Definizione di distanza (gap)
b) Definizione di sovrapposizione
1 Distanza (gap)
2 Rapporto di sovrapposizione $\lambda_{ov} = (q/p) \times 100\%$



- (3) Nella sezione 7 sono utilizzati i seguenti simboli:

A_i è l'area della sezione trasversale della membratura i ($i = 0, 1, 2$ o 3);

A_v è l'area resistente a taglio del corrente;

$A_{v,eff}$ è l'area efficace resistente a taglio del corrente;

L	è la lunghezza di sistema di una membratura;
$M_{ip,i,Rd}$	è il valore di progetto della resistenza del collegamento, riferita al momento flettente agente nel piano nella membratura i ($i = 0, 1, 2$ o 3);
$M_{ip,i,Ed}$	è il valore di progetto del momento flettente agente nel piano nella membratura i ($i = 0, 1, 2$ o 3);
$M_{op,i,Rd}$	è il valore di progetto della resistenza del collegamento, riferita al momento flettente agente fuori dal piano della membratura i ($i = 0, 1, 2$ o 3);
$M_{op,i,Ed}$	è il valore di progetto del momento flettente agente fuori dal piano nella membratura i ($i = 0, 1, 2$ o 3);
$N_{i,Rd}$	è il valore di progetto della resistenza del collegamento, riferita allo sforzo normale agente nella membratura i ($i = 0, 1, 2$ o 3);
$N_{i,Ed}$	è il valore di progetto dello sforzo normale agente nella membratura i ($i = 0, 1, 2$ o 3);
$W_{el,i}$	è il modulo di resistenza elastica della membratura i ($i = 0, 1, 2$ o 3);
$W_{pl,i}$	è il modulo plastico della membratura i ($i = 0, 1, 2$ o 3);
b_i	è la larghezza totale fuori piano di una membratura tipo RHS i ($i = 0, 1, 2$ o 3);
b_{eff}	è la larghezza efficace di una connessione tra una membratura diagonale ed un corrente;
$b_{e,ov}$	è la larghezza efficace per una connessione tra membrane diagonali sovrapposte;
$b_{e,p}$	è la larghezza efficace a punzonamento;
b_p	è la larghezza efficace di una piastra;
b_w	è la larghezza efficace dell'anima di un corrente;
d_i	è il diametro totale (esterno) di una membratura tipo CHS i ($i = 0, 1, 2$ o 3);
d_w	è l'altezza dell'anima di un corrente con sezione trasversale ad I o ad H;
e	è l'eccentricità di un collegamento;
f_b	è la resistenza alla instabilità della parete laterale del corrente;
f_{yi}	è la resistenza allo snervamento di una membratura i ($i = 0, 1, 2$ o 3);
f_{y0}	è la resistenza allo snervamento di una membratura;
g	è la distanza (gap) tra le membrane diagonali in un collegamento a K oppure a N (un valore negativo di g rappresenta una sovrapposizione q); la distanza g è misurata lungo la faccia collegata del corrente, tra le estremità delle membrane diagonali adiacenti, vedere figura 1.3 a);
h_i	è l'altezza totale della sezione trasversale nel piano della membratura i ($i = 0, 1, 2$ o 3);
h_z	è la distanza tra i baricentri delle parti con larghezza efficace di una trave a sezione rettangolare connessa ad una colonna a sezione I o H;
k	è un fattore definito nel pertinente prospetto, con pedice g, m, n o p;
l	è la lunghezza di libera inflessione della membratura;
p	è la lunghezza della proiezione sulla faccia del corrente dell'area di contatto di una membratura diagonale sovrapposta, in assenza di altra membratura diagonale sovrapposta, vedere figura 1.3 b);
q	è la lunghezza di sovrapposizione, misurata in corrispondenza della faccia del corrente, tra le membrane diagonali in un collegamento tipo a K oppure a N, vedere figura 1.3 b);
r	è il raggio di raccordo in una sezione trasversale ad I o ad H oppure il raggio di raccordo al vertice di una sezione rettangolare cava;
t_f	è lo spessore della flangia di una sezione ad I oppure ad H;
t_i	è lo spessore di una parete di una membratura i ($i = 0, 1, 2$ o 3);
t_p	è lo spessore di una piastra;
t_w	è lo spessore dell'anima di una sezione ad I oppure ad H;
α	è un fattore definito nel pertinente prospetto;
θ_i	è l'angolo compreso tra la membratura diagonale i ed il corrente ($i = 1, 2$ o 3);

- κ è un fattore definito laddove necessario;
- μ è un fattore definito nel pertinente prospetto;
- φ è l'angolo compreso tra i vari piani in un collegamento che interessa più piani (multiplanare).
- (4) I pedici espressi mediante numeri interi utilizzati nella sezione 7 sono definiti nel modo seguente:
- i è un pedice espresso mediante numero intero usato per designare una membratura di un collegamento, $i = 0$ denota un corrente e $i = 1, 2$ o 3 le membrature diagonali. Nei collegamenti con due membrature diagonali, $i = 1$ generalmente denota la membratura compressa e $i = 2$ quella tesa, vedere figura 1.4 b). Nel caso di membratura diagonale singola si usa $i = 1$ sia se essa è soggetta a trazione che a compressione, vedere figura 1.4 a);
- i e j sono pedici espressi mediante numeri interi utilizzati nei collegamenti con sovrapposizione, i indica la membratura che si sovrappone e j indica la membratura sottoposta, vedere figura 1.4 c).
- (5) I rapporti di tensione usati nella sezione 7 sono definiti come segue:
- n è il rapporto $(\sigma_{0,Ed}/f_{y0})/\gamma_{M5}$ (usato per i correnti tipo RHS);
- n_p è il rapporto $(\sigma_{p,Ed}/f_{y0})/\gamma_{M5}$ (usato per i correnti tipo CHS);
- $\sigma_{0,Ed}$ è la massima tensione di compressione nel corrente in corrispondenza di un collegamento;
- $\sigma_{p,Ed}$ è il valore di $\sigma_{0,Ed}$ calcolato escludendo la tensione dovuta alla componente parallela all'asse del corrente dello sforzo normale agente in una membratura diagonale in corrispondenza di un collegamento, vedere figura 1.4.
- (6) I rapporti geometrici usati nella sezione 7 sono definiti come segue:
- β è il rapporto tra il diametro medio o la larghezza media della membratura diagonale e del corrente:
- per collegamenti a T, Y e X:

$$\frac{d_1}{d_0}; \frac{d_1}{b_0} \text{ oppure } \frac{b_1}{b_0}$$
 - per collegamenti a K ed N:

$$\frac{d_1 + d_2}{2d_0}, \frac{d_1 + d_2}{2b_0} \text{ oppure } \frac{b_1 + b_2 + h_1 + h_2}{4b_0}$$
 - per collegamenti tipo KT:

$$\frac{d_1 + d_2 + d_3}{3d_0}, \frac{d_1 + d_2 + d_3}{3b_0} \text{ oppure } \frac{b_1 + b_2 + b_3 + h_1 + h_2 + h_3}{6b_0}$$
- β_p è il rapporto b_i/b_p ;
- γ è il rapporto tra la larghezza o il diametro del corrente ed il doppio dello spessore della sua parete:
- $$\frac{d_0}{2t_0}; \frac{d_0}{2t_f} \text{ oppure } \frac{b_0}{2t_f}$$
- η è il rapporto tra l'altezza della membratura diagonale ed il diametro oppure la larghezza del corrente:
- $$\frac{h_i}{d_0} \text{ oppure } \frac{h_i}{b_0}$$
- η_p è il rapporto h_i/b_p ;
- λ_{ov} è il rapporto di sovrapposizione, espresso come percentuale ($\lambda_{ov} = (q/p) \times 100\%$) come mostrato nella figura 1.3 b);
- $\lambda_{ov,lim}$ è la sovrapposizione per la quale il taglio tra le diagonali e la faccia del corrente può diventare critico.

- (7) Altri simboli sono specificati negli appropriati punti quando sono utilizzati.

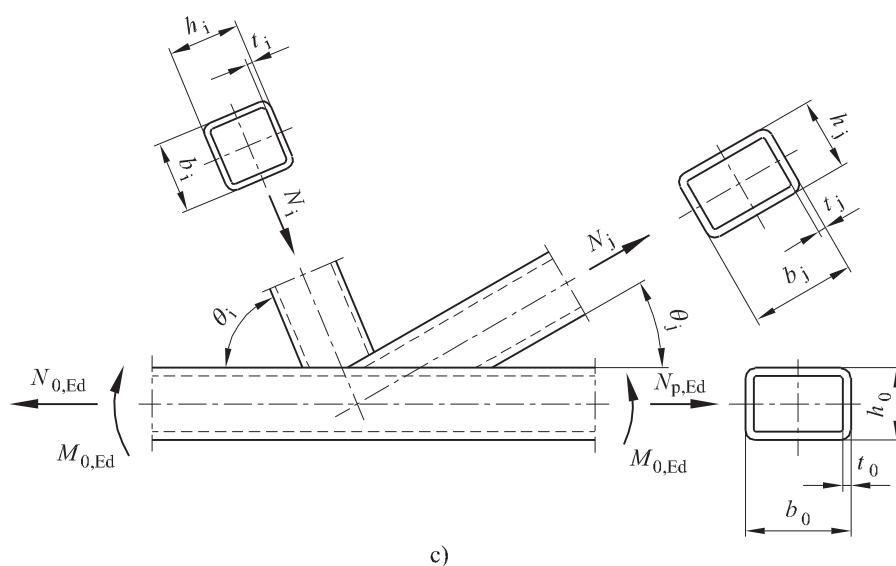
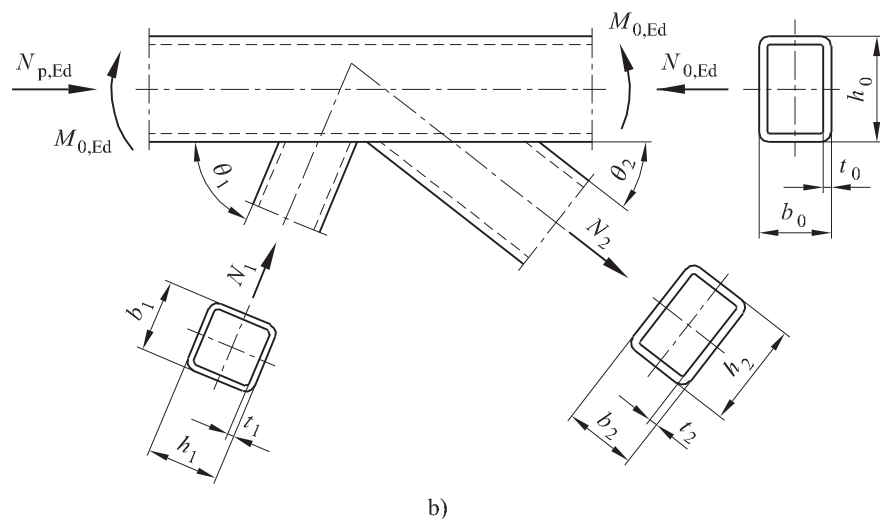
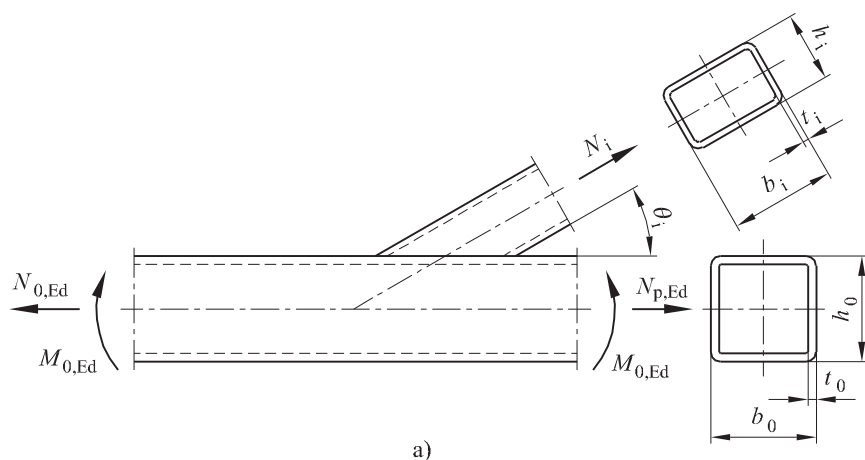
Nota I simboli per le sezioni circolari sono forniti nel prospetto 7.2.

figura 1.4

Dimensioni ed altri parametri di un collegamento tra gli elementi a sezione cava di una travatura reticolare

Legenda

- a) Collegamento con membratura diagonale singola
- b) Collegamento con distanza (gap) con due membrature diagonali
- c) Collegamento con sovrapposizione con due membrature diagonali



2 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE

2.1 Ipotesi

- (1) I metodi di progetto forniti nella presente parte della EN 1993 si basano sull'ipotesi che le norme sulla costruzione siano conformi alle norme di esecuzione specificate nel punto 1.2 e che i materiali da costruzione ed i prodotti usati siano quelli specificati nella EN 1993 oppure nelle relative specifiche del materiale e del prodotto.

2.2 Requisiti generali

- (1)P Tutti i collegamenti devono avere una resistenza di progetto tale che la struttura sia capace di soddisfare tutti i requisiti di base forniti nella presente norma e nella EN 1993-1-1.
- (2) I coefficienti parziali di sicurezza γ_M per i collegamenti sono forniti nel prospetto 2.1.

prospetto 2.1

Coefficienti parziali di sicurezza per collegamenti

Resistenza di membrature e sezioni trasversali	γ_{M0} , γ_{M1} e γ_{M2} vedere EN 1993-1-1
Resistenza dei bulloni	γ_{M2}
Resistenza dei chiodi	
Resistenza dei perni	
Resistenza delle saldature	
Resistenza di piastre per azione di rifollamento	
Resistenza allo scorrimento - allo stato limite ultimo (Categoria C) - allo stato limite di esercizio (Categoria B)	γ_{M3} $\gamma_{M3,ser}$
Resistenza al rifollamento per un bullone iniettato	γ_{M4}
Resistenza dei collegamenti in travature reticolari con elementi a sezione cava	γ_{M5}
Resistenza dei perni allo stato limite di esercizio	$\gamma_{M6,ser}$
Serraggio di bulloni ad alta resistenza	γ_{M7}
Resistenza del calcestruzzo	γ_c vedere EN 1992

Nota I valori numerici dei fattori γ_M possono essere definiti nell'appendice nazionale. I valori raccomandati sono i seguenti: $\gamma_{M2} = 1,25$; $\gamma_{M3} = 1,25$ e $\gamma_{M3,ser} = 1,1$; $\gamma_{M4} = 1,0$; $\gamma_{M5} = 1,0$; $\gamma_{M6,ser} = 1,0$; $\gamma_{M7} = 1,1$.

- (3)P Per i collegamenti soggetti a fatica si devono soddisfare anche i principi forniti nella EN 1993-1-9.

2.3 Forze e momenti applicati

- (1)P Le forze e i momenti applicati sui collegamenti allo stato limite ultimo devono essere determinati secondo i principi forniti nella EN 1993-1-1.

2.4 Resistenza dei collegamenti

- (1) Si raccomanda che la resistenza di un collegamento sia determinata sulla base delle resistenze delle proprie componenti di base.
- (2) Per il progetto del collegamento si può far uso dell'analisi lineare-elastica o elasto-plastica.
- (3) Laddove siano utilizzati dispositivi di giunzione con diversa rigidità per far fronte a forze di taglio, i dispositivi con maggiore rigidità dovrebbero essere progettati per l'intero carico di progetto. Un'eccezione a tale metodo di progetto è fornita nel punto 3.9.3.

2.5

Ipotesi di progetto

- (1)P I collegamenti devono essere progettati sulla base di una realistica ipotesi sulla distribuzione dei momenti e forze interni. Per determinare la distribuzione degli sforzi si devono fare le seguenti assunzioni:
- (a) le forze e momenti interni assunti nell'analisi sono in equilibrio con le forze ed i momenti applicati ai collegamenti,
 - (b) ciascun elemento del collegamento è capace di resistere ai momenti e forze interni,
 - (c) la deformazione richiesta da tale distribuzione non eccede la capacità di deformazione dei dispositivi di giunzione o delle saldature e delle parti connesse,
 - (d) la distribuzione delle forze interne assunta deve essere realistica in relazione alle rigidità relative delle parti interne al collegamento,
 - (e) le deformazioni assunte in qualsivoglia modello di progetto basato sull'analisi elasto-plastica sono determinate da rotazione di corpi rigidi e/o deformazioni nel piano che sono fisicamente possibili, e
 - (f) ogni modello usato è in conformità alle valutazioni desunte dai risultati di prova (vedere EN 1990).
- (2) Le regole di applicazione fornite nella presente parte soddisfano il punto 2.5(1)P.

2.6

Collegamenti a taglio soggetti a impatto, vibrazioni e/o inversioni di carico

- (1) Laddove un collegamento caricato a taglio è soggetto a impatto o vibrazioni significative si raccomanda di utilizzare uno dei seguenti metodi di giunzione:
- saldatura;
 - bulloni con dispositivi di bloccaggio;
 - bulloni caricati;
 - bulloni iniettati;
 - altri tipi di bulloni che prevengono efficacemente i movimenti delle parti collegate;
 - chiodi.
- (2) Laddove in un collegamento lo scorrimento non è accettabile (perché soggetto ad inversione di forze di taglio o per ogni altra ragione), si raccomanda di usare bulloni precaricati in connessioni di Categoria B o C (vedere punto 3.4), bulloni adattati (vedere punto 3.6.1), chiodi o saldatura.
- (3) Per i controventi si possono impiegare bulloni per connessioni di Categoria A (vedere punto 3.4).

2.7

Eccentricità in corrispondenza delle intersezioni

- (1) Laddove in corrispondenza delle intersezioni c'è eccentricità, si raccomanda che il collegamento e le membrature siano progettati con riferimento ai momenti ed alle forze risultanti, tranne nel caso di quei particolari tipi di strutture per cui è stato dimostrato che ciò non risulta necessario, vedere punto 5.1.5.
- (2) Nel caso di collegamenti di squadrette collegate o da una sola fila di bulloni o da due file di bulloni, si raccomanda che vengano portate in conto tutte le possibili eccentricità in conformità al punto 2.7(1). Si raccomanda che le eccentricità nel piano e fuori dal piano siano determinate considerando le posizioni relative dell'asse baricentrico della membratura e dell'asse di tracciatura nel piano della connessione (vedere figura 2.1). Per l'angolare singolo in trazione collegato mediante bulloni posizionati su una sola ala può utilizzarsi il metodo di progetto semplificato fornito nel punto 3.10.3.

Nota

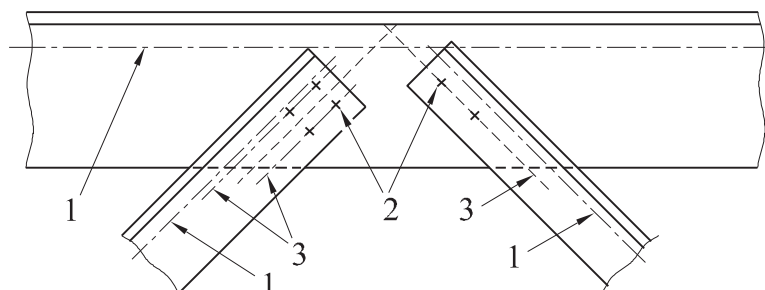
L'effetto dell'eccentricità su angolari utilizzati come membrature d'anima in compressione è specificato nella EN 1993-1-1, appendice BB 1.2.

figura 2.1

Assi di tracciatura

Legenda

- 1 Assi baricentrici
- 2 Dispositivi di giunzione
- 3 Assi di tracciatura



3

CONNESSIONI REALIZZATE MEDIANTE BULLONI, CHIODI O PERNI

3.1

Bulloni, dadi e rondelle

3.1.1

Generalità

- (1) Si raccomanda che tutti i bulloni, i dadi e le rondelle rispettino le norme di riferimento di cui al punto 1.2.4: Gruppo 4.
- (2) Le regole fornite nella presente norma sono valide per le classi di bulloni indicate nel prospetto 3.1.
- (3) La resistenza allo snervamento f_{yb} e la resistenza ultima a trazione f_{ub} per i bulloni di classe 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8, 8.8 e 10.9 sono specificate nel prospetto 3.1. Si raccomanda che nei calcoli di progetto i valori indicati siano assunti quali valori caratteristici.

prospetto 3.1

Valori nominali della resistenza allo snervamento f_{yb} e della resistenza ultima a trazione f_{ub} per i bulloni

Classe del bullone	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
f_{yb} (N/mm ²)	240	320	300	400	480	640	900
f_{ub} (N/mm ²)	400	400	500	500	600	800	1 000

Nota L'appendice nazionale può escludere alcune classi di bulloni.

3.1.2

Bulloni precaricati

- (1) I bulloni precaricati possono essere utilizzati solo per gli assemblaggi di bulloni di classe 8.8 e 10.9 conformi ai requisiti forniti nelle norme di riferimento nel punto 1.2.4: Gruppo 4 per Bullonature Strutturali ad Alta Resistenza con precarico mediante serraggio controllato in conformità ai requisiti delle norme di riferimento di cui nel punto 1.2.7: Gruppo 7.

3.2

Chiodi

- (1) Si raccomanda che le proprietà del materiale di base, le dimensioni e le tolleranze dei chiodi di acciaio soddisfino i requisiti forniti nelle norme di riferimento al punto 1.2.6: Gruppo 6.

3.3

Tirafondi

(1) Per i tirafondi possono essere utilizzati i seguenti materiali:

- Classi di acciaio conformi alle norme di riferimento di cui al punto 1.2.1: Gruppo 1;
- Classi di acciaio conformi alle norme di riferimento di cui al punto 1.2.4: Gruppo 4;
- Classi di acciaio per le barre di armatura conformi alla EN 10080;

a condizione che la resistenza allo snervamento nominale non sia maggiore di 640 N/mm^2 nel caso in cui ai tirafondi è richiesto di resistere ad azioni taglienti ed il valore di 900 N/mm^2 in tutti gli altri casi.

3.4

Categorie di connessioni bullonate

3.4.1

Connessioni a taglio

(1) Si raccomanda che le connessioni bullonate a taglio siano progettate in base a uno dei seguenti metodi:

a) Categoria A: connessioni a contatto (a rifollamento)

Si raccomanda che in questa categoria si utilizzino bulloni di classe dalla 4.6 in poi, inclusa la classe 10.9. Non è richiesto il precarico dei bulloni nè alcuna disposizione speciale per le superfici di contatto. Si raccomanda che il carico di taglio ultimo di progetto non superi la resistenza di progetto a taglio, ottenuta dal punto 3.6, nè la resistenza di progetto a rifollamento, ottenuta ai punti 3.6 e 3.7.

b) Categoria B: connessioni ad attrito allo stato limite di esercizio

Si raccomanda che in questa categoria si utilizzino bulloni precaricati in conformità al punto 3.1.2(1). Si raccomanda che non si verifichi scorrimento per lo stato limite di esercizio. Si raccomanda che la forza di taglio di progetto allo stato limite di esercizio non ecceda la resistenza di progetto allo scorrimento, ottenuta dal punto 3.9. Si raccomanda che la forza di taglio di progetto allo stato limite ultimo non superi la resistenza di progetto a taglio, ottenuta dal punto 3.6, nè la resistenza di progetto a rifollamento, ottenuta dai punti 3.6 e 3.7.

c) Categoria C: connessioni ad attrito allo stato limite ultimo

Si raccomanda che in questa categoria si utilizzino bulloni precaricati in conformità al punto 3.1.2(1). Si raccomanda che non si verifichi scorrimento allo stato limite ultimo. Si raccomanda inoltre che la forza di taglio di progetto allo stato limite ultimo non ecceda la resistenza di progetto allo scorrimento, ottenuta dal punto 3.9 nè la resistenza di progetto a rifollamento, ottenuta dai punti 3.6 e 3.7. Inoltre, per una connessione a trazione, si raccomanda che sia verificata la resistenza plastica di progetto allo stato limite ultimo della sezione trasversale netta in corrispondenza dei fori $N_{\text{net,Rd}}$, (vedere punto 6.2 della EN 1993-1-1).

Le verifiche di progetto per tali categorie di connessioni sono riassunte nel prospetto 3.2.

3.4.2

Connessioni a trazione

(1) Si raccomanda che le connessioni bullonate a trazione siano progettate in base a uno dei seguenti metodi:

a) Categoria D: Connessioni non-precaricate

Si raccomanda che in questa categoria si utilizzino bulloni di classe dalla 4.6 in poi, inclusa la classe 10.9. Non è richiesto il precarico dei bulloni. Si raccomanda che questa categoria non sia utilizzata laddove la connessione è soggetta frequentemente a variazioni del carico di trazione. Comunque, essa può essere utilizzata per connessioni resistenti ad azioni normali indotte dal vento.

b) Categoria E: Connessioni precaricate

Si raccomanda che in questa categoria si utilizzino bulloni precaricati di classe 8.8 e 10.9 con serraggio controllato conformemente al Gruppo 7 delle norme di riferimento di cui al punto 1.2.7.

Le verifiche di progetto per tali categorie di connessioni sono riassunte nel prospetto 3.2.

prospetto 3.2 **Categorie di connessioni bullonate**

Categoria	Criteri	Osservazioni
Connessioni a taglio		
A A contatto	$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$ $F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$	Non è richiesto precarico. Possono essere usati bulloni di classe dalla 4.6 alla 10.9.
B Ad attrito in condizioni di esercizio	$F_{v,Ed,ser} \leq F_{s,Rd,ser}$ $F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$ $F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$	Si raccomanda di usare bulloni precaricati di classe 8.8 o 10.9. Per la resistenza allo scorrimento in condizioni di esercizio vedere punto 3.9.
C Ad attrito in condizioni ultime	$F_{v,Ed} \leq F_{s,Rd}$ $F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$ $\sum F_{v,Ed} \leq N_{net,Rd}$	Si raccomanda di usare bulloni precaricati di classe 8.8 o 10.9. Per la resistenza allo scorrimento in condizioni ultime vedere punto 3.9. Per $N_{net,Rd}$ vedere punto 3.4.1(1) c).
Connessioni a trazione		
D Non-precaricata	$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$ $F_{t,Ed} \leq B_{p,Rd}$	Non è richiesto precarico. Possono essere usati bulloni di classe dalla 4.6 alla 10.9. Per $B_{p,Rd}$ vedere prospetto 3.4.
E Precaricata	$F_{t,Ed} \leq F_{t,Rd}$ $F_{t,Ed} \leq B_{p,Rd}$	Si raccomanda di usare bulloni precaricati di classe 8.8 o 10.9. Per $B_{p,Rd}$ vedere prospetto 3.4.
Si raccomanda che la forza di progetto a trazione $F_{t,Ed}$ tenga conto di tutti i contributi derivanti da azioni di contatto, vedere punto 3.11. Si raccomanda che i bulloni soggetti sia a taglio che a trazione soddisfino i criteri forniti nel prospetto 3.4.		

Nota Se il precarico non è esplicitamente utilizzato nei calcoli di progetto della resistenza allo scorrimento, ma è richiesta per scopi esecutivi o come una misura della qualità (per esempio per la durabilità), il livello di precarico può essere specificato nell'appendice nazionale.

3.5

Posizionamento dei fori per bulloni e chiodi

- (1) Passo minimo e massimo e distanze dall'estremità e dal bordo per bulloni e chiodi sono forniti nel prospetto 3.3.
- (2) Per il passo minimo e massimo, per le distanze dall'estremità e dal bordo di strutture soggette a fatica, vedere EN 1993-1-9.

prospetto 3.3

Minimo e massimo interasse, distanze dall'estremità e dal bordo

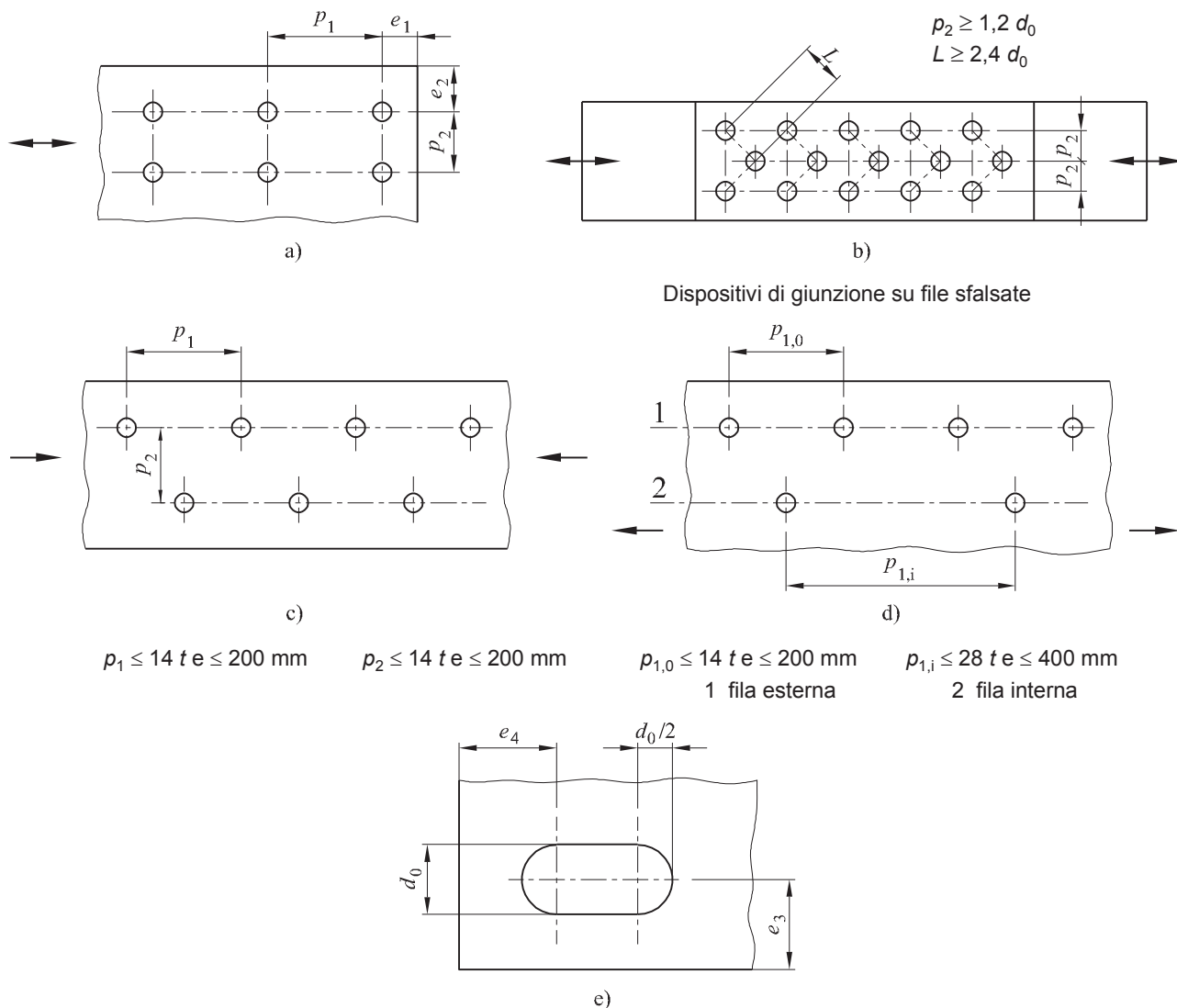
Distanze e passo, vedere figura 3.1	Minimo	Massimo ^{1) 2) 3)}		
		Strutture realizzate con acciai conformi alla EN 10025, con esclusione degli acciai conformi alla EN 10025-5		Strutture costituite da acciai conformi alla EN 10025-5
		Acciaio esposto alle intemperie o altri agenti corrosivi	Acciaio non esposto alle intemperie od altri agenti corrosivi	Acciaio usato senza protezione
Distanza dall'estremità e_1	$1,2d_0$	$4t + 40$ mm		Il più grande tra $8t$ o 125 mm
Distanza dal bordo e_2	$1,2d_0$	$4t + 40$ mm		Il più grande tra $8t$ o 125 mm
Distanza e_3 per i fori asolati	$1,5d_0^{4)}$			
Distanza e_4 per i fori asolati	$1,5d_0^{4)}$			
Passo p_1	$2,2d_0$	Il più piccolo tra $14t$ o 200 mm	Il più piccolo tra $14t$ o 200 mm	Il più piccolo tra $14t_{\min}$ o 175 mm
Passo $p_{1,0}$		Il più piccolo tra $14t$ o 200 mm		
Passo $p_{1,i}$		Il più piccolo tra $28t$ o 200 mm		
Passo $p_2^{5)}$	$2,4d_0$	Il più piccolo tra $14t$ o 200 mm	Il più piccolo tra $14t$ o 200 mm	Il più piccolo tra $14t_{\min}$ o 175 mm
<p>1) I valori massimi per il passo per le distanze dal bordo e dall'estremità non hanno limiti, eccetto nei seguenti casi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - per le membrature compresse, per evitare instabilità locale e prevenire la corrosione nelle membrature esposte (i valori limite sono forniti nel prospetto); - per le membrature tese esposte, per prevenire la corrosione (i valori limite sono forniti nel prospetto). <p>2) Si raccomanda che la resistenza per instabilità locale delle piastre in compressione tra i dispositivi di giunzione si calcoli secondo la EN 1993-1-1, usando $0,6p_1$ come lunghezza di libera inflessione. La verifica di instabilità locale tra i dispositivi di giunzione non è necessaria se p_1/t è minore di 9. Si raccomanda che la distanza dal bordo non superi le prescrizioni per l'instabilità locale per un elemento esterno in membrature compresse, vedere EN 1993-1-1. La distanza dall'estremità non è condizionata da tale prescrizione.</p> <p>3) t è lo spessore della più sottile tra le parti esterne collegate.</p> <p>4) I limiti dimensionali per i fori asolati sono forniti nel Gruppo 7 delle norme di riferimento di cui al punto 1.2.7.</p> <p>5) Per file di collegamenti sfalsati può essere usato un passo minimo tra le file $p_2 = 1,2d_0$, sempre che la minima distanza L tra due dispositivi di giunzione sia maggiore o uguale a $2,4d_0$, vedere figura 3.1 b).</p>				

figura 3.1

Simboli per le distanze di estremità e dal bordo e per il passo dei dispositivi di giunzione

Legenda

- a) Simboli per il passo dei dispositivi di giunzione
- b) Simboli per i passi sfalsati
- c) Passi sfalsati in membrature compresse
- d) Passi sfalsati in membrature tese
- e) Distanze di estremità e dal bordo per fori asolati



3.6

Resistenza di progetto dei singoli dispositivi di giunzione

3.6.1

Bulloni e chiodi

- (1) La resistenza di progetto per un singolo dispositivo di giunzione soggetto a taglio e/o a trazione è fornita nel prospetto 3.4.
- (2) Per bulloni precaricati in conformità al punto 3.1.2(1) il precarico di progetto, $F_{p,Cd}$, da usare nei calcoli di progetto, si raccomanda che sia assunto pari a:

$$F_{p,Cd} = 0,7 f_{ub} A_s / \gamma_{M7} \quad (3.1)$$

Nota

Laddove non si faccia uso di precarico nei calcoli di progetto, vedere le note del prospetto 3.2.

- (3) Si raccomanda che le resistenze di progetto per trazione e taglio della parte filettata del gambo di un bullone fornite nel prospetto 3.4 siano usate solo per bulloni realizzati in conformità alla norma di Riferimento: Gruppo 4 di cui al punto 1.2.4.

Per bulloni con filettatura interrotta, come i tirafondi o le catene ottenute da barre tonde di acciaio per i quali le filettature sono conformi alla EN 1090, si raccomanda di utilizzare i valori pertinenti riportati nel prospetto 3.4. Per bulloni con filettatura interrotta, laddove le filettature non risultano conformi alla EN 1090, si raccomanda che i corrispondenti valori del prospetto 3.4 siano ridotti attraverso un fattore pari a 0,85.

- (4) Si raccomanda che la resistenza a taglio di progetto $F_{v,Rd}$ fornita nel prospetto 3.4 sia assunta solo per i bulloni utilizzati in fori con tolleranze nominali non eccedenti quelle dei fori normali come specificato nella norma di Riferimento: Gruppo 7 di cui al punto 1.2.7.
- (5) I bulloni di classe M12 ed M14 possono essere utilizzati anche con fori con 2 mm di tolleranza a condizione che la resistenza di progetto a rifollamento del gruppo di bulloni sia minore o uguale alla resistenza di progetto per taglio nei bulloni dello stesso gruppo di bulloni. Inoltre, si raccomanda che per le classi di bulloni 4.8, 5.8, 6.8, 8.8 e 10.9 la resistenza di progetto a taglio $F_{v,Rd}$ sia assunta pari a quella fornita nel prospetto 3.4 moltiplicata per un fattore di 0,85.
- (6) Si raccomanda che i bulloni in fori calibrati siano dimensionati usando lo stesso metodo dei bulloni in fori normali.
- (7) Si raccomanda di evitare che nei bulloni con fori calibrati la parte filettata interessi un piano di taglio.
- (8) Si raccomanda che nei bulloni con fori calibrati la lunghezza della parte filettata interessante la parte di gambo che lavora a rifollamento per contatto non ecceda $\frac{1}{3}$ dello spessore della piastra, vedere figura 3.2.
- (9) Si raccomanda che la tolleranza dei fori per bulloni con fori calibrati sia conforme alle Norme di Riferimento: Gruppo 7 di cui al punto 1.2.7.
- (10) In un collegamento a semplice sovrapposizione con un'unica fila di bulloni (vedere figura 3.3), si raccomanda che i bulloni siano provvisti di rondelle sia in corrispondenza della testa che del dado. Si raccomanda che la resistenza a rifollamento di progetto per ciascun bullone $F_{b,Rd}$ sia limitata a:

$$F_{b,Rd} \leq 1,5 f_u d t \gamma_{M2} \quad (3.2)$$

Nota Si raccomanda che nei collegamenti a semplice sovrapposizione non siano utilizzati i chiodi singoli.

- (11) Si raccomanda che nei bulloni di classe 8.8 o 10.9, nei collegamenti a semplice sovrapposizione con un solo bullone o con una sola fila di bulloni, siano utilizzate rondelle irrigidite.
- (12) Laddove i bulloni o i chiodi trasmettono carichi per taglio e rifollamento attraversando piastre di riempimento di spessore totale t_p maggiori di un terzo del diametro nominale d (vedere figura 3.4), si raccomanda di moltiplicare la resistenza a taglio di progetto $F_{v,Rd}$ calcolata come specificato nel prospetto 3.4, per un fattore riduttivo β_p fornito da:

$$\beta_p = \frac{9d}{8d + 3t_p} \quad \text{con } \beta_p \leq 1 \quad (3.3)$$

- (13) Per le connessioni a taglio a doppia sovrapposizione, con piastre di riempimento disposte su entrambi i lati della giunzione, si raccomanda che t_p sia assunto pari allo spessore della piastra di riempimento di spessore più spessa.
- (14) Si raccomanda che le connessioni chiodate siano dimensionate per trasferire forze di taglio. Se è presente trazione si raccomanda che forza di trazione di progetto $F_{t,Ed}$ non ecceda la resistenza a trazione di progetto $F_{t,Rd}$ fornita nel prospetto 3.4.
- (15) Per l'acciaio di classe S 235 il valore "guida" di f_{ur} può essere considerato pari a 400 N/mm^2 .
- (16) Come regola generale, si raccomanda che la lunghezza di grippaggio di un chiodo non ecceda $4,5d$ per le chiodature a martello e $6,5d$ per le chiodature a pressione.

figura 3.2 Porzione filettata del gambo nella lunghezza di contatto per rifollamento per un bullone con foro calibrato

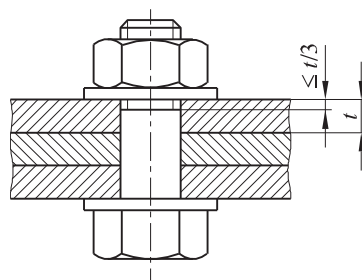


figura 3.3 Collegamento a semplice sovrapposizione con una fila di bulloni

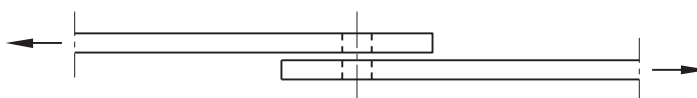
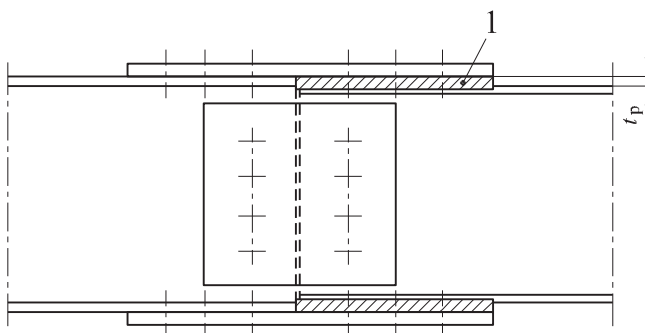


figura 3.4 Dispositivi di giunzione mediante piastre di irrigidimento

Legenda

1 Piastra di riempimento



prospetto 3.4 **Resistenza di progetto per singoli dispositivi di giunzione soggetti a taglio e/o trazione**

Modalità di collasso	Bulloni	Chiodi
Resistenza a taglio per piano di taglio	$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v f_{ub} A}{\gamma_{M2}}$ <ul style="list-style-type: none"> se il piano di taglio passa attraverso la porzione filettata del bullone (A è l'area resistente a trazione del bullone avente area A_s): <ul style="list-style-type: none"> per le classi 4.6, 5.6 e 8.8: $\alpha_v = 0,6$ per le classi 4.8, 5.8, 6.8 e 10.9: $\alpha_v = 0,5$ se il piano di taglio passa attraverso la porzione non filettata del bullone (A è la sezione trasversale lorda del bullone): $\alpha_v = 0,6$ 	$F_{v,Rd} = \frac{0,6 f_{ur} A_0}{\gamma_{M2}}$
Resistenza a rifollamento ^{1) 2) 3)}	$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_u d t}{\gamma_{M2}}$ <p>ove α_b è il più piccolo tra α_d; $\frac{f_{ub}}{f_u}$ o 1,0;</p> <p>nella direzione di trasferimento del carico:</p> <ul style="list-style-type: none"> per bulloni di estremità: $\alpha_d = \frac{e_1}{3d_0}$; per bulloni interni $\alpha_d = \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}$ <p>ortogonalmente alla direzione di trasferimento del carico:</p> <ul style="list-style-type: none"> per bulloni di bordo: k_1 è il più piccolo tra $2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7$, $1,4 \frac{p_2}{d_0} - 1,7$ e 2,5 per bulloni interni: k_1 è il più piccolo tra $1,4 \frac{p_2}{d_0} - 1,7$ o 2,5 	
Resistenza a trazione ²⁾	$F_{t,Rd} = \frac{k_2 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$ <p>ove $k_2 = 0,63$ per i bulloni svasati altrimenti $k_2 = 0,9$.</p>	$F_{t,Rd} = \frac{0,6 f_{ur} A_0}{\gamma_{M2}}$
Resistenza a taglio per punzonamento	$B_{p,Rd} = 0,6 \pi d_m t_p f_u / \gamma_{M2}$	Non è necessaria alcuna verifica
Combinazione di trazione e taglio	$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 F_{t,Rd}} \leq 1,0$	
<p>1) La resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ per bulloni</p> <ul style="list-style-type: none"> in fori sovradimensionati è 0,8 volte la resistenza a rifollamento per bulloni in fori normali; in fori asolati, se l'asse longitudinale del foro asolato è perpendicolare alla direzione di trasmissione della forza, è 0,6 volte la resistenza a rifollamento per bulloni in fori circolari normali. <p>2) Per i bulloni svasati:</p> <ul style="list-style-type: none"> si raccomanda che la resistenza a rifollamento $F_{b,Rd}$ sia valutata sulla base di uno spessore t della piastra uguale allo spessore della piastra di giunzione meno metà della profondità della parte svasata; per determinare la resistenza a trazione $F_{t,Rd}$ si raccomanda che l'angolo e la profondità della parte svasata siano conformi alle Norme di Riferimento: Gruppo 4 di cui al punto 1.2.4, altrimenti si raccomanda di correggere il valore della resistenza a trazione $F_{t,Rd}$ opportunamente. <p>3) Quando il carico su un bullone non è parallelo al bordo, la resistenza a rifollamento può verificarsi separatamente con riferimento alle componenti della forza sul bullone parallela e normale all'estremità.</p>		

3.6.2 Bulloni iniettati

3.6.2.1 Generalità

- (1) I bulloni iniettati possono essere utilizzati in alternativa a bulloni e chiodi ordinari per le categorie di connessione A, B e C specificate nel punto 3.4.
- (2) I dettagli di realizzazione e messa in opera dei bulloni iniettati sono forniti nelle Norme di Riferimento: Gruppo 7 di cui al punto 1.2.7.

3.6.2.2

Resistenza di progetto

- (1) Per le connessioni con bulloni iniettati di classe 8.8 o 10.9 si raccomanda di usare il metodo di progetto fornito dal punto 3.6.2.2(2) al punto 3.6.2.2(6). Si raccomanda che gli assemblaggi di bulloni siano conformi ai requisiti forniti dalle Norme di Riferimento: Gruppo 4 di cui al punto 1.2.4; invece per l'uso di bulloni precaricati vedere punto 3.6.2.2(3).
- (2) Si raccomanda che la forza di progetto di taglio allo stato limite ultimo di ciascun bullone in una connessione di categoria A non superi il più piccolo tra i seguenti valori: resistenza di progetto a taglio del bullone o di un gruppo di bulloni ottenuta dai punti 3.6 e 3.7; resistenza di progetto a rifollamento della resina ottenuta dal punto 3.6.2.2(5).
- (3) Si raccomanda che i bulloni iniettati con precarico siano utilizzati per le categorie di connessioni B e C, per le quali è raccomandato l'uso di assemblaggi di bulloni precaricati in conformità al punto 3.1.2(1).
- (4) Si raccomanda che la forza di progetto di taglio allo stato limite di esercizio di ciascun bullone in una connessione di categoria B e la forza di progetto a taglio allo stato limite ultimo di ciascun bullone in una connessione di categoria C non superino la resistenza allo scorrimento di progetto del bullone ottenuta dal punto 3.9 per lo stato limite pertinente più la resistenza di progetto per rifollamento della resina ottenuta dal punto 3.6.2.2(5) per lo stato limite pertinente. Inoltre si raccomanda che la forza di progetto a taglio allo stato limite ultimo di ciascun bullone in una connessione di categoria B o C non superi la resistenza di progetto a taglio del bullone ottenuta dal punto 3.6 né la resistenza di progetto a rifollamento ottenuta dai punti 3.6 e 3.7.
- (5) La resistenza di progetto a rifollamento della resina $F_{b,Rd,resin}$ può essere determinata secondo la seguente equazione:

$$F_{b,Rd,resin} = \frac{k_t k_s d t_{b,resin} \beta f_{b,resin}}{\gamma_{M4}} \quad (3.4)$$

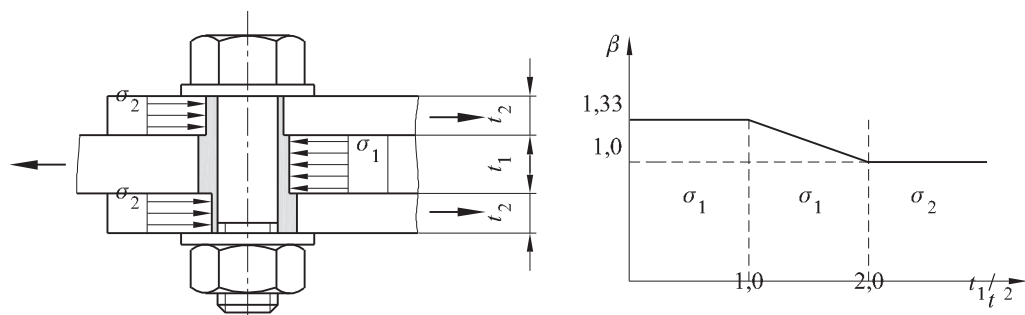
dove:

- $F_{b,Rd,resin}$ è la resistenza a rifollamento di un bullone iniettato;
- β è un coefficiente che dipende dal rapporto tra gli spessori delle piastre collegate come specificato nel prospetto 3.5 e nella figura 3.5;
- $f_{b,resin}$ è la resistenza a rifollamento della resina da determinarsi secondo le Norme di Riferimento: Gruppo 7 di cui al punto 1.2.7;
- $t_{b,resin}$ è lo spessore resistente efficace della resina, specificato nel prospetto 3.5;
- k_t è 1,0 per stati limite di esercizio (lunga durata);
è 1,2 per stati limite ultimi;
- k_s è preso pari a 1,0 per fori con tolleranza ordinaria oppure pari a $(1,0 - 0,1 m)$ per fori sovradimensionati;
- m è la differenza (in mm) tra la dimensione sovradimensionata del foro e quella ordinaria. Nel caso di fori asolati corti, come specificato nelle Norme di Riferimento: Gruppo 7 di cui al punto 1.2.7, $m = 0,5^2$ [la differenza (in mm) tra la lunghezza e la larghezza del foro].

- (6) Per il calcolo della resistenza a rifollamento di un bullone bloccato per una lunghezza superiore a $3d$, si raccomanda di considerare per la determinazione dello spessore resistente efficace $t_{b,resin}$ un valore non superiore a $3d$ (vedere figura 3.6).

figura 3.5

Fattore β in funzione del rapporto di spessore tra le piastre di collegamento



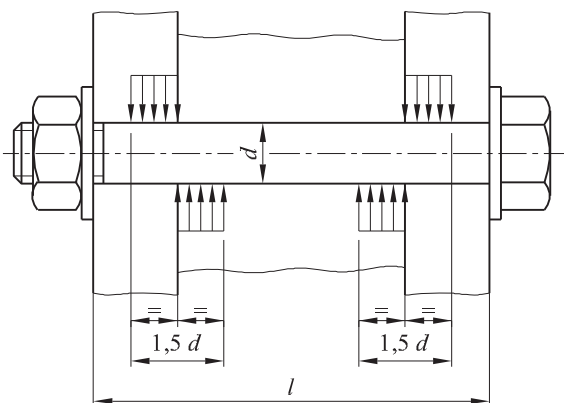
prospetto 3.5

Valori di β e $t_{b,resin}$

t_1/t_2	β	$t_{b,resin}$
$\geq 2,0$	1,0	$2 t_2 \leq 1,5 d$
$1,0 < t_1/t_2 < 2,0$	$1,66 - 0,33 (t_1/t_2)$	$t_1 \leq 1,5 d$
$\leq 1,0$	1,33	$t_1 \leq 1,5 d$

figura 3.6

Lunghezze limite efficaci per bulloni iniettati lunghi



3.7

Gruppo di dispositivi di giunzione

- (1) La resistenza di progetto di un gruppo di dispositivi di giunzione può essere valutata come somma delle resistenze di progetto a rifollamento $F_{b,Rd}$ dei singoli dispositivi di giunzione a condizione che la resistenza di progetto a taglio $F_{v,Rd}$ di ciascun dispositivo di giunzione risulti maggiore o uguale alla resistenza di progetto a rifollamento $F_{b,Rd}$. Altrimenti si raccomanda che la resistenza di progetto di un gruppo di dispositivi di giunzione sia considerata come il numero di dispositivi di giunzione moltiplicato per la resistenza di progetto più piccola di ogni singolo dispositivo di giunzione.

3.8

Collegamenti lunghi

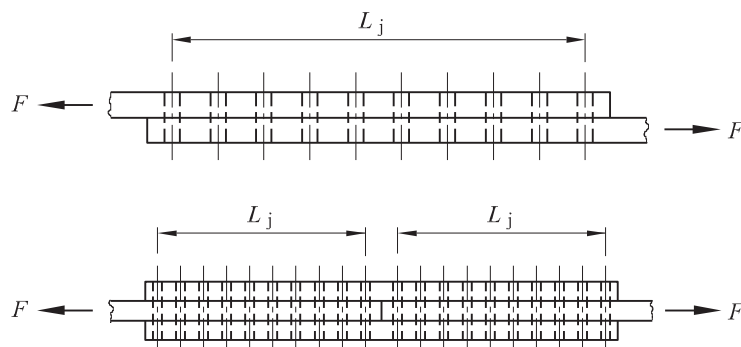
- (1) Laddove in un collegamento la distanza L_j tra i centri dei dispositivi di giunzione di estremità, misurata nella direzione di trasferimento della forza (vedere figura 3.7), è maggiore di $15 d$, si raccomanda di assumere la resistenza di progetto a taglio $F_{v,Rd}$ di tutti i dispositivi di giunzione come quella calcolata secondo il prospetto 3.4 ridotta mediante un fattore di riduzione β_{L_f} , fornito da:

$$\beta_{Lf} = 1 - \frac{L_j - 15d}{200d} \quad \dots (3.5)$$

con la limitazione $\beta_{Lf} \leq 1,0$ e $\beta_{Lf} \geq 0,75$

- (2) La condizione 3.8(1) non si applica laddove c'è una distribuzione uniforme delle forze trasferite lungo il collegamento, come per esempio per il trasferimento della forza di taglio tra l'anima e le flange di una sezione.

figura 3.7 Collegamenti lunghi



3.9

Connessioni ad attrito mediante bulloni di classe 8.8 o 10.9

3.9.1

Resistenza di progetto allo scorrimento

- (1) Si raccomanda che la resistenza di progetto allo scorrimento di un bullone precaricato di classe 8.8 o 10.9 sia considerata pari a:

$$F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu}{\gamma_{M3}} F_{p,C} \quad (3.6a)$$

$$F_{s,Rd,ser} = \frac{k_s n \mu}{\gamma_{M3,ser}} F_{p,C} \quad (3.6b)$$

dove:

k_s è fornito nel prospetto 3.6;

n è il numero di piani di attrito;

μ è il fattore di attrito ottenuto o mediante specifiche prove per le superfici di attrito in conformità alle Norme di Riferimento: Gruppo 7 di cui al punto 1.2.7, oppure in relazione al valore pertinente riportato nel prospetto 3.7.

- (2) Per i bulloni di classe 8.8 e 10.9 conformi alle Norme di Riferimento: Gruppo 4 di cui al punto 1.2.4, con serraggio controllato in conformità alle Norme di Riferimento: Gruppo 7 di cui al punto 1.2.7, si raccomanda che la forza di serraggio $F_{p,C}$ da usare nell'equazione (3.6) sia calcolata come:

$$F_{p,C} = 0,7 f_{ub} A_s \quad (3.7)$$

prospetto 3.6 Valori di k_s

Descrizione	k_s
Bulloni in fori ordinari.	1,0
Bulloni in fori sovradimensionati o in fori asolati corti con l'asse dell'asola perpendicolare alla direzione di trasferimento del carico.	0,85
Bulloni in fori asolati lunghi con l'asse dell'asola perpendicolare alla direzione di trasferimento del carico.	0,7
Bulloni in fori asolati corti con l'asse dell'asola parallelo alla direzione di trasferimento del carico.	0,76
Bulloni in fori asolati lunghi con l'asse dell'asola parallelo alla direzione di trasferimento del carico.	0,63

prospetto 3.7 Fattore di attrito μ per bulloni precaricati

Classe delle superfici di attrito (vedere Norme di Riferimento: Gruppo 7 di cui al punto 1.2.7)	Coefficiente di attrito μ
A	0,5
B	0,4
C	0,3
D	0,2

Nota 1 I requisiti per le prove e le verifiche sono specificati nella Norma di Riferimento: Gruppo 7 di cui al punto 1.2.7.
 Nota 2 Si raccomanda che la classificazione di un qualsiasi altro trattamento della superficie sia basato su provini rappresentativi delle superfici utilizzate nella struttura seguendo le procedure definite nella Norma di Riferimento: Gruppo 7 di cui al punto 1.2.7.
 Nota 3 Le definizioni di classe delle superfici di attrito sono fornite nelle Norme di Riferimento: Gruppo 7 di cui al punto 1.2.7.
 Nota 4 Per le superfici trattate con vernici si può verificare una perdita del precarico nel tempo.

3.9.2 Combinazione di trazione e taglio

- (1) Se una connessione ad attrito è soggetta ad una forza di trazione, $F_{t,Ed}$ o $F_{t,Ed,ser}$, oltre che alla forza di taglio, $F_{v,Ed}$ o $F_{v,Ed,ser}$, che tende a produrre scorrimento, si raccomanda di considerare la seguente resistenza di progetto allo scorrimento del bullone:

$$\text{per connessioni di categoria B: } F_{s,Rd,ser} = \frac{k_s n \mu (F_{p,C} - 0,8 F_{t,Ed,ser})}{\gamma_{M3,ser}} \quad (3.8a)$$

$$\text{per connessioni di categoria C: } F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu (F_{p,C} - 0,8 F_{t,Ed})}{\gamma_{M3}} \quad (3.8b)$$

- (2) Se in una connessione a flessione, la forza di contatto sulla faccia compressa equilibra la forza di trazione applicata, non è richiesta la riduzione della resistenza allo scorrimento.

3.9.3 Connessioni ibride

- (1) Come eccezione al punto 2.4(3), per i bulloni precaricati di classe 8.8 e 10.9 utilizzati in connessioni progettati ad attrito allo stato limite ultimo (Categoria C del punto 3.4) si può assumere una ripartizione del carico con le saldature, a condizione che il serraggio finale dei bulloni sia eseguito dopo che l'esecuzione della saldatura sia stata completata.

3.10 Deduzioni per i fori dei dispositivi di giunzione

3.10.1 Generalità

- (1) Si raccomanda che nel progetto delle membrane, le deduzioni per i fori siano fatte secondo la EN 1993-1-1.

3.10.2

Progetto per tranciamento a blocco (block tearing)

- (1) Il tranciamento a blocco consiste nella rottura a taglio in corrispondenza della fila di bulloni lungo la superficie di taglio del gruppo di fori accompagnata dalla rottura per trazione lungo la fila di fori sulla superficie di trazione del gruppo di bulloni. La figura 3.8 mostra il meccanismo per tranciamento a blocco.
- (2) Per un gruppo di bulloni con disposizione simmetrica soggetto a carico centrato la resistenza di progetto per tranciamento a blocco, $V_{\text{eff},1,\text{Rd}}$ si calcola come segue:

$$V_{\text{eff},1,\text{Rd}} = f_u A_{\text{nt}} / \gamma_{\text{M}2} + (1 / \sqrt{3}) f_y A_{\text{nv}} / \gamma_{\text{M}0} \quad (3.9)$$

dove:

A_{nt} è l'area netta soggetta a trazione;

A_{nv} è l'area netta soggetta a taglio.

- (3) Per un gruppo di bulloni soggetto a carico eccentrico la resistenza di progetto per tranciamento a blocco, $V_{\text{eff},2,\text{Rd}}$ si calcola come segue:

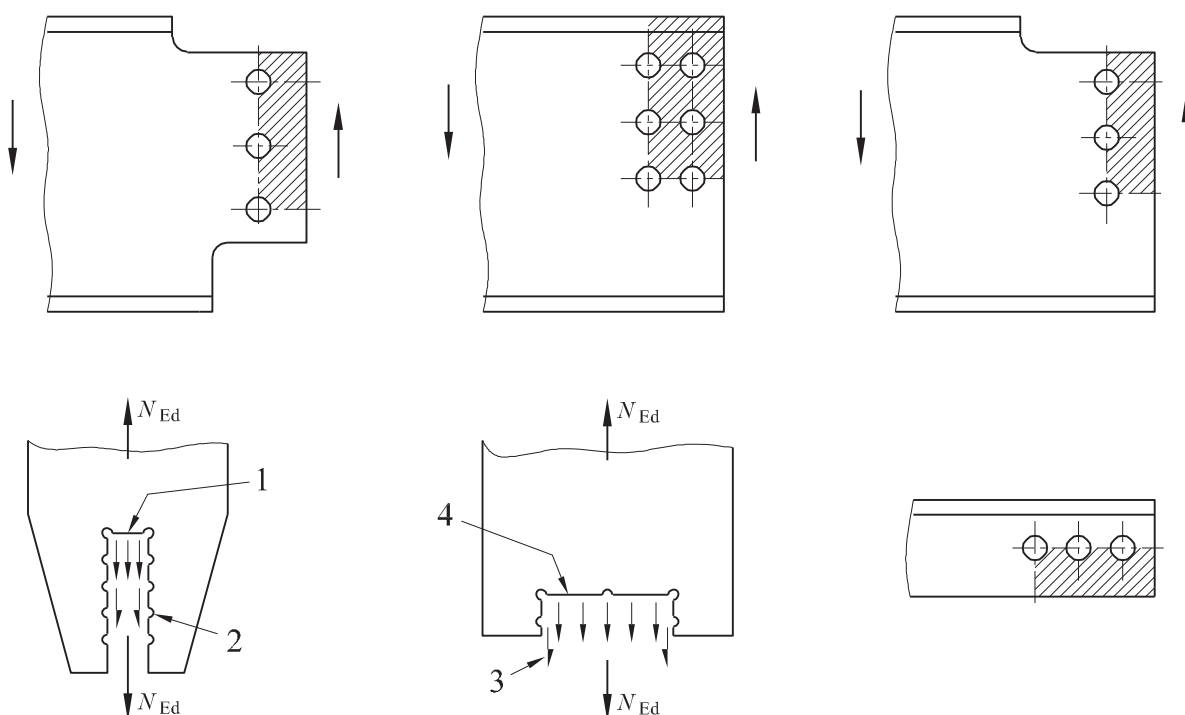
$$V_{\text{eff},2,\text{Rd}} = 0,5 f_u A_{\text{nt}} / \gamma_{\text{M}2} + (1 / \sqrt{3}) f_y A_{\text{nv}} / \gamma_{\text{M}0} \quad (3.10)$$

figura 3.8

Tranciamento a blocco (block tearing)

Legenda

- 1 Forza di trazione ridotta
- 2 Forza di taglio significativa
- 3 Forza di taglio ridotta
- 4 Forza di trazione significativa



3.10.3

Angolari collegati su un solo lato ad altre membrane tese collegate in modo asimmetrico

- (1) Si raccomanda che l'eccentricità nei collegamenti, vedere punto 2.7(1), e gli effetti del passo e delle distanze dai bordi dei bulloni siano tenuti in conto nella determinazione della resistenza di progetto di:
 - membrane asimmetriche;
 - membrane simmetriche con collegamenti asimmetrici, come gli angolari collegati su un solo lato.

- (2) Un angolare singolo soggetto a trazione collegato mediante una sola fila di bulloni su un solo lato, vedere figura 3.9, può essere considerato come se fosse caricato in maniera concentrica di sezione netta per la quale la resistenza ultima di progetto si raccomanda sia determinata come segue:

$$\text{con 1 bullone } N_{u,Rd} = \frac{2,0(e_2 - 0,5d_0)tf_u}{\gamma_{M2}} \quad (3.11)$$

$$\text{con 2 bulloni } N_{u,Rd} = \frac{\beta_2 A_{net} f_u}{\gamma_{M2}} \quad (3.12)$$

$$\text{con 3 o più bulloni } N_{u,Rd} = \frac{\beta_3 A_{net} f_u}{\gamma_{M2}} \quad (3.13)$$

dove:

β_2 e β_3 sono fattori di riduzione che dipendono dal passo p_1 come fornito nel prospetto 3.8. Per valori intermedi di p_1 il valore di β può essere determinato mediante interpolazione lineare;

A_{net} è l'area netta dell'angolare. Per un angolare con lati disuguali collegato mediante il lato più corto, si raccomanda che l'area netta A_{net} sia assunta come l'area netta di un angolare equivalente a lati uguali di dimensioni pari al lato più corto.

prospetto 3.8

Fattori di riduzione β_2 e β_3

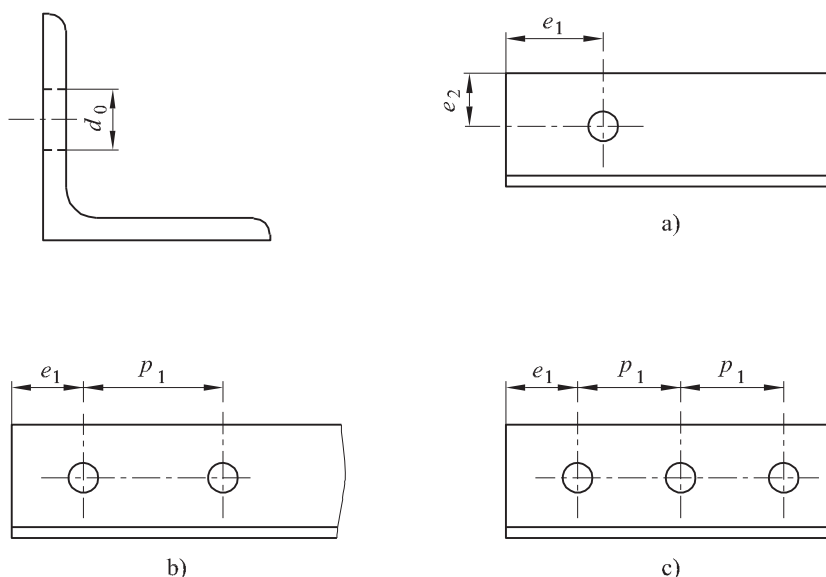
Passo	p_1	$\leq 2,5 d_0$	$\geq 5,0 d_0$
2 bulloni	β_2	0,4	0,7
3 o più bulloni	β_3	0,5	0,7

figura 3.9

Angolari collegati su un solo lato

Legenda

- a) 1 bullone
- b) 2 bulloni
- c) 3 bulloni



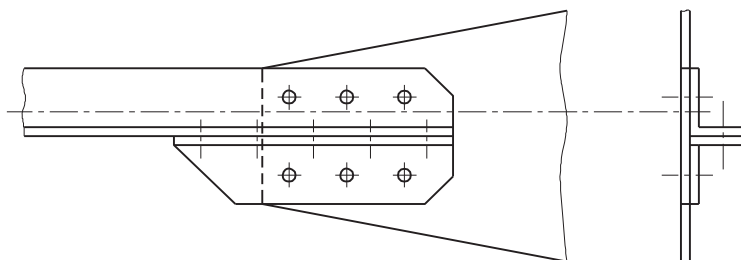
3.10.4

Angolari in aggetto

- (1) La parte aggettante di angolare rappresentata nella figura 3.10 collega membrature realizzate con angolari ed i relativi dispositivi di giunzione ad un fazzoletto o ad altro elemento di appoggio e si raccomanda che sia dimensionata per trasmettere una forza pari a 1,2 volte il valore della forza agente nell'angolare principale.
- (2) Si raccomanda che i dispositivi di giunzione che collegano la parte aggettante di angolare alla membratura principale siano dimensionati per trasmettere una forza pari a 1,4 volte quella presente nella membratura principale.
- (3) Si raccomanda che le parti aggettanti di angolare che collegano membrature con sezione a C o con altre simili sezioni trasversali siano dimensionate per trasmettere una forza pari a 1,1 volte la forza agente nelle flange dell'elemento a C al quale sono collegate.
- (4) Si raccomanda che i dispositivi di giunzione che collegano la parte aggettante di angolare a membrature con sezione a C o con altre simili sezioni trasversali siano dimensionati per trasmettere una forza pari a 1,2 volte la forza agente nella flangia dell'elemento a C al quale sono collegate.
- (5) Si raccomanda che in nessun caso, per collegare la parte aggettante di angolare al fazzoletto oppure ad altro appoggio, siano utilizzati meno di due bulloni o chiodi.
- (6) Si raccomanda che la connessione della parte aggettante di angolare al fazzoletto oppure ad altro appoggio sia prolungato fino all'estremità della membratura collegata. Si raccomanda che la connessione della parte aggettante di angolare alla membratura si estenda dall'estremità della membratura fino ad un punto posto oltre l'inizio della connessione diretto tra la membratura ed il fazzoletto oppure altro elemento di appoggio.

figura 3.10

Angolari in aggetto



3.11

Forze di contatto

- (1) Laddove ai dispositivi di giunzione è richiesto di resistere ad una qualsiasi forza di trazione applicata, si raccomanda che essi siano progettati per resistere ad una forza aggiuntiva dovuta all'azione di contatto, laddove tale azione è possibile che si sviluppi.

Nota Le regole fornite nel punto 6.2.4 tengono implicitamente conto dell'effetto delle forze di contatto.

3.12

Distribuzione delle forze nei dispositivi di giunzione agli stati limite ultimi

- (1) Quando su un collegamento agisce un momento flettente, la distribuzione delle forze interne può essere o di tipo lineare (quindi proporzionale alla distanza tra la forza ed il centro di rotazione) oppure di tipo plastico (quindi una qualsiasi distribuzione che sia in equilibrio è accettabile a condizione che non sia superata la resistenza delle varie componenti e che la loro duttilità sia sufficiente).
- (2) Si raccomanda che la distribuzione elastica lineare delle forze interne sia utilizzata nei seguenti casi:
 - quando si utilizzano bulloni che realizzano una giunzione ad attrito di categoria C;

- nelle connessioni a taglio dove la resistenza a taglio di progetto $F_{v,Rd}$ di un dispositivo di giunzione risulti inferiore alla resistenza a rifollamento di progetto $F_{b,Rd}$,
 - nel caso in cui le connessioni siano soggette ad impatto, vibrazioni o inversioni di carico (fatta eccezione per i carichi da vento).
- (3) Quando un collegamento è soggetto esclusivamente a forza di taglio centrata, si può assumere che il carico sia uniformemente distribuito tra i dispositivi di giunzione, a condizione che il diametro e la classe dei dispositivi di giunzione siano gli stessi.

3.13

Connessioni con perni

3.13.1

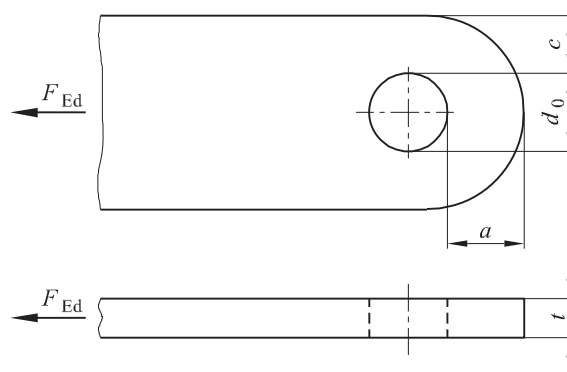
Generalità

- (1) Si raccomanda che dovunque ci sia il rischio che i perni si possano allentare, essi siano bloccati con dispositivi di sicurezza.
- (2) Le connessioni con perno nelle quali non è richiesta rotazione possono essere progettate come connessione elementare bullonata (connessioni con singolo bullone), a condizione che la lunghezza del perno sia minore di 3 volte il diametro dello stesso perno, vedere punto 3.6.1. In tutti gli altri casi si raccomanda di seguire il metodo fornito nel punto 3.13.2.
- (3) Nelle membrane collegate con perni, si raccomanda che la geometria dell'elemento non irrigidito che contiene il foro per il perno soddisfi i requisiti dimensionali specificati nel prospetto 3.9.

prospetto 3.9

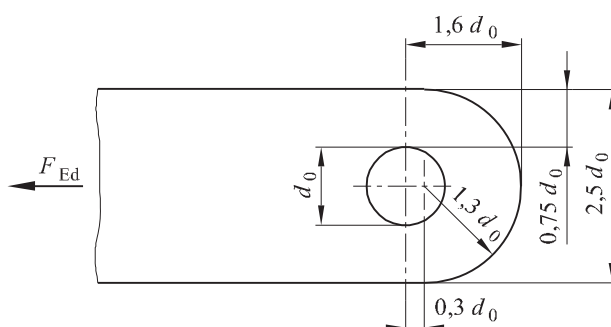
Requisiti geometrici per estremità delle membrane munite di perni

Tipo A: Per un dato spessore t



$$a \geq \frac{F_{Ed} \gamma_{M0}}{2t f_y} + \frac{2d_0}{3}; \quad c \geq \frac{F_{Ed} \gamma_{M0}}{2t f_y} + \frac{d_0}{3}$$

Tipo B: Per una data geometria



$$t \geq 0,7 \sqrt{\frac{F_{Ed} \gamma_{M0}}{f_y}}; \quad d_0 \leq 2,5t$$

- (4) Si raccomanda che le membrane collegate con perni siano disposte in modo da evitare eccentricità ed avere una dimensione sufficiente per distribuire la forza sviluppata nella parte della membratura che ospita il foro per il perno alla parte di membratura lontana del perno.

3.13.2

Progettazione dei perni

- (1) I requisiti di progetto per perni a sezione circolare piena sono specificati nel prospetto 3.10.
- (2) Si raccomanda che i momenti in un perno si calcolino in base all'ipotesi che le parti collegate costituiscano semplice appoggio. In linea generale si raccomanda di assumere che le forze di reazione tra il perno e le parti collegate si distribuiscano uniformemente lungo la lunghezza di contatto di ciascuna parte, come indicato nella figura 3.11.
- (3) Se si pensa che debba essere sostituibile, in aggiunta alle prescrizioni fornite nei punti 3.13.1 e 3.13.2, si raccomanda che la pressione di contatto soddisfi la seguente relazione:

$$\sigma_{h,Ed} \leq f_{h,Rd} \quad (3.14)$$

dove:

$$\sigma_{h,Ed} = 0,591 \sqrt{\frac{EF_{b,Ed,ser}(d_0 - d)}{d^2 t}} \quad (3.15)$$

$$f_{h,Rd} = 2,5 f_y / \gamma_{M6,ser} \quad (3.16)$$

dove:

d è il diametro del perno;

d_0 è il diametro del foro per il perno;

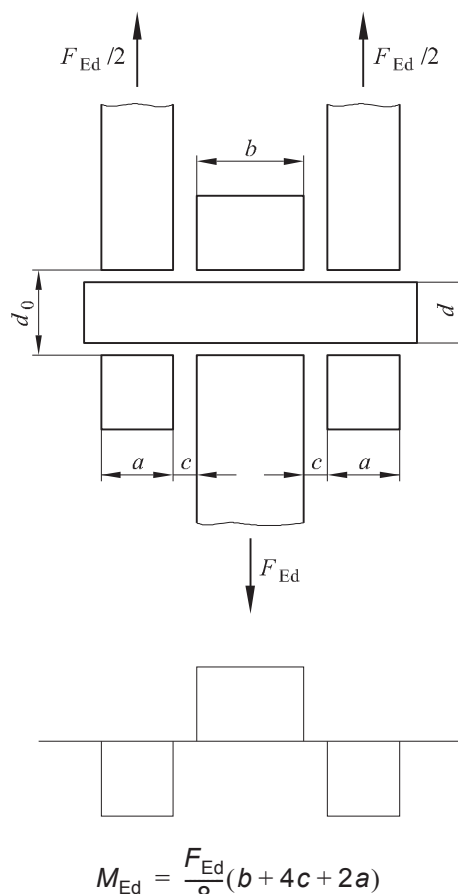
$F_{b,Ed,ser}$ è il valore di progetto della forza da trasferire per contatto con riferimento alla combinazione di carichi caratteristici allo stato limite di esercizio.

prospetto 3.10

Criteri di progetto per connessioni a perno

Modalità di collasso	Requisiti di progetto
Resistenza a taglio del perno	$F_{v,Rd} = 0,6 A f_{up} / \gamma_{M2} \geq F_{v,Ed}$
Resistenza a rifollamento per contatto della piastra e del perno	$F_{b,Rd} = 1,5 t d f_y / \gamma_{M0} \geq F_{b,Ed}$
Se il perno si considera sostituibile si raccomanda di soddisfare anche questo requisito.	$F_{b,Rd,ser} = 0,6 t d f_y / \gamma_{M6,ser} \geq F_{b,Ed,ser}$
Resistenza a flessione del perno	$M_{Rd} = 1,5 W_{el} f_{yp} / \gamma_{M0} \geq M_{Ed}$
Se il perno si considera sostituibile si raccomanda di soddisfare anche questo requisito.	$M_{Rd,ser} = 0,8 W_{el} f_{yp} / \gamma_{M6,ser} \geq M_{Ed,ser}$
Resistenza del perno per combinazione di taglio e flessione	$\left[\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \right]^2 + \left[\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \right]^2 \leq 1$
d è il diametro del perno; f_y è la minore tra la resistenza a snervamento del perno e della parte collegata; f_{up} è la resistenza a trazione ultima del perno; f_{yp} è la resistenza allo snervamento del perno; t è lo spessore della parte collegata; A è l'area della sezione trasversale del perno.	

figura 3.11 Momento flettente in un perno



4

CONNESSIONI SALDATE

4.1

Generalità

- (1) Le indicazioni della presente sezione si applicano agli acciai strutturali saldabili conformi alla EN 1993-1-1 e a spessori del materiale di 4 mm e superiori. Le indicazioni si applicano anche a collegamenti in cui le caratteristiche meccaniche del metallo di apporto sono compatibili con quelle del metallo di base, vedere punto 4.2.

Per saldature su spessori di materiale più sottile si raccomanda di fare riferimento alla EN 1993 parte 1.3, mentre per saldature in sezioni strutturali cave di spessore di 2,5 mm e superiore le indicazioni sono fornite nella sezione 7 della presente norma.

Per le saldature dei pioli si raccomanda di fare riferimento alla EN 1994-1-1.

Nota Ulteriori indicazioni sulle saldature dei pioli possono essere trovate nella EN ISO 14555 e nella EN ISO 13918.

- (2)P Le saldature soggette a fatica devono soddisfare anche i principi forniti nella EN 1993-1-9.
- (3) Normalmente, se non diversamente specificato, è richiesto un livello di qualità C secondo la EN ISO 25817. Si raccomanda che la frequenza di ispezione delle saldature sia specificata in accordo alle regole delle Norme di Riferimento: Gruppo 7 di cui al punto 1.2.7. Si raccomanda che il livello di qualità delle saldature venga scelto secondo la EN ISO 25817. Per il livello di qualità delle saldature impiegate in strutture soggette a fatica, vedere EN 1993-1-9.
- (4) Si raccomanda di evitare gli strappi lamellari.
- (5) Le indicazioni sugli strappi lamellari sono specificati nella EN 1993-1-10.

4.2 Materiali di apporto per saldature

- (1) Si raccomanda che tutti i materiali di apporto per saldatura siano conformi alle pertinenti norme specificate nel Gruppo 5 delle norme di riferimento di cui al punto 1.2.5.
- (2) Si raccomanda che la resistenza allo snervamento, la resistenza a trazione ultima, l'allungamento a rottura e la resilienza valutata secondo la prova di Charpy su provini con intaglio a V specificati per il metallo di apporto, risultino equivalenti o superiori a quelli del materiale di base.

Nota Generalmente è sicuro impiegare elettrodi che siano di qualità superiore rispetto al grado di acciaio da impiegare.

4.3 Geometria e dimensioni

4.3.1 Tipi di saldatura

- (1) La presente norma contempla il dimensionamento di saldature a cordoni d'angolo, saldature a cordoni d'angolo a tutto tondo, saldature di testa, saldature entro fori e saldature in scanalature a profilo convesso. Le saldature di testa possono essere a completa o a parziale penetrazione. Le saldature a cordone d'angolo a tutto tondo e le saldature entro fori possono essere realizzate in fori circolari oppure allungati.
- (2) I tipi più comuni di collegamenti e saldature sono illustrati nella EN 12345.

4.3.2 Saldature a cordoni d'angolo

4.3.2.1 Generalità

- (1) Le saldature a cordoni d'angolo possono essere usate per collegare parti dove le facce di fusione formano un angolo compreso tra 60° e 120° .
- (2) È consentito anche un angolo minore di 60° . In tal caso, comunque, si raccomanda che la saldatura sia considerata come saldatura di testa a parziale penetrazione.
- (3) Per angoli maggiori di 120° si raccomanda che la resistenza delle saldature a cordoni d'angolo sia determinata mediante prove in conformità all'appendice D della EN 1990: Progetto mediante prove.
- (4) Si raccomanda che le saldature a cordone d'angolo che terminano alle estremità o ai lati di elementi siano svolgate con continuità ed a pieno spessore intorno allo spigolo per una distanza pari ad almeno il doppio della lunghezza del lato della saldatura, a meno che l'accessibilità o la configurazione del collegamento non consentano tale operazione.

Nota Nel caso di saldature a tratti questa disposizione si applica all'ultimo tratto della saldatura posto in corrispondenza dello spigolo.

- (5) Si raccomanda che i risvolti di estremità siano indicati nei disegni.
- (6) Per la eccentricità nelle saldature con cordone d'angolo singolo, vedere punto 4.12.

4.3.2.2 Saldature a cordone d'angolo a tratti

- (1) Si raccomanda che le saldature a tratti non siano impiegate in presenza di corrosione.
- (2) Si raccomanda che in una saldatura a cordoni d'angolo a tratti le distanze (L_1 o L_2) tra le estremità di ogni tratto di saldatura di lunghezza L_w soddisfino il requisito specificato nella figura 4.1.
- (3) Si raccomanda che in una saldatura a cordoni d'angolo a tratti la distanza (L_1 o L_2) sia presa come il minore dei valori tra la distanza fra le estremità dei tratti di saldatura sui lati opposti e la distanza fra le estremità dei tratti di saldatura sullo stesso lato.
- (4) Si raccomanda che in qualsiasi allineamento di saldatura a cordone d'angolo a tratti ci sia sempre un tratto di saldatura in corrispondenza di ogni estremità della parte collegata.

- (5) Nelle membrature composte in cui le piastre sono collegate mediante saldature a cordoni d'angolo a tratti, si raccomanda che sia disposta una saldatura a cordone d'angolo continua su ogni lato della piastra per una lunghezza in corrispondenza di ciascuna estremità pari ad almeno ai $\frac{3}{4}$ della larghezza della più piccola delle piastre collegate (vedere figura 4.1).

figura 4.1

Saldature a cordone d'angolo a tratti

Legenda

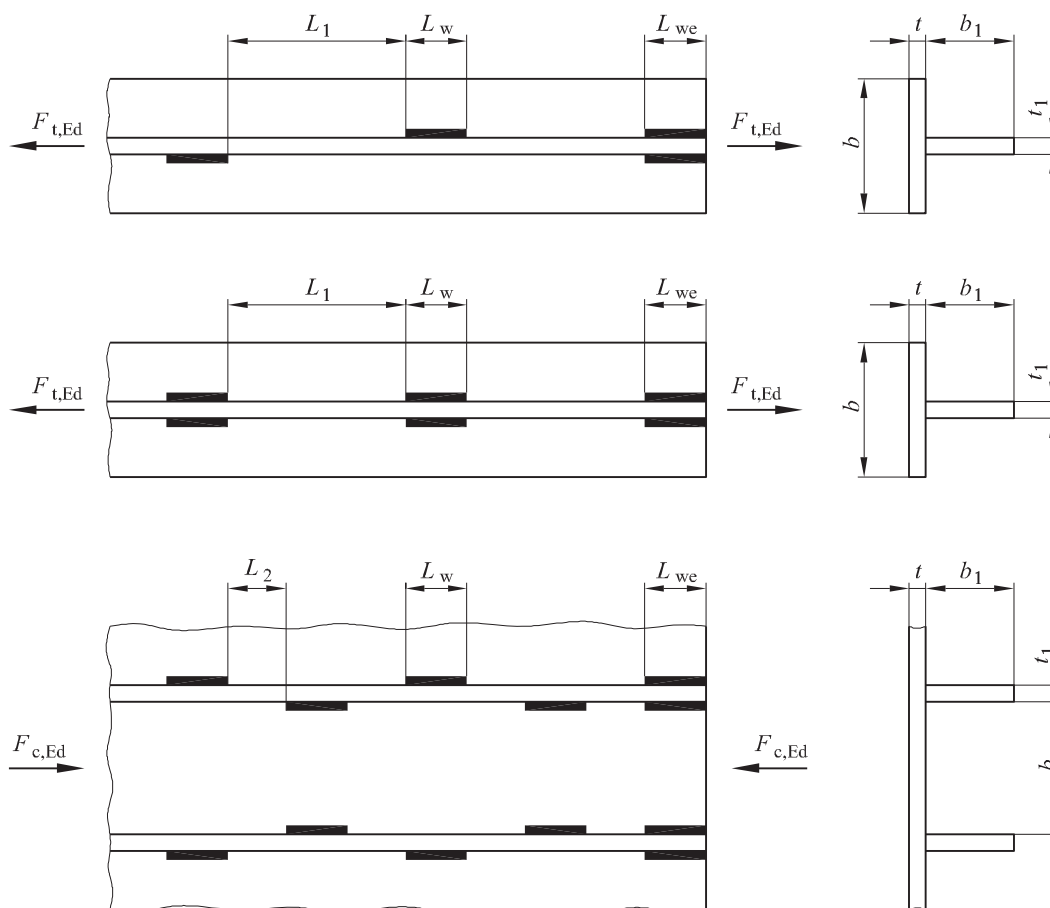
La più piccola fra $L_{we} \geq 0,75 b$ e $0,75 b_1$

Per membrature composte soggette a trazione:

La più piccola fra $L_1 \leq 16 t$ e $16 t_1$ e 200 mm

Per membrature composte soggette a compressione o taglio:

La più piccola fra $L_2 \leq 12 t$ e $12 t_1$ e $0,25 b$ e 200 mm



4.3.3

Saldature a cordoni d'angolo a tutto tondo

- (1) Le saldature a cordoni d'angolo a tutto tondo, comprese le saldature a cordone d'angolo in fori circolari o allungati, possono essere usate soltanto per trasmettere taglio o per evitare l'instabilità o la separazione di parti sovrapposte.
- (2) Si raccomanda che il diametro di un foro circolare, o la larghezza di un foro allungato, per una saldatura a cordoni d'angolo a tutto tondo non sia minore di quattro volte lo spessore della parte che lo contiene.
- (3) Si raccomanda che le estremità dei fori allungati siano semi-circolari, tranne che per quelle estremità che si estendono fino al bordo della parte interessata.
- (4) Si raccomanda che il passo misurato tra i centri delle saldature a cordoni d'angolo a tutto tondo non ecceda il valore necessario a prevenire fenomeni di instabilità locale, vedere prospetto 3.3.

4.3.4

Saldature di testa

- (1) Una saldatura di testa a completa penetrazione è definita come una saldatura che presenta una completa compenetrazione e fusione del materiale di apporto e del materiale di base nell'intero spessore della parte da collegare.
- (2) Una saldatura di testa a parziale penetrazione è definita come una saldatura che presenta un livello di penetrazione nella parte da collegare minore dello spessore totale del materiale di base.
- (3) Si raccomanda di non impiegare saldature di testa a tratti.
- (4) Per le eccentricità nelle saldature di testa a parziale penetrazione su un solo lato, vedere punto 4.12.

4.3.5

Saldature entro fori

- (1) Le saldature entro fori possono essere impiegate:
 - per trasmettere forze di taglio,
 - per evitare l'instabilità o la separazione di parti sovrapposte, e
 - per interconnettere le componenti di membrature compostema si raccomanda di non usarle per resistere ad azioni esterne di trazione.
- (2) Il diametro di un foro circolare, o la larghezza di un foro allungato, per una saldatura entro foro si raccomanda che sia almeno 8 mm più grande dello spessore della parte che lo contiene.
- (3) Si raccomanda che le estremità dei fori allungati siano semi-circolari o altrimenti si raccomanda che abbiano angoli arrotondati con raggio non inferiore allo spessore della parte contenente la fessura, tranne che per quelle estremità che si estendono fino al bordo della parte interessata.
- (4) Si raccomanda che lo spessore di una saldatura entro foro in un materiale di base fino a 16 mm sia uguale allo spessore del materiale di base. Si raccomanda che lo spessore di una saldatura entro foro in un materiale di base maggiore di 16 mm sia almeno la metà dello spessore del materiale di base e non minore di 16 mm.
- (5) Si raccomanda che il passo misurato tra i centri delle saldature entro fori non ecceda il valore necessario per prevenire fenomeni di instabilità locale, vedere prospetto 3.3.

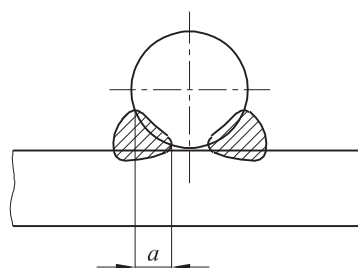
4.3.6

Saldature in scanalature a profilo convesso

- (1) Per le barre circolari piene l'altezza di gola efficace di progetto di saldature in scanalature a profilo convesso, laddove riportata a filo sulla superficie esterna della sezione circolare piena della barra, è definita nella figura 4.2. La definizione dell'altezza di gola di progetto di saldature in scanalature a profilo convesso in sezioni cave rettangolari è fornita nel punto 7.3.1(7).

figura 4.2

Altezza di gola efficace di saldature in scanalature a profilo convesso di sezioni piene



4.4

Saldature con piastre di riempimento

- (1) Nel caso di saldature con piastre di riempimento, si raccomanda che la piastra di riempimento sia posizionata perfettamente a filo con il bordo della parte da saldare.

- (2) Se due parti giuntate con saldatura sono separate da una piastra di riempimento che ha spessore minore dell'altezza del cordone di saldatura necessario a trasmettere la forza, si raccomanda che l'altezza del cordone di saldatura richiesta sia incrementata dello spessore della piastra di riempimento.
- (3) Se due parti giuntate con saldatura sono separate da una piastra di riempimento che ha spessore uguale o maggiore dell'altezza del cordone di saldatura necessario a trasmettere la forza, si raccomanda che ciascuna parte sia collegata alla piastra di riempimento attraverso una saldatura in grado di trasmettere la forza di progetto.

4.5 Resistenza di progetto di una saldatura a cordone d'angolo

4.5.1 Lunghezza delle saldature

- (1) Si raccomanda che la lunghezza efficace della saldatura a cordone d'angolo l_{eff} sia assunta come la lunghezza della parte di saldatura lungo la quale il cordone è a pieno spessore. Questa lunghezza può essere assunta pari alla lunghezza totale della saldatura ridotta del doppio dell'altezza di gola efficace a . Se il cordone di saldatura presenta uno spessore pieno lungo l'intera sua lunghezza comprese le parti iniziali e terminali, non è necessario ridurre la lunghezza efficace della saldatura per tener conto delle parti iniziale e terminale.
- (2) Si raccomanda che una saldatura d'angolo con una lunghezza efficace minore di 30 mm o minore di 6 volte la sua altezza di gola, a seconda di quale sia tra i due il valore maggiore, non sia progettata per trasferire carichi.

4.5.2 Altezza di gola efficace

- (1) Si raccomanda che l'altezza di gola efficace, a , di una saldatura a cordone d'angolo sia assunta pari all'altezza del maggiore triangolo (con lati uguali o disuguali) che può essere inscritto all'interno delle facce di fusione e la superficie del cordone di saldatura, misurata perpendicolarmente al lato più esterno di questo triangolo (vedere figura 4.3).
- (2) Si raccomanda che l'altezza di gola efficace di una saldatura a cordone d'angolo non sia minore di 3 mm.
- (3) Nel determinare la resistenza di progetto di una saldatura a cordone d'angolo che penetra al di sotto delle facce dei lati degli elementi da collegare, si può tener conto della parte di altezza di gola aggiuntiva (vedere figura 4.4), purché prove preliminari abbiano mostrato che il richiesto approfondimento possa essere regolarmente conseguito.

figura 4.3

Altezza di gola di una saldatura a cordone d'angolo

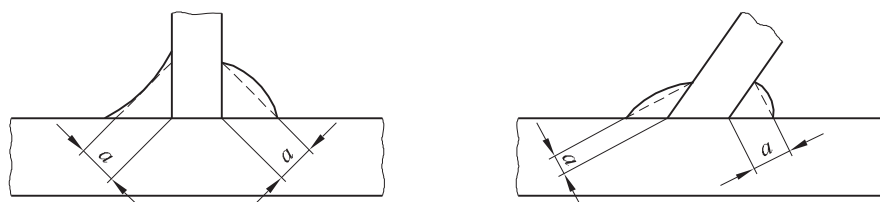
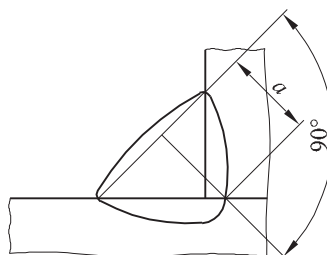


figura 4.4

Altezza di gola di una saldatura a cordone d'angolo con approfondimento del cordone



4.5.3 Resistenza di progetto di saldature a cordone d'angolo

4.5.3.1 Generalità

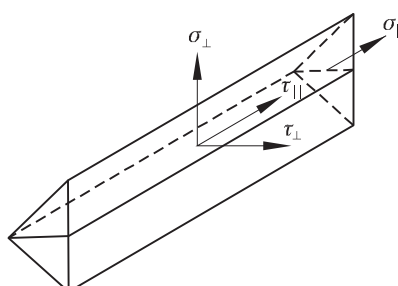
- (1) Si raccomanda che la resistenza di progetto di una saldatura a cordone d'angolo si determini utilizzando o il Metodo Direzionale fornito nel punto 4.5.3.2 oppure il Metodo Semplificato fornito nel punto 4.5.3.3.

4.5.3.2 Metodo Direzionale

- (1) In questo metodo, le forze trasmesse da una saldatura di lunghezza unitaria sono scomposte in componenti parallele e trasversali all'asse longitudinale della saldatura e normali e trasversali al piano della sua sezione di gola.
- (2) Si raccomanda che l'area della sezione di gola di progetto A_w sia assunta come $A_w = \sum a l_{\text{eff}}$.
- (3) Si raccomanda che la posizione dell'area della sezione di gola di progetto sia concentrata in corrispondenza del vertice.
- (4) Sulla sezione di gola della saldatura si assume una distribuzione uniforme delle tensioni, con riferimento alle tensioni normali e tangenziali mostrate nella figura 4.5, definite come segue:
 - σ_{\perp} è la tensione normale perpendicolare alla sezione di gola;
 - σ_{\parallel} è la tensione normale parallela all'asse della saldatura;
 - τ_{\perp} è la tensione tangenziale (nel piano della sezione di gola) perpendicolare all'asse della saldatura;
 - τ_{\parallel} è la tensione tangenziale (nel piano della sezione di gola) parallela all'asse della saldatura.

figura 4.5

Tensioni sulla sezione di gola di una saldatura a cordone d'angolo



- (5) La tensione normale σ_{\parallel} parallela all'asse viene trascurata nella verifica della resistenza di progetto della saldatura.
- (6) La resistenza di progetto di una saldatura a cordone d'angolo risulta adeguata se sono soddisfatte entrambe le seguenti relazioni:

$$[\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)]^{0,5} \leq f_u / (\beta_2 \gamma_{M2}) \text{ e } \sigma_{\perp} \leq 0,9 f_u / \gamma_{M2} \quad (4.1)$$

dove:

f_u è la resistenza a trazione ultima nominale della più debole delle parti collegate;

β_w è un appropriato fattore di correlazione definito nel prospetto 4.1.

- (7) Si raccomanda che le saldature tra parti con materiale avente diversi gradi di resistenza siano dimensionate facendo riferimento alle proprietà del materiale con il grado di resistenza minore.

prospetto 4.1

Fattore di correlazione β_w per le saldature a cordone d'angolo

Norma e grado dell'acciaio			Fattore di correlazione β_w
EN 10025	EN 10210	EN 10219	
S 235 S 235 W	S 235 H	S 235 H	0,8
S 275 S 275 N/NL S 275 M/ML	S 275 H S 275 NH/NLH	S 275 H S 275 NH/NLH S 275 MH/MLH	0,85
S 355 S 355 N/NL S 355 M/ML S 355 W	S 355 H S 355 NH/NLH	S 355 H S 355 NH/NLH S 355 MH/MLH	0,9
S 420 N/NL S 420 M/ML		S 420 MH/MLH	1,0
S 460 N/NL S 460 M/ML S 460 Q/QL/QL1	S 460 NH/NLH	S 460 NH/NLH S 460 MH/MLH	1,0

4.5.3.3

Metodo semplificato per il calcolo della resistenza di progetto di saldature a cordone d'angolo

- (1) In alternativa al punto 4.5.3.2, la resistenza di progetto di una saldatura a cordone d'angolo può considerarsi adeguata se in ogni punto della sua lunghezza la risultante di tutte le forze per unità di lunghezza trasmesse dalla saldatura soddisfa il seguente criterio:

$$F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd} \quad (4.2)$$

dove:

$F_{w,Ed}$ è il valore di progetto della forza per unità di lunghezza agente sulla saldatura;
 $F_{w,Rd}$ è la resistenza di progetto della saldatura per unità di lunghezza.

- (2) Indipendentemente dall'orientamento della forza rispetto al piano della sezione di gola della saldatura, si raccomanda che la resistenza di progetto per unità di lunghezza $F_{w,Rd}$ sia determinata mediante la seguente relazione:

$$F_{w,Rd} \leq f_{vw,d} a \quad (4.3)$$

dove:

$f_{vw,d}$ è la tensione resistente di progetto a taglio della saldatura.

- (3) Si raccomanda che la tensione resistente a taglio di progetto della saldatura $f_{vw,d}$ sia determinata attraverso la seguente relazione:

$$f_{vw,d} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \gamma_{M2}} \quad (4.4)$$

dove:

f_u e β_w sono definiti nel punto 4.5.3.2(6).

4.6

Resistenza di progetto di saldature a cordone d'angolo a tutto tondo

- (1) Si raccomanda che la resistenza di progetto di una saldatura a cordone d'angolo a tutto tondo sia determinata attraverso uno dei metodi forniti nel punto 4.5.

4.7

Resistenza di progetto delle saldature di testa

4.7.1

Saldature di testa a completa penetrazione

- (1) Si raccomanda che la resistenza di progetto di una saldatura di testa a completa penetrazione sia assunta pari alla resistenza di progetto della parte più debole delle parti collegate, a condizione che la saldatura sia realizzata mediante elettrodi

appropriati attraverso i quali si realizzano provini fatti completamente di materiale di saldatura caratterizzati da una minima resistenza allo snervamento e da una minima resistenza a trazione non inferiore a quella specificata per il metallo di base.

4.7.2

Saldature di testa a parziale penetrazione

- (1) Si raccomanda che la resistenza di progetto di una saldatura di testa a parziale penetrazione sia determinata utilizzando il metodo delle saldature a cordone d'angolo con approfondimento del cordone fornito nel punto 4.5.2(3).
- (2) Si raccomanda che lo spessore di gola di una saldatura di testa a parziale penetrazione non sia maggiore della profondità di penetrazione che può essere conseguita regolarmente, vedere punto 4.5.2(3).

4.7.3

Collegamenti di testa a T

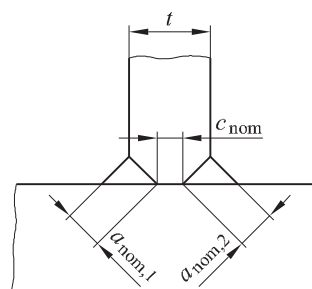
- (1) La resistenza di progetto di collegamenti di testa a T, consistenti in una coppia di saldature di testa a parziale penetrazione rinforzate da saldature a cordone d'angolo sovrapposte, può essere determinata come per una saldatura di testa a completa penetrazione (vedere punto 4.7.1) se lo spessore di gola totale nominale, escludendo la parte (gap) non saldata, risulta non minore dello spessore t della parte che forma l'anima del collegamento a T, a condizione che la parte non saldata risulti non superiore a $t/5$ oppure a 3 mm, a seconda di quale tra i due sia il valore minore, vedere figura 4.6.
- (2) Si raccomanda che la resistenza di progetto di un collegamento saldato di testa a T che non soddisfa i requisiti specificati nel punto 4.7.3(1) sia determinata usando il metodo per le saldature a cordone d'angolo o per le saldature a cordone d'angolo con approfondimento del cordone specificato nel punto 4.5 a seconda dell'entità della penetrazione. Si raccomanda che lo spessore di gola sia determinato in conformità alle disposizioni per le saldature a cordone d'angolo (vedere punto 4.5.2) o per saldature di testa a parziale penetrazione (vedere punto 4.7.2) a seconda di quale sia la situazione pertinente.

figura 4.6

Saldature di testa a T a efficace completa penetrazione

$$a_{\text{nom},1} + a_{\text{nom},2} \geq t$$

c_{nom} sia il valore tra $t/5$ e 3 mm



4.8

Resistenza di progetto di saldature entro fori

- (1) Si raccomanda che la resistenza di progetto $F_{w,Rd}$ di una saldatura entro foro (vedere punto 4.3.3) sia assunta pari a:

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} A_w \quad (4.5)$$

dove:

$f_{vw,d}$ è la tensione resistente a taglio di progetto della saldatura fornita nel punto 4.5.3.3(3);

A_w è l'area della sezione di gola di progetto che si raccomanda di assumere pari all'area del foro.

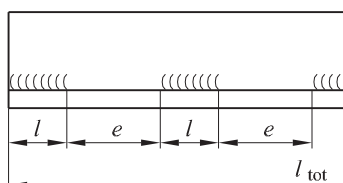
4.9

Distribuzione delle forze

- (1) La distribuzione delle forze in una connessione saldata può determinarsi sulla base dell'ipotesi di comportamento elastico oppure plastico in conformità ai punti 2.4 e 2.5.
- (2) È accettabile assumere una distribuzione del carico tra le varie saldature di tipo semplificato.
- (3) Nelle verifiche la resistenza di una saldatura non è necessario che siano considerate le tensioni residue e altre tensioni non imputabili al trasferimento del carico. Questa condizione si applica in maniera specifica per la tensione normale parallela all'asse della saldatura.
- (4) Si raccomanda che i collegamenti saldati siano progettati in modo che abbiano un'adeguata capacità deformativa. In ogni modo, si raccomanda di non contare sulla duttilità delle saldature.
- (5) Nei collegamenti dove si possono formare cerniere plastiche, si raccomanda che le saldature siano progettate per garantire almeno la stessa resistenza di progetto delle parti collegate più deboli.
- (6) In altri collegamenti nei quali è richiesta capacità di deformazione rotazionale a causa di possibili eccessive deformazioni, è necessario che le saldature abbiano sufficiente resistenza per evitare che vadano in crisi prima della plasticizzazione generalizzata del materiale di base adiacente.
- (7) Si raccomanda che se la resistenza di progetto di una saldatura a tratti è determinata usando la lunghezza totale l_{tot} , la forza a taglio di progetto per unità di lunghezza $F_{w,Ed}$ sia amplificata attraverso il fattore $(e + l)/l$, vedere figura 4.7.

figura 4.7

Calcolo delle forze agenti nella saldatura per saldature a tratti



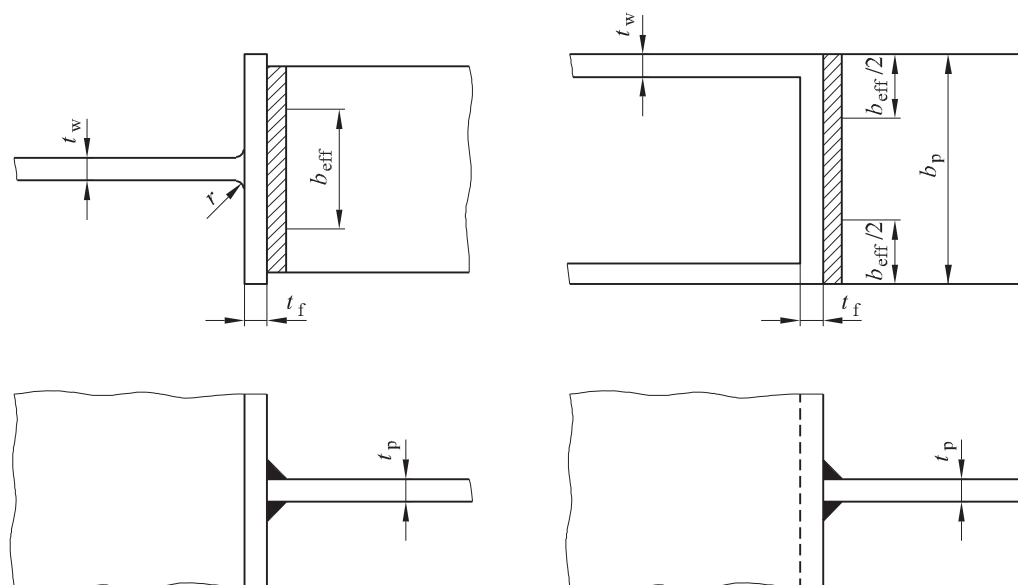
4.10

Connessioni a flange non irrigidite

- (1) Quando una piastra trasversale (o la flangia di una trave) è saldata ad una flangia non irrigidita di supporto di una sezione ad I, ad H o di forma generica (vedere figura 4.8), con il presupposto che la condizione di cui al punto 4.10(3) sia soddisfatta, si raccomanda che la forza applicata perpendicolarmente alla flangia non irrigidita non ecceda nessuna pertinente resistenza di progetto tra quelle di seguito indicate:
 - quella dell'anima delle sezioni ad I o ad H della membratura di supporto specificata nei punti 6.2.6.2 o 6.2.6.3;
 - quella per una piastra trasversale di una membratura tipo RHS specificata nel prospetto 7.13;
 - quella della flangia di supporto data dalla formula (6.20) nel punto 6.2.6.4.3(1) e calcolata assumendo che la forza applicata sia concentrata sulla larghezza efficace, b_{eff} , della flangia specificata nel punto 4.10(2) o nel punto 4.10(4), a seconda di quale delle due sia quella pertinente.

figura 4.8

Larghezza efficace in un collegamento a T non irrigidito



- (2) Si raccomanda che per una sezione a I oppure a H non irrigidita la larghezza efficace b_{eff} sia ottenuta dalla relazione:

$$b_{eff} = t_w + 2s + 7kt_f \quad (4.6a)$$

dove:

$$k = (t_f/t_p)(f_{y,f}/f_{y,p}) \text{ con } k \leq 1 \quad (4.6b)$$

$f_{y,f}$ è la tensione di snervamento della flangia della sezione ad I oppure a H;

$f_{y,p}$ è la tensione di snervamento della piastra saldata alla sezione ad I oppure a H.

Si raccomanda che la dimensione s sia determinata come segue:

$$\text{ - per una sezione ad I oppure a H laminata: } s = r \quad (4.6c)$$

$$\text{ - per una sezione ad I oppure a H saldata: } s = \sqrt{2}a \quad (4.6d)$$

- (3) Si raccomanda che per una flangia non irrigidita di una sezione ad I oppure a H, sia soddisfatta la seguente condizione:

$$b_{eff} \geq (f_{y,p}/f_{u,p})b_p \quad (4.7)$$

dove:

$f_{u,p}$ è la resistenza ultima del materiale della piastra saldata alla sezione ad I oppure a H;

b_p è la larghezza della piastra saldata alla sezione ad I oppure a H.

Altrimenti, si raccomanda che la connessione venga irrigidita.

- (4) Per altre sezioni come quelle scatolari oppure a C in cui la larghezza della piastra collegata è simile alla larghezza della flangia, si raccomanda che la larghezza efficace b_{eff} sia ottenuta dalla seguente relazione:

$$b_{eff} = 2t_w + 5t_f \text{ ma } b_{eff} \leq 2t_w + 5kt_f \quad (4.8)$$

Nota

Per le sezioni cave vedere prospetto 7.13.

- (5) Anche se $b_{eff} \leq b_p$, si raccomanda che le saldature che collegano la piastra alla flangia siano progettate per trasmettere la resistenza di progetto della piastra $b_p t_p f_{y,p} / \gamma_{M0}$ assumendo una distribuzione uniforme delle tensioni.

4.11

Collegamenti lunghi

- (1) Si raccomanda che nei collegamenti a sovrapposizione la resistenza di progetto di una saldatura a cordoni d'angolo sia ridotta attraverso un fattore di riduzione β_{Lw} che tenga conto degli effetti della non uniforme distribuzione della tensione lungo la sua estensione.

- (2) Le indicazioni fornite nel punto 4.11 non si applicano quando la distribuzione delle tensioni lungo la saldatura corrisponde alla distribuzione delle tensioni nel materiale di base adiacente, come, per esempio, nel caso di una saldatura che connette la flangia e l'anima di una trave in sezione composta.

- (3) Si raccomanda che nei collegamenti sovrapposti più lunghi di $150a$ il fattore di riduzione β_{LW} sia assunto pari a $\beta_{LW,1}$ che è fornito dalla seguente relazione:

$$\beta_{LW,1} = 1,2 - 0,2L_j/(150a) \text{ ma } \beta_{LW,1} \leq 1,0 \quad (4.9)$$

dove:

L_j è la lunghezza totale della sovrapposizione nella direzione di trasferimento della forza.

- (4) Per saldature a cordoni d'angolo più lunghe di 1,7 metri che connettono irrigidimenti trasversali in membrature composte attraverso piatti, il fattore di riduzione β_{LW} può assumersi pari a $\beta_{LW,2}$ dato dalla seguente relazione:

$$\beta_{LW,2} = 1,1 - L_w/17 \text{ ma } \beta_{LW,2} \leq 1,0 \text{ e } \beta_{LW,2} \geq 0,6 \quad (4.10)$$

dove:

L_w è la lunghezza della saldatura (in metri).

4.12

Saldature di testa a parziale penetrazione su un solo lato oppure saldature con cordone d'angolo singolo caricate eccentricamente

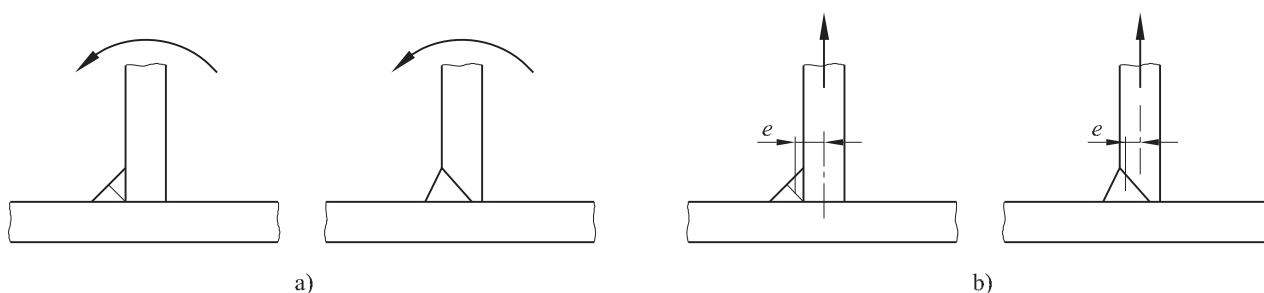
- (1) Si raccomanda di evitare la presenza di eccentricità locale tutte le volte che ciò risulta possibile.
- (2) Si raccomanda che l'eccentricità locale (rispetto all'asse di trasmissione della forza agente) sia considerata nei seguenti casi:
- quando il momento flettente trasmesso rispetto all'asse longitudinale della saldatura produce tensioni al vertice della saldatura, vedere figura 4.9 a);
 - quando una forza di trazione trasmessa perpendicolarmente all'asse longitudinale della saldatura produce un momento flettente che si traduce in una forza di trazione al vertice della saldatura, vedere figura 4.9 b).
- (3) Non è necessario portare in conto l'eccentricità locale se la saldatura è concepita come parte di un gruppo di saldature disposte intorno al perimetro di una sezione strutturale cava.

figura 4.9

Saldature di testa a parziale penetrazione su un solo lato oppure saldature con cordone d'angolo singolo

Legenda

- a) Momento flettente che produce trazione al vertice della saldatura
b) Forza di trazione che produce tensione di trazione al vertice della saldatura



4.13

Angolari connessi su un solo lato

- (1) Negli angolari connessi da un solo lato, l'eccentricità di collegamenti di estremità di connessioni saldate a sovrapposizione può essere consentita se si adotta un'area della sezione trasversale efficace trattando poi la membratura come se fosse caricata concentricamente.

- (2) Per un angolare a lati uguali, o per un angolare a lati disuguali connesso sul maggiore dei due lati, l'area efficace può assumersi uguale all'area lorda.
- (3) Nella determinazione della resistenza di progetto della sezione trasversale, si raccomanda che l'area efficace di un angolare a lati disuguali connesso sul minore dei due lati sia assunta pari all'area della sezione trasversale lorda di un equivalente angolare a lati uguali avente dimensione del lato pari al minore dei due (vedere EN 1993-1-1). In ogni modo, per la determinazione della resistenza all'instabilità di progetto di una membratura compressa (vedere EN 1993-1-1), si raccomanda di considerare l'area lorda della sezione trasversale.

4.14

Saldature in zone formate a freddo

- (1) Le saldature possono eseguirsi entro una lunghezza di $5t$ rispetto a ciascun lato di una zona formata a freddo (vedere prospetto 4.2), con il presupposto che una delle seguenti condizioni sia soddisfatta:
 - le zone formate a freddo sono normalizzate dopo il processo di formazione a freddo ma prima di eseguire la saldatura;
 - il rapporto r/t soddisfa il pertinente valore di cui al prospetto 4.2.

prospetto 4.2

Condizioni per la saldatura di zone formate a freddo e per i materiali adiacenti alla saldatura

r/t	Deformazione dovuta al processo di formatura a freddo (%)	Spessore massimo (mm)		
		Generalmente		Alluminio totalmente calmato - acciaio calmato (%) (Al $\geq 0,02\%$)
		Carichi statici predominanti	Fatica predominante	
≥ 25	≤ 2	-	-	-
≥ 10	≤ 5	-	16	-
$\geq 3,0$	≤ 14	24	12	24
$\geq 2,0$	≤ 20	12	10	12
$\geq 1,5$	≤ 25	8	8	10
$\geq 1,5$	≤ 33	4	4	6

Nota Si può assumere che le sezioni cave formate a freddo secondo la EN 10129 che non soddisfano i limiti forniti nel prospetto 4.2 soddisfino questi limiti se le sezioni hanno uno spessore non maggiore di 12,5 mm e sono di alluminio calmato con una qualità pari a J2H, K2H, MH, MLH, NH oppure NLH e inoltre soddisfano $C \leq 0,18\%$, $P \leq 0,020\%$ e $S \leq 0,012\%$. In altri casi, la saldatura è ammessa solo entro una distanza di $5t$ dagli angoli se si può mostrare mediante prove che la saldatura è ammessa solo per quella particolare applicazione.

5

ANALISI, CLASSIFICAZIONE E MODELLAZIONE

5.1

Analisi globale

5.1.1

Generalità

- (1) Si raccomanda che gli effetti del comportamento dei collegamenti sulla distribuzione di forze e momenti interni in una struttura, così come sulla deformazione totale della struttura, siano generalmente presi in considerazione; comunque, quando tali effetti risultano poco significativi, essi possono essere trascurati.

- (2) Per determinare se gli effetti del comportamento del collegamento sull'analisi è necessario che siano presi in considerazione, si può fare una distinzione fra tre modelli semplificati di comportamento dei collegamenti, di seguito elencati:
 - semplice, per il quale si può assumere che la connessione non sia in grado di trasmettere momento flettente;
 - di continuità, per il quale si può assumere che il comportamento del collegamento non abbia effetti sull'analisi;
 - di semi-continuità, per il quale è necessario che il comportamento del collegamento venga portato in conto nell'analisi.
- (3) Si raccomanda che il tipo appropriato di modello di collegamento sia determinato attraverso il prospetto 5.1, in relazione alla classificazione del collegamento ed al metodo di analisi scelto.
- (4) La relazione momento-rotazione di progetto di un collegamento impiegato nell'analisi può essere semplificato adottando una qualsiasi curva appropriata, compresa un'approssimazione lineare (per esempio bilineare o trilineare), a condizione che la curva approssimata giaccia completamente al di sotto della relazione momento-rotazione di progetto.

prospetto 5.1

Tipologie di modelli di collegamento

Metodo di analisi globale	Classificazione dei giunti		
Elastica	Nominalmente incernierato	Rigido	Semi-rigido
Rigido-plastica	Nominalmente incernierato	A completo ripristino di resistenza	A parziale ripristino di resistenza
Elasto-plastica	Nominalmente incernierato	Rigido ed a completo ripristino di resistenza	Semi-rigido ed a parziale ripristino di resistenza Semi-rigido ed a completo ripristino di resistenza Rigido ed a parziale ripristino di resistenza
Tipologia di modello di collegamento	Semplice	Di continuità	Di semi-continuità

5.1.2

Analisi globale elastica

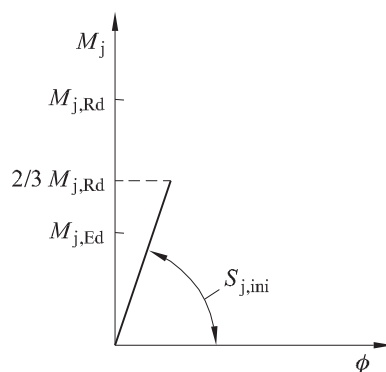
- (1) Si raccomanda che i collegamenti siano classificati secondo la loro rigidezza flessionale (vedere punto 5.2.2).
- (2) Si raccomanda che i collegamenti siano dotati di sufficiente resistenza in modo da trasmettere le forze ed i momenti che derivano dall'analisi.
- (3) Nel caso di collegamenti semi-rigidi, si raccomanda che nell'analisi si debba generalmente impiegare la rigidezza flessionale S_j corrispondente al momento flettente $M_{j,Ed}$. Se $M_{j,Ed}$ non eccede i $\frac{2}{3}$ di $M_{j,Rd}$, nell'analisi globale può essere assunta la rigidezza flessionale iniziale $S_{j,ini}$ [vedere figura 5.1 a)].
- (4) Come semplificazione del punto 5.1.2(3), nell'analisi, per tutti i valori del momento $M_{j,Ed}$, la rigidezza flessionale può essere presa pari a $S_{j,ini}/\eta$, come mostrato nella figura 5.1 b), dove η è il coefficiente di modificazione della rigidezza desunto dal prospetto 5.2.
- (5) Per collegamenti che connettono sezioni ad H o ad I S_j è fornito nel punto 6.3.1.

figura 5.1

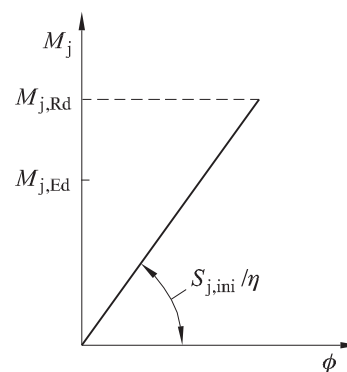
Rigidezza flessionale da usare nell'analisi elastica globale

Legenda

- a) $M_{j,Ed} \leq \frac{2}{3} M_{j,Rd}$
b) $M_{j,Ed} \leq M_{j,Rd}$



a)



b)

prospetto 5.2

Coefficienti di modificazione della rigidezza η

Tipologia di connessione	Collegamenti trave-colonna	Altre tipologie di collegamenti (collegamenti trave-trave, collegamenti di continuità delle travi, collegamenti colonna-fondazione)
Saldata	2	3
Piastre di estremità bullonate	2	3
Angolari di flangia bullonati	2	3,5
Piastre di base	-	3

5.1.3

Analisi globale rigido-plastica

- (1) Si raccomanda che i collegamenti siano classificati nel punto secondo la loro resistenza (vedere punto 5.2.3).
- (2) Per i collegamenti di sezioni ad I oppure a H, $M_{j,Rd}$ è fornito nel punto 6.2.
- (3) Per i collegamenti di sezioni cave può essere usato il metodo fornito nella sezione 7.
- (4) Si raccomanda che la capacità rotazionale di un collegamento sia sufficiente per sviluppare le rotazioni risultanti dall'analisi.
- (5) Si raccomanda che per i collegamenti riguardanti sezioni ad I oppure a H la capacità rotazionale sia verificata secondo il punto 6.4.

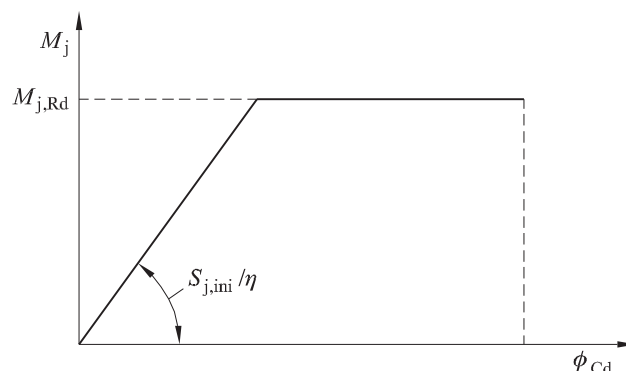
5.1.4

Analisi globale elasto-plastica

- (1) Si raccomanda che i collegamenti siano classificati nel punto secondo la loro rigidezza (vedere punto 5.2.2) ed alla loro resistenza (vedere punto 5.2.3).
- (2) Per collegamenti di sezioni ad I oppure a H, $M_{j,Rd}$ è fornito nel punto 6.2, S_j nel punto 6.3.1 e ϕ_{Cd} nel punto 6.4.
- (3) Per collegamenti di sezioni cave può essere usato il metodo fornito nella sezione 7.
- (4) Si raccomanda che per determinare la distribuzione di forze e momenti interni sia utilizzata la curva momento-rotazione dei collegamenti.
- (5) Come semplificazione, può essere impiegata la relazione momento-rotazione di progetto bilineare rappresentata nella figura 5.2. Si raccomanda che il coefficiente di modificazione della rigidezza η sia ricavato dal prospetto 5.2.

figura 5.2

Relazione momento-rotazione di progetto bilineare semplificata



5.1.5

Analisi globale di travature reticolari

- (1) Le indicazioni fornite nel punto 5.1.5 si applicano solo a strutture i cui collegamenti sono verificati secondo la sezione 7.
- (2) La distribuzione delle forze assiali in una travatura reticolare può essere determinata assumendo che le membrature siano giuntate attraverso collegamenti incernierati (vedere anche punto 2.7).
- (3) I momenti secondari in corrispondenza dei collegamenti, prodotti dalla loro rigidezza flessionale, possono essere trascurati sia nel progetto degli elementi che in quello dei collegamenti, a condizione che siano soddisfatte entrambe le seguenti condizioni:
 - la geometria del collegamento è compresa nel campo di validità specificato nei prospetti 7.1, 7.8, 7.9 o 7.20, in relazione a quella che risulta più appropriata;
 - il rapporto fra la lunghezza di sistema e l'altezza della membratura nel piano della travatura reticolare non è inferiore ad un appropriato valore minimo. Per strutture di edifici, il valore minimo appropriato può essere assunto pari a 6. Valori maggiori possono essere applicati in altre parti della EN 1993;
 - l'eccentricità è entro i limiti specificati nel punto 5.1.5(5).
- (4) Si raccomanda che i momenti risultanti dai carichi trasversali (sia nel piano che fuori piano) che sono applicati tra i punti nodali siano presi in considerazione nel progetto degli elementi su cui sono applicati, con il presupposto che le condizioni di cui al punto 5.1.5(3) siano soddisfatte:
 - le membrature diagonali possono essere considerate collegate ai correnti mediante collegamenti a cerniera, cosicché i momenti risultanti dai carichi trasversali applicati sui correnti non è necessario che siano distribuiti negli elementi diagonali e viceversa;
 - i correnti possono essere considerati alla stregua di travi continue appoggiate nei punti nodali.
- (5) I momenti risultanti dalle eccentricità possono essere trascurati nella progettazione dei correnti tesi e degli elementi diagonali. Essi possono essere anche trascurati nella progettazione delle connessioni se le eccentricità sono contenute nei seguenti limiti:
 - $0,55 d_0 \leq e \leq 0,25 d_0$ (5.1a)
 - $0,55 h_0 \leq e \leq 0,25 h_0$ (5.1b)

dove:

e è l'eccentricità definita nella figura 5.3;

d_0 è il diametro del corrente;

h_0 è l'altezza del corrente nel piano della travatura reticolare.

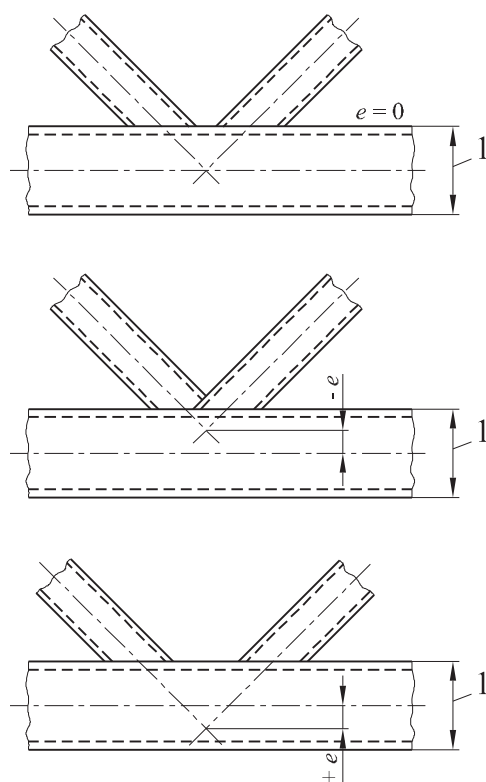
- (6) Anche quando le eccentricità sono contenute nei limiti di cui al punto 5.1.5(5), si raccomanda che i momenti risultanti dalle eccentricità siano tenuti in conto nel progetto dei correnti compressi. In tal caso si raccomanda che i momenti prodotti dalle eccentricità siano distribuiti tra le membrature del corrente compresso su ciascun lato del collegamento, in relazione ai loro coefficienti di rigidezza flessionale relativa I/L , dove L è la lunghezza di sistema della membratura, misurata fra i punti nodali.
- (7) Quando le eccentricità non rientrano nei limiti forniti nel punto 5.1.5(5), si raccomanda che i momenti dovuti alle eccentricità siano portati in conto nel progetto dei collegamenti e delle membrature. In tal caso si raccomanda che i momenti prodotti dalle eccentricità siano distribuiti tra tutte le membrature che convergono nel collegamento, in relazione ai loro coefficienti di rigidezza flessionale relativa I/L .
- (8) Si raccomanda che le tensioni nel corrente risultanti dai momenti flettenti presi in considerazione nel progetto dei correnti stessi siano portati in conto nella determinazione dei fattori k_m , k_n e k_p usati nel progetto dei collegamenti, vedere prospetti da 7.2 a 7.5, prospetto 7.10 e prospetti da 7.12 a 7.14.
- (9) Nel prospetto 5.3 sono riassunte le situazioni per le quali si raccomanda che tali momenti siano presi in considerazione.

figura 5.3

Eccentricità dei collegamenti

Legenda

- 1) h_o oppure d_o



prospetto 5.3 **Momenti flettenti da portare in conto**

Tipologia di componente	Fonte dei momenti flettenti		
	Effetti secondari	Carichi trasversali	Eccentricità
Corrente compresso	No se il punto 5.1.5(3) è soddisfatto	Si	Si
Corrente teso			No se i punti 5.1.5(3) e 5 sono soddisfatti
Elemento diagonale			No se i punti 5.1.5(3) e 5 sono soddisfatti
Collegamento			No se i punti 5.1.5(3) e 5 sono soddisfatti

5.2 Classificazione dei collegamenti

5.2.1 Generalità

- (1) Si raccomanda che i dettagli costruttivi di tutti i collegamenti soddisfino le assunzioni relative al metodo di progetto applicato, evitando che condizionino negativamente nessun'altra parte della struttura.
- (2) I collegamenti possono essere classificati nel punto base alla loro rigidezza (vedere punto 5.2.2) ed alla loro resistenza (vedere punto 5.2.3).

Nota Sulla classificazione dei collegamenti in termini di rigidezza e resistenza, l'appendice nazionale può fornire informazioni supplementari rispetto a quelle date nel punto 5.2.2.1(2).

5.2.2 Classificazione secondo la rigidezza

5.2.2.1 Generalità

- (1) Un collegamento può essere classificato rigido, nominalmente incernierato o semi-rigido in accordo alla sua rigidezza flessionale, confrontando il valore della rigidezza flessionale iniziale $S_{j,ini}$ con i limiti di classificazione forniti nel punto 5.2.2.5.
- (2) Un collegamento può essere classificato in base all'evidenza sperimentale, a precedenti esperienze relative a situazioni simili che hanno messo in luce prestazioni soddisfacenti o mediante analisi calcolative basate sull'evidenza di prove.

Nota Le regole per la determinazione di $S_{j,ini}$ per collegamenti di sezioni ad H oppure a I sono fornite nel punto 6.3.1. Nella presente norma non sono fornite regole per la determinazione di $S_{j,ini}$ per collegamenti di sezioni cave.

5.2.2.2 Collegamenti nominalmente incernierati

- (1) Si raccomanda che un collegamento nominalmente incernierato sia in grado di trasferire le forze interne senza sviluppare momenti flettenti significativi che potrebbero condizionare negativamente gli elementi o la struttura nel suo complesso.
- (2) Si raccomanda che un collegamento nominalmente incernierato sia in grado di sopportare le rotazioni risultanti dai carichi di progetto.

5.2.2.3 Collegamenti rigidi

- (1) Per i collegamenti classificati rigidi si può assumere che essi abbiano una rigidezza flessionale sufficiente per giustificare lo sviluppo di analisi basate sulla completa continuità.

5.2.2.4 Collegamenti semi-rigidi

- (1) Un collegamento che non soddisfa i criteri per collegamenti rigidi o per quelli nominalmente incernierati si raccomanda che sia classificato come collegamento semi-rigido.

Nota I collegamenti semi-rigidi forniscono un prevedibile grado d'interazione tra le membrature, basato sulla relazione momento-rotazione di progetto dei collegamenti.

- (2) Si raccomanda che i collegamenti semi-rigidi siano in grado di trasmettere le forze e momenti interni.

5.2.2.5

Limiti di classificazione

- (1) I limiti di classificazione per i collegamenti, esclusi quelli colonna-fondazione, sono specificati nel punto 5.2.2.1(1) e nella figura 5.4.

figura 5.4

Classificazione dei collegamenti secondo la rigidezza

Legenda

K_b È il valore medio del rapporto I_b/L_b per tutte le travi di testa del piano considerato

K_c È il valore medio del rapporto I_c/L_c per tutte le colonne del piano considerato

I_b È il momento di inerzia della trave

I_c È il momento di inerzia della colonna

L_b È la luce della trave (calcolata tra gli assi delle colonne)

L_c È l'altezza di piano di una colonna

Zona 1: rigido, se $S_{j,ini} \geq k_b E I_b / L_b$

dove:

$k_b = 8$ per telai dove il sistema di controventamento riduce gli spostamenti orizzontali di almeno l'80%

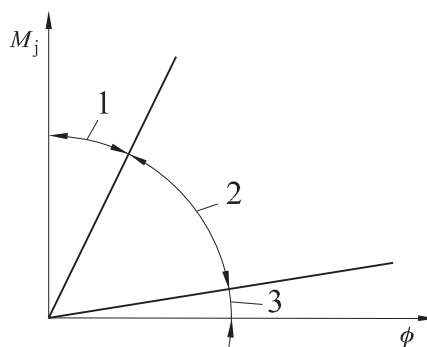
$k_b = 25$ per gli altri telai, a condizione che a tutti i piani $K_b/K_c \geq 0,1^*)$

Zona 2: semi-rigidi

Tutti i collegamenti che ricadono nella zona 2 devono essere classificati come semi-rigidi. Anche i collegamenti che ricadono nelle zone 1 o 3 possono essere discrezionalmente trattati come semi-rigidi.

Zona 3: nominalmente incernierati, se $S_{j,ini} \leq 0,5 E I_b / L_b$

*) Nei telai per i quali $K_b/K_c < 0,1$ i collegamenti si raccomanda siano classificati come semi-rigidi.



- (2) I collegamenti colonna-fondazione possono essere classificati come rigidi a condizione che siano soddisfatte le seguenti condizioni:

- nei telai dove il sistema di controventamento riduce gli spostamenti orizzontali di almeno l'80% e dove gli effetti della deformazione possono essere trascurati:
 - se $\bar{\lambda}_0 \leq 0,5$; (5.2a)
 - se $0,5 < \bar{\lambda}_0 < 3,93$ e $S_{j,ini} \geq 7 (2\bar{\lambda}_0 - 1) E I_c / L_c$ (5.2b)
 - se $\bar{\lambda}_0 \geq 3,93$ e $S_{j,ini} \geq 48 E I_c / L_c$ (5.2c)
 - diversamente se $S_{j,ini} \geq 30 E I_c / L_c$ (5.2d)

dove:

$\bar{\lambda}_0$ è la snellezza di una colonna in cui entrambe le estremità sono assunte incernierate;

I_c, L_c sono definiti nella figura 5.4.

5.2.3 Classificazione secondo la resistenza

5.2.3.1 Generalità

- (1) Un collegamento può essere classificato a completo ripristino di resistenza, nominalmente incernierato oppure a parziale ripristino di resistenza confrontando il suo momento resistente di progetto $M_{j,Rd}$ con i momenti resistenti di progetto delle membrane che collega. Per la classificazione dei collegamenti, si raccomanda che come resistenza di progetto di una membratura si intenda quella membratura adiacente al collegamento.

5.2.3.2 Collegamenti nominalmente incernierati

- (1) Si raccomanda che un collegamento nominalmente incernierato risulti in grado di trasmettere le forze interne, senza sviluppare momenti flettenti significativi che potrebbero condizionare negativamente le membrane o la struttura nel suo complesso.
- (2) Si raccomanda che un collegamento nominalmente incernierato sia in grado di sviluppare le rotazioni risultanti dai carichi di progetto.
- (3) Un collegamento può essere classificato come nominalmente incernierato se il suo momento resistente di progetto $M_{j,Rd}$ risulta non superiore a 0,25 volte il momento resistente di progetto richiesto per un collegamento a completo ripristino di resistenza, a condizione che esso sia parimenti dotato di sufficiente capacità rotazionale.

5.2.3.3 Collegamenti a completo ripristino di resistenza

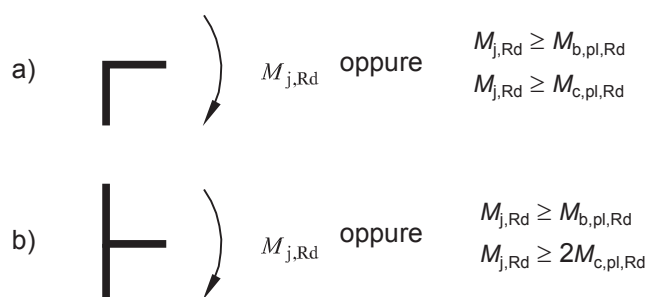
- (1) Si raccomanda che la resistenza di progetto di un collegamento a completo ripristino di resistenza non risulti inferiore di quella delle membrane collegate.
- (2) Un collegamento può essere classificato a completo ripristino di resistenza se soddisfa i criteri specificati nella figura 5.5.

figura 5.5

Collegamenti a completo ripristino di resistenza

Legenda

- $M_{b,pl,Rd}$ È il momento resistente plastico di progetto della trave
 $M_{c,pl,Rd}$ È il momento resistente plastico di progetto della colonna
a) Sommità della colonna
b) Lungo la colonna



5.2.3.4 Collegamenti a parziale ripristino di resistenza

- (1) Un collegamento che non soddisfa i criteri di classificazione per un collegamento a completo ripristino di resistenza nè per un collegamento nominalmente incernierato si raccomanda che sia classificato come collegamento a parziale ripristino di resistenza.

5.3 Modellazione di collegamenti trave-colonna

- (1) Si raccomanda che nel modellare il comportamento deformativo di un collegamento si tenga conto della deformazione a taglio del pannello d'anima e delle deformazioni flessionali delle connessioni.

- (2) Si raccomanda che le configurazioni dei collegamenti siano progettate per resistere ai momenti flettenti interni $M_{b1,Ed}$ e $M_{b2,Ed}$, agli sforzi normali $N_{b1,Ed}$ e $N_{b2,Ed}$ ed alle forze di taglio $V_{b1,Ed}$ e $V_{b2,Ed}$ applicate ai collegamenti attraverso le membrature collegate (vedere figura 5.6).

- (3) Si raccomanda che la forza di taglio risultante $V_{wp,Ed}$ nel pannello d'anima sia computata usando la seguente relazione:

$$V_{wp,Ed} = (M_{b1,Ed} - M_{b2,Ed})/z - (V_{c1,Ed} - V_{c2,Ed})/2 \quad (5.3)$$

dove:

z è il braccio della coppia (vedere punto 6.2.7).

- (4) Per modellare un collegamento in modo che possa correttamente riprodurre il comportamento atteso, si raccomanda che il pannello d'anima soggetto a taglio e ciascuna connessione siano modellate separatamente, portando in conto le forze e i momenti interni nelle membrature, che agiscono sul perimetro del pannello d'anima, vedere figura 5.6 a) e figura 5.7.

- (5) In via alternativa, come semplificazione del punto 5.3(4), la configurazione di nodo con collegamento da un solo lato può essere modellata come collegamento singolo e la configurazione di nodo con collegamenti da ambo i lati può essere modellata attraverso due distinti collegamenti separati ma interagenti, uno su ciascun lato. Di conseguenza, la configurazione di nodo con collegamenti trave-colonna su ambo i lati ha due curve momento-rotazione, uno per il collegamento sul lato destro e l'altra per il collegamento sul lato sinistro.

- (6) Nelle configurazioni nodali con collegamenti trave-colonna su ambo i lati, si raccomanda che ciascun collegamento sia modellato attraverso una molla rotazionale separata, nel modo rappresentato nella figura 5.8, in cui ciascuna molla ha una curva momento-rotazione che prende in considerazione il comportamento a taglio del pannello d'anima e l'influenza delle connessioni rilevanti.

- (7) Nella determinazione del momento resistente di progetto e della rigidezza flessionale di ognuno dei collegamenti, si raccomanda che la possibile influenza del pannello d'anima soggetto a taglio sia portata in conto attraverso i parametri di trasformazione β_1 e β_2 , dove:

β_1 è il valore del parametro di trasformazione β per il collegamento posto sul lato destro;

β_2 è il valore del parametro di trasformazione β per il collegamento posto sul lato sinistro.

Nota I parametri di trasformazione β_1 e β_2 sono impiegati direttamente nel punto 6.2.7.2(7) e 6.3.2(1). Essi sono impiegati anche nei punti 6.2.6.2(1) e 6.2.6.3(4) e nel prospetto 6.3 per ottenere il fattore di riduzione ω .

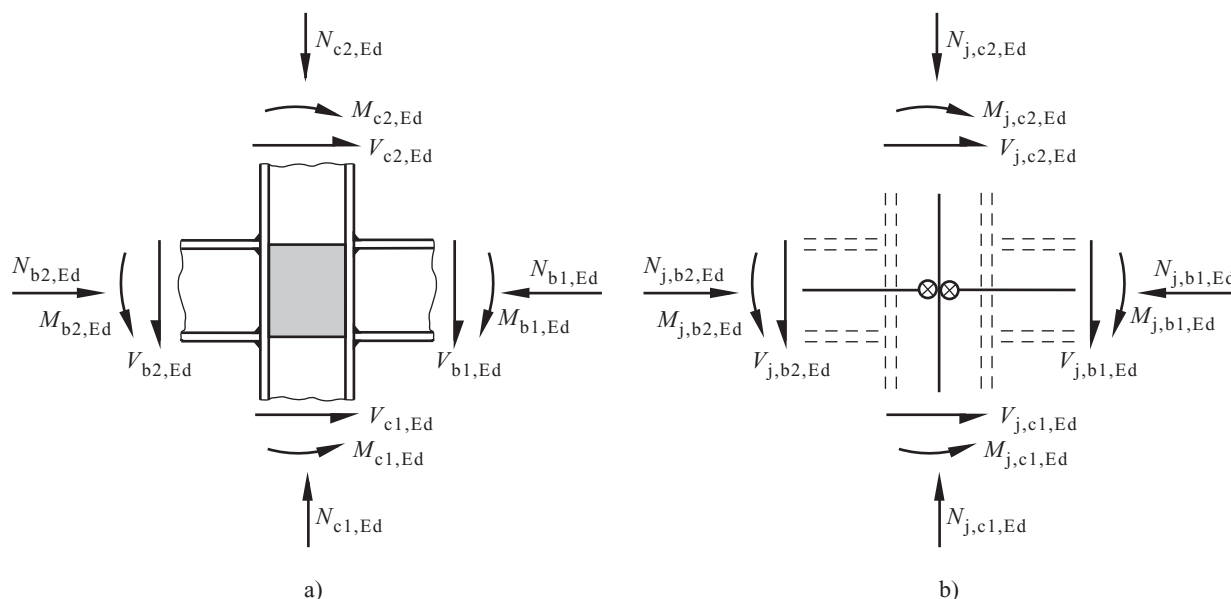
- (8) Valori approssimati di β_1 e β_2 , basati sui valori dei momenti delle travi $M_{b1,Ed}$ e $M_{b2,Ed}$ in corrispondenza del perimetro del pannello d'anima [vedere figura 5.6 a)], possono essere ottenuti dal prospetto 5.4.

figura 5.6

Forze e momenti agenti sul collegamento

Legenda

- a) Valori in corrispondenza del perimetro del pannello d'anima
- b) Valori in corrispondenza dell'intersezione degli assi delle membrature



Il segno delle forze e dei momenti è da considerarsi positivo in relazione alle equazioni (5.3) e (5.4).

figura 5.7

Forze e momenti agenti sul pannello d'anima in corrispondenza delle connessioni

Legenda

- a) Forze di taglio nel pannello d'anima
- b) Connessioni con forze e momenti nelle travi

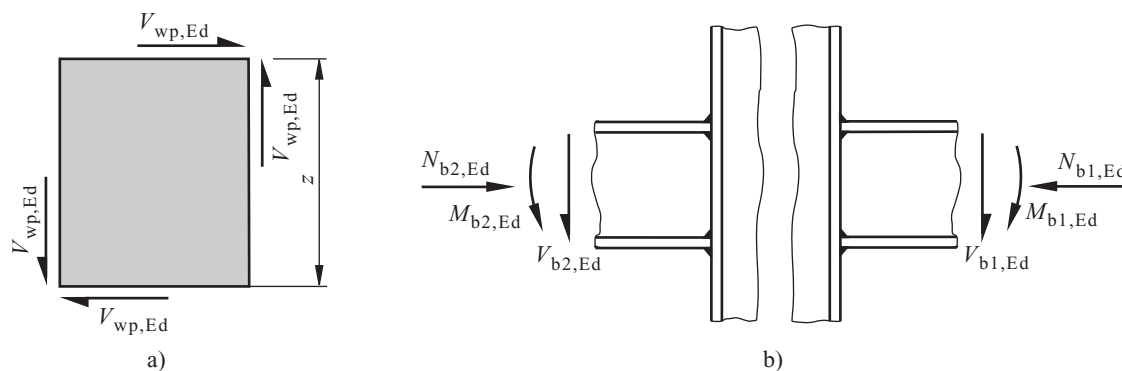


figura 5.8

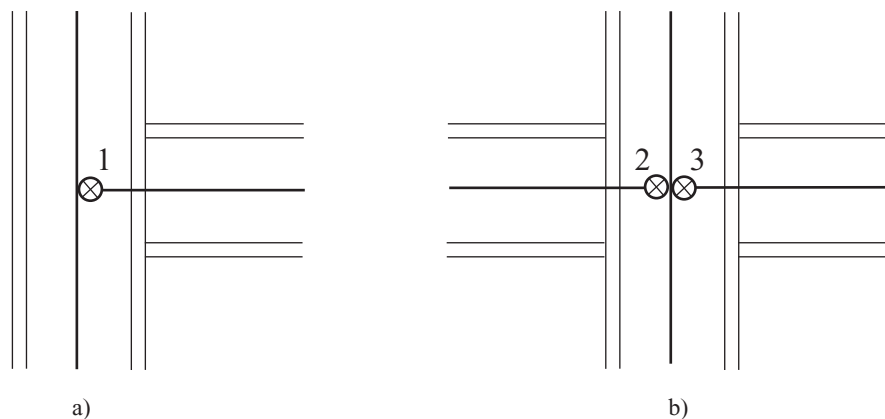
Modellazione del nodo

Legenda

- 1 Collegamento
- 2 Collegamento 2: lato sinistro
- 3 Collegamento 1: lato destro

Configurazione nodale con collegamento su un solo lato

Configurazione nodale con collegamenti da ambo i lati



- (9) Come alternativa al punto 5.3(8), valori più accurati di β_1 e β_2 , basati sui valori dei momenti della trave $M_{j,b1,Ed}$ e $M_{j,b2,Ed}$ in corrispondenza dell'intersezione degli assi delle membrature, si possono determinare attraverso il modello semplificato mostrato nella figura 5.6 b), nel seguente modo:

$$\beta_1 = |1 - M_{j,b2,Ed}/M_{j,b1,Ed}| \leq 2 \quad (5.4a)$$

$$\beta_2 = |1 - M_{j,b1,Ed}/M_{j,b2,Ed}| \leq 2 \quad (5.4b)$$

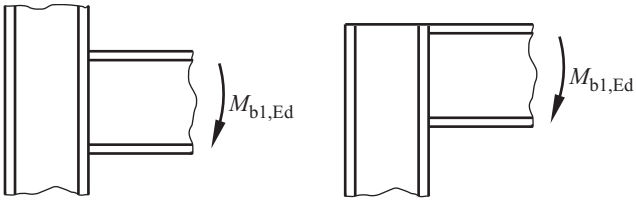
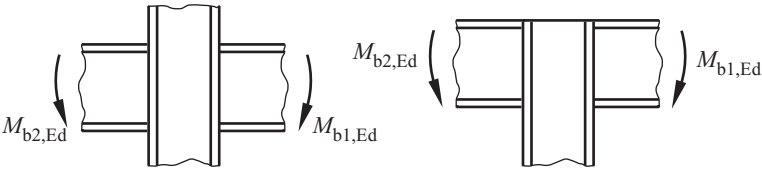
dove:

$M_{j,b1,Ed}$ è il momento in corrispondenza dell'intersezione con la trave di destra;

$M_{j,b2,Ed}$ è il momento in corrispondenza dell'intersezione con la trave di sinistra.

- (10) Nel caso di configurazione nodale con collegamenti trave-colonna su ambo i lati non irrigiditi nei quali le altezze delle travi non sono uguali, nel determinare il momento resistente di progetto, si raccomanda di considerare la reale distribuzione delle tensioni tangenziali sul pannello d'anima della colonna.

prospetto 5.4 Valori approssimati del parametro di trasformazione β

Tipologia di configurazione nodale	Azione	Valore di β
	$M_{b1,Ed}$	$\beta \approx 1$
	$M_{b1,Ed} = M_{b2,Ed}$	$\beta = 0^*)$
	$M_{b1,Ed} / M_{b2,Ed} > 0$	$\beta \approx 1$
	$M_{b1,Ed} / M_{b2,Ed} < 0$	$\beta \approx 2$
	$M_{b1,Ed} + M_{b2,Ed} = 0$	$\beta \approx 2$

*) In questo caso il valore di β rappresenta il valore esatto più che una sua approssimazione

6 COLLEGAMENTI STRUTTURALI DI SEZIONI AD H OPPURE A I

6.1 Generalità

6.1.1 Basi di progetto

- (1) Questa sezione riferisce sui metodi di progetto per la determinazione delle proprietà strutturali dei collegamenti in telai di qualsiasi tipo. Per applicare tali metodi, si raccomanda che un collegamento sia modellato come assemblaggio di componenti base, vedere punto 1.4(1).
- (2) Le componenti di base usate nella presente norma sono identificate nel prospetto 6.1, si raccomanda che le loro proprietà siano determinate in conformità alle indicazioni fornite nella presente norma. È possibile utilizzare altre componenti di base a condizione che le loro proprietà siano determinate attraverso prove oppure metodi analitici e numerici supportati da prove, vedere EN 1990.

Nota I metodi di progetto per le componenti di base dei collegamenti forniti nella presente norma sono di carattere generale e possono essere applicate anche a componenti simili in altre configurazioni di collegamenti. I metodi di progetto specifici forniti per determinare il momento resistente di progetto, la rigidezza flessionale e la capacità rotazionale di un collegamento sono comunque basati su una predefinita distribuzione di forze interne per le configurazioni di collegamento indicate nella figura 1.2. Si raccomanda che i metodi di progetto per la determinazione del momento resistente di progetto, della rigidezza flessionale e della capacità rotazionale di altre configurazioni di collegamenti siano basati su appropriate assunzioni di distribuzione delle forze interne.

6.1.2 Proprietà strutturali

6.1.2.1 Relazione momento-rotazione di progetto

- (1) Un collegamento può essere rappresentato mediante una molla rotazionale che congiunge gli assi delle membrae collegate in corrispondenza del loro punto di intersezione, come rappresentato nelle figure 6.1 a) e b) per una configurazione nodale con collegamento trave-colonna su un solo lato. Le proprietà della molla possono essere espresse in termini di relazione momento-rotazione di progetto che descrive la relazione fra il momento flettente $M_{j,Ed}$ applicato al collegamento e la corrispondente rotazione ϕ_{Ed} che si sviluppa tra le membrae collegate. Generalmente la relazione momento-rotazione di progetto è di tipo non lineare come rappresentato nella figura 6.1 c).

- (2) Si raccomanda che la relazione momento-rotazione di progetto, vedere figura 6.1 c) definisca le seguenti tre proprietà strutturali principali:
- momento resistente;
 - rigidezza flessionale;
 - capacità rotazionale.

Nota In certi casi il comportamento momento-rotazione reale di un collegamento comprende alcune fonti di rotazione dovute ad effetti come lo scorrimento dei bulloni, le tolleranze e, nel caso di collegamenti colonna-fondazione, le interazioni terreno-fondazione. Tali situazioni possono determinare una significativa rotazione iniziale della cerniera che può essere necessario considerare nella relazione momento-rotazione di progetto.

- (3) Si raccomanda che la relazione momento-rotazione di progetto di un collegamento trave-colonna risulti coerente con le assunzioni fatte nell'analisi globale della struttura e con le assunzioni fatte per il progetto delle membrature, vedere EN 1993-1-1.
- (4) Per i collegamenti colonna-fondazione di sezioni ad H oppure a I, si può assumere la relazione momento-rotazione di progetto come indicato nel punto 6.3.1(4), ciò per soddisfare i requisiti di cui al punto 5.1.1(4) per semplificare il legame ai fini dell'analisi globale.

6.1.2.2 Momento resistente di progetto

- (1) Si raccomanda che il momento resistente di progetto $M_{j,Rd}$, che è uguale al momento massimo della relazione momento-rotazione di progetto [vedere figura 6.1 c)], sia assunto come specificato nel punto 6.1.3(4).

6.1.2.3 Rigidezza flessionale

- (1) Si raccomanda che la rigidezza flessionale S_j , che è la rigidezza secante indicata nella figura 6.1 c), sia assunta pari a quella fornita nel punto 6.3.1(4). Per il legame momento-rotazione di progetto tale definizione di S_j si applica fino all'attingimento del livello di rotazione ϕ_{Xd} , in corrispondenza del quale $M_{j,Ed}$ attinge il valore $M_{j,Rd}$, ma non per rotazioni maggiori [vedere figura 6.1 c)]. Si raccomanda che la rigidezza flessionale iniziale $S_{j,ini}$, che è la pendenza del ramo elastico del momento-rotazione di progetto, sia presa come specificato nel punto 6.1.3(4).

6.1.2.4 Capacità rotazionale

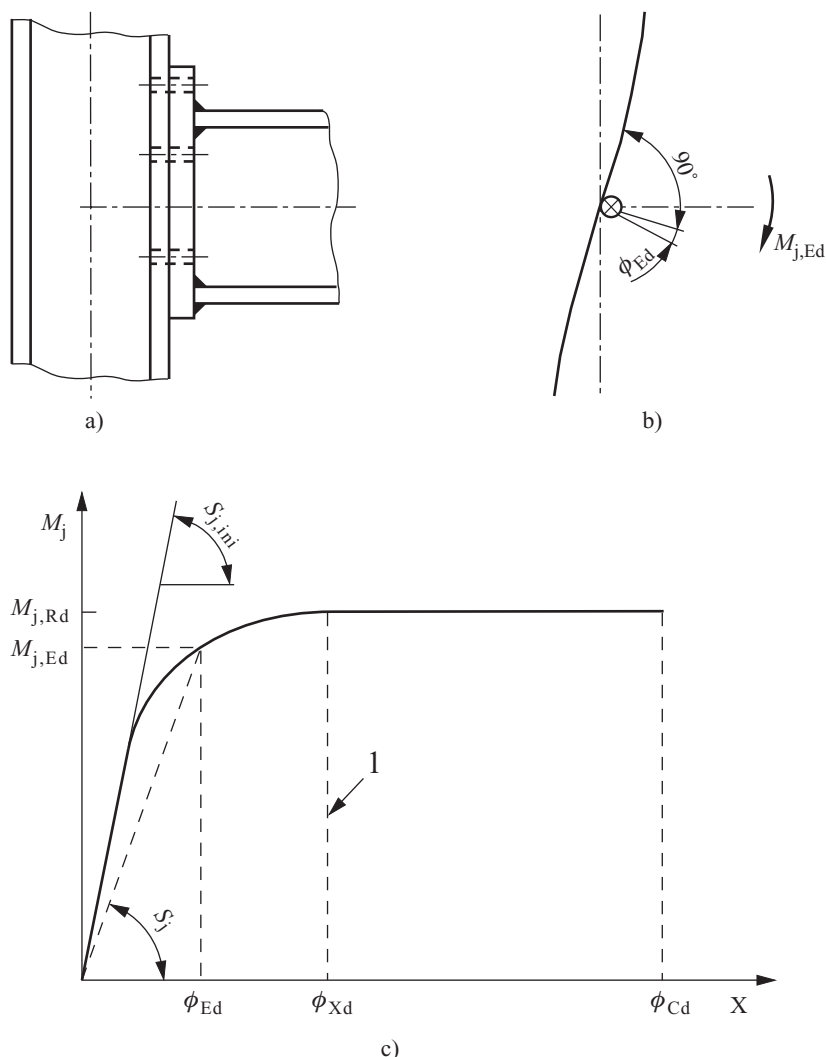
- (1) Si raccomanda che la capacità rotazionale di progetto ϕ_{Cd} di un collegamento, che è uguale alla massima rotazione della relazione momento-rotazione di progetto [vedere figura 6.1 c)], sia assunta pari a quanto indicato nel punto 6.1.3(4).

figura 6.1

Relazione momento-rotazione di progetto per un collegamento

Legenda

- 1 Limite per S_j
- a) Collegamento
- b) Modello
- c) Relazione momento-rotazione di progetto

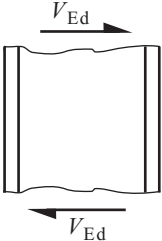
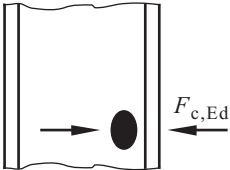
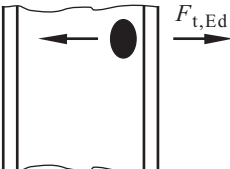
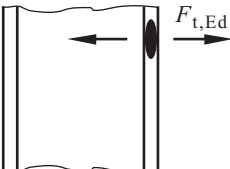
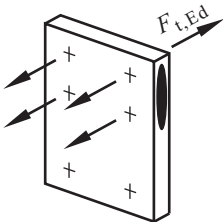
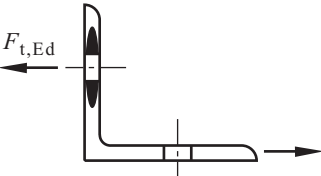
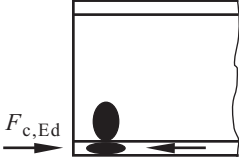


6.1.3

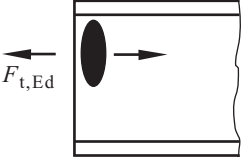
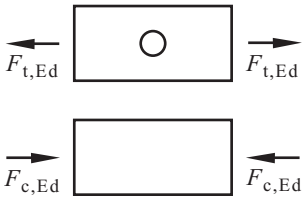
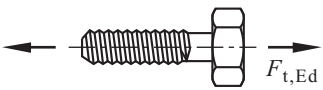
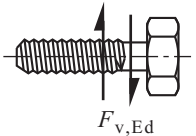
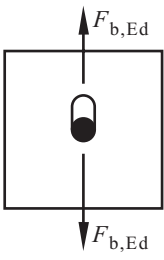
Componenti di base di un collegamento

- (1) Si raccomanda che la relazione momento-rotazione di progetto di un collegamento risulti funzione delle proprietà delle sue componenti di base, che si raccomanda siano essere tra quelle identificate nel punto 6.1.3(2).
- (2) Si raccomanda che le componenti di base di un collegamento siano quelle identificate nel prospetto 6.1, insieme con i riferimenti alle regole applicative che si raccomanda siano utilizzate per la valutazione delle loro proprietà strutturali.
- (3) Alcune componenti del collegamento possono essere rinforzate. I dettagli dei differenti metodi di rinforzo sono forniti nei punti 6.2.4.3 e 6.2.6.
- (4) Si raccomanda che le relazioni tra le proprietà delle componenti di base del collegamento e le proprietà strutturali del collegamento siano quelle definite:
 - per il momento resistente, nei punti 6.2.7 e 6.2.8;
 - per la rigidezza flessionale, nel punto 6.3.1;
 - per la capacità rotazionale, nel punto 6.4.

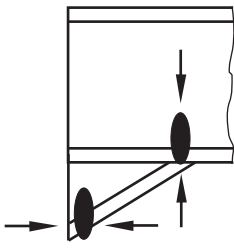
prospetto 6.1 Componenti di base dei collegamenti

Componente			Riferimento a regole applicative		
			Resistenza di progetto	Coefficiente di rigidezza	Capacità rotazionale
1	Pannello d'anima della colonna sollecitato a taglio		6.2.6.1	6.3.2	6.4.2 e 6.4.3
2	Anima della colonna sollecitata a compressione trasversale		6.2.6.2	6.3.2	6.4.2 e 6.4.3
3	Anima della colonna sollecitata a trazione trasversale		6.2.6.3	6.3.2	6.4.2 e 6.4.3
4	Flangia della colonna sollecitata a flessione		6.2.6.4	6.3.2	6.4.2 e 6.4.3
5	Piastra di estremità sollecitata a flessione		6.2.6.5	6.3.2	6.4.2
6	Angolare di flangia sollecitato a flessione		6.2.6.6	6.3.2	6.4.2
7	Flangia ed anima di trave o colonna sollecitate a compressione		6.2.6.7	6.3.2	*)

prospetto 6.1 Componenti di base dei collegamenti (Continua)

Componente			Riferimento a regole applicative		
			Resistenza di progetto	Coefficiente di rigidità	Capacità rotazionale
8	Anima della trave sollecitata a trazione		6.2.6.8	6.3.2	')
9	Piastra sollecitata a trazione o a compressione		a trazione: - EN 1993-1-1 a compressione: - EN 1993-1-1	6.3.2	')
10	Bulloni sollecitati a trazione		con flangia di colonna: - 6.2.6.4 con piastra di estremità: - 6.2.6.5 con costola di flangia: - 6.2.6.6	6.3.2	6.4.2
11	Bulloni sollecitati a taglio		3.6	6.3.2	6.4.2
12	Bulloni sollecitati a flessione (su flangia di trave, flangia di colonna, piastra di estremità o angolare)		3.6	6.3.2	')
13	Calcestruzzo sollecitato a compressione, compresa la malta		6.2.6.9	6.3.2	')
14	Piastra di base sollecitata a flessione per compressione		6.2.6.10	6.3.2	')
15	Piastra di base sollecitata a flessione per trazione		6.2.6.11	6.3.2	')
16	Tirafondi sollecitati a trazione		6.2.6.12	6.3.2	')
17	Tirafondi sollecitati a taglio		6.2.2	')	')
18	Tirafondi sollecitati a flessione		6.2.2	')	')
19	Saldature		4	6.3.2	')

prospetto 6.1 Componenti di base dei collegamenti (Continua)

Componente			Riferimento a regole applicative		
			Resistenza di progetto	Coefficiente di rigidezza	Capacità rotazionale
20	Trave con mensola di sostegno all'estremità		6.2.6.7	6.3.2	*)
*) Nella presente norma non sono disponibili informazioni.					

6.2 Resistenza di progetto

6.2.1 Forze interne

- (1) Si può assumere che le tensioni in una membratura dovute a forze e momenti interni non condizionino le resistenze di progetto delle componenti di base di un collegamento, ad eccezione di quanto specificato nei punti 6.2.1(2) e 6.2.1(3).
- (2) Si raccomanda che la tensione longitudinale in una colonna sia portata in conto nella determinazione della resistenza di progetto dell'anima della colonna sollecitata a compressione, vedere punto 6.2.6.2(2).
- (3) Si raccomanda che il taglio nel pannello d'anima della colonna sia portato in conto nella determinazione della resistenza di progetto delle seguenti componenti di base:
 - anima della colonna sollecitata a compressione trasversale, vedere punto 6.2.6.2;
 - anima della colonna sollecitata a trazione trasversale, vedere punto 6.2.6.3.

6.2.2 Forze di taglio

- (1) Si raccomanda che nelle connessioni saldate e nelle connessioni bullonate con flangia di estremità, le saldature che connettono l'anima della trave siano dimensionate per trasferire la forza di taglio dalla trave connessa al collegamento, trascurando il contributo delle saldature che connettono le flange della trave.
- (2) Si raccomanda che nelle connessioni bullonate con flangia di estremità, la resistenza di progetto di ciascuna fila di bulloni soggetti all'effetto combinato di taglio e trazione sia verificata usando il criterio dato nel prospetto 3.4, considerando la forza di trazione totale agente nel bullone, comprese tutte le forze causate dall'azione di contatto.

Nota A scopo semplificativo, si può assumere che i bulloni impiegati per resistere a trazione possano esplicitare completamente la loro resistenza di progetto a trazione quando si può dimostrare che la forza di taglio di progetto non eccede la somma di:

- a) la resistenza a taglio totale di progetto di quei bulloni ai quali non è richiesto di resistere a trazione, e
 - b) (0,4/1,4) volte la resistenza a taglio totale di progetto di quei bulloni ai quali è richiesto di resistere anche a trazione.
- (3) Nelle connessioni bullonate con angolari di flangia, si può assumere che la squadretta che connette la flangia compressa della trave sia capace di trasferire la forza di taglio agente nella trave alla colonna, a condizione che:
- la distanza (gap) g tra l'estremità della trave e la faccia della colonna non ecceda lo spessore t_a della squadretta;

- la forza non ecceda la resistenza a taglio di progetto dei bulloni che connettono la squadretta alla colonna;
 - l'anima della trave soddisfa i requisiti forniti nella sezione 6 della EN 1993-1-5.
- (4) La resistenza a taglio di progetto di un collegamento può essere determinata sulla base della distribuzione delle forze interne in quel collegamento e dalle resistenze di progetto delle sue componenti base rispetto a tali forze (vedere prospetto 6.1).
- (5) Si raccomanda che nelle piastre di base, se non sono presenti elementi speciali per resistere alle azioni taglianti, come connettori a taglio mediante sistemi di bloccaggio o barre, sia verificato che la resistenza ad attrito di progetto della piastra di base, vedere punto 6.2.2(6), e, nei casi in cui i fori dei bulloni non sono sovradimensionati, la resistenza a taglio di progetto dei bulloni di ancoraggio, vedere punto 6.2.2(7), sommate siano sufficienti a trasferire la forza di taglio di progetto. Si raccomanda che la resistenza a flessione di progetto dei connettori a taglio mediante sistemi di bloccaggio o barre rispetto a quella del calcestruzzo sia verificata secondo la EN 1992.
- (6) Si raccomanda che alla base della colonna la resistenza ad attrito di progetto $F_{f,Rd}$ tra la piastra di base e la malta di allettamento sia determinata come segue:

$$F_{f,Rd} = C_{f,d} N_{c,Ed} \quad (6.1)$$

dove:

$C_{f,d}$ è il coefficiente di attrito tra la piastra di base e lo strato di malta di allettamento.

Si possono impiegare i seguenti valori:

- per malta cementizia $C_{f,d} = 0,20$;
- per altri tipi di malta il coefficiente di attrito $C_{f,d}$ si raccomanda sia determinato mediante prove sperimentali in conformità all'appendice D della EN 1990;

$N_{c,Ed}$ è il valore di progetto dello sforzo normale di compressione nella colonna.

Nota Se la colonna è soggetta a sforzo normale di trazione, $F_{f,Rd} = 0$.

- (7) Si raccomanda che alla base della colonna, la resistenza a taglio di progetto di un tirafondo $F_{vb,Rd}$ sia assunta come la piccola tra $F_{1,vb,Rd}$ e $F_{2,vb,Rd}$, dove:

- $F_{1,vb,Rd}$ è la resistenza a taglio di progetto di un tirafondo, vedere punto 3.6.1;
- $F_{2,vb,Rd} = \frac{\alpha_{bc} f_{yb} A_s}{\gamma_{M2}}$ (6.2)

dove:

$$\alpha_{bc} = 0,44 - 0,0003 f_{yb}$$

f_{yb} è la tensione di snervamento del tirafondo, con $235 \text{ N/mm}^2 \leq f_{yb} \leq 640 \text{ N/mm}^2$.

- (8) Si raccomanda che la resistenza a taglio di progetto $F_{v,Rd}$ tra piastra di base della colonna e uno strato di malta di allettamento sia determinata attraverso la seguente relazione:

$$F_{v,Rd} = F_{f,Rd} + n F_{vb,Rd} \quad (6.3)$$

dove:

n è il numero di tirafondi della piastra di base.

- (9) Si raccomanda che il calcestruzzo e le barre di armatura impiegati per la struttura di fondazione siano progettati in conformità alla EN 1992.

6.2.3

Momenti flettenti

- (1) La resistenza a flessione di progetto di un qualsiasi collegamento può essere determinata sulla base della distribuzione delle forze interne in quel collegamento e dalle resistenze di progetto delle sue componenti base rispetto a tali forze (vedere prospetto 6.1).
- (2) La resistenza a flessione di progetto $M_{j,Rd}$ di un collegamento trave-colonna o del collegamento di continuità di una trave può essere determinata impiegando il metodo fornito nel punto 6.2.7 a condizione che lo sforzo normale N_{Ed} nella membratura connessa non sia maggiore del 5% della resistenza di progetto $N_{pl,Rd}$ della sua sezione trasversale.

- (3) La resistenza a flessione di progetto $M_{j,Rd}$ di un collegamento colonna-fondazione può essere determinata impiegando il metodo fornito nel punto 6.2.8.
- (4) Si raccomanda che in tutti i collegamenti le dimensioni delle saldature risultino tali che la resistenza a flessione di progetto del collegamento $M_{j,Rd}$ sia sempre limitata dalla resistenza di progetto delle sue componenti di base e non dalla resistenza di progetto delle saldature.
- (5) In un collegamento trave-colonna o nel collegamento di continuità di una trave in cui è prevista la formazione di una cerniera plastica che possa ruotare per effetto di una qualsiasi possibile condizione di carico, si raccomanda che le saldature siano dimensionate per resistere agli effetti di un momento almeno uguale al piccolo fra:
 - il momento resistente plastico di progetto della membratura connessa $M_{pl,Rd}$;
 - α volte la resistenza a flessione di progetto del collegamento $M_{j,Rd}$
 dove:
 - $\alpha = 1,4$ - per i telai in cui il sistema di controventamento soddisfa il criterio (5.1) dal punto 5.2.1(3) della EN 1993-1-1 rispetto allo sbandamento fuori piano;
 - $\alpha = 1,7$ - in tutti gli altri casi.
- (6) In una connessione bullonata con più di una fila di bulloni sollecitata a trazione, per semplicità, il contributo di una qualsiasi fila di bulloni può essere trascurato a condizione che vengano trascurati anche i contributi di tutte le altre file di bulloni più vicine al centro di compressione.

6.2.4

Elemento T (T-stub) equivalente sollecitato a trazione

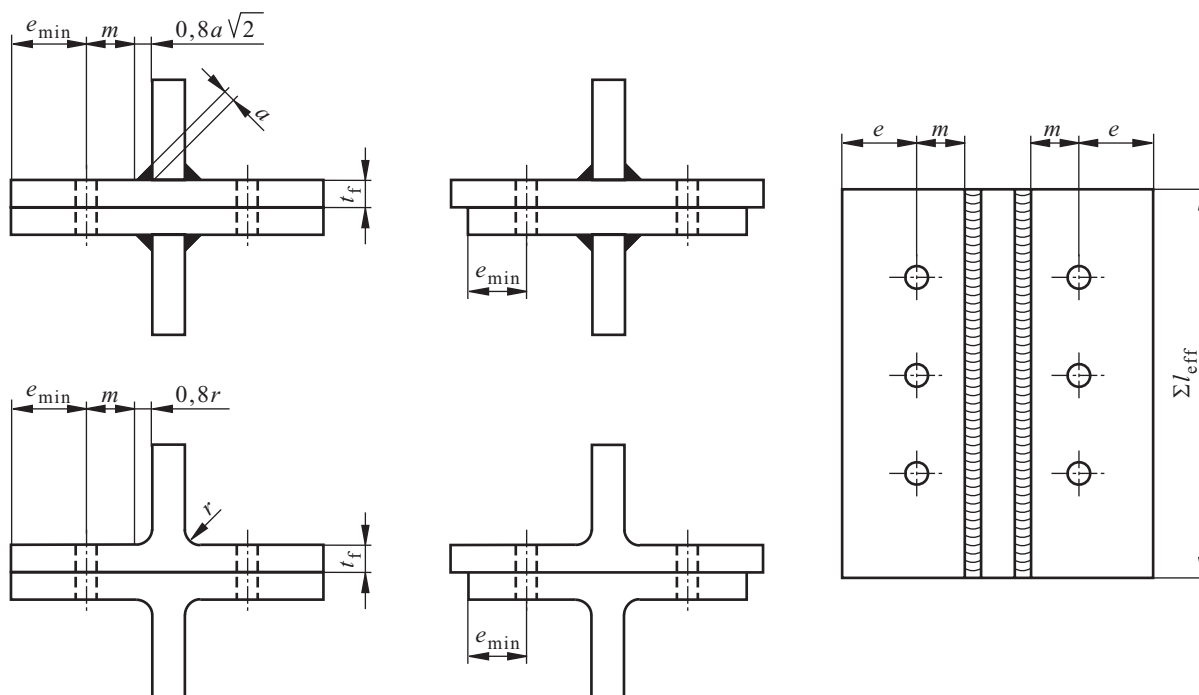
6.2.4.1

Generalità

- (1) Nelle connessioni bullonate, per modellare la resistenza di progetto delle seguenti componenti di base si può impiegare un elemento T (T-stub) equivalente sollecitato a trazione:
 - flange di colonne inflesse;
 - piastre di estremità inflesse;
 - angolari di flangia inflessi;
 - piastre di base inflesse per effetto dei carichi di trazione.
 - (2) I metodi per modellare queste componenti di base come flange di un elemento T (T-stub) equivalente, compresi i valori da impiegare per e_{min} , l_{eff} e m , sono specificati nel punto 6.2.6.
 - (3) Si può assumere che le possibili modalità di collasso della flangia di un elemento T (T-stub) equivalente siano analoghe a quelle che si preveda si verifichino nella componente di base che esso rappresenta.
 - (4) Si raccomanda che la lunghezza efficace totale $\sum l_{eff}$ di un elemento T (T-stub) equivalente (vedere figura 6.2), sia tale che la resistenza di progetto della sua flangia sia equivalente a quella del componente del collegamento di base che esso rappresenta.
- Nota La lunghezza efficace di un elemento T (T-stub) equivalente è una lunghezza fittizia che non corrisponde necessariamente alla lunghezza fisica del componente del collegamento di base che esso rappresenta.
- (5) Si raccomanda che la resistenza a trazione di progetto della flangia di un elemento T (T-stub) sia determinata dal prospetto 6.2.
- Nota Nel determinare la resistenza a trazione di progetto secondo il prospetto 6.2, si tiene implicitamente conto degli effetti dovuti alle forze di contatto.
- (6) Nel caso in cui si possano sviluppare forze di contatto (vedere prospetto 6.2), si raccomanda che la resistenza a trazione di progetto della flangia di un elemento T (T-stub) $F_{T,Rd}$ sia assunta pari al più piccolo valore corrispondente ai tre possibili modi di collasso 1, 2 e 3.

- (7) Nel caso in cui non si possano sviluppare forze di contatto, si raccomanda che la resistenza a trazione di progetto della flangia di un elemento T (T-stub) $F_{T,Rd}$ sia assunta pari al più piccolo valore corrispondente ai due possibili modi di collasso indicati nel prospetto 6.2.

figura 6.2 Dimensioni della flangia di un elemento T (T-stub) equivalente



prospetto 6.2 **Resistenza di progetto $F_{T,Rd}$ della flangia di un elemento T (T-stub) equivalente**

	Sviluppo di forze di contatto, per esempio		Senza forze di contatto
Modo 1	Metodo 1	Metodo 2 (metodo alternativo)	$F_{T,1-2,Rd} = \frac{2M_{pl,1,Rd}}{m}$
senza piastre di rinforzo	$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd}}{m}$	$F_{T,1,Rd} = \frac{(8n - 2e_w)M_{pl,1,Rd}}{2mn - e_w(m + n)}$	
con piastre di rinforzo	$F_{T,1,Rd} = \frac{4M_{pl,1,Rd} + 2M_{bp,Rd}}{m}$	$F_{T,1,Rd} = \frac{(8n - 2e_w)M_{pl,1,Rd} + 4nM_{bp,Rd}}{2mn - e_w(m + n)}$	
Modo 2	$F_{T,2,Rd} = \frac{2M_{pl,2,Rd} + n \sum F_{t,Rd}}{m + n}$		
Modo 3	$F_{T,3,Rd} = \sum F_{t,Rd}$		

Modo 1: Plasticizzazione completa della flangia.

Modo 2: Crisi dei bulloni con snervamento della flangia.

Modo 3: Crisi dei bulloni.

L_b è - la lunghezza del tratto di allungamento del bullone, considerata uguale alla lunghezza della zona di serraggio (spessore totale dei piatti e delle rondelle) più metà della somma dell'altezza della testa del bullone e dell'altezza del dado, o
- la lunghezza del tratto di allungamento del tirafondo, considerata uguale alla somma di 8 volte il diametro nominale del bullone, dello strato di malta di allettamento, dello spessore della piastra, della rondella e di metà altezza del dado

$$L_b^* = \frac{8,8m^3 A_s n_b}{\sum l_{eff,1}^3}$$

$F_{T,Rd}$ è la resistenza a trazione di progetto della flangia dell'elemento T (T-stub);

Q è la forza di contatto;

$$M_{pl,1,Rd} = 0,25 \sum l_{eff,1}^2 f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{pl,2,Rd} = 0,25 \sum l_{eff,2}^2 f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{bp,Rd} = 0,25 \sum l_{eff,1}^2 f_{y,bp} / \gamma_{M0}$$

$F_{T,Rd}$ è la resistenza a trazione di progetto di un bullone, vedere prospetto 3.4;

$\sum F_{t,Rd}$ è il valore totale di $F_{t,Rd}$ per tutti i bulloni dell'elemento T (T-stub);

$\sum l_{eff,1}$ è il valore di $\sum l_{eff}$ per il modo 1;

$\sum l_{eff,2}$ è il valore di $\sum l_{eff}$ per il modo 2;

n_b è il numero di file di bulloni (con 2 bulloni per fila);

e_{min}, m e t_f sono indicati nella figura 6.2;

$f_{y,bp}$ è la tensione di snervamento delle piastre di rinforzo;

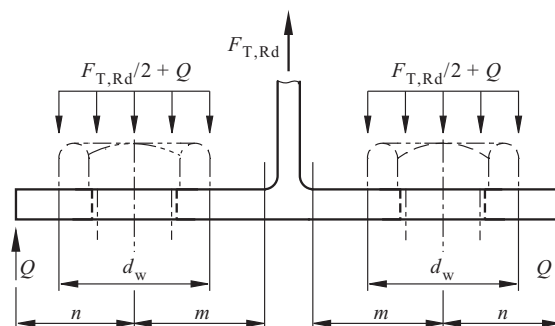
t_{bp} è lo spessore delle piastre di rinforzo;

e_w = $d_w/4$;

d_w è il diametro della rondella, oppure è la distanza tra i vertici della testa bullone o del dado, in base a quello dei due che risulta pertinente.

Nota 1 Nei collegamenti bullonati trave-colonna o nei giunti di continuità delle travi si può assumere che si sviluppino le forze di contatto.

Nota 2 Nel metodo 2, la forza applicata alla flangia dell'elemento T (T-stub) per effetto del bullone si assume che sia uniformemente distribuita al di sotto della rondella, della testa del bullone o del dado, a seconda di quello che risulta pertinente (vedere la figura), invece di essere concentrata in asse al bullone. Questa assunzione conduce a valori più alti per il modo 1, ma lascia invariati i valori di $F_{T,1-2,Rd}$ per i modi 2 e 3.



6.2.4.2

File di bulloni individuali, gruppi di bulloni e gruppi di file di bulloni

- (1) Sebbene nella flangia di un elemento T (T-stub) reale le forze in ogni fila di bulloni sono generalmente uguali, quando si impiega la flangia di un elemento T (T-stub) equivalente per modellare le componenti di base elencate nel punto 6.2.4.1(1), si raccomanda che si tenga conto della differenza tra le forze in ciascuna fila di bulloni.
- (2) Quando si usa l'approccio dell'elemento T (T-stub) equivalente per modellare un gruppo di file di bulloni può essere necessario dividere il gruppo in file di bulloni separate ed impiegare un elemento T (T-stub) equivalente per modellare ciascuna delle suddette file.

- (3) Quando si usa l'approccio dell'elemento T (T-stub) equivalente per modellare un gruppo di file di bulloni si raccomanda che siano soddisfatte le seguenti condizioni:
 - a) si raccomanda che la forza per ogni fila di bulloni non ecceda la resistenza di progetto determinata considerando la sola fila di bulloni;
 - b) si raccomanda che la forza totale su ciascun gruppo di file di bulloni, comprese due o più file di bulloni adiacenti nello stesso gruppo di bulloni, non eccedano la resistenza di progetto di quel gruppo di file di bulloni.
- (4) Per la determinazione della resistenza a trazione di progetto di una componente di base rappresentata dalla flangia di un elemento T (T-stub) equivalente si raccomanda di calcolare i seguenti parametri:
 - a) la resistenza di progetto di una fila individuale di bulloni, determinata considerando solo quella fila di bulloni;
 - b) si raccomanda che la forza totale su ciascun gruppo di file di bulloni, comprese due o più file di bulloni adiacenti nello stesso gruppo di bulloni, non eccedano la resistenza di progetto di quel gruppo di file di bulloni.
- (5) Si raccomanda che nel caso di file di bulloni individuali $\sum l_{eff}$ si assuma uguale alla larghezza efficace l_{eff} tabellata nel punto 6.2.6 per quella fila di bulloni considerata come isolata.
- (6) Si raccomanda che nel caso di un gruppo di file di bulloni $\sum l_{eff}$ sia assunta uguale alla somma delle larghezze efficaci l_{eff} tabellate nel punto 6.2.6 per ogni fila di bulloni pertinente, considerata come parte di un gruppo di bulloni.

6.2.4.3

Piastre di rinforzo

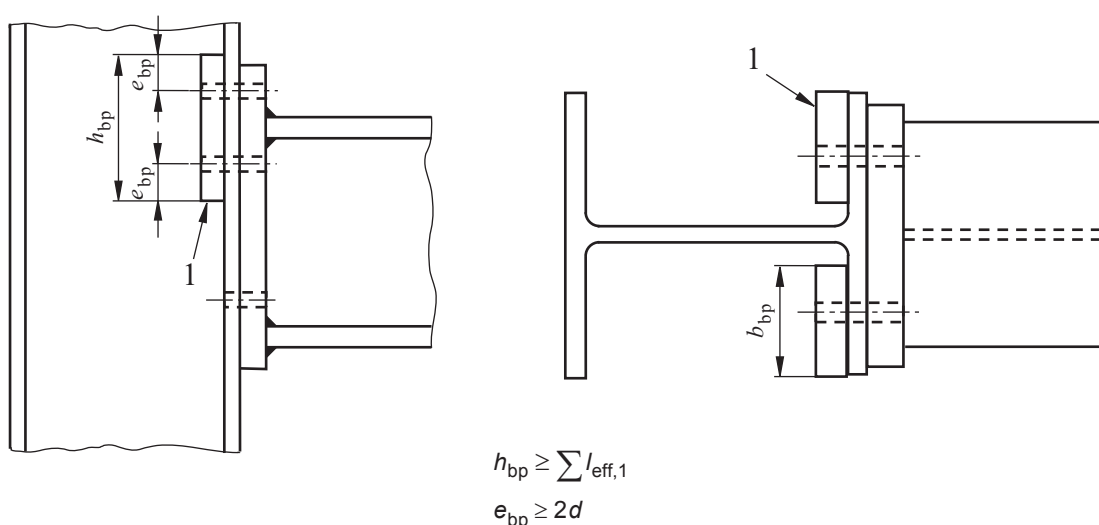
- (1) Le piastre di rinforzo possono essere usate per rinforzare la flangia inflessa di una colonna, nel modo rappresentato nella figura 6.3.
- (2) Si raccomanda che ogni piastra di rinforzo si estenda almeno fino all'estremità della flangia della colonna e 3 mm all'interno dell'attacco del raggio di raccordo oppure del vertice della saldatura.
- (3) Si raccomanda che la piastra di rinforzo si estenda oltre le più lontane file di bulloni efficaci a trazione, come specificato nella figura 6.3.
- (4) Quando vengono impiegate le piastre di rinforzo, si raccomanda che la resistenza di progetto dell'elemento T (T-stub) $F_{T,Rd}$ sia determinata usando il metodo fornito nel prospetto 6.2.

figura 6.3

Flangia della colonna con piastre di rinforzo

Legenda

- 1 Piastra di rinforzo



6.2.5

Elemento T (T-stub) equivalente sollecitato a compressione

- (1) Nei collegamenti acciaio-calcestruzzo, la flangia di un elemento T (T-stub) equivalente sollecitata a compressione può essere usata per modellare le resistenze di progetto per la combinazione delle seguenti componenti di base:
 - piastra di base di acciaio inflessa per effetto di pressione esercitata sulla fondazione;
 - il calcestruzzo e/o la malta di allettamento sollecitata per contatto.

- (2) Si raccomanda che la lunghezza efficace totale l_{eff} e la larghezza efficace totale b_{eff} di un elemento T (T-stub) equivalente siano tali che la resistenza a compressione di progetto dell'elemento T (T-stub) risulti equivalente a quella della componente di base del collegamento che esso rappresenta.

Nota I valori della lunghezza efficace e della larghezza efficace di un elemento T (T-stub) equivalente sono valori fittizi di queste lunghezze e possono differire dalle dimensioni fisiche della componente di base del collegamento che esso rappresenta.

- (3) Si raccomanda che la resistenza a compressione di progetto della flangia di un elemento T (T-stub) $F_{C,Rd}$ sia determinata nel seguente modo:

$$F_{C,Rd} = f_{jd} b_{\text{eff}} l_{\text{eff}} \quad (6.4)$$

dove:

b_{eff} è la larghezza efficace della flangia dell'elemento T (T-stub), vedere punti 6.2.5(5) e 6.2.5(6);

l_{eff} è la lunghezza efficace della flangia dell'elemento T (T-stub), vedere punti 6.2.5(5) e 6.2.5(6);

f_{jd} è la tensione resistente per contatto di progetto del collegamento, vedere punto 6.2.5(7).

- (4) Si raccomanda che le forze trasferite attraverso un elemento T (T-stub) siano distribuite uniformemente come mostrato nella figura 6.4 a) e b). Si raccomanda che la pressione sull'area di contatto risultante non ecceda la tensione resistente per contatto di progetto f_{jd} e che la larghezza della zona di contatto supplementare, c , non ecceda:

$$c = t [f_y / (3 f_{jd} \gamma_{M0})]^{0.5} \quad (6.5)$$

dove:

t è lo spessore della flangia dell'elemento T (T-stub);

f_y è la tensione di snervamento della flangia dell'elemento T (T-stub).

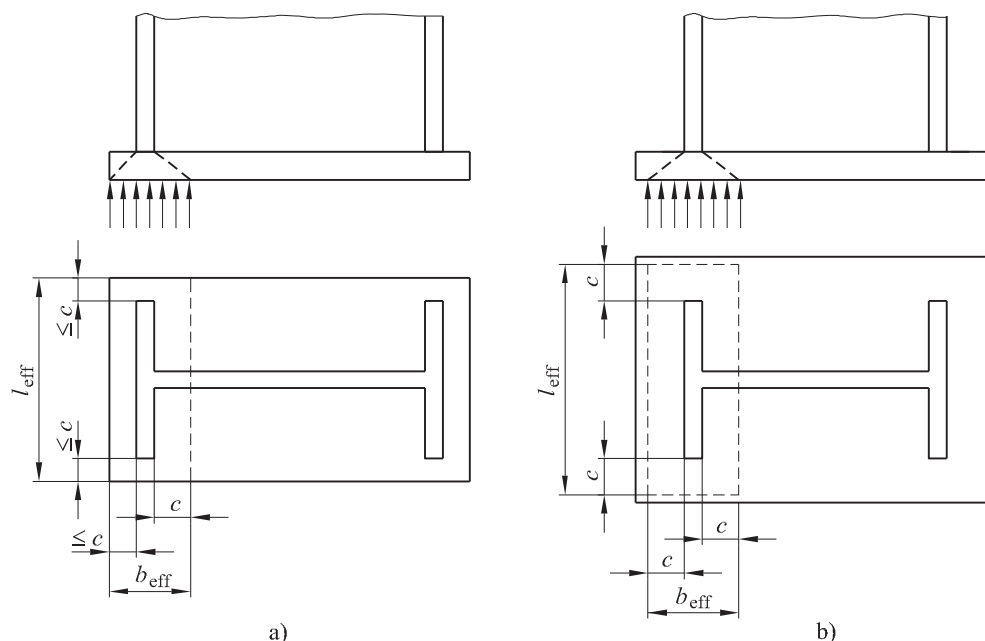
- (5) Quando la proiezione della lunghezza fisica di una componente del collegamento di base rappresentata dall'elemento T (T-stub) è inferiore alla larghezza c , si raccomanda che l'area efficace sia assunta come indicato nella figura 6.4 a).
- (6) Quando la proiezione della lunghezza fisica di una componente di base del collegamento rappresentata dall'elemento T (T-stub) è superiore alla larghezza c su ogni lato, si raccomanda che la parte della proiezione eccedente la larghezza c sia trascurata, vedere figura 6.4 b).

figura 6.4

Area di un elemento T (T-stub) equivalente sollecitato a compressione

Legenda

- a) Proiezione ridotta
- b) Proiezione estesa



- (7) Si raccomanda che la tensione resistente per contatto di progetto del collegamento f_{jd} sia determinata attraverso la seguente relazione:

$$f_{jd} = \beta_j F_{Rdu} / (b_{eff} l_{eff}) \quad \dots (6.6)$$

dove:

β_j è il coefficiente del materiale del collegamento di fondazione, che può

F_{Rdu} è la forza concentrata resistente di progetto fornita nella EN 1992, dove A_{c0} è assunta pari a $(b_{eff} l_{eff})$.

6.2.6

Resistenza di progetto delle componenti di base

6.2.6.1

Pannello d'anima della colonna sollecitato a taglio

- (1) I metodi di progetto forniti dal punto 6.2.6.1(2) al punto 6.2.6.1(14) sono validi a condizione che la snellezza dell'anima della colonna soddisfi la condizione $d_c / t_w \leq 69 \epsilon$.
- (2) Per la configurazione nodale con collegamento su un solo lato, o per una configurazione nodale con collegamento da ambo i lati in cui le altezze delle travi sono simili, si raccomanda che la resistenza a taglio plastica di progetto $V_{wp,Rd}$ del pannello d'anima di una colonna non irrigidita soggetta ad una forza di taglio di progetto $V_{wp,Ed}$, vedere punto 5.3(3), sia determinata usando la seguente relazione:

$$V_{wp,Rd} = \frac{0,9 f_{y,wc} A_{vc}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} \quad (6.7)$$

dove:

A_{vc} è l'area resistente a taglio della colonna, vedere EN 1993-1-1.

- (3) La resistenza a taglio di progetto può essere incrementata attraverso l'uso di irrigidimenti o di piastre d'anima supplementari.

- (4) Se gli irrigidimenti d'anima trasversali sono impiegati sia nelle zone compresse che in quelle tese, la resistenza a taglio plastica di progetto del pannello d'anima della colonna $V_{wp,Rd}$ può essere incrementata della quantità $V_{wp,add,Rd}$ fornita dalla seguente relazione:

$$V_{wp,add,Rd} = \frac{4M_{pl,fc,Rd}}{d_s} \quad \text{ma} \quad V_{wp,add,Rd} \leq \frac{2M_{pl,fc,Rd} + 2M_{pl,st,Rd}}{d_s} \quad (6.8)$$

dove:

d_s è la distanza tra i passi degli irrigidimenti;

$M_{pl,fc,Rd}$ è il momento resistente plastico di progetto della flangia della colonna;

$M_{pl,st,Rd}$ è il momento resistente plastico di progetto dell'irrigidimento.

Nota Si raccomanda che nei collegamenti saldati gli irrigidimenti trasversali risultino allineati con la corrispondente flangia della trave.

- (5) Quando si impiegano irrigidimenti d'anima diagonali, si raccomanda che la resistenza plastica di progetto a taglio dell'anima della colonna sia determinata secondo la EN 1993-1-1.

Nota Nelle configurazioni nodali di collegamenti trave-colonna su ambo i lati senza irrigidimenti diagonali sull'anima della colonna, si assume che le due travi abbiano altezze comparabili.

- (6) Quando l'anima della colonna è rinforzata mediante l'introduzione di una piastra d'anima supplementare (vedere figura 6.5), l'area resistente a taglio A_{vc} può essere incrementata della quantità $b_s t_{wc}$. Se un'ulteriore piastra d'anima supplementare è introdotta sull'altro lato dell'anima, si raccomanda di non considerare nessun ulteriore incremento dell'area resistente a taglio.

- (7) Piastre d'anima supplementari possono anche essere impiegate per incrementare la rigidità flessionale di un collegamento incrementando la rigidità dell'anima di una colonna soggetta a taglio, compressione o trazione, vedere punto 6.3.2(1).

- (8) Si raccomanda che il grado di acciaio della piastra d'anima supplementare sia uguale a quello impiegato per la colonna.

- (9) Si raccomanda che la larghezza b_s risulti tale che la piastra d'anima supplementare si estenda almeno fino alla linea d'attacco del raccordo o al vertice della saldatura.

- (10) Si raccomanda che la lunghezza l_s risulti tale che la piastra d'anima supplementare si estenda da una parte all'altra della larghezza efficace dell'anima soggetta a trazione ed a compressione (vedere figura 6.5).

- (11) Si raccomanda che lo spessore t_s della piastra d'anima supplementare non risulti inferiore allo spessore dell'anima della colonna t_{wc} .

- (12) Si raccomanda che le saldature tra la piastra d'anima supplementare ed il profilato siano dimensionate per resistere alle forze di progetto applicate.

- (13) Si raccomanda che la larghezza b_s di una piastra d'anima supplementare risulti minore di $40\varepsilon t_s$.

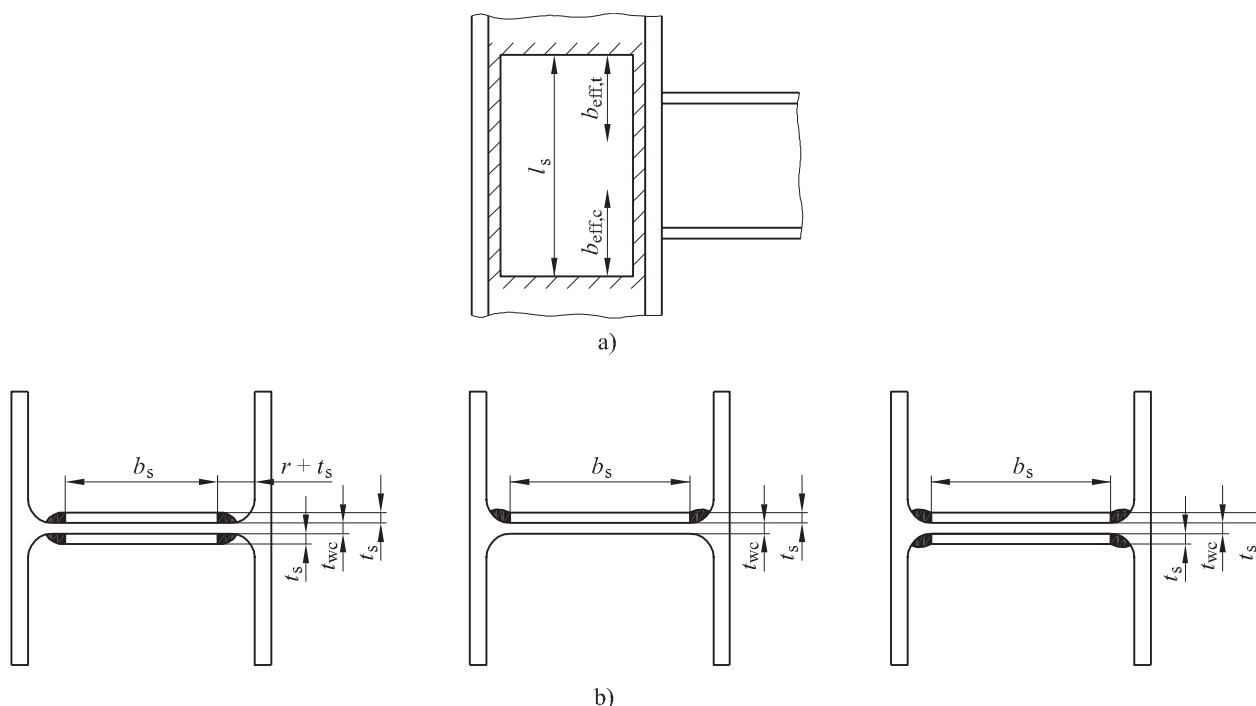
- (14) In ambienti non corrosivi possono essere impiegate saldature discontinue.

figura 6.5

Esempi di piastre d'anima supplementari

Legenda

- a) Prospetto
- b) Esempi di sezione trasversale con saldature longitudinali



Nota Si raccomanda di tener conto della saldabilità in corrispondenza dei raccordi.

6.2.6.2

Anima della colonna soggetta a compressione trasversale

- (1) Si raccomanda che la resistenza di progetto dell'anima della colonna non irrigidita soggetta a compressione trasversale sia determinata attraverso la seguente relazione:

$$F_{c,wc,Rd} = \frac{\omega k_{wc} b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} \quad \text{ma} \quad F_{c,wc,Rd} \leq \frac{\omega k_{wc} \rho b_{eff,c,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M1}} \quad (6.9)$$

dove:

ω è un fattore di riduzione che contempla i possibili effetti di interazione a taglio nel pannello d'anima della colonna secondo quanto riportato nel prospetto 6.3;

$b_{eff,c,wc}$ è la larghezza efficace dell'anima della colonna soggetta a compressione:

- per una connessione saldata:

$$b_{eff,c,wc} = t_{fb} + 2\sqrt{2}a_b + 5(t_{fc} + s) \quad (6.10)$$

a_c , r_c e a_b sono indicati nella figura 6.6;

- per connessioni bullonate con piastre di estremità:

$$b_{eff,c,wc} = t_{fb} + 2\sqrt{2}a_p + 5(t_{fc} + s) + s_p \quad (6.11)$$

s_p è la lunghezza ottenuta da una diffusione a 45° attraverso la piastra di estremità (almeno t_p e, a condizione che la piastra di estremità sia sufficientemente prolungata al di sotto della flangia, fino a $2t_p$);

- per connessioni bullonate con angolare sulla flangia:

$$b_{eff,c,wc} = 2t_a + 0,6r_a + 5(t_{fc} + s) \quad (6.12)$$

- per una colonna laminata con sezione ad H o ad I: $s = r_c$
- per una colonna saldata con sezione ad H o ad I: $s = \sqrt{2}a_c$

ρ è il fattore di riduzione che tiene conto dell'instabilità della piastra:

$$\text{se } \bar{\lambda}_p \leq 0,72: \quad \rho = 1,0 \quad (6.13a)$$

$$\text{se } \bar{\lambda}_p > 0,72: \quad \rho = (\bar{\lambda}_p - 0,2)\bar{\lambda}_p^2 \quad (6.13b)$$

$\bar{\lambda}_p$ è la snellezza della piastra

$$\bar{\lambda}_p = 0,932 \sqrt{\frac{b_{\text{eff},c,wc} d_{wc} f_{y,wc}}{E t_{wc}^2}} \quad (6.13c)$$

- per una colonna laminata con sezione ad H o ad I: $d_{wc} = h_c - 2(t_{fc} + r_c)$
- per una colonna saldata con sezione ad H o ad I: $d_{wc} = h_c - 2(t_{fc} + \sqrt{2}a_c)$

k_{wc} è un fattore di riduzione specificato nel punto 6.2.6.2(2).

prospetto 6.3

Fattore di riduzione ω per interazione con il taglio

Parametro di trasformazione β	Fattore di riduzione ω
$0 \leq \beta \leq 0,5$	$\omega = 1$
$0,5 < \beta < 1$	$\omega = \omega_1 + 2(1 - \beta)(1 - \omega_1)$
$\beta = 1$	$\omega = \omega_1$
$1 < \beta < 2$	$\omega = \omega_1 + (\beta - 1)(\omega_2 - \omega_1)$
$\beta = 2$	$\omega = \omega_2$
$\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{1 + 1,3(b_{\text{eff},c,wc} t_{wc}/A_{vc})^2}}$	$\omega_2 = \frac{1}{\sqrt{1 + 5,2(b_{\text{eff},c,wc} t_{wc}/A_{vc})^2}}$
A_{vc} β	è l'area resistente a taglio della colonna, vedere punto 6.2.6.1; è il parametro di trasformazione, vedere punto 5.3(7).

- (2) Quando la massima tensione di compressione longitudinale $\sigma_{\text{com,Ed}}$ dovuta alla forza assiale e al momento flettente nella colonna eccede $0,7 f_{y,wc}$ in corrispondenza dell'anima (adiacente all'attacco del raggio del raccordo per una sezione laminata o al vertice della saldatura per una sezione saldata), si raccomanda che il suo effetto sulla resistenza di progetto dell'anima della colonna soggetta a compressione sia ottenuto moltiplicando il valore $F_{c,wc,Rd}$ fornito nell'espressione (6.9) per un fattore di riduzione k_{wc} definito come segue:

- quando $\sigma_{\text{com,Ed}} \leq 0,7 f_{y,wc}$: $k_{wc} = 1$
- quando $\sigma_{\text{com,Ed}} > 0,7 f_{y,wc}$: $k_{wc} = 1,7 - \sigma_{\text{com,Ed}}/f_{y,wc}$ (6.14)

Nota

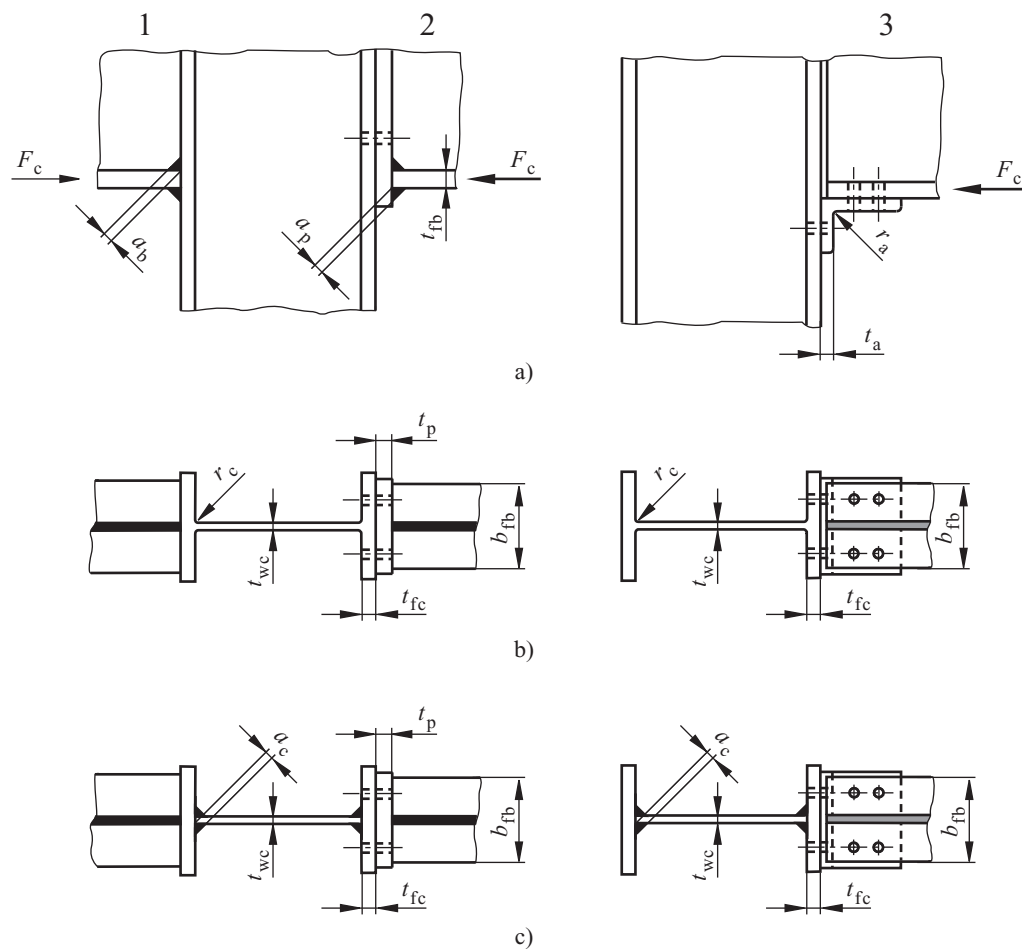
Generalmente il fattore di riduzione k_{wc} è pari a 1,0 e non è necessaria nessuna riduzione. Quindi esso può essere omesso nei calcoli preliminari quando la tensione longitudinale è incognita per poi essere verificato successivamente.

figura 6.6

Compressione trasversale su una colonna non irrigidita

Legenda

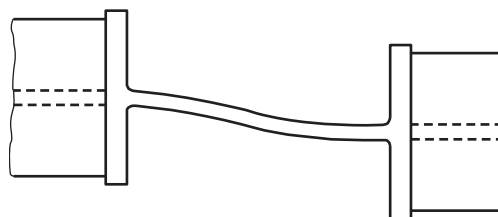
- 1 Collegamento saldato
- 2 Collegamento con piastra d'estremità
- 3 Collegamento con angolare di flangia
- a) Vista frontale
- b) Colonna laminata
- c) Colonna saldata



- (3) Generalmente si raccomanda di prevenire attraverso vincoli costruttivi l'instabilità per "sbandamento laterale per carico di punta" dell'anima non irrigidita di una colonna soggetta a compressione illustrata nella figura 6.7.

figura 6.7

Instabilità per "sbandamento laterale per carico di punta" di un'anima non irrigidita



- (4) Per incrementare la resistenza di progetto dell'anima di una colonna soggetta a compressione trasversale si possono impiegare irrigidimenti o piastre d'anima supplementari.
- (5) Per incrementare la resistenza di progetto dell'anima di una colonna soggetta a compressione si possono impiegare irrigidimenti trasversali o appropriate disposizioni di irrigidimenti diagonali (insieme con o in alternativa a irrigidimenti trasversali).

Nota Si raccomanda che in collegamenti saldati gli irrigidimenti trasversali siano allineati con la flangia della trave corrispondente. Nei collegamenti bullonati si raccomanda che gli irrigidimenti in zona compressa siano allineati con il centro di compressione definito nella figura 6.15.

- (6) Dove l'anima non irrigidita di una colonna è rinforzata mediante l'inserimento di piastre d'anima supplementari conformi a quanto stabilito al punto 6.2.6.1, lo spessore efficace dell'anima può essere assunto come $1,5 t_{wc}$ se la piastra d'anima supplementare viene aggiunta, o $2,0 t_{wc}$ se le piastre d'anima supplementari sono inserite su entrambi i lati dell'anima. Nel calcolare il fattore di riduzione ω per tener conto di possibili effetti derivanti dall'azione delle tensioni tangenziali, l'area resistente a taglio A_{vc} dell'anima può essere incrementata solo della sua estensione consentita quando si determina la sua resistenza a taglio di progetto, vedere punto 6.2.6.1(6).

6.2.6.3

Anima della colonna soggetta a trazione trasversale

- (1) Si raccomanda che la resistenza di progetto dell'anima non irrigidita di una colonna soggetta a trazione trasversale sia determinata dalla seguente relazione:

$$F_{t,wc,Rd} = \frac{\omega b_{eff,t,wc} t_{wc} f_{y,wc}}{\gamma_{M0}} \quad (6.15)$$

dove:

ω è il fattore di riduzione che considera l'interazione con il taglio del pannello della colonna d'anima.

- (2) Si raccomanda che per una connessione saldata, la larghezza efficace $b_{eff,t,wc}$ dell'anima di una colonna soggetta a trazione sia ottenuta impiegando la seguente relazione:

$$b_{eff,t,wc} = t_{fb} + 2\sqrt{2}a_b + 5(t_{fc} + s) \quad (6.16)$$

dove:

- per una colonna laminata a caldo avente sezione ad I o ad H: $s = r_c$
- per una colonna saldata avente sezione ad I o ad H: $s = \sqrt{2}a_c$

dove:

a_c e r_c sono indicati nella figura 6.8 e a_b è indicato nella figura 6.6.

- (3) Si raccomanda che, in una connessione bullonata, la larghezza efficace $b_{eff,t,wc}$ dell'anima di una colonna soggetta a trazione sia preso uguale alla lunghezza efficace di un elemento T (T-sub) equivalente che rappresenta la flangia della colonna, vedere punto 6.2.6.4.
- (4) Si raccomanda che il fattore di riduzione ω che considera i possibili effetti del taglio nel pannello d'anima della colonna sia determinata dal prospetto 6.3, usando il valore di $b_{eff,t,wc}$ fornito nei punti 6.2.6.3(2) o 6.2.6.3(3) a seconda di quale sia più appropriato.
- (5) Per incrementare la resistenza a trazione di progetto dell'anima di una colonna si possono impiegare piastre d'anima supplementari o irrigidimenti.
- (6) Per incrementare la resistenza di progetto dell'anima di una colonna soggetta a trazione si possono impiegare irrigidimenti trasversali e/o appropriate disposizioni di irrigidimenti diagonali.

Nota Nei collegamenti saldati, gli irrigidimenti trasversali sono generalmente allineati con le corrispondenti flange della trave.

- (7) Si raccomanda che le saldature di collegamento degli irrigidimenti diagonali alla flangia della colonna siano del tipo a cordoni d'angolo interni con una linea di sigillatura che garantisce un'altezza di gola combinata pari allo spessore degli irrigidimenti.
- (8) Se l'anima non irrigidita di una colonna è rinforzata mediante l'aggiunta di piastre d'anima supplementari conformi alle disposizioni di cui al punto 6.2.6.1, la resistenza a trazione di progetto dipende dall'altezza di gola delle saldature longitudinali che connettono le piastre d'anima supplementari. Si raccomanda che lo spessore efficace dell'anima $t_{w,eff}$ sia considerato nel seguente modo:
- quando le saldature longitudinali sono del tipo di testa a completa penetrazione con uno spessore di gola $a \geq t_s$ si raccomanda che si assuma:
 - per una piastra d'anima supplementare: $t_{w,eff} = 1,5 t_{wc}$ (6.17)
 - per piastre d'anima supplementari su entrambi i lati: $t_{w,eff} = 2,0 t_{wc}$ (6.18)
 - quando le saldature longitudinali sono del tipo a cordoni d'angolo con un'altezza di gola, nel caso sia di una che di due piastre d'anima supplementari, si raccomanda che si assuma:
 - per grado di acciaio S 235, S 275 o S 355: $t_{w,eff} = 1,4 t_{wc}$ (6.19a)
 - per grado di acciaio S 420 o S 460: $t_{w,eff} = 1,3 t_{wc}$ (6.19b)
- (9) Nel calcolare il fattore di riduzione ω che tiene conto dei possibili effetti delle tensioni tangenziali, l'area resistente a taglio A_{vc} dell'anima di una colonna rinforzata attraverso piastre d'anima supplementari può essere incrementata solo di quella quantità consentita quando si determina la sua resistenza a taglio di progetto, vedere punto 6.2.6.1(6).

6.2.6.4 Flangia della colonna soggetta a flessione trasversale

6.2.6.4.1 Flangia non irrigidita della colonna, connessione bullonata

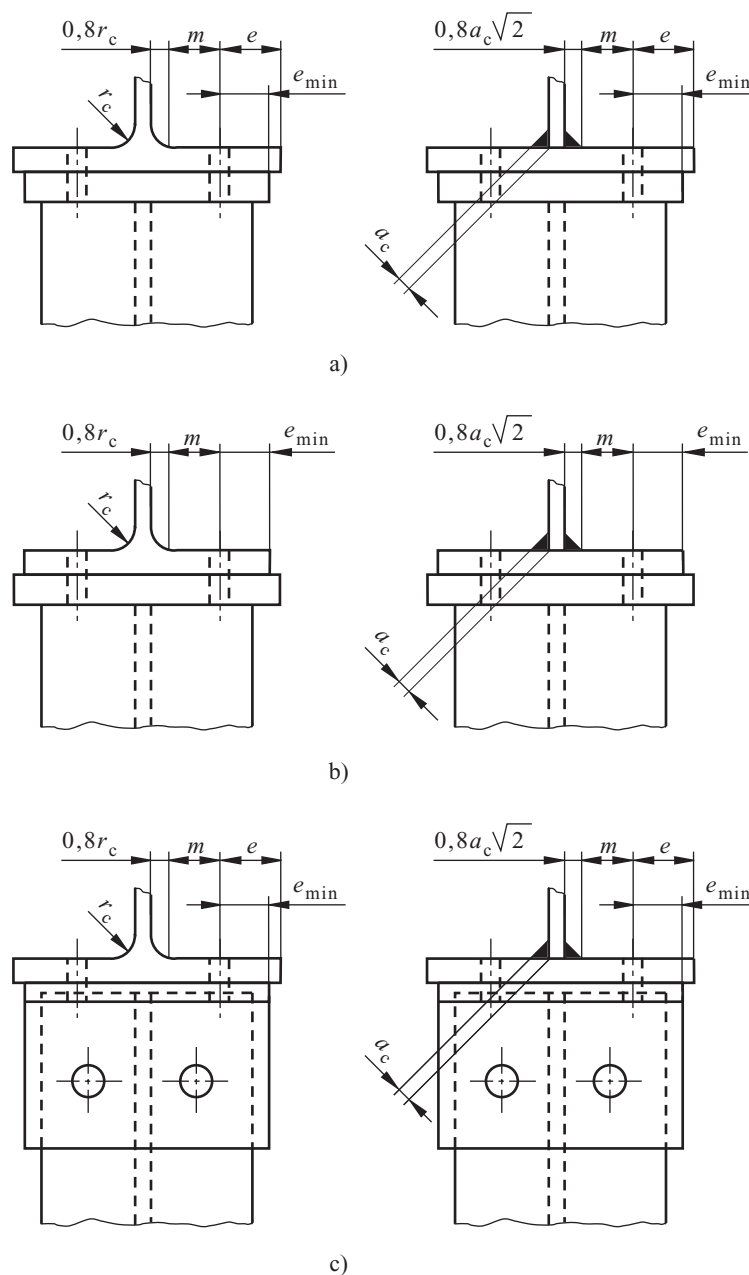
- (1) Si raccomanda che la resistenza di progetto e la modalità di collasso della flangia non irrigidita di una colonna soggetta a flessione trasversale, insieme con i bulloni associati soggetti a trazione, siano assunte come quella della flangia di un elemento T (T-stub) equivalente (vedere punto 6.2.4), in entrambi i seguenti casi:
- per ogni fila individuale di bulloni a cui è richiesto di resistere a trazione;
 - per ogni gruppo di file di bulloni a cui è richiesto di resistere a trazione.
- (2) Si raccomanda che le dimensioni e_{min} e m da impiegare nel punto 6.2.4 siano determinate come indicato nella figura 6.8.
- (3) Si raccomanda che la lunghezza efficace della flangia di un elemento T (T-stub) equivalente sia determinata per le file di bulloni individuali e per il gruppo di bulloni in conformità al punto 6.2.4.2 in base ai valori forniti per ciascuna fila di bulloni nel prospetto 6.4.

figura 6.8

Definizioni di e , e_{min} , r_c e m

Legenda

- a) Piastra di estremità saldata più piccola della flangia della colonna
- b) Piastra di estremità saldata più larga della flangia della colonna
- c) Angolari di flangia



prospetto 6.4

Lunghezze efficaci per una flangia non irrigidita di una colonna

Posizione della fila di bulloni	Fila di bulloni considerata individualmente		Fila di bulloni considerata come parte di un gruppo di file di bulloni	
	Meccanismi con percorso circolare $l_{eff,cp}$	Meccanismi con percorso non circolare $l_{eff,nc}$	Meccanismi con percorso circolare $l_{eff,cp}$	Meccanismi con percorso non circolare $l_{eff,nc}$
Fila di bulloni interna	$2\pi m$	$4m + 1,25e$	$2p$	p
Fila di bulloni di estremità	La più piccola fra: $2\pi m$ $\pi m + 2e_1$	La più piccola fra: $4m + 1,25e$ $2m + 0,625e + e_1$	La più piccola fra: $\pi m + p$ $2e_1 + p$	La più piccola fra: $2m + 0,625e + 0,5p$ $e_1 + 0,5p$
Modo 1:	$l_{eff,1} = l_{eff,nc}$ ma $l_{eff,1} \leq l_{eff,cp}$		$\Sigma l_{eff,1} = \Sigma l_{eff,nc}$ ma $\Sigma l_{eff,1} \leq \Sigma l_{eff,cp}$	
Modo 2:	$l_{eff,2} = l_{eff,nc}$		$\Sigma l_{eff,2} = \Sigma l_{eff,nc}$	
e_1 è la distanza tra il centro dei dispositivi di giunzione nella fila di estremità e l'irrigidimento adiacente della flangia della colonna misurata nella direzione dell'asse del profilo della colonna (vedere fila 1 e fila 2 nella figura 6.9).				

6.2.6.4.2

Flangia irrigidita della colonna, collegamento con piastra di estremità o con angolare di flangia bullonati

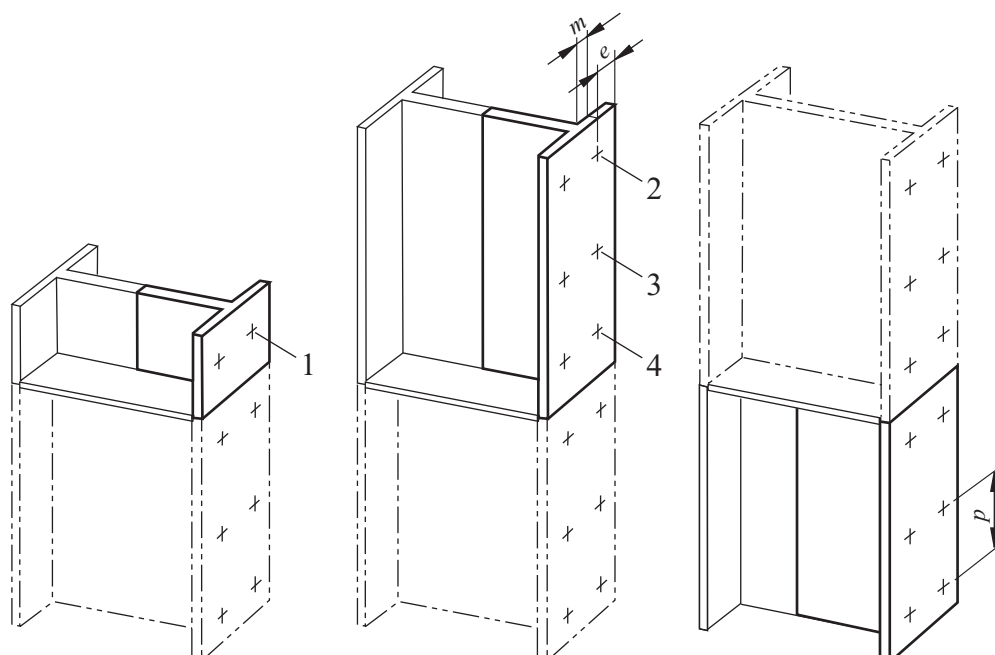
- (1) Per incrementare la resistenza di progetto della flangia inflessa della colonna si possono impiegare irrigidimenti trasversali e/o appropriate disposizioni di irrigidimenti diagonali.
- (2) Si raccomanda che la resistenza di progetto e la modalità di collasso della flangia irrigidita di una colonna soggetta a flessione trasversale, insieme con i bulloni associati soggetti a trazione, siano assunte simili a quelle della flangia di un elemento T (T-stub) equivalente (vedere punto 6.2.4), in entrambi i seguenti casi:
 - per ogni fila individuale di bulloni a cui è richiesto di resistere a trazione;
 - per ogni gruppo di file di bulloni a cui è richiesto di resistere a trazione.
- (3) Si raccomanda che i gruppi delle file di bulloni su ciascun lato dell'irrigidimento siano modellati come flange di un elemento T (T-stub) equivalenti separati, vedere figura 6.9. Si raccomanda che la resistenza di progetto e la modalità di collasso siano determinati separatamente per ciascun elemento T (T-stub) equivalente.

figura 6.9

Modellazione della flangia irrigidita di una colonna come elemento T (T-stub) separati

Legenda

- 1 Fila di bulloni di estremità adiacente all'irrigidimento
- 2 Fila di bulloni di estremità
- 3 Fila di bulloni interna
- 4 Fila di bulloni adiacente all'irrigidimento



- (4) Si raccomanda che le dimensioni e_{\min} e m da impiegare nel punto 6.2.4 siano determinate come indicato nella figura 6.8.
- (5) Si raccomanda che le lunghezze efficaci della flangia di un elemento T (T-stub) equivalente l_{eff} siano determinate in conformità al punto 6.2.4.2 impiegando i valori forniti nel prospetto 6.5 per ciascuna fila di bulloni. Si raccomanda che il valore di α da impiegare nel prospetto 6.5 sia ottenuto come specificato nella figura 6.11.
- (6) Si raccomanda che gli irrigidimenti soddisfino i requisiti specificati nel punto 6.2.6.1.

prospetto 6.5

Lunghezze efficaci per la flangia irrigidita di una colonna

Posizione della fila di bulloni	Fila di bulloni considerata individualmente		Fila di bulloni considerata come parte di un gruppo di file di bulloni	
	Meccanismi con percorso circolare $l_{\text{eff,cp}}$	Meccanismi con percorso non circolare $l_{\text{eff,nc}}$	Meccanismi con percorso circolare $l_{\text{eff,cp}}$	Meccanismi con percorso non circolare $l_{\text{eff,nc}}$
Fila di bulloni adiacente all'irrigidimento	$2\pi m$	αm	$\pi m + p$	$0,5p + \alpha m$ $-(2m + 0,625e)$
Altre file di bulloni interne	$2\pi m$	$4m + 1,25e$	$2p$	p
Altre file di bulloni di estremità	La più piccola fra: $2\pi m$ $\pi m + 2e_1$	La più piccola fra: $4m + 1,25e$ $2m + 0,625e + e_1$	La più piccola fra: $\pi m + p$ $2e_1 + p$	La più piccola fra: $2m + 0,625e + 0,5p$ $e_1 + 0,5p$
Fila di bulloni di estremità adiacente all'irrigidimento	La più piccola fra: $2\pi m$ $\pi m + 2e_1$	$e_1 + \alpha m$ $(2m + 0,625e)$	non pertinente	non pertinente
Per Modo 1:	$l_{\text{eff},1} = l_{\text{eff,nc}}$ ma $l_{\text{eff},1} \leq l_{\text{eff,cp}}$		$\Sigma l_{\text{eff},1} = \Sigma l_{\text{eff,nc}}$ ma $\Sigma l_{\text{eff},1} \leq \Sigma l_{\text{eff,cp}}$	
Per Modo 2:	$l_{\text{eff},2} = l_{\text{eff,nc}}$		$\Sigma l_{\text{eff},2} = \Sigma l_{\text{eff,nc}}$	
Si raccomanda che il parametro α sia determinato dalla figura 6.11.				
e_1 è la distanza tra il centro dei dispositivi di giunzione nella fila di estremità e l'irrigidimento adiacente della flangia della colonna misurata nella direzione dell'asse del profilo della colonna (vedere fila 1 e fila 4 nella figura 6.9).				

6.2.6.4.3

Flangia non irrigidita di una colonna, connessione saldata

- (1) Si raccomanda che in un collegamento saldato, la resistenza di progetto $F_{fc,Rd}$ della flangia non irrigidita di una colonna, inflessa per effetto degli sforzi di trazione o di compressione derivanti dalla flangia della trave, sia determinata impiegando la seguente relazione:

$$F_{fc,Rd} = b_{eff,b,fc} t_{fb} f_{y,fb} / \gamma_{M0} \quad (6.20)$$

dove:

$b_{eff,b,fc}$ è la larghezza efficace b_{eff} definita nel punto 4.10 dove la flangia della trave è considerata come una piastra.

Nota Vedere anche i requisiti specificati nel punto 4.10.

6.2.6.5

Piastra di estremità inflessa

- (1) Si raccomanda che la resistenza di progetto e la modalità di collasso di una piastra di estremità inflessa, insieme con i bulloni associati soggetti a trazione, sia assunta come quella della flangia di un elemento T (T-stub) equivalente (vedere punto 6.2.4) in entrambi i seguenti casi:
- per ogni fila individuale di bulloni a cui è richiesto di resistere a trazione;
 - per ogni gruppo di file di bulloni a cui è richiesto di resistere a trazione.
- (2) Si raccomanda che i gruppi di file di bulloni su ciascun lato di un qualsiasi irrigidimento connesso alla piastra di estremità siano considerati come elemento T (T-stub) equivalenti separati. Nelle piastre di estremità estese oltre la flangia, si raccomanda che la fila di bulloni nella parte estesa sia anch'essa trattata come elemento T (T-stub) equivalente separato (vedere figura 6.10). Si raccomanda che la resistenza di progetto e la modalità di collasso siano determinate separatamente per ogni elemento T (T-stub) equivalente.
- (3) Si raccomanda che la dimensione e_{min} richiesta per l'uso di cui al punto 6.2.4 sia ottenuta dalla figura 6.8 per quella parte della piastra di estremità posizionata fra le flange della trave. Si raccomanda poi che l'estensione della piastra di estremità e_{min} sia assunta pari a e_x (vedere figura 6.10).
- (4) Si raccomanda che la lunghezza efficace della flangia di un elemento T (T-stub) equivalente l_{eff} sia determinata in conformità al punto 6.2.4.2 impiegando i valori forniti nel prospetto 6.6 per ciascuna fila di bulloni.
- (5) Si raccomanda che i valori di m e m_x da impiegare nel prospetto 6.6 siano determinati come indicato nella figura 6.10.

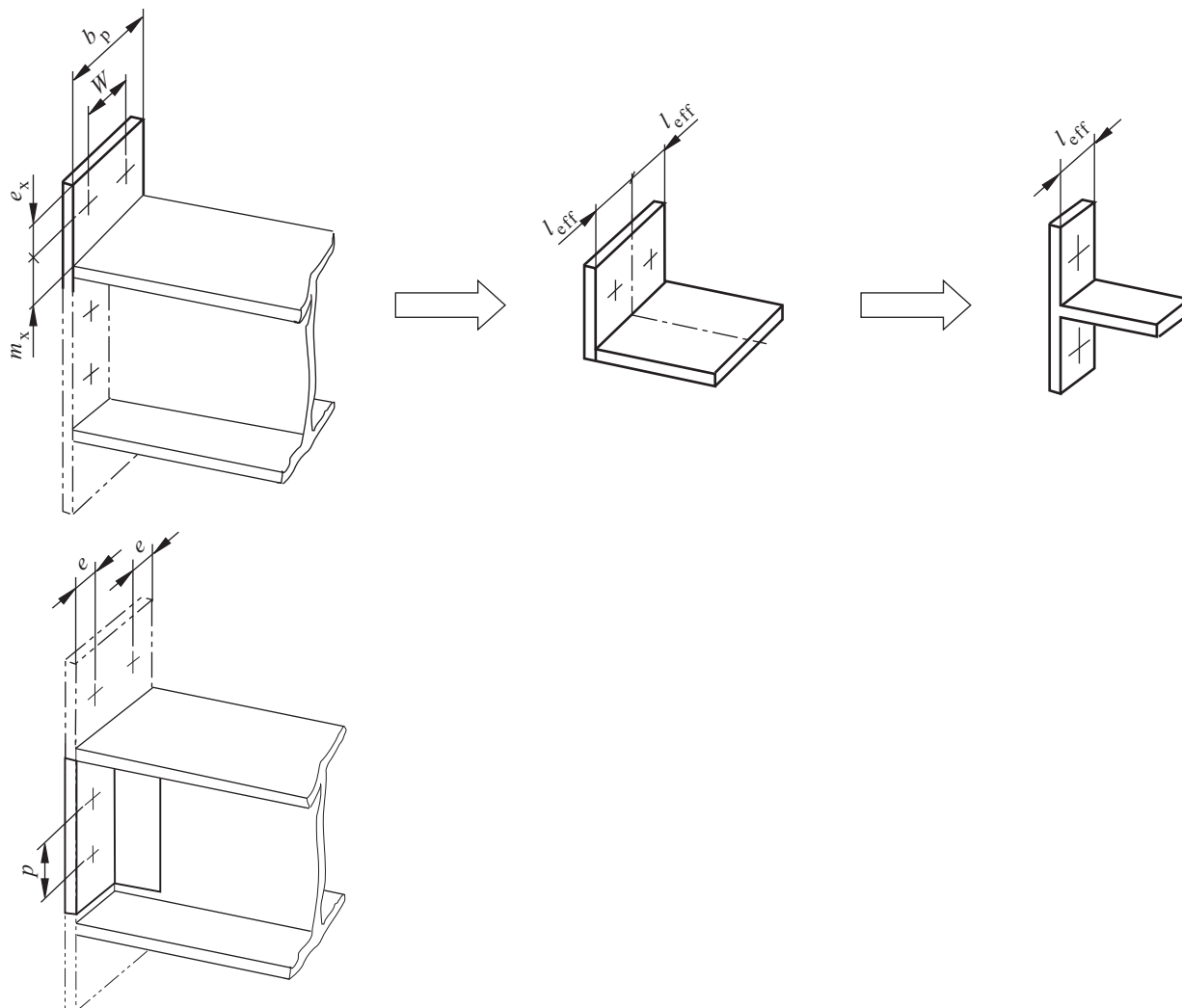
figura 6.10

Modellazione di una piastra di estremità estesa attraverso elementi T (T-stub) separati

Legenda

L'estensione della piastra di estremità e della porzione di piastra compresa tra le flange della trave sono modellate attraverso due flange di elemento T (T-stub) equivalenti separate.

Per la determinazione della resistenza di progetto della flangia di un elemento T (T-stub) equivalente per la parte della piastra di estremità in estensione, è necessario impiegare e_x e m_x al posto di e ed m .



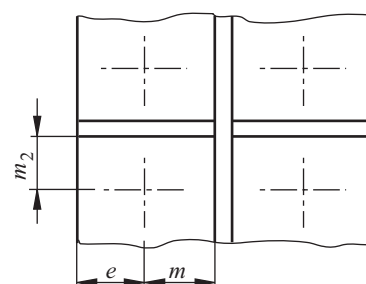
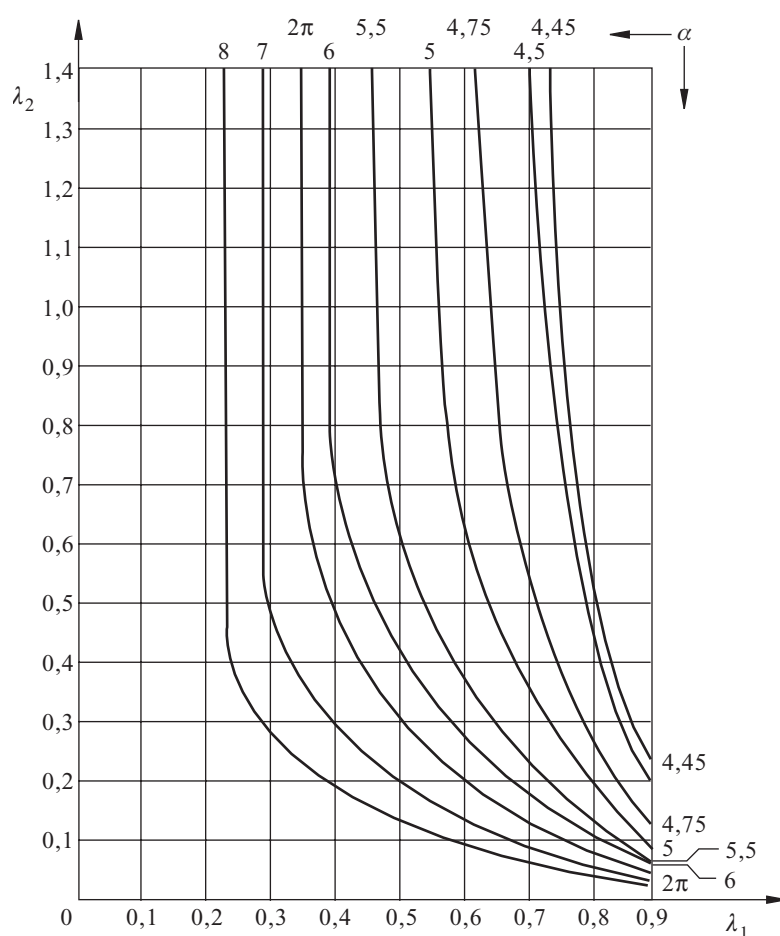
prospetto 6.6

Lunghezze efficaci per una piastra di estremità

Posizione della fila di bulloni	Fila di bulloni considerata individualmente		Fila di bulloni considerata come parte di un gruppo di file di bulloni	
	Meccanismi con percorso circolare $l_{eff,cp}$	Meccanismi con percorso non circolare $l_{eff,nc}$	Meccanismi con percorso circolare $l_{eff,cp}$	Meccanismi con percorso non circolare $l_{eff,nc}$
Fila di bulloni esterna alla flangia tesa della trave	La più piccola fra: $2\pi m_x$ $\pi m_x + w$ $\pi m_x + 2e$	La più piccola fra: $4m_x + 1,25e_x$ $e + 2m_x + 0,625e_x$ $0,5b_p$ $0,5w + 2m_x + 0,625e_x$	-	-
Prima fila di bulloni al di sotto della flangia tesa della trave	$2\pi m$	αm	$\pi m + p$	$0,5p + \alpha m$ $- (2m + 0,625e)$
Altre file di bulloni interne	$2\pi m$	$4m + 1,25e$	$2p$	p
Altre file di bulloni di estremità	$2\pi m$	$4m + 1,25e$	$\pi m + p$	$2m + 0,625e + 0,5p$
Modo 1:	$l_{eff,1} = l_{eff,nc}$ ma $l_{eff,1} \leq l_{eff,cp}$		$\Sigma l_{eff,1} = \Sigma l_{eff,nc}$ ma $\Sigma l_{eff,1} \leq \Sigma l_{eff,cp}$	
Modo 2:	$l_{eff,2} = l_{eff,nc}$		$\Sigma l_{eff,2} = \Sigma l_{eff,nc}$	
Si raccomanda che il parametro α sia determinato dalla figura 6.11.				

figura 6.11

Valori di α per flange irrigidite di colonne e piastre di estremità



$$\lambda_1 = \frac{m}{m + e}$$

$$\lambda_2 = \frac{m_2}{m + e}$$

6.2.6.6

Angolari di flangia soggetti a flessione

- (1) Si raccomanda che la resistenza di progetto e la modalità di collasso di angolari di flangia (squadrette) bullonati sollecitati a flessione, insieme con i bulloni associati soggetti a trazione, siano assunte simili alla flangia di un elemento T (T-stub) equivalente (vedere punto 6.2.4).
- (2) Si raccomanda che la lunghezza efficace l_{eff} della flangia di un elemento T (T-stub) equivalente sia assunta pari a $0,5b_a$ dove b_a è la lunghezza della squadretta, vedere figura 6.12.
- (3) Si raccomanda che le dimensioni e_{min} e m da impiegarsi nel punto 6.2.4 siano come indicato nella figura 6.13.

figura 6.12

Lunghezza efficace l_{eff} della flangia di un angolare di flangia

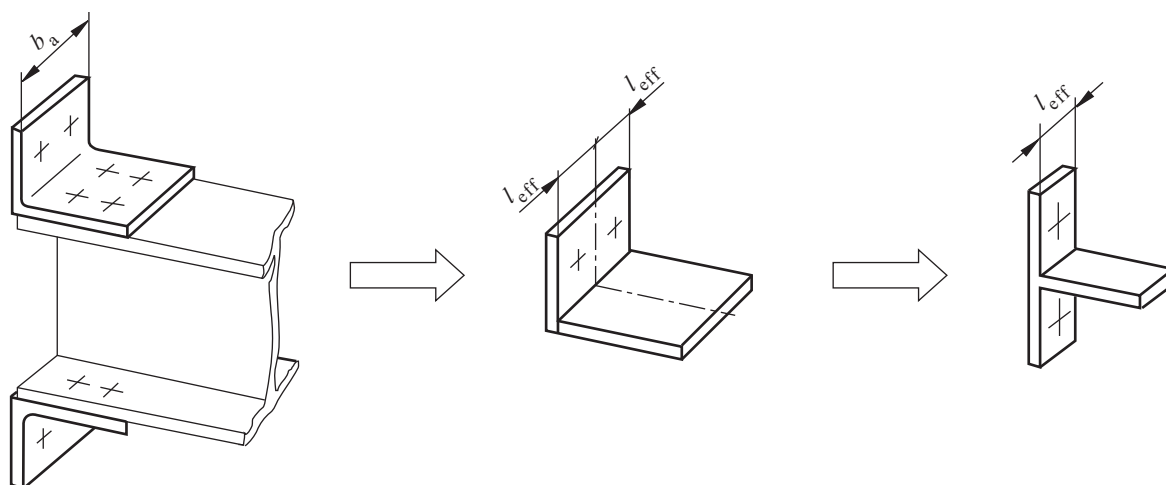


figura 6.13

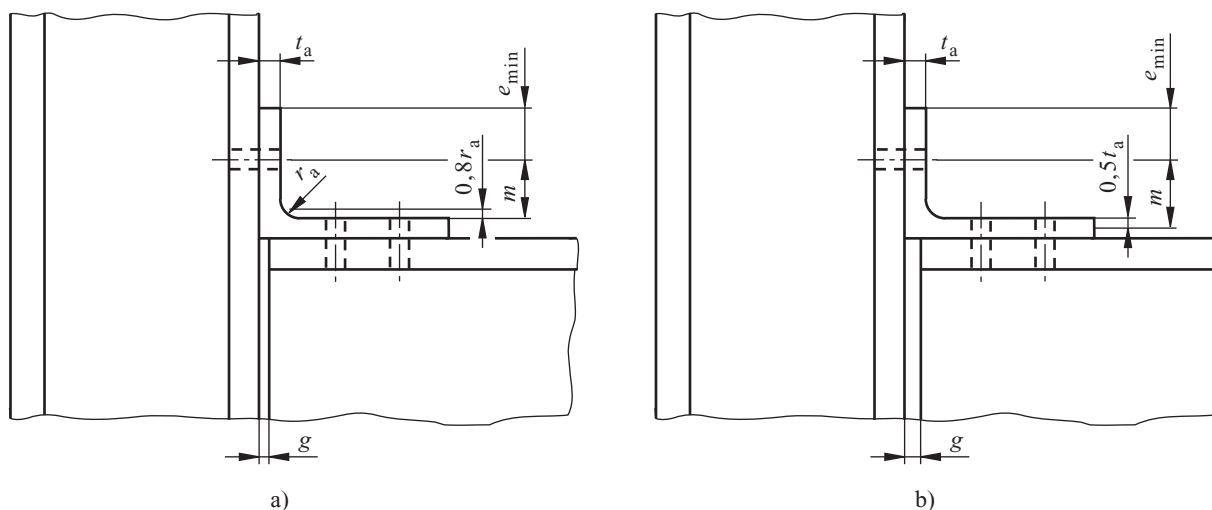
Dimensioni e_{min} e m per una squadretta bullonata

Legenda

- a) Distanza (gap) $g \leq 0,4 t_a$
- b) Distanza (gap) $g > 0,4 t_a$

Note:

- il numero di file di bulloni che connettono la squadretta alla flangia della colonna è limitato a uno;
- il numero di file di bulloni che connettono la squadretta alla flangia della trave non ha limitazioni;
- la lunghezza b_a della squadretta può essere differente dalla larghezza della flangia della trave e da quella della flangia della colonna.



6.2.6.7

Flangia ed anima della trave soggette a compressione

- (1) La risultante della resistenza a compressione di progetto della flangia di una trave e della adiacente zona compressa dell'anima della trave si può assumere che agisca in corrispondenza del livello del centro di compressione (vedere punto 6.2.7). La resistenza a compressione di progetto combinata dell'anima e della flangia della trave è fornita dalla seguente espressione:

$$F_{c,fb,Rd} = M_{c,Rd}/(h - t_{fb}) \quad (6.21)$$

dove:

h è l'altezza della trave collegata;

$M_{c,Rd}$ è il momento resistente di progetto della sezione trasversale della trave, ridotta se necessario per tener conto degli effetti del taglio, vedere EN 1993-1-1. Per una trave dotata di mensola di sostegno all'estremità, $M_{c,Rd}$ può essere calcolato trascurando la flangia intermedia;

t_{fb} è lo spessore della flangia della trave collegata.

Se l'altezza della trave, compresa la mensola di sostegno all'estremità, supera i 600 mm, si raccomanda che il contributo dell'anima della trave alla resistenza a compressione di progetto sia limitato al 20%.

- (2) Se una trave è rinforzata con mensole di sostegno all'estremità, si raccomanda che queste siano disposte in maniera tale che:
- il tipo di acciaio della mensola corrisponda a quello della membratura;
 - la larghezza della flangia e lo spessore dell'anima della mensola risultino non inferiore a quelli della membratura;
 - l'angolo tra la flangia della mensola e la flangia della membratura non sia maggiore di 45°;
 - la lunghezza del supporto rigido s_s sia assunta pari allo spessore della flangia della mensola parallela alla trave.
- (3) Se una trave è rinforzata con mensole di sostegno, si raccomanda che la resistenza di progetto dell'anima della trave sollecitata a compressione si determini secondo il punto 6.2.6.2.

6.2.6.8

Anima della trave soggetta a trazione

- (1) Si raccomanda che in una connessione con piastra di estremità bullonata, la resistenza a trazione di progetto dell'anima della trave sia ottenuta dalla seguente relazione:

$$F_{t,wb,Rd} = b_{eff,t,wb} t_{wb} f_{y,wb} / \gamma_{M0} \quad (6.22)$$

- (2) Si raccomanda che la larghezza efficace $b_{eff,t,wb}$ dell'anima della trave soggetta a trazione sia assunta pari alla lunghezza efficace dell'elemento T (T-stub) equivalente con il quale si schematizza la piastra di estremità inflessa, ottenuta dal punto 6.2.6.5 per una fila di bulloni individuali o per un gruppo di bulloni.

6.2.6.9

Calcestruzzo compresso, compresa la malta di allettamento

- (1) Si raccomanda che la resistenza di progetto per azioni di contatto del collegamento tra la piastra di fondazione e la base in calcestruzzo sia determinata portando in conto le proprietà del materiale e le dimensioni sia dello strato di malta che del calcestruzzo di supporto. Si raccomanda che la parte in calcestruzzo sia dimensionata secondo la EN 1992.
- (2) Si raccomanda che la resistenza di progetto del calcestruzzo compresso, compresa la malta, insieme con la associata piastra inflessa di base, $F_{c,pl,Rd}$, sia assunta simile a quella di un elemento T (T-stub) equivalente (vedere punto 6.2.5).

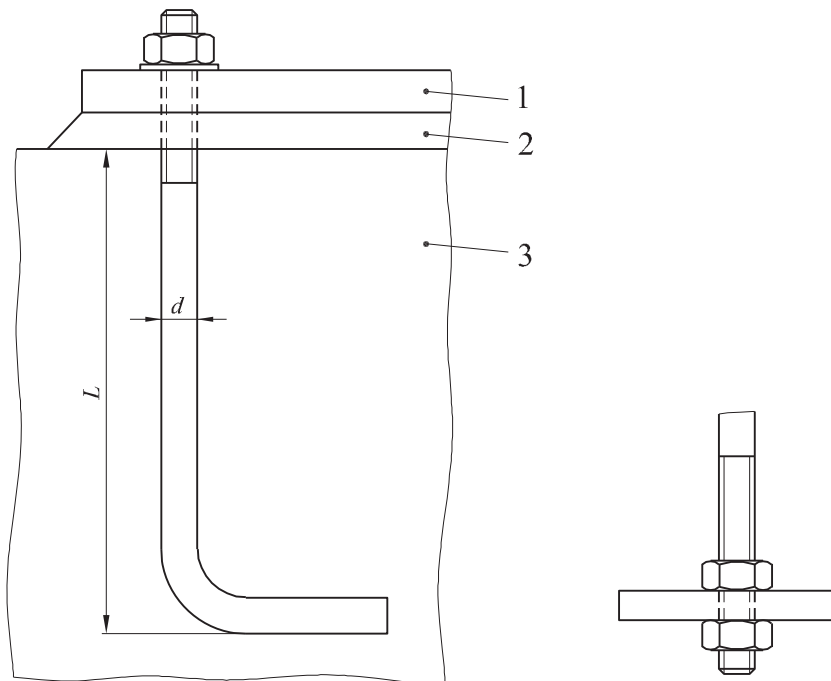
- 6.2.6.10 Piastra di base soggetta a flessione per effetto della compressione
- (1) Si raccomanda che la resistenza di progetto della piastra di base soggetta a flessione per effetto della compressione, insieme con la soletta di calcestruzzo su cui è posizionata la base della colonna $F_{c,pl,Rd}$, sia assunta simile a quella di un elemento T (T-stub) equivalente (vedere punto 6.2.5).
- 6.2.6.11 Piastra di base soggetta a flessione per effetto della trazione
- (1) La resistenza di progetto, e la modalità di collasso di una piastra di base soggetta a flessione per effetto della trazione, insieme con i tirafondi associati soggetti a trazione $F_{t,pl,Rd}$ possono essere determinati impiegando le regole fornite nel punto 6.2.6.5.
 - (2) Si raccomanda che nelle piastre di base, le forze di contatto, qualora queste si possano sviluppare, non siano portate in conto nella determinazione dello spessore della piastra di base. Si raccomanda di non portare in conto le forze di contatto nella determinazione dei tirafondi.
- 6.2.6.12 Tirafondi soggetti a trazione
- (1) Si raccomanda che i tirafondi siano progettati per resistere agli effetti dei carichi di progetto. Si raccomanda che essi siano inoltre in grado di garantire le resistenze di progetto a trazione causate dalle forze di sollevamento e dai momenti flettenti, se del caso.
 - (2) Quando si calcolano le forze di trazione nei tirafondi causate dall'azione del momento flettente, si raccomanda che il braccio della coppia non sia assunto maggiore della distanza tra il baricentro dell'area di contatto sul lato compresso ed il baricentro del gruppo di bulloni sul lato teso.
- Nota Le tolleranze sulle posizioni dei tirafondi possono avere una certa influenza.
- (3) Si raccomanda che la resistenza di progetto dei tirafondi sia assunta come la più piccola fra la resistenza a trazione di progetto degli stessi ancoraggi (vedere punto 3.6), e la resistenza all'aderenza di progetto all'interfaccia calcestruzzo-tirafondi secondo la EN 1992-1-1.
 - (4) Per bloccare i tirafondi alla fondazione, si raccomanda di impiegare uno dei seguenti metodi:
 - un uncino [figura 6.14 a)];
 - una piastra forata di bloccaggio [figura 6.14 b)];
 - altri appropriati elementi di distribuzione del carico annegati nel calcestruzzo;
 - altri dispositivi di fissaggio che siano stati adeguatamente sottoposti a prova ed approvati.
 - (5) Se i tirafondi sono muniti di uncino, si raccomanda che la lunghezza di ancoraggio sia tale da prevenire lo sfilamento prima della plasticizzazione del bullone. Si raccomanda inoltre che la lunghezza di ancoraggio sia computata in conformità alla EN 1992-1-1. Si raccomanda che tale tipo di ancoraggio non sia impiegato per bulloni con tensione di snervamento f_{yb} maggiore di 300 N/mm².
 - (6) Si raccomanda che il contributo di resistenza per aderenza sia trascurato quando i bulloni di ancoraggio sono muniti di piastra forata di bloccaggio o con altri elementi di distribuzione del carico. Si raccomanda che l'intera forza sia trasferita attraverso il dispositivo di distribuzione del carico.

figura 6.14

Fissaggio dei tirafondi

Legenda

- a) Uncino
- b) Piastra forata di bloccaggio
- 1 Piastra di base
- 2 Malta di allettamento
- 3 Fondazione in calcestruzzo



6.2.7

Momento resistente di progetto di collegamenti trave-colonna e giunti di continuità

6.2.7.1

Generalità

- (1) Si raccomanda che il momento di progetto applicato $M_{j,Ed}$ soddisfi la seguente relazione:

$$\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} \leq 1,0 \quad (6.23)$$

- (2) I metodi forniti nel punto 6.2.7 per determinare il momento resistente di progetto di un collegamento $M_{j,Rd}$ non prendono in considerazione nessun coesistente sforzo assiale N_{Ed} nella membratura collegata. Si raccomanda che tali metodi non siano utilizzati se lo sforzo assiale nella membratura collegata è maggiore del 5% della resistenza plastica di progetto $N_{pl,Rd}$ della sua sezione trasversale.
- (3) Se lo sforzo assiale N_{Ed} nella trave collegata è maggiore del 5% della resistenza di progetto, $N_{pl,Rd}$, si può impiegare il seguente metodo conservativo:

$$\frac{M_{j,Ed}}{M_{j,Rd}} + \frac{N_{j,Ed}}{N_{j,Rd}} \leq 1,0 \quad (6.24)$$

dove:

$M_{j,Rd}$ è il momento resistente di progetto del collegamento, in assenza di sforzo assiale;

$N_{j,Rd}$ è la resistenza di progetto a sforzo normale del collegamento, in assenza di momenti flettenti applicati.

- (4) Si raccomanda che il momento resistente di progetto di un collegamento saldato sia determinato come indicato nella figura 6.15 a).
- (5) Si raccomanda che il momento resistente di progetto di un collegamento bullonato con piastra di estremità a filo di flangia (non estesa) che ha solo una fila di bulloni soggetti a trazione [o in cui viene considerata solo una fila di bulloni, vedere punto 6.2.3(6)], sia determinato come rappresentato nella figura 6.15 c).
- (6) Si raccomanda che il momento resistente di progetto di un collegamento bullonato con angolari di flangia sia determinato come specificato nella figura 6.15 b).
- (7) Si raccomanda che il momento resistente di progetto di un collegamento con piastra di estremità bullonata con più di una fila di bulloni soggetti a trazione sia generalmente determinato come specificato nel punto 6.2.7.2.
- (8) Il momento resistente di progetto di un collegamento con piastra di estremità estesa con due sole file di bulloni soggetti a trazione può essere calcolato, come semplificazione conservativa, in maniera approssimata come indicato nella figura 6.16, a condizione che la resistenza di progetto totale F_{Rd} non sia maggiore di $3,8F_{t,Rd}$, dove $F_{t,Rd}$ è fornita nel prospetto 6.2. In tal caso l'intera regione tesa della piastra di estremità può essere trattata come singola componente di base. Per la determinazione della forza agente nella fila di bulloni $F_{1,Rd}$, questa parte della piastra di estremità può essere schematizzata come elemento T (T-stub) equivalente a condizione che le due file di bulloni siano approssimativamente equidistanti da ciascun lato della flangia della trave. Il valore di $F_{2,Rd}$ può essere allora assunto uguale a $F_{1,Rd}$, e così F_{Rd} può essere assunto pari a $2F_{1,Rd}$.
- (9) Si raccomanda che il centro di compressione sia preso come il centro della distribuzione uniforme di tensioni relative alla forza di compressione (stress block). Per semplicità, il centro di compressione può essere assunto come indicato nella figura 6.15.
- (10) Si raccomanda che un giunto di continuità in una membratura o in un elemento soggetto a trazione sia progettato per trasmettere tutti i momenti e le forze a cui la membratura o l'elemento è sottoposto in corrispondenza di quel punto.
- (11) Si raccomanda che i giunti di continuità siano progettati per mantenere le membrature collegate in posizione. In un giunto di continuità per contatto, per mantenere le membrature connesse in posizione, non si può fare affidamento alle forze di attrito fra superfici di contatto.
- (12) Laddove possibile, si raccomanda che le membrature siano disposte in modo che gli assi baricentrici di qualsiasi componente del giunto di continuità coincidano con l'asse baricentrico della membratura. Se si è in presenza di eccentricità, si raccomanda di prendere in considerazione le forze che ne conseguono.

figura 6.15

Centro di compressione, braccio della coppia z e distribuzioni delle forze per la determinazione del momento resistente di progetto $M_{j,Rd}$

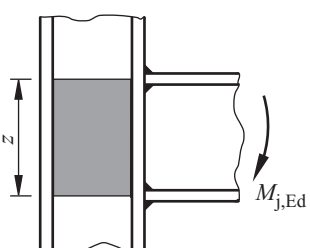
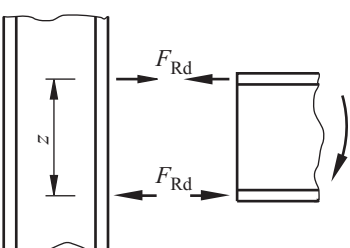
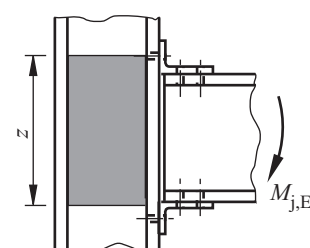
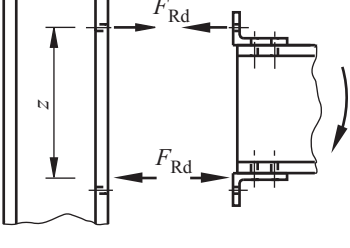
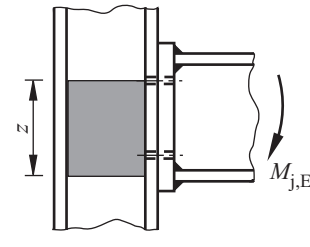
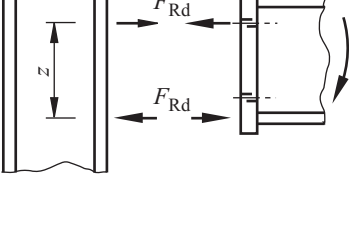
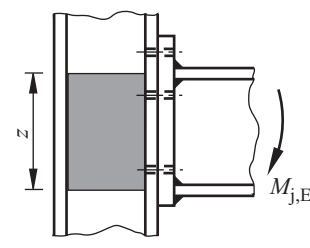
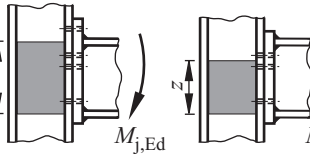
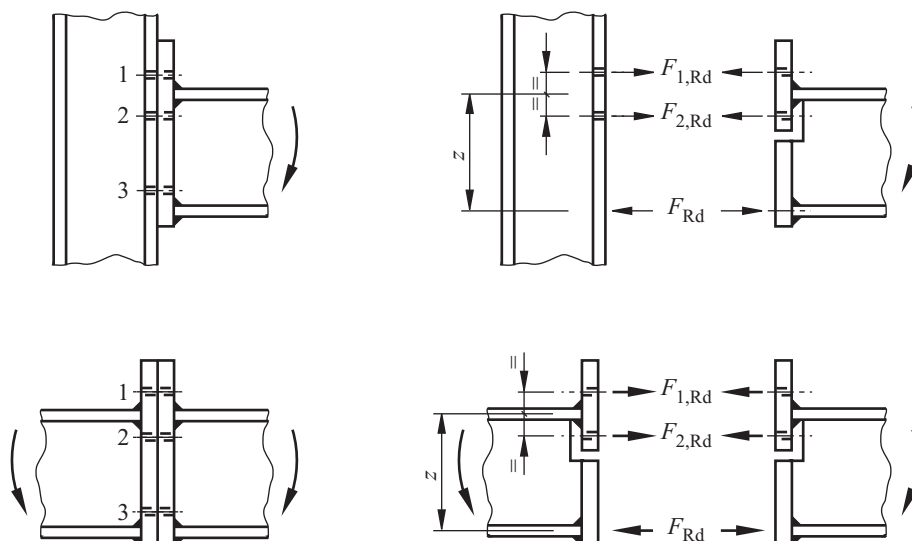
Tipologia di connessione	Centro di compressione	Braccio della coppia	Distribuzioni delle forze
<p>a) Connessione saldata</p> 	In linea con lo spessore medio della flangia compressa	$z = h - t_{fb}$ h è l'altezza della trave collegata t_{fb} è lo spessore della flangia della trave	
<p>b) Connessione bullonata con angolare di flangia</p> 	Sulla linea di asse dello spessore del lato della squadretta sulla flangia compressa	Distanza tra il centro di compressione e la fila di bulloni in trazione	
<p>c) Connessione bullonata con piastra di estremità con una sola fila di bulloni attiva a trazione</p> 	In linea con lo spessore medio della flangia compressa	Distanza tra il centro di compressione e la fila di bulloni in trazione	
<p>d) Connessione bullonata con piastra di estremità estesa con due sole file di bulloni attive a trazione</p> 	In linea con lo spessore medio della flangia compressa	z può essere conservativamente assunto pari alla distanza tra il centro di compressione e la mediana di queste due file di bulloni	
<p>e) Altre connessioni bullonate con piastra di estremità con due o più file di bulloni soggetti a trazione</p> 	In linea con lo spessore medio della flangia compressa	Un valore approssimato può essere ottenuto prendendo la distanza dal centro di compressione alla mediana delle due file di bulloni tese più lontane	Un valore più preciso può essere determinato prendendo il braccio della coppia z uguale a z_{eq} ottenuto impiegando il metodo specificato nel punto 6.3.3.1.

figura 6.16

Modelli semplificati per collegamenti bullonati con piastre di estremità estese



- (13) Quando non viene eseguita la preparazione delle membrature per un completo contatto, si raccomanda che il collegamento sia in grado di trasmettere i momenti e le forze interne nella membratura in corrispondenza della sezione giuntata, compresi i momenti causati dall'eccentricità esistente, dalle imperfezioni iniziali e dalle deformazioni del secondo ordine. Si raccomanda che i momenti e le forze interne non risultino rispettivamente inferiori al 25% della resistenza a flessione della sezione più debole rispetto ad entrambi gli assi ed una forza di taglio pari al 2,5% della resistenza a sforzo normale della sezione più debole secondo entrambe le direzioni.
- (14) Quando viene eseguita la preparazione delle membrature per un completo contatto, si raccomanda che gli elementi del giunto siano in grado di trasmettere almeno il 25% della massima forza di compressione nella colonna.
- (15) Si raccomanda che l'allineamento delle estremità contigue delle membrature soggette a compressione sia garantito da piastre coprigiunto o altri mezzi. Si raccomanda che le componenti del collegamento ed i suoi dispositivi di giunzione siano proporzionati per sopportare le forze in corrispondenza delle estremità contigue, che agiscono in una qualsiasi direzione perpendicolare all'asse della membratura. Si raccomanda che nel progetto dei collegamenti siano considerati gli effetti del secondo ordine.
- (16) Si raccomanda che i giunti di continuità nelle membrature soggette a flessione soddisfino le seguenti condizioni:
 - a) le flange compresse siano trattate come membrature compresse;
 - b) le flange tese siano trattate come membrature tese;
 - c) le parti sollecitate a taglio siano progettate per trasmettere le seguenti azioni combinate:
 - la forza di taglio nel giunto;
 - il momento risultante dall'eccentricità, se presente, dei baricentri dei gruppi dei dispositivi di giunzione su ciascun lato del collegamento;
 - l'aliquota di momento, deformazione o rotazione sopportati dall'anima o da una sua parte, senza tener conto di nessuna diffusione di tensioni nelle parti adiacenti assunta nel dimensionamento della membratura o dell'elemento.

6.2.7.2

Connessioni trave-colonna con piastre di estremità bullonate

- (1) Il momento resistente di progetto $M_{j,Rd}$ di connessioni trave-colonna con una piastra di estremità bullonata può essere determinato dalla seguente relazione:

$$M_{j,Rd} = \sum_r h_r F_{tr,Rd} \quad (6.25)$$

dove:

$F_{tr,Rd}$ è la resistenza a trazione di progetto efficace della fila di bulloni r ;

h_r è la distanza dalla fila di bulloni r al centro di compressione;

r è il numero di file di bulloni.

Nota In una connessione bullonata con più di una fila di bulloni sollecitata a trazione, le file di bulloni sono numerate ad iniziare da quella più lontana dal centro di compressione.

- (2) Si raccomanda che per collegamenti bullonati con piastre di estremità, si assuma che il centro di compressione sia allineato con il centro di compressione della flangia compressa della membratura collegata.
- (3) Si raccomanda che la resistenza a trazione di progetto efficace $F_{tr,Rd}$ per ciascuna fila di bulloni sia determinata secondo una sequenza, partendo dalla fila di bulloni 1, che è quella più lontana dal centro di compressione, procedendo verso la fila di bulloni 2, ecc.
- (4) Quando si determina la resistenza a trazione di progetto efficace $F_{tr,Rd}$ per la fila di bulloni r , si raccomanda di ignorare la resistenza a trazione di progetto efficace di tutte le altre file di bulloni più vicine al centro di compressione.
- (5) Si raccomanda che la resistenza a trazione di progetto efficace $F_{tr,Rd}$ di una fila di bulloni r sia assunta come la resistenza a trazione di progetto $F_{r,Rd}$ di una fila di bulloni individuale determinata in conformità al punto 6.2.7.2(6), ridotta, qualora necessario, per soddisfare le condizioni specificate nei punti 6.2.7.2(7), (8) e (9).
- (6) Si raccomanda che la resistenza a trazione di progetto efficace $F_{tr,Rd}$ di una fila di bulloni r , considerata come fila di bulloni individuale, sia assunta come la minore delle resistenze a trazione di progetto di una fila individuale di bulloni delle seguenti componenti di base:
- anima della colonna sollecitata a trazione $F_{t,wc,Rd}$ - vedere punto 6.2.6.3;
 - flangia della colonna sollecitata a flessione $F_{t,fc,Rd}$ - vedere punto 6.2.6.4;
 - piastra di estremità sollecitata a flessione $F_{t,ep,Rd}$ - vedere punto 6.2.6.5;
 - anima della trave sollecitata a trazione $F_{t,wb,Rd}$ - vedere punto 6.2.6.8.
- (7) Si raccomanda che la resistenza a trazione di progetto efficace $F_{tr,Rd}$ di una fila di bulloni r , qualora necessario, sia ridotta rispetto al valore di $F_{t,Rd}$ per garantire che, quando si portano in conto tutte le file di bulloni fino alla fila di bulloni r ed inclusa la fila di bulloni r , vengano soddisfatte le seguenti condizioni:
- la resistenza totale di progetto $\Sigma F_{t,Rd} \leq V_{wp,Rd}/\beta$ - con β ricavato in base al punto 5.3(7) - vedere punto 6.2.6.1;
 - la resistenza totale di progetto $\Sigma F_{t,Rd}$ non eccede la più piccola fra:
 - la resistenza di progetto dell'anima della colonna in compressione $F_{c,wc,Rd}$ - vedere punto 6.2.6.2,
 - la resistenza di progetto dell'anima e della flangia della trave in compressione $F_{c,fb,Rd}$ - vedere punto 6.2.6.7.
- (8) Si raccomanda che la resistenza a trazione di progetto efficace $F_{tr,Rd}$ di una fila di bulloni r , qualora necessario, sia ridotta rispetto al valore di $F_{t,Rd}$, per garantire che la somma delle resistenze di progetto prese per le file di bulloni fino alla fila di bulloni r ed inclusa la fila di bulloni r , che fanno parte dello stesso gruppo di file di bulloni, non ecceda la resistenza di progetto dell'intero gruppo. Si raccomanda che tale condizione sia verificata per le seguenti componenti di base:
- anima della colonna sollecitata a trazione $F_{t,wc,Rd}$ - vedere punto 6.2.6.3;
 - flangia della colonna sollecitata a flessione $F_{t,fc,Rd}$ - vedere punto 6.2.6.4;

- piastra di estremità sollecitata a flessione $F_{t,ep,Rd}$ - vedere punto 6.2.6.5;
 - anima della trave sollecitata a trazione $F_{t,wb,Rd}$ - vedere punto 6.2.6.8.
- (9) Se la resistenza a trazione di progetto efficace $F_{tx,Rd}$ di una delle precedenti file di bulloni x è maggiore di $1,9 F_{t,Rd}$, si raccomanda di ridurre la resistenza a trazione efficace di progetto $F_{tr,Rd}$ per la fila di bulloni r , qualora necessario, per assicurare che:

$$F_{tr,Rd} \leq F_{tx,Rd} h_r / h_x \quad (6.26)$$

dove:

h_x è la distanza della fila di bulloni x dal centro di compressione;

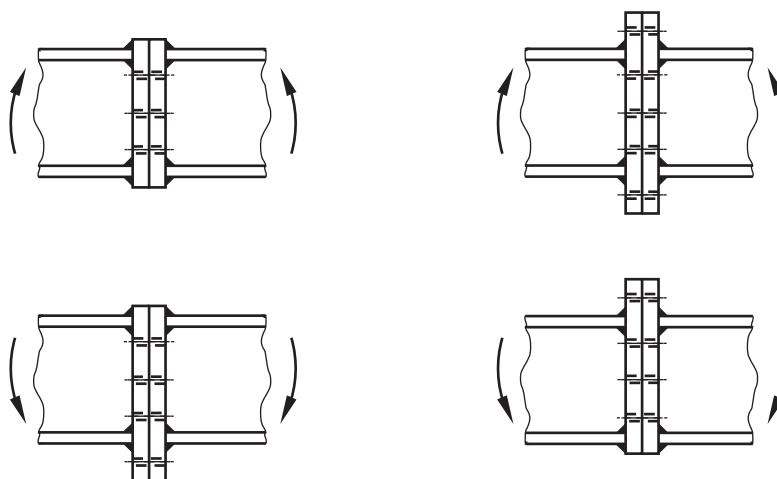
x è la fila di bulloni più lontana dal centro di compressione che ha una resistenza a trazione di progetto maggiore di $1,9 F_{t,Rd}$.

Nota L'appendice nazionale può fornire ulteriori informazioni per l'uso dell'equazione (6.26).

- (10) Il metodo descritto dal punto 6.2.7.2(1) al punto 6.2.7.2(9) può essere applicato per un collegamento bullonato di continuità della trave con piastre di estremità saldate (vedere figura 6.17), omettendo le prescrizioni relative alla colonna.

figura 6.17

Collegamenti bullonati di continuità della trave con piastre di estremità saldate



6.2.8

Resistenza di progetto di collegamenti colonna-fondazione con piastre di base

6.2.8.1

Generalità

- (1) Si raccomanda che i collegamenti colonna-fondazione abbiano sufficienti dimensioni, resistenza e rigidezza per trasmettere forze assiali, momenti flettenti ed azioni di taglio dalle colonne alle fondazioni o ad altri supporti senza che sia superata la capacità portante di tali supporti.
- (2) La resistenza per forze di contatto tra la piastra di base ed il suo supporto può essere determinata ipotizzando una distribuzione uniforme della forza di compressione sull'area di contatto. Si raccomanda che per le fondazioni in calcestruzzo la pressione di contatto non ecceda la resistenza a contatto di progetto, f_{jd} , fornita nel punto 6.2.5(7).
- (3) Per un collegamento colonna-fondazione soggetto ad azioni combinate di sforzo normale e momento flettente le forze fra la piastra di fondazione ed il suo supporto possono distribuirsi in uno dei seguenti modi, in relazione alla grandezza relativa della forza assiale e del momento flettente applicati:
 - Nel caso di sforzo normale di compressione dominante, entrambe le flange della colonna possono risultare completamente compresse, come illustrato nella figura 6.18 a).

- Nel caso di forza assiale di trazione dominante, entrambe le flange possono risultare completamente tese, come mostrato nella figura 6.18 b).
 - Nel caso di momento flettente dominante, una flangia della colonna può risultare compressa e l'altra tesa, come mostrato nelle figure 6.18 c) e 6.18 d).
- (4) Si raccomanda che le piastre di fase siano progettate utilizzando adeguati metodi forniti nei punti 6.2.8.2 e 6.2.8.3.
- (5) Per resistere alla forza di taglio che si sviluppa tra la piastra di base ed il suo supporto, si raccomanda di impiegare uno dei seguenti metodi:
- resistenza ad attrito di progetto del collegamento fra la piastra di base ed il suo supporto sommata alla resistenza a taglio di progetto dei tirafondi;
 - resistenza a taglio di progetto della parte che circonda la fondazione.

Nel caso in cui per resistere alle forze di taglio trasmesse all'interfaccia fra la piastra di base ed il suo supporto, si impieghino i tirafondi, si raccomanda di controllare anche la possibile crisi del calcestruzzo, secondo la EN 1992.

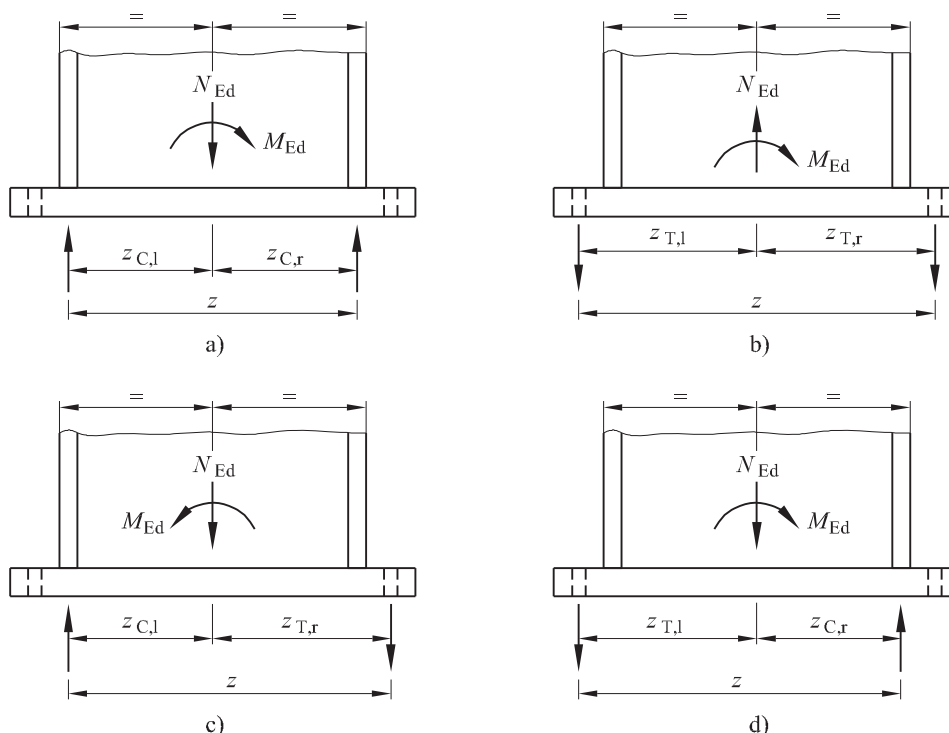
Laddove i metodi precedentemente descritti risultano inadeguati, per trasferire il taglio tra la piastra di base ed il suo supporto si raccomanda di impiegare elementi speciali come connettori a taglio mediante sistemi di bloccaggio o barre.

figura 6.18

Determinazione del braccio della coppia z per connessioni colonna-fondazione

Legenda

- a) Connessione colonna-fondazione nel caso di sforzo normale di compressione dominante
 b) Connessione colonna-fondazione nel caso di sforzo normale di trazione dominante
 c) Connessione colonna-fondazione nel caso di momento flettente dominante
 d) Connessione colonna-fondazione nel caso di momento flettente dominante



6.2.8.2

Collegamenti colonna-fondazione soggetti a solo forze assiali

- (1) La resistenza di progetto, $N_{j,Rd}$, di una piastra di fondazione simmetrica di una colonna soggetta a sforzo di compressione centrato può essere determinata sommando le resistenze di progetto individuali $F_{C,Rd}$ dei tre elementi T (T-stub) mostrati nella figura 6.19 [due elementi T (T-stub)] posizionati sotto le flange della colonna ed uno sotto l'anima della colonna). Si raccomanda che i tre elementi T

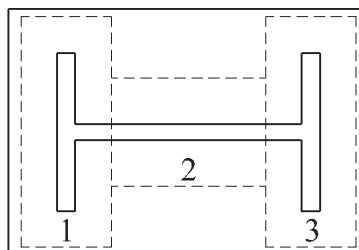
(T-stub) non siano sovrapposti gli uni agli altri (vedere figura 6.19). Si raccomanda che la resistenza di progetto di ciascuno di questi elementi T (T-stub) sia calcolata impiegando il metodo fornito nel punto 6.2.5.

figura 6.19

Elemento T (T-stub) non sovrapposti

Legenda

- 1 T-stub 1
- 2 T-stub 2
- 3 T-stub 3



6.2.8.3

Collegamenti colonna-fondazione soggetti a forze assiali e momenti flettenti

- (1) Si raccomanda che la resistenza a flessione di progetto $M_{j,Rd}$ di un collegamento colonna-fondazione soggetto ad azioni combinate di forza assiale e momento flettente sia determinata utilizzando il metodo fornito nel prospetto 6.7, dove nel calcolo della capacità di resistenza a compressione è omesso il contributo della parte di calcestruzzo posto al di sotto dell'anima della colonna elemento T (T-stub 2 della figura 6.19). Nel presente metodo vengono impiegati i seguenti parametri:
 - $F_{T,l,Rd}$ è la resistenza a trazione di progetto della parte sinistra del collegamento - vedere punto 6.2.8.3(2);
 - $F_{T,r,Rd}$ è la resistenza a trazione di progetto della parte destra del collegamento - vedere punto 6.2.8.3(3);
 - $F_{C,l,Rd}$ è la resistenza a compressione di progetto della parte sinistra del collegamento - vedere punto 6.2.8.3(4);
 - $F_{C,r,Rd}$ è la resistenza a compressione di progetto della parte destra del collegamento - vedere punto 6.2.8.3(5).
- (2) Si raccomanda che la resistenza a trazione di progetto $F_{T,l,Rd}$ della parte sinistra del collegamento sia assunta pari alla più piccola tra le resistenze di progetto delle seguenti componenti di base:
 - anima della colonna tesa al di sotto della flangia di sinistra della colonna $F_{t,wc,Rd}$ - vedere punto 6.2.6.3;
 - piastra di base inflessa al di sotto della flangia di sinistra della colonna $F_{t,pl,Rd}$ - vedere punto 6.2.6.11.
- (3) Si raccomanda che la resistenza a trazione di progetto $F_{T,r,Rd}$ della parte destra del collegamento sia assunta pari alla più piccola tra le resistenze di progetto delle seguenti componenti di base:
 - anima della colonna tesa al di sotto della flangia di destra della colonna $F_{t,wc,Rd}$ - vedere punto 6.2.6.3;
 - piastra di base inflessa al di sotto della flangia di destra della colonna $F_{t,pl,Rd}$ - vedere punto 6.2.6.11.
- (4) Si raccomanda che la resistenza a compressione di progetto $F_{C,l,Rd}$ della parte destra del collegamento sia assunta pari alla più piccola tra le resistenze di progetto delle seguenti componenti di base:
 - calcestruzzo compresso al di sotto della flangia di sinistra della colonna $F_{c,pl,Rd}$ - vedere punto 6.2.6.9;

- anima e flangia in compressione dal lato sinistro della colonna $F_{c,fc,Rd}$ - vedere punto 6.2.6.7.
- (5) Si raccomanda che la resistenza a compressione di progetto $F_{C,r,Rd}$ della parte destra del collegamento sia assunta pari alla più piccola tra le resistenze di progetto delle seguenti componenti di base:
 - calcestruzzo compresso al di sotto della flangia di destra della colonna $F_{c,pl,Rd}$ - vedere punto 6.2.6.9;
 - anima e flangia in compressione dal lato destro della colonna $F_{c,fc,Rd}$ - vedere punto 6.2.6.7.
- (6) Per il calcolo di $z_{T,1}$, $z_{C,1}$, $z_{T,r}$, $z_{C,r}$ vedere punto 6.2.8.1.

prospetto 6.7

Momento resistente di progetto $M_{j,Rd}$ di collegamenti colonna-fondazione

Carico	Braccio della coppia z	Momento resistente di progetto $M_{j,Rd}$	
Lato sinistro teso Lato destro compresso	$z = z_{T,1} + z_{C,r}$	$N_{Ed} > 0$ e $e > z_{T,1}$	$N_{Ed} \leq 0$ e $e \leq -z_{C,r}$
		Il più piccolo fra $\frac{F_{T,1,Rd}z}{z_{C,r}/e + 1}$ e $\frac{-F_{C,r,Rd}z}{z_{T,1}/e - 1}$	
Lato sinistro teso Lato destro teso	$z = z_{T,1} + z_{T,r}$	$N_{Ed} > 0$ e $0 < e < z_{T,1}$	$N_{Ed} > 0$ e $-z_{T,r} < e \leq 0$
		Il più piccolo fra $\frac{F_{T,1,Rd}z}{z_{T,r}/e + 1}$ e $\frac{F_{T,r,Rd}z}{z_{T,1}/e - 1}$	Il più piccolo fra $\frac{F_{T,1,Rd}z}{z_{T,r}/e + 1}$ e $\frac{F_{T,r,Rd}z}{z_{T,1}/e - 1}$
Lato sinistro compresso Lato destro teso	$z = z_{C,1} + z_{T,r}$	$N_{Ed} > 0$ e $e \leq -z_{T,r}$	$N_{Ed} \leq 0$ e $e > z_{C,1}$
		Il più piccolo fra $\frac{-F_{C,1,Rd}z}{z_{T,r}/e + 1}$ e $\frac{F_{T,r,Rd}z}{z_{C,1}/e - 1}$	
Lato sinistro compresso Lato destro compresso	$z = z_{C,1} + z_{C,r}$	$N_{Ed} \leq 0$ e $0 < e < z_{C,1}$	$N_{Ed} \leq 0$ e $-z_{C,r} < e \leq 0$
		Il più piccolo fra $\frac{-F_{C,1,Rd}z}{z_{C,r}/e + 1}$ e $\frac{-F_{C,r,Rd}z}{z_{C,1}/e - 1}$	Il più piccolo fra $\frac{-F_{C,1,Rd}z}{z_{C,r}/e + 1}$ e $\frac{-F_{C,r,Rd}z}{z_{C,1}/e - 1}$
$M_{Ed} > 0$ se in senso orario, $N_{Ed} > 0$ trazione $e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{M_{Rd}}{N_{Rd}}$			

6.3

Rigidezza flessionale

6.3.1

Modello di base

- (1) Si raccomanda che la rigidezza flessionale di un collegamento sia determinata in base alla deformabilità delle sue componenti di base, ciascuna rappresentata da un coefficiente di rigidezza elastica k_i specificato nel punto 6.3.2.

Nota

Questi coefficienti di rigidezza elastica hanno carattere generale.

- (2) Per un collegamento bullonato con piastra di estremità con più di una fila di bulloni sollecitata a trazione, si raccomanda di combinare i coefficienti di rigidezza k_i per le relative componenti di base. Per i collegamenti trave-colonne e per i giunti di continuità di travi il metodo da applicare è fornito nel punto 6.3.3, mentre per collegamenti colonna-fondazione il metodo da impiegare è specificato nel punto 6.3.4.
- (3) In un collegamento bullonato con piastra di estremità con più di una fila di bulloni sollecitata a trazione, a scopo semplificativo, può trascurarsi il contributo di qualsiasi fila di bulloni a condizione che vengano trascurati anche i contributi di tutte le altre file di bulloni più vicine al centro di compressione. Non è necessario che il numero di file di bulloni considerate sia lo stesso di quelle impiegate per la determinazione del momento resistente di progetto.

- (4) La rigidezza flessionale S_j di un collegamento trave-colonna o del collegamento di un giunto di continuità di travi, quando il momento agente $M_{j,Ed}$ è minore del momento resistente di progetto $M_{j,Rd}$ del collegamento ed a condizione che lo sforzo normale N_{Ed} nella membratura connessa non sia maggiore del 5% della resistenza di progetto $N_{pl,Rd}$ della sua sezione trasversale, può essere ottenuta con sufficiente accuratezza attraverso la seguente relazione:

$$S_j = \frac{Ez^2}{\mu \sum_i \frac{1}{k_i}} \quad (6.26)$$

dove:

k_i è il coefficiente di rigidezza della i esima componente di base del collegamento;

z è il braccio della coppia, vedere punto 6.2.7;

μ è il rapporto di rigidezza $S_{j,ini}/S_j$, vedere punto 6.3.1(6).

Nota La rigidezza flessionale iniziale $S_{j,ini}$ del collegamento è fornita dall'espressione (6.27) con $\mu = 1,0$.

- (5) La rigidezza flessionale S_j di un collegamento colonna-fondazione, per un momento agente $M_{j,Ed}$ minore del momento resistente di progetto $M_{j,Rd}$ del collegamento, può essere ottenuta con sufficiente accuratezza dal punto 6.3.4.

- (6) Si raccomanda che il rapporto di rigidezza μ sia determinato attraverso la seguente relazione:

$$\begin{aligned} & \text{se } M_{j,Ed} \leq \frac{2}{3} M_{j,Rd}: \\ & \mu = 1 \end{aligned} \quad (6.28a)$$

$$\begin{aligned} & \text{se } \frac{2}{3} M_{j,Rd} < M_{j,Ed} \leq M_{j,Rd}: \\ & \mu = (1,5 M_{j,Ed} / M_{j,Rd})^\psi \end{aligned} \quad (6.28b)$$

in cui il coefficiente ψ è ottenuto dal prospetto 6.8.

prospetto 6.8

Valori del coefficiente ψ

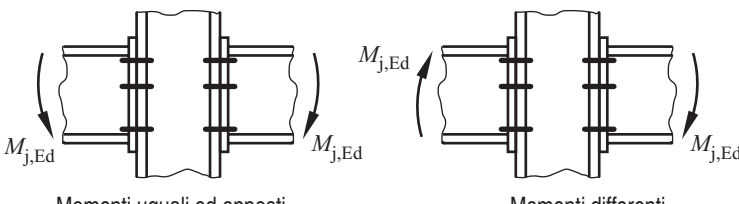
Tipologia della connessione	ψ
Saldato	2,7
Bullonato con piastra di estremità	2,7
Bullonato con angolari di flangia	3,1
Connessione della piastra di base	2,7

- (7) Si raccomanda che le componenti di base da prendere in considerazione nel calcolo della rigidezza di un collegamento trave-colonna saldato e di una connessione con angolari di flangia siano desunti dal prospetto 6.9. In maniera analoga, le componenti di base per una connessione bullonata con piastra di estremità e dei collegamenti colonna-fondazione sono forniti nel prospetto 6.10. In entrambi i prospetti i coefficienti di rigidezza, k_i , per le componenti di base sono definiti nel prospetto 6.11.

- (8) Per collegamenti trave-colonna con piastra di estremità, si raccomanda che per ottenere la rigidezza del collegamento venga impiegata la seguente procedura. Si raccomanda che il coefficiente di rigidezza equivalente, k_{eq} , e il braccio della coppia equivalente, z_{eq} , del collegamento siano determinati come specificato nel punto 6.3.3. Quindi, si raccomanda che la rigidezza del collegamento sia determinata in conformità a quanto disposto nel punto 6.3.1(4), sulla base dei coefficienti di rigidezza, k_{eq} (per il collegamento) e k_1 (per l'anima della colonna soggetta a taglio), e considerando il braccio della coppia z pari al braccio della coppia equivalente del collegamento z_{eq} .

prospetto 6.9

Collegamenti con connessioni saldate o con angolari di flangia bullonati

Collegamento trave-colonna con connessioni saldate	Coefficienti di rigidezza k_i da prendere in considerazione
Da un solo lato	$k_1; k_2; k_3$
Da ambo i lati - momenti uguali ed opposti	$k_2; k_3$
Da ambo i lati - momenti differenti	$k_1; k_2; k_3$
Collegamento trave-colonna con angolari di flangia bullonati	Coefficienti di rigidezza k_i da prendere in considerazione
Da un solo lato	$k_1; k_2; k_3; k_4; k_6; k_{10}; k_{11}^*); k_{12}^{**})$
Da ambo i lati - momenti uguali ed opposti	$k_2; k_3; k_4; k_6; k_{10}; k_{11}^*); k_{12}^{**})$
Da ambo i lati - momenti differenti	$k_1; k_2; k_3; k_4; k_6; k_{10}; k_{11}^*); k_{12}^{**})$
 <p>Momenti uguali ed opposti</p> <p>Momenti differenti</p>	<p>*) Due coefficienti k_{11}, uno per ciascuna flangia.</p> <p>**) Quattro coefficienti k_{12}, uno per ciascuna flangia ed uno per ciascun angolare.</p>

prospetto 6.10

Collegamenti con connessioni bullonate con piastra di estremità e con connessioni della piastra di base

Collegamento trave-colonna con piastra di estremità bullonata	Numero di file di bulloni sollecitate a trazione	Coefficienti di rigidezza k_i da prendere in considerazione
Da un solo lato	Una	$k_1; k_2; k_3; k_4; k_5; k_{10}$
	Due o più di due	$k_1; k_2; k_{eq}$
Da ambo i lati - momenti uguali ed opposti	Una	$k_2; k_3; k_4; k_5; k_{10}$
	Due o più di due	$k_2; k_{eq}$
Da ambo i lati - momenti differenti	Una	$k_1; k_2; k_3; k_4; k_5; k_{10}$
	Due o più di due	$k_1; k_2; k_{eq}$
Connessioni di continuità di travi con piastre di estremità bullonate	Numero di file di bulloni sollecitate a trazione	Coefficienti di rigidezza k_i da prendere in considerazione
Da ambo i lati - momenti uguali ed opposti	Una	k_5 [sinistra] k_5 [destra]; k_{10}
	Due o più di due	k_{eq}
Connessioni della piastra di base	Numero di file di bulloni sollecitate a trazione	Coefficienti di rigidezza k_i da prendere in considerazione
Connessioni della piastra di base	Una	$k_{13}; k_{15}; k_{16}$
	Due o più di due	$k_{13}; k_{15}$ e k_{16} per ciascuna fila di bulloni

6.3.2

Coefficienti di rigidezza per le componenti di base dei collegamenti

- (1) Si raccomanda che i coefficienti di rigidezza per le componenti di base dei collegamenti siano determinati impiegando le espressioni fornite nel prospetto 6.11.

prospetto 6.11

Coefficienti di rigidezza per le componenti di base dei collegamenti

Componente	Coefficienti di rigidezza k_i	
Pannello d'anima della colonna sollecitato a taglio	Non irrigidito, collegamento da un solo lato, o da ambo i lati con simili altezze delle travi	irrigidito
	$k_1 = \frac{0,38 A_{VC}}{\beta z}$	$k_1 = \infty$
	z è il braccio della coppia secondo la figura 6.15; β è il parametro di trasformazione secondo il punto 5.3(7).	
Anima della colonna sollecitata a compressione	non irrigidita	irrigidita
	$k_2 = \frac{0,7 b_{\text{eff},c,wc} t_{wc}}{d_c}$	$k_2 = \infty$
	$b_{\text{eff},c,wc}$ è la larghezza efficace definita nel punto 6.2.6.2.	
Anima della colonna sollecitata a trazione	Connessione bullonata irrigidita o non irrigidita con una sola fila di bulloni soggetti a trazione o connessione saldata non irrigidita	Connessione saldata irrigidita
	$k_3 = \frac{0,7 b_{\text{eff},t,wc} t_{wc}}{d_c}$	$k_3 = \infty$
	$b_{\text{eff},t,wc}$ è la larghezza efficace dell'anima della colonna soggetta a trazione definita nel punto 6.2.6.3. Si raccomanda che per un collegamento con una sola fila di bulloni soggetti a trazione, $b_{\text{eff},t,wc}$ si prenda pari alla minore delle lunghezze efficaci l_{eff} (individualmente o come parte di un gruppo di file di bulloni) per tale fila di bulloni come specificato nel prospetto 6.4 (per una flangia di colonna non irrigidita) o nel punto 6.5 (per una flangia di colonna irrigidita).	
Flangia della colonna sollecitata a flessione (per una fila di bulloni singola soggetta a trazione)	$k_4 = \frac{0,9 l_{\text{eff}}^3 t_c}{m^3}$ l_{eff} è la minore delle lunghezze efficaci (individualmente o come parte di un gruppo di bulloni) per tale fila di bulloni come specificato nel prospetto 6.4 per una flangia di colonna non irrigidita o nel prospetto 6.5 per una flangia di colonna irrigidita; m è come definito nella figura 6.8.	
Piastra di estremità sollecitata a flessione (per una fila di bulloni singola soggetta a trazione)	$k_5 = \frac{0,9 l_{\text{eff}}^3 t_p}{m^3}$ l_{eff} è la minore delle lunghezze efficaci (individualmente o come parte di un gruppo di file di bulloni) per tale fila di bulloni come specificato nel prospetto 6.6; m è generalmente quello definito nella figura 6.11, ma per una fila di bulloni posizionata nella parte emergente di una piastra di estremità estesa $m = m_x$, dove m_x è come definito nella figura 6.10.	
Angolare di flangia sollecitato a flessione	$k_6 = \frac{0,9 l_{\text{eff}}^3 t_a}{m^3}$ l_{eff} è la lunghezza efficace dell'angolare di flangia definita nella figura 6.12; m è come definito nella figura 6.13.	
Bulloni soggetti a trazione (per una singola fila di bulloni)	$k_{10} = 1,6 A_s / L_b$ pre-caricati o non pre-caricati L_b è la lunghezza del tratto di allungamento del bullone, considerata uguale alla lunghezza della zona di serraggio (spessore totale del materiale e delle rondelle) più metà della somma dell'altezza della testa del bullone e della testa del dado	
Bulloni soggetti a taglio	non pre-caricati	pre-caricati ¹⁾
	$k_{11} \text{ (oppure } k_{17}) = \frac{16 n_b d^2 t_{ub}}{E d_{M16}}$	$k_{11} = \infty$
	d_{M16} è il diametro nominale di un bullone M16; n_b è il numero di file di bulloni soggetti a taglio.	

prospetto 6.11 Coefficienti di rigidezza per le componenti di base dei collegamenti (Continua)

Componente	Coefficienti di rigidezza k_i	
Bulloni soggetti a rifollamento per contatto (per ciascuna componente j su cui i bulloni esercitano pressioni di contatto)	non pre-caricati	pre-caricati ^{*)}
	k_{12} (oppure k_{18}) = $\frac{24 n_b k_b k_t d f_u}{E}$	$k_{12} = \infty$
	$k_b = k_{b1}$ ma $k_b \leq k_{b2}$ $k_{b1} = 0,25 e_b/d + 0,5$ ma $k_{b1} \leq 1,25$ $k_{b2} = 0,25 p_b/d + 0,375$ ma $k_{b2} \leq 1,25$ $k_t = 1,5 t/d_{M16} + 0,375$ ma $k_t \leq 2,5$	e_b è la distanza dalla fila di bulloni all'estremità libera della piastra nella direzione di trasferimento del carico; f_u è la resistenza a trazione ultima dell'acciaio su cui i bulloni esercitano contatto; p_b è la spaziatura delle file di bulloni nella direzione di trasferimento del carico; t è lo spessore della componente.
Calcestruzzo compresso (compresa malta)	$k_{13} = \frac{E_c \sqrt{b_{eff} l_{eff}}}{1,275 E}$ b_{eff} è la larghezza efficace della flangia dell'elemento T (T-stub), vedere punto 6.2.5(3); l_{eff} è la lunghezza efficace della flangia dell'elemento T (T-stub), vedere punto 6.2.5(3).	
Piastra inflessa per effetto della compressione	$k_{14} = \infty$ Questo coefficiente è già stato considerato nel calcolo del coefficiente di rigidezza k_{13}	
Piastra di base inflessa per effetto della trazione (per una singola fila di bulloni tesi)	con forze di contatto ^{*)}	senza forze di contatto ^{**)}
	$k_{15} = \frac{0,85 l_{eff}^3 t_p^3}{m^3}$	$k_{15} = \frac{0,425 l_{eff}^3 t_p^3}{m^3}$
	l_{eff} è la lunghezza efficace della flangia dell'elemento T (T-stub), vedere 6.2.5(3); t_p è lo spessore della piastra di base; m è la distanza definita secondo la figura 6.8.	
Bulloni di ancoraggio tesi	con forze di contatto ^{*)}	senza forze di contatto ^{**)}
	$k_{16} = 1,6 A_s/L_b$	$k_{16} = 2,0 A_s/L_b$
	L_b è la lunghezza del tratto di allungamento del tirafondo, considerata uguale alla somma di 8 volte il diametro nominale del bullone, dello strato di malta di allettamento, dello spessore della piastra, della rondella e di metà altezza del dado.	
*) A condizione che i bulloni siano stati progettati per non sviluppare scorrimenti in corrispondenza del livello di carico di interesse		
**) Le forze di contatto possono svilupparsi se $L_b \leq \frac{8,8 m^3 A_s}{l_{eff}^3}$		
<p>Nota 1 Si raccomanda che nel calcolo di b_{eff} e l_{eff}, la distanza c sia pari a 1,25 volte lo spessore della piastra di base.</p> <p>Nota 2 Si raccomanda di assumere che piastre di rinforzo non abbiano influenza sulla rigidezza flessionale S_j del collegamento.</p> <p>Nota 3 Per le saldature, il coefficiente di rigidezza (k_{19}) si raccomanda sia assunto pari ad infinito. Non è necessario che tale componente sia considerata nel calcolo della rigidezza flessionale S_j.</p> <p>Nota 4 Per anime e flange di travi sollecitate a compressione (k_7), anime di travi soggette a trazione (k_8), piastre tese o compresse (k_9), travi costole di sostegno alle estremità (k_{20}), si raccomanda che i coefficienti di rigidezza siano assunti pari ad infinito. Non è necessario che tali componenti siano considerate nel calcolo della rigidezza flessionale S_j.</p> <p>Nota 5: Si raccomanda che se si utilizza una piastra d'anima supplementare, i coefficienti di rigidezza per le componenti di base pertinenti del collegamento (da k_1 a k_3) siano incrementate come segue:</p> <ul style="list-style-type: none"> - k_1 per il pannello d'anima della colonna soggetto a taglio si raccomanda sia determinato sulla base dell'area resistente a taglio incrementata A_{vc} definita nel punto 6.2.6.1(6); - k_1 per l'anima della colonna sollecitata a compressione si raccomanda sia determinata sulla base dello spessore efficace dell'anima definito nel punto 6.2.6.2(6); - k_1 per l'anima della colonna sollecitata a trazione deve essere determinata sulla base dello spessore efficace dell'anima definito nel punto 6.2.6.3(8). 		

6.3.3 Collegamenti con piastra di estremità con due o più file di bulloni soggette a trazione

6.3.3.1 Metodo generale

- (1) Per collegamenti con piastra di estremità con due o più file di bulloni soggette a trazione, si raccomanda che le componenti di base relative a tutte le file di bulloni siano rappresentate attraverso un singolo coefficiente di rigidità equivalente k_{eq} determinato dalla seguente relazione:

$$k_{eq} = \frac{\sum k_{eff,r} h_r}{z_{eq}} \quad (6.29)$$

dove:

h_r è la distanza fra la fila di bulloni r ed il centro di compressione;

$k_{eff,r}$ è il coefficiente di rigidità efficace per la fila di bulloni r considerando i coefficienti di rigidità k_i per le componenti di base elencate nel punto 6.3.3.1(4) oppure nel punto 6.3.3.1(5), a seconda del caso;

z_{eq} è il braccio della coppia equivalente, vedere punto 6.3.3.1(3).

- (2) Si raccomanda che il coefficiente di rigidità efficace $k_{eff,r}$ per la fila di bulloni r sia determinato attraverso la seguente relazione:

$$k_{eff,r} = \frac{1}{\sum_i \frac{1}{k_{i,r}}} \quad (6.30)$$

dove:

$k_{i,r}$ è il coefficiente di rigidità che rappresenta la componente i^{esima} relativa alla fila di bulloni r .

- (3) Si raccomanda che il braccio della coppia equivalente z_{eq} sia determinato attraverso la seguente relazione:

$$z_{eq} = \frac{\sum k_{eff,r} h_r^2}{\sum_r k_{eff,r} h_r} \quad (6.31)$$

- (4) Nel caso di collegamento trave-colonna con una connessione con piastra di estremità si raccomanda che k_{eq} sia determinato sulla base (e sostituire) i coefficienti di rigidità k_i per:

- l'anima della colonna sollecitata a trazione (k_3);
- la flangia della colonna inflessa (k_4);
- la piastra di estremità inflessa (k_5);
- i bulloni soggetti a trazione (k_{10}).

- (5) Nel caso di collegamenti di continuità di travi mediante piastre di estremità bullonate, si raccomanda che k_{eq} sia determinato sulla base (e sostituire) i coefficienti di rigidità k_i per:

- le piastre di estremità inflesse (k_5);
- i bulloni soggetti a trazione (k_{10}).

6.3.3.2 Metodo semplificato per piastre di estremità estese con due file di bulloni soggetti a trazione

- (1) Per connessioni realizzate con piastre di estremità estese con due file di bulloni soggetti a trazione (una nella parte estesa della piastra di estremità e l'altra nella parte compresa tra le flange della trave, vedere figura 6.20), per contemplare il contributo combinato di entrambe le file di bulloni può essere impiegata una serie di valori modificati dei coefficienti di rigidità delle componenti di base pertinenti. Si

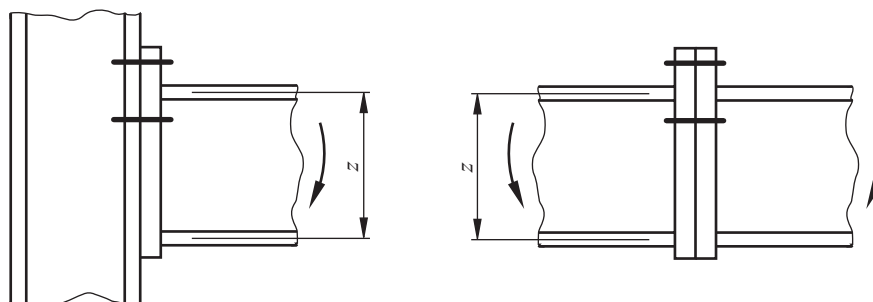
raccomanda che ciascuno di questi valori modificati sia assunto pari al doppio del valore corrispondente per una fila di bulloni singola posizionata nella parte della piastra di estremità estesa.

Nota Questa approssimazione conduce ad una stima leggermente più bassa della rigidezza flessionale.

- (2) Quando si usa il presente metodo semplificato si raccomanda che il braccio della coppia z sia assunto pari alla distanza dal centro di compressione dalla mediana tra le due file di bulloni soggetti a trazione, vedere figura 6.20.

figura 6.20

Braccio della coppia z per il metodo semplificato



6.3.4

Collegamenti colonna-fondazione

- (1) Si raccomanda che la rigidezza flessionale S_j di un collegamento colonna-fondazione soggetto ad azioni combinate di sforzo normale e momento flettente sia calcolata impiegando il metodo fornito nel prospetto 6.12. Tale metodo impiega i seguenti coefficienti di rigidezza:

$k_{T,1}$ è il coefficiente di rigidezza a trazione della parte sinistra del collegamento e si raccomanda che l'inverso sia assunto pari alla somma degli inversi dei coefficienti di rigidezza k_{15} e k_{16} (forniti nel prospetto 6.11) relativi alla parte sinistra del collegamento.

$k_{T,r}$ è il coefficiente di rigidezza a trazione della parte di destra del collegamento e si raccomanda che l'inverso sia assunto pari alla somma degli inversi dei coefficienti di rigidezza k_{15} e k_{16} (forniti nel prospetto 6.11) relativi alla parte destra del collegamento.

$k_{C,1}$ è il coefficiente di rigidezza a compressione della parte sinistra del collegamento e si raccomanda che sia assunto pari al coefficiente di rigidezza k_{13} (fornito nel prospetto 6.11) relativo alla parte sinistra del collegamento.

$k_{C,r}$ è il coefficiente di rigidezza a compressione della parte destra del collegamento e si raccomanda che sia assunto pari al coefficiente di rigidezza k_{13} (fornito nel prospetto 6.11) relativo alla parte destra del collegamento.

- (2) Per il calcolo di $z_{T,1}$, $z_{C,1}$, $z_{T,r}$, $z_{C,r}$ vedere punto 6.2.8.1.

prospetto 6.12

Rigidezza flessionale S_j per collegamenti colonna-fondazione

Carico	Braccio della coppia z	Rigidezza flessionale $S_{j,ini}$	
Lato sinistro teso Lato destro compresso	$z = z_{T,1} + z_{C,r}$	$N_{ed} > 0$ e $e > z_{T,1}$	$N_{ed} \leq 0$ e $e \leq -z_{C,r}$
		$\frac{Ez^2}{\mu(1/k_{T,1} + 1/k_{C,r})e + e_k}$ dove $E_k = \frac{z_{C,r}k_{C,r} - z_{T,1}k_{T,1}}{k_{T,1} + k_{C,r}}$	
Lato sinistro teso Lato destro teso	$z = z_{T,1} + z_{T,r}$	$N_{ed} > 0$ e $0 < e < z_{T,1}$	$N_{ed} > 0$ e $-z_{T,r} < e \leq 0$
		$\frac{Ez^2}{\mu(1/k_{T,1} + 1/k_{T,r})e + e_k}$ dove $E_k = \frac{z_{T,r}k_{T,r} - z_{T,1}k_{T,1}}{k_{T,1} + k_{T,r}}$	
Lato sinistro compresso Lato destro teso	$z = z_{C,1} + z_{T,r}$	$N_{ed} > 0$ e $e \leq -z_{T,1}$	$N_{ed} \leq 0$ e $e > z_{C,1}$
		$\frac{Ez^2}{\mu(1/k_{C,1} + 1/k_{T,r})e + e_k}$ dove $E_k = \frac{z_{T,r}k_{T,r} - z_{C,1}k_{C,1}}{k_{C,1} + k_{T,r}}$	
Lato sinistro compresso Lato destro compresso	$z = z_{C,1} + z_{C,r}$	$N_{ed} \leq 0$ e $0 < e < z_{C,1}$	$N_{ed} \leq 0$ e $-z_{C,r} < e \leq 0$
		$\frac{Ez^2}{\mu(1/k_{C,1} + 1/k_{C,r})e + e_k}$ dove $E_k = \frac{z_{C,r}k_{C,r} - z_{C,1}k_{C,1}}{k_{C,1} + k_{C,r}}$	

$M_{ed} > 0$ è in senso orario, $N_{ed} > 0$ è teso, μ vedere punto 6.3.1(6).

$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{M_{Rd}}{N_{Rd}}$$

6.4

Capacità rotazionale

6.4.1

Generalità

- (1)P In caso di analisi globale rigido-plastica, un collegamento in corrispondenza di una cerniera plastica deve essere dotato di sufficiente capacità rotazionale.
- (2) Si raccomanda che la capacità rotazionale di un collegamento bullonato o saldato sia determinata utilizzando le indicazioni fornite nel punto 6.4.2 o 6.4.3. I metodi di progetto forniti da tali punti sono validi esclusivamente per gli acciai S235, S275 e S355 e per i collegamenti in cui il valore di progetto dello sforzo normale N_{Ed} nella membratura collegata non è maggiore del 5% della resistenza plastica di progetto $N_{pl,Rd}$ della sua sezione trasversale.
- (3) In alternativa ai punti 6.4.2 e 6.4.3, non è necessario che la capacità rotazionale di un collegamento sia verificata a condizione che il momento resistente di progetto $M_{j,Rd}$ di un collegamento risulti almeno 1,2 volte maggiore del momento resistente plastico di progetto $M_{pl,Rd}$ della sezione trasversale della membratura collegata.
- (4) Nei casi non contemplati nei punti 6.4.2 e 6.4.3, la capacità rotazionale può essere determinata mediante prove sperimentali in conformità all'appendice D della EN 1990. In alternativa, possono essere impiegati appropriati modelli di calcolo a condizione che essi siano basati su risultati di prove sperimentali in conformità alla EN 1990.

6.4.2

Collegamenti bullonati

- (1) Un collegamento trave-colonna in cui il momento resistente di progetto del collegamento $M_{j,Rd}$ è governato dalla resistenza di progetto del pannello d'anima della colonna soggetto a taglio può ritenersi dotato di adeguata capacità rotazionale per un'analisi globale plastica a condizione che $d_{wc}/t_w \leq 69\varepsilon$.

- (2) Un collegamento bullonato con piastra di estremità oppure con angolare di flangia può ritenersi dotato di adeguata capacità rotazionale per un'analisi globale plastica a condizione che vengano soddisfatte le seguenti condizioni:
- a) il momento resistente di progetto del collegamento è governato dalla resistenza di progetto di una delle seguenti componenti:
 - flangia della colonna inflessa, o
 - piastra di estremità della trave sollecitata a flessione o angolare della flangia tesa sollecitata a flessione;
 - b) lo spessore t della flangia della colonna o della piastra di estremità della trave o dell'angolare della flangia tesa [non necessariamente la stessa componente di base definita nel punto a)] soddisfa la seguente condizione:
- $$t \leq 0,36 d \sqrt{f_{ub}/f_y} \quad (6.32)$$
- dove:
- f_y è la tensione di snervamento della componente di base pertinente;
 - d è il diametro nominale del bullone;
 - f_{ub} è la resistenza a trazione ultima del materiale del bullone.
- (3) Un collegamento con connessione bullonata, per il quale il momento resistente di progetto $M_{j,Rd}$ è governato dalla resistenza di progetto a taglio dei suoi bulloni, si raccomanda di non considerarlo di sufficiente capacità rotazionale ai fini dell'analisi globale plastica.

6.4.3

Collegamenti saldati

- (1) La capacità rotazionale ϕ_{Cd} di una connessione trave-colonna saldata si può assumere che sia non minore del valore fornito dalla seguente espressione, a condizione che l'anima della colonna sia irrigidita a compressione ma non irrigidita a trazione ed il suo momento resistente di progetto non sia governato dalla resistenza a taglio di progetto del pannello d'anima della colonna, vedere punto 6.4.2(1):
- $$\phi_{Cd} = 0,025 h_c/h_b \quad (6.33)$$
- dove:
- h_b è l'altezza della trave;
 - h_c è l'altezza della colonna.
- (2) Un collegamento trave-colonna saldato non irrigidito, progettato conformemente alle indicazioni di questa sezione, si può assumere che sia in grado di sviluppare una capacità rotazionale ϕ_{Cd} almeno pari a 0,015 radianti.

7

COLLEGAMENTI DI SEZIONI CAVE

7.1

Generalità

7.1.1

Scopo

- (1) Questa sezione fornisce le regole di applicazione dettagliate per determinare le resistenze di progetto statiche di collegamenti giacenti in un solo piano e in più piani di strutture reticolari composte da sezioni cave rettangolari, quadrate o circolari e di collegamenti giacenti in un solo piano di strutture reticolari composte attraverso combinazioni di sezioni cave ed aperte.
- (2) Le resistenze di progetto statiche dei collegamenti sono espresse in termini di massimo sforzo normale di progetto e/o momenti resistenti agenti nelle membrature diagonali.

- (3) Queste regole applicative sono valide sia per le sezioni cave laminate a caldo considerate nella EN 10210 che per le sezioni cave formate a freddo considerate dalla EN 10219, se le dimensioni delle sezioni cave strutturali soddisfano i requisiti specificati in questa sezione.
- (4) Si raccomanda che la tensione di snervamento nominale di sezioni cave laminate a caldo e di sezioni formate a freddo non sia maggiore di 460 N/mm^2 . Per i prodotti finali con tensione di snervamento nominale maggiore di 355 N/mm^2 , si raccomanda che la resistenza statica di progetto fornita da questa sezione sia ridotta mediante un fattore pari a 0,9.
- (5) Si raccomanda che lo spessore nominale della parete di sezioni cave non risulti minore di 2,5 mm.
- (6) Si raccomanda che lo spessore nominale delle pareti delle sezioni cave dei correnti non risulti maggiore di 25 mm, a meno che non siano stati presi adeguati provvedimenti per assicurare che le proprietà del materiale risultino adeguate attraverso l'intero spessore.
- (7) Per la valutazione della resistenza a fatica vedere EN 1993-1-9.
- (8) Le tipologie di collegamenti trattate sono indicate nella figura 7.1.

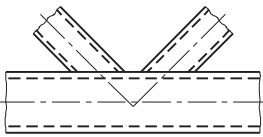
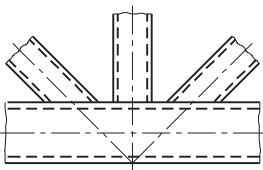
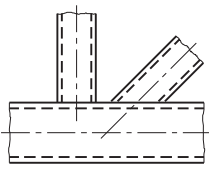
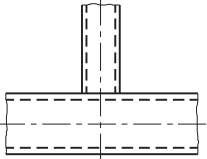
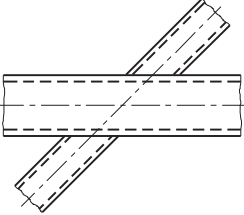
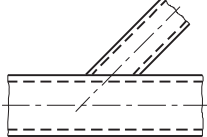
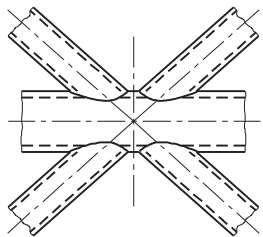
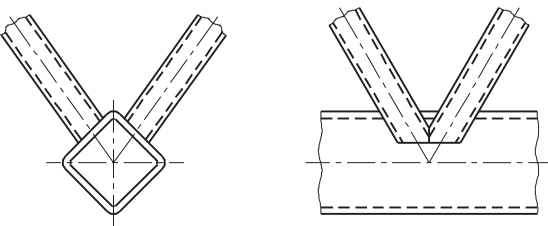
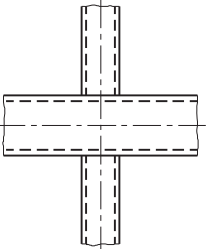
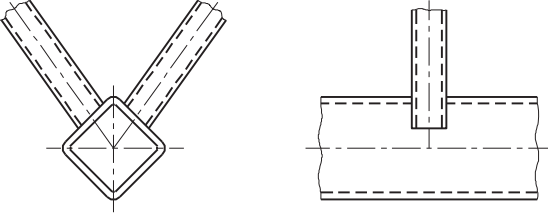
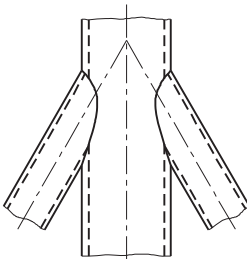
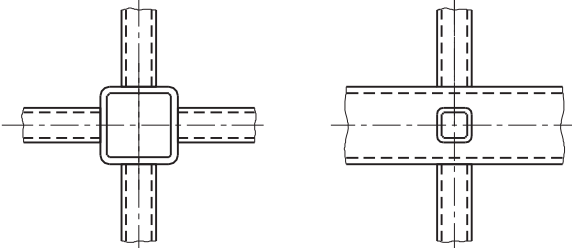
7.1.2

Campo di applicazione

- (1) Le regole applicative per i collegamenti di sezioni cave possono essere impiegate soltanto se tutte le condizioni specificate dal punto 7.1.2(2) al punto 7.1.2(8) risultano soddisfatte.
- (2) Si raccomanda che gli elementi compressi delle membrature soddisfino i requisiti forniti dalla EN 1993-1-1 per le sezioni di Classe 1 o Classe 2 per la condizione di compressione assiale.
- (3) Si raccomanda che gli angoli θ_1 tra i correnti e le membrature diagonali e tra membrature diagonali adiacenti soddisfino la seguente condizione:
 $\theta_1 \geq 30^\circ$.
- (4) Si raccomanda che le estremità delle membrature che si incontrano in corrispondenza di un collegamento siano preparate in maniera che non si modifichi la forma della sezione trasversale. In questa sezione non sono contemplate le connessioni di estremità appiattite e con le estremità tagliate.
- (5) Nelle tipologie di collegamenti che prevedono una certa distanza (gap) fra le membrature, allo scopo di assicurare che la tolleranza sia adeguata al fine di realizzare saldature soddisfacenti, si raccomanda che la distanza tra le membrature diagonali non sia minore di $(t_1 + t_2)$.
- (6) Nelle tipologie di collegamenti a sovrapposizione, si raccomanda che la zona di sovrapposizione sia abbastanza larga per assicurare che l'interconnessione tra le membrature diagonali sia sufficiente per consentire un adeguato trasferimento degli sforzi di taglio tra gli elementi diagonali. Si raccomanda che in qualsiasi caso la sovrapposizione sia pari almeno al 25%.
Se la sovrapposizione eccede $\lambda_{ov,lim.} = 60\%$ nel caso in cui il bordo nascosto della diagonale sovrapposta non sia saldato oppure $\lambda_{ov,lim.} = 80\%$ nel caso in cui il bordo nascosto della diagonale sovrapposta sia saldato oppure se le diagonali sono sezioni rettangolari con $h_i < b_i$ e/o $h_j < b_j$, si raccomanda che la connessione tra le diagonali e la faccia del corrente sia verificata a taglio.
- (7) Quando le membrature diagonali che si sovrappongono hanno spessore differente e/o sono realizzate mediante differenti tipi di acciai, si raccomanda che sia la membratura con il più piccolo valore $t_f \gamma_i$ a sovrapporsi all'altra.
- (8) Quando le membrature diagonali che si sovrappongono hanno larghezza differente, si raccomanda che la membratura più stretta si sovrapponga a quella più larga.

figura 7.1

Tipologie di collegamenti in travi reticolari realizzate con profilati a sezione cava

 <p>Collegamento a K</p>	 <p>Collegamento a KT</p>	 <p>Collegamento a N</p>
 <p>Collegamento a T</p>	 <p>Collegamento a X</p>	 <p>Collegamento a Y</p>
 <p>Collegamento a DK</p>	 <p>Collegamento a KK</p>	
 <p>Collegamento a X</p>	 <p>Collegamento a TT</p>	
 <p>Collegamento a DY</p>	 <p>Collegamento a XX</p>	

7.2 Dimensionamento

7.2.1 Generalità

- (1)P I valori di progetto degli sforzi normali interni sia nelle membrature diagonali che nei correnti allo stato limite ultimo non devono eccedere le resistenze di progetto delle membrature determinate attraverso la EN 1993-1-1.
- (2)P I valori di progetto degli sforzi normali interni nelle membrature diagonali allo stato limite ultimo non devono eccedere le resistenze di progetto dei collegamenti fornite nei punti 7.4, 7.5, 7.6 o 7.7, a seconda dei casi.
- (3) Si raccomanda che le tensioni $\sigma_{0,Ed}$ o $\sigma_{p,Ed}$ nel corrente in corrispondenza di un collegamento siano determinate attraverso le seguenti relazioni:

$$\sigma_{0,Ed} = \frac{N_{0,Ed}}{A_0} + \frac{M_{0,Ed}}{W_{el,0}} \quad (7.1)$$

$$\sigma_{p,Ed} = \frac{N_{p,Ed}}{A_0} + \frac{M_{0,Ed}}{W_{el,0}} \quad (7.2)$$

dove:

$$N_{p,Ed} = N_{0,Ed} - \sum_{i>0} N_{i,Ed} \cos \theta_i$$

7.2.2 Modalità di collasso di collegamenti di sezioni cave

- (1) Si raccomanda che le resistenze di progetto dei collegamenti tra sezioni cave e dei collegamenti tra sezioni cave e sezioni aperte siano determinate sulla base delle seguenti modalità di collasso, a seconda di quella che risulta pertinente:
 - a) **Collasso della faccia del corrente** (collasso plastico della faccia del corrente) o plasticizzazione del corrente (collasso plastico della sezione trasversale del corrente);
 - b) **Collasso della parete laterale del corrente** (o collasso dell'anima del corrente) per snervamento, schiacciamento o instabilità [deformazione ("crippling")] o instabilità della parete laterale del corrente o dell'anima del corrente) per effetto della membratura diagonale compressa;
 - c) **Collasso per taglio del corrente**;
 - d) **Collasso per punzonamento per taglio** della parete del corrente a sezione cava (innesco della rottura nel corrente che conduce alla crisi delle membrature diagonali);
 - e) **Collasso dell'elemento diagonale** con larghezza efficace ridotta (incrinature nelle saldature o nelle membrature diagonali);
 - f) **Collasso per instabilità locale**, collasso di una membratura diagonale o del corrente a sezione cava in corrispondenza del collegamento.

Nota Le frasi riportate in grassetto nel precedente elenco sono utilizzate per descrivere le varie modalità di collasso nei prospetti che definiscono le resistenze di progetto nei punti da 7.4 a 7.7.

- (2) La figura 7.2 illustra le modalità di collasso da a) a f) per i collegamenti tra le diagonali con sezione tipo CHS ed i correnti.
- (3) La figura 7.3 illustra le modalità di collasso da a) a f) per i collegamenti tra le diagonali con sezione tipo RHS ed i correnti.
- (4) La figura 7.4 illustra le modalità di collasso da a) a f) per i collegamenti tra le diagonali con sezione tipo CHS o RHS ed i correnti con sezione ad H oppure a I.
- (5) Sebbene la resistenza di un collegamento realizzato con saldature correttamente eseguite sia generalmente maggiore per forze di trazione che non per forze di compressione, la resistenza di progetto del collegamento è generalmente basata sulla resistenza della diagonale compressa per evitare deformazioni locali eccessive oppure riduzioni della capacità rotazionale o della capacità deformativa che si potrebbero altrimenti verificare.

figura 7.2 Modalità di collasso per collegamenti tra membrature con sezioni tipo CHS

Modalità	Sforzo normale	Momento flettente
a		
b		
c		
d		
e		
f		

figura 7.3

Modalità di collasso per collegamenti tra membrature diagonali con sezione tipo RHS e correnti con sezione tipo RHS

Modalità	Sforzo normale	Momento flettente
a		
b		
c		
d		

figura 7.3

Modalità di collasso per collegamenti tra membrature diagonali con sezione tipo RHS e correnti con sezione tipo RHS (Continua)

Modalità	Sforzo normale	Momento flettente
e		
f		

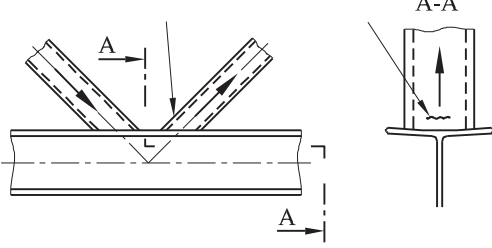
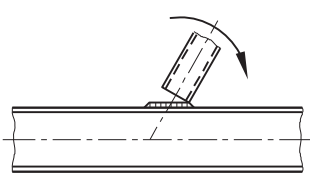
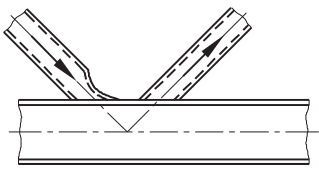
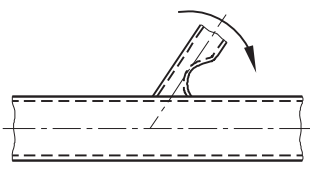
figura 7.4

Modalità di collasso per collegamenti tra membrature diagonali con sezioni tipo CHS o RHS e correnti con sezione ad I oppure a H

Modalità	Sforzo normale	Momento flettente
a	-	-
b		
c		
d	-	-

figura 7.4

Modalità di collasso per collegamenti tra membrature diagonali con sezioni tipo CHS o RHS e correnti con sezione ad I oppure a H (Continua)

Modalità	Sforzo normale	Momento flettente
e		
f		

7.3

Saldature

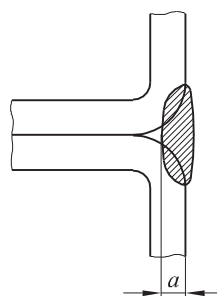
7.3.1

Resistenza di progetto

- (1)P Le saldature che connettono le membrature diagonali ai correnti devono essere progettate in modo da avere sufficiente resistenza, per consentire la distribuzione di tensioni non uniformi, e sufficiente capacità deformativa, per consentire la ridistribuzione dei momenti flettenti.
- (2) Nei collegamenti saldati, si raccomanda che la connessione sia generalmente realizzata intorno all'intero perimetro della sezione cava mediante saldature di testa, a cordoni d'angolo oppure una combinazione delle due. Comunque nei collegamenti a parziale sovrapposizione, non è necessario eseguire la saldatura sulla parte nascosta della connessione, a condizione che gli sforzi normali nelle membrature diagonali siano tali che le loro componenti perpendicolari all'asse del corrente non differiscano più del 20%.
- (3) I dettagli tipici delle saldature sono indicati nelle norme di Riferimento: Gruppo 7 di cui al punto 1.2.7.
- (4) Si raccomanda che la resistenza di progetto della saldatura per unità di lunghezza di perimetro della membratura diagonale generalmente non risulti minore della resistenza di progetto della sezione trasversale di quella membratura per unità di lunghezza di perimetro.
- (5) Si raccomanda che l'altezza di gola richiesta sia determinata in accordo della sezione 4.
- (6) Il criterio di cui al punto 7.3.1(4) può essere ignorato se può giustificarsi l'uso di una saldatura più piccola sia rispetto alla resistenza che alle capacità deformative e rotazionali, considerando la possibilità che solo una parte della sua lunghezza sia efficace.
- (7) Per le sezioni strutturali cave rettangolari l'altezza di gola di progetto di saldature in scanalature a profilo convesso è definita nella figura 7.5.

figura 7.5

Spessore di gola di progetto di saldature in scanalature a profilo convesso di sezioni strutturali cave rettangolari



(8) Per saldature di parti formate a freddo, vedere punto 4.14.

7.4

Collegamenti saldati tra membrature con sezione circolare cava

7.4.1

Generalità

- (1) Le resistenze di progetto di collegamenti saldati tra membrature circolari a sezione cava possono determinarsi facendo riferimento alle indicazioni dei punti 7.4.2 e 7.4.3 a condizione che la geometria dei collegamenti rientri nel campo di validità definito nel prospetto 7.1.
- (2) Per i collegamenti che rientrano nel campo di validità definito nel prospetto 7.1, è necessario considerare solo la crisi della faccia del corrente ed il punzonamento per taglio. Si raccomanda che la resistenza di progetto di connessione sia assunta come il valore più piccolo derivante dall'applicazione di questi due criteri.
- (3) Per i collegamenti che non rientrano nel campo di validità definito nel prospetto 7.1, si raccomanda di considerare tutte le modalità di collasso specificate nel punto 7.2.2. Inoltre, si raccomanda di considerare i momenti secondari che si sviluppano nei collegamenti a causa della loro rigidità flessionale.

prospetto 7.1

Campo di validità per collegamenti saldati tra membrature diagonali con sezione circolare cava e correnti con sezione circolare cava

Rapporto dei diametri		$0,2 \leq d/d_0 \leq 1,0$
Correnti	Trazione	$10 \leq d_0/t_0 \leq 50$ (generalmente) ma: $10 \leq d_0/t_0 \leq 40$ (per giunti a X)
	Compressione	Classe 1 oppure 2 e $10 \leq d_0/t_0 \leq 50$ (generalmente) ma: $10 \leq d_0/t_0 \leq 40$ (per giunti a X)
Diagonali	Trazione	$d/t \leq 50$
	Compressione	Classe 1 oppure 2
Sovrapposizione		$25\% \leq \lambda_{ov} \leq \lambda_{ov,lim}$, vedere punto 7.1.2(6)
Separazione (gap)		$g \geq t_1 + t_2$

7.4.2

Collegamenti giacenti in un solo piano

- (1)P Nelle connessioni di membrature diagonali soggette a solo sforzo normale, lo sforzo normale di progetto $N_{i,Ed}$ non deve eccedere la resistenza assiale di progetto del collegamento saldato $N_{i,Rd}$ ottenuta dai prospetti 7.2, 7.3 o 7.4, in relazione al caso pertinente.
- (2) Si raccomanda che le connessioni delle membrature diagonali soggette ad azioni combinate di momento flettente e sforzo normale soddisfino la seguente relazione:

$$\frac{N_{i,Ed}}{N_{i,Rd}} + \left[\frac{M_{ip,i,Ed}}{M_{ip,i,Rd}} \right]^2 + \frac{M_{op,i,Ed}}{M_{op,i,Rd}} \leq 1,0 \quad (7.3)$$

dove:

$M_{ip,i,Rd}$ è il momento resistente di progetto nel piano;

$M_{ip,i,Ed}$ è il momento interno di progetto agente nel piano;

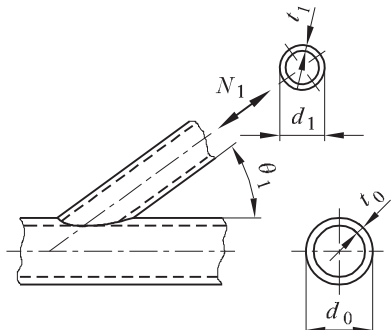
$M_{op,i,Rd}$ è il momento resistente di progetto fuori piano;

$M_{op,i,Ed}$ è il momento interno di progetto agente fuori piano.

prospetto 7.2

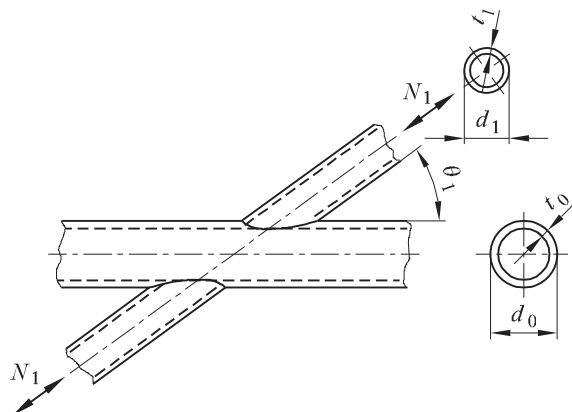
Resistenze assiali di progetto di collegamenti saldati tra membraure diagonali con sezione circolare cava e correnti con sezione circolare cava

Collasso della faccia del corrente - giunti a T e Y



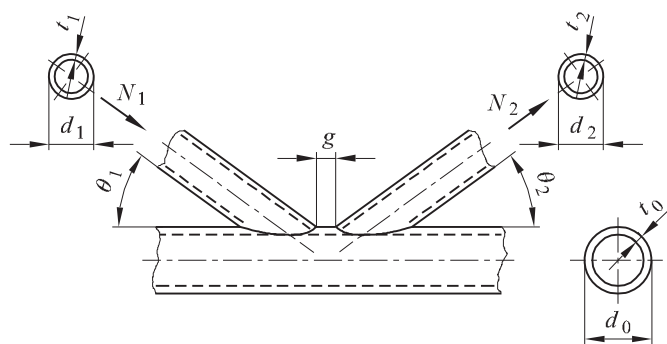
$$N_{1,Rd} = \frac{\gamma^{0,2} k_p f_{y0} t_0^2}{\sin \theta_1} (2,8 + 14,2 \beta^2) / \gamma_{M5}$$

Collasso della faccia del corrente - giunti a X



$$N_{1,Rd} = \frac{k_p f_{y0} t_0^2}{\sin \theta_1} \frac{5,2}{(1 - 0,81 \beta)} / \gamma_{M5}$$

Collasso della faccia del corrente - giunti a sovrapposizione o con separazione (gap) a N e K



$$N_{1,Rd} = \frac{k_g k_p f_{y0} t_0^2}{\sin \theta_1} \left(1,8 + 10,2 \frac{d_1}{d_0} \right) / \gamma_{M5}$$

$$N_{2,Rd} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} N_{1,Rd}$$

Punzonamento per taglio per giunti con separazione (gap) a K, N e KT e per giunti a X, Y e T [$i = 1, 2$ o 3]

Quando $d_i \leq d_0 - 2t_0$: $N_{i,Rd} = \frac{f_{y0} t_0 \pi d_i}{\sqrt{3}} \frac{1 + \sin \theta_i}{2 \sin^2 \theta_i} / \gamma_{M5}$

Fattori k_g e k_p

$$k_g = \gamma^{0,2} \left(1 + \frac{0,024 \gamma^{1,2}}{1 + \exp(0,5g/t_0 - 1,33)} \right) \text{ (vedere figura 7.6)}$$

Per $n_p > 0$ (compressione): $k_p = 1 - 0,3 n_p (1 + n_p)$ ma $k_p \leq 1,0$

Per $n_p \leq 0$ (trazione): $k_p = 1,0$

prospetto 7.3

Resistenze di progetto di collegamenti saldati tra membrature con sezione circolare cava con fazzoletti

Collasso della faccia del corrente

		$N_{1,Rd} = k_p f_{y0} t_0^2 (4 + 20 \beta^2) / \gamma_{M5}$ $M_{lp,1,Rd} = 0$ $M_{op,1,Rd} = 0,5 b_1 N_{1,Rd}$
		$N_{1,Rd} = \frac{5 k_p f_{y0} t_0^2}{1 - 0,81 \beta} / \gamma_{M5}$ $M_{lp,1,Rd} = 0$ $M_{op,1,Rd} = 0,5 b_1 N_{1,Rd}$
		$N_{1,Rd} = 5 k_p f_{y0} t_0^2 (1 + 0,25 \eta) / \gamma_{M5}$ $M_{lp,1,Rd} = h_1 N_{1,Rd}$ $M_{op,1,Rd} = 0$
		$N_{1,Rd} = 5 k_p f_{y0} t_0^2 (1 + 0,25 \eta) / \gamma_{M5}$ $M_{lp,1,Rd} = h_1 N_{1,Rd}$ $M_{op,1,Rd} = 0$

Punzonamento per taglio

$$\tau_{max} t_{1i} = (N_{Ed}/A + M_{Ed}/W_{el}) t_{1i} \leq 2 t_0 (f_{y0}/\sqrt{3}) / \gamma_{M2}$$

Campo di validità

In aggiunta ai limiti specificati nel prospetto 7.1:

$$\beta \geq 0,4 \text{ e } \eta \leq 4$$

dove $\beta = b_1/d_0$ e $\eta = h_1/d_0$

Coefficiente k_p

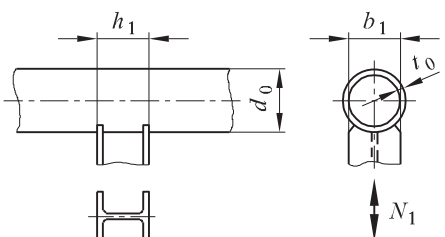
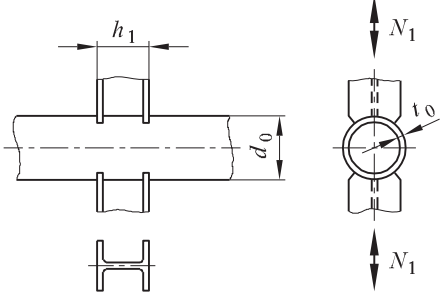
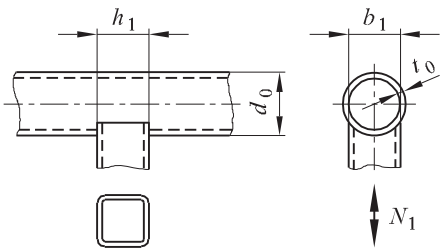
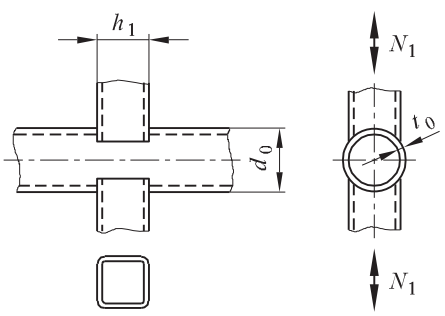
Per $n_p > 0$ (compressione):

$$k_p = 1 - 0,3 n_p (1 + n_p) \text{ ma } k_p \leq 1,0$$

Per $n_p \leq 0$ (trazione): $k_p = 1,0$

prospetto 7.4

Resistenze di progetto di collegamenti saldati tra membrature con sezione rettangolare cava, ad H oppure ad I con membrature a sezione circolare cava

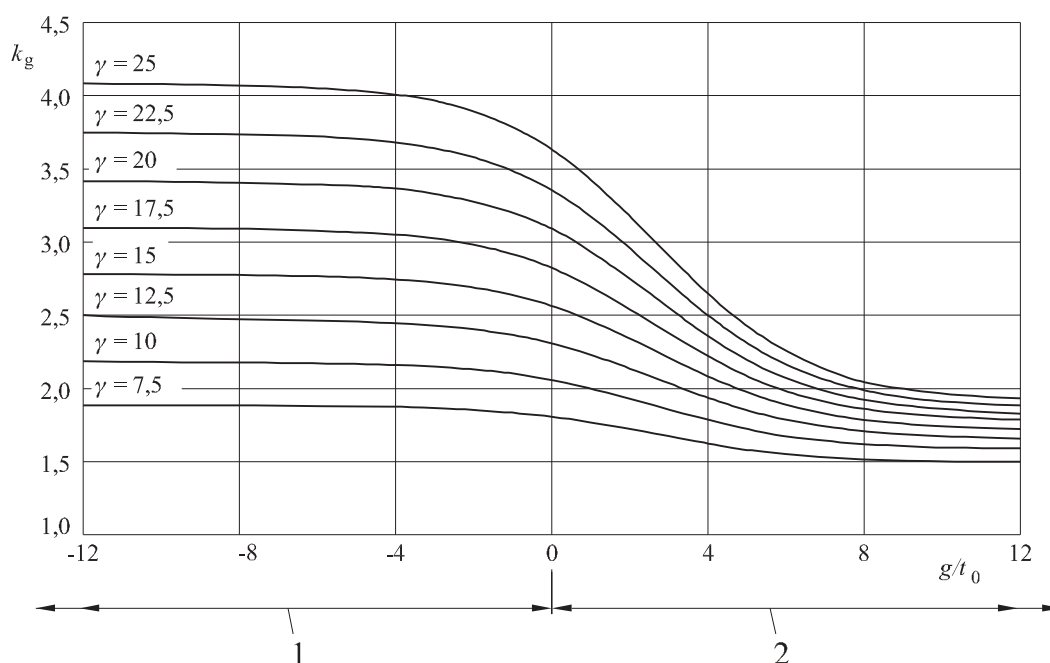
Collasso della faccia del corrente	
	$N_{1,Rd} = k_p f_{y0} t_0^2 (4 + 20\beta^2) (1 + 0,25\eta) / \gamma_{M5}$ $M_{ip,1,Rd} = h_1 N_{1,Rd} / (1 + 0,25\eta)$ $M_{op,1,Rd} = 0,5 b_1 N_{1,Rd}$
	$N_{1,Rd} = \frac{5k_p f_{y0} t_0^2}{1 - 0,81\beta} (1 + 0,25\eta) / \gamma_{M5}$ $M_{ip,1,Rd} = h_1 N_{1,Rd} / (1 + 0,25\eta)$ $M_{op,1,Rd} = 0,5 b_1 N_{1,Rd}$
	$N_{1,Rd} = k_p f_{y0} t_0^2 (4 + 20\beta^2) (1 + 0,25\eta) / \gamma_{M5}$ $M_{ip,1,Rd} = h_1 N_{1,Rd}$ $M_{op,1,Rd} = 0,5 b_1 N_{1,Rd}$
	$N_{1,Rd} = \frac{5k_p f_{y0} t_0^2}{1 - 0,81\beta} (1 + 0,25\eta) / \gamma_{M5}$ $M_{ip,1,Rd} = h_1 N_{1,Rd}$ $M_{op,1,Rd} = 0,5 b_1 N_{1,Rd}$
Punzonamento per taglio	
<p>Sezioni ad H oppure ad I con $\eta > 2$ (per compressione assiale e flessione fuori dal piano): $\sigma_{\max} t_1 = (N_{Ed,1}/A_1 + M_{Ed,1}/W_{el,1}) t_1 \leq t_0 (f_{y0}/\sqrt{3}) / \gamma_{M5}$</p> <p>Tutti gli altri casi: $\sigma_{\max} t_1 = (N_{Ed,1}/A_1 + M_{Ed,1}/W_{el,1}) t_1 \leq 2 t_0 (f_{y0}/\sqrt{3}) / \gamma_{M5}$</p> <p>dove t_1 è lo spessore della flangia o della parete della sezione trasversale a I, H o RHS</p>	
Campo di validità	Fattore k_p
<p>In aggiunta ai limiti specificati nel prospetto 7.1:</p> <p>$\beta \geq 0,4$ e $\eta \leq 4$</p> <p>dove $\beta = b_1/d_0$ e $\eta = h_1/d_0$</p>	<p>Per $n_p > 0$ (compressione):</p> <p>$k_p = 1 - 0,3 n_p (1 + n_p)$ ma $k_p \leq 1,0$</p> <p>Per $n_p \leq 0$ (trazione): $k_p = 1,0$</p>

- (3) Il momento interno di progetto $M_{i,Ed}$ può essere assunto pari al valore corrispondente al punto di intersezione dell'asse della membratura diagonale con la faccia del corrente.
- (4) Si raccomanda che il momento resistente di progetto nel piano ed il momento resistente di progetto fuori piano $M_{i,Rd}$ siano determinati dai prospetti 7.3, 7.4 o 7.5, in relazione al caso pertinente.
- (5) Si raccomanda che le tipologie speciali di collegamenti saldati indicati nel prospetto 7.6 soddisfino gli appropriati criteri di progetto specificati per ciascun tipo nello stesso prospetto.
- (6) I valori del fattore k_g , impiegato nel prospetto 7.2 per collegamenti a KT, N e K, sono specificati nella figura 7.6. Il fattore k_g si utilizza sia per collegamenti con sovrapposizione che per collegamenti con separazione (gap), impiegando g per definire sia la distanza (gap) che la sovrapposizione, usando valori negativi di g per rappresentare la sovrapposizione q definita nella figura 1.3 b).

figura 7.6 Valori del fattore k_g da utilizzare nel prospetto 7.2

Legenda

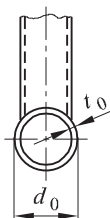
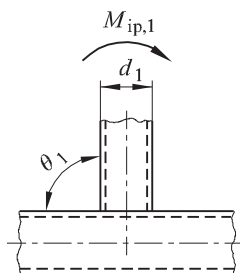
- 1 Collegamenti con sovrapposizione ($q = -g$)
- 2 Collegamenti con separazione (gap)



prospetto 7.5

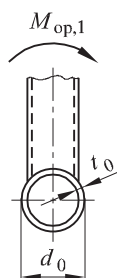
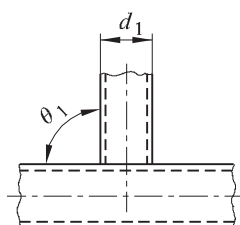
Momenti resistenti di progetto di collegamenti saldati tra membrature diagonali con sezione circolare cava e correnti tipo con sezione circolare cava

Collasso della faccia del corrente - giunti a Y, X e T



$$M_{ip,1,Rd} = 4,85 \frac{f_{y0} t_0^2 d_1}{\sin \theta_1} \sqrt{\gamma} \beta k_p / \gamma_{M5}$$

Collasso della faccia del corrente - giunti a X, T, N e K



$$M_{op,1,Rd} = \frac{f_{y0} t_0^2 d_1}{\sin \theta_1} \frac{2,7}{1 - 0,81 \beta} k_p / \gamma_{M5}$$

Punzonamento per taglio - giunti con separazione (gap) a K e N e tutti i giunti a Y, X e T

Quando $d_1 \leq d_0 - 2t_0$:

$$M_{ip,1,Rd} = \frac{f_{y0} t_0 d_1^2}{\sqrt{3}} \frac{1 + 3 \sin \theta_1}{4 \sin^2 \theta_1} / \gamma_{M5}$$

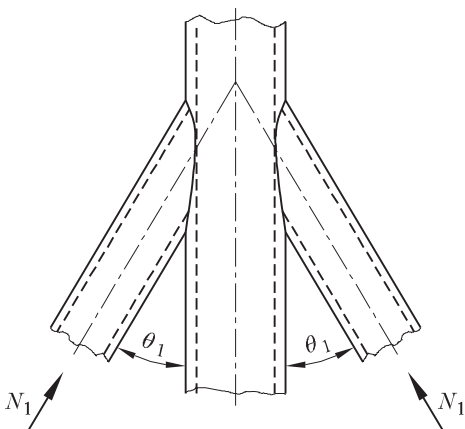
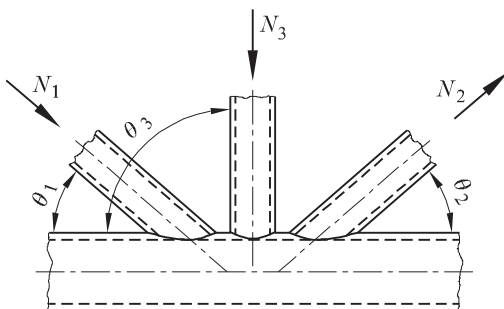
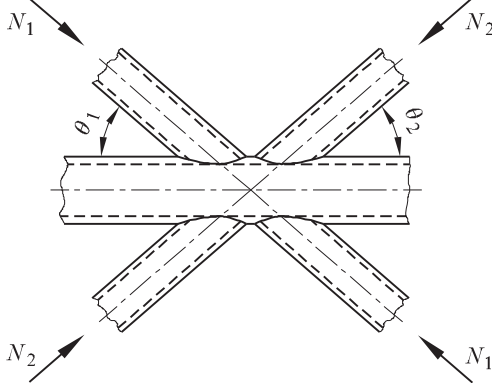
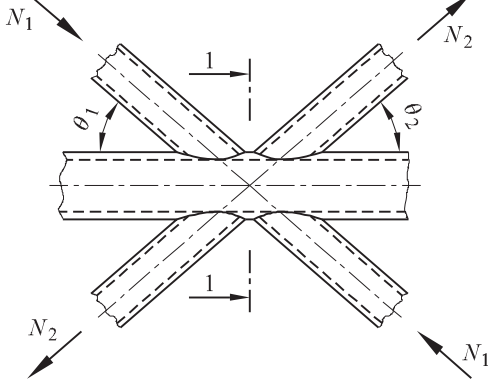
$$M_{op,1,Rd} = \frac{f_{y0} t_0 d_1^2}{\sqrt{3}} \frac{3 + \sin \theta_1}{4 \sin^2 \theta_1} / \gamma_{M5}$$

Fattore k_p

Per $n_p > 0$ (compressione): $k_p = 1 - 0,3 n_p (1 + n_p)$ ma $k_p \leq 1,0$

Per $n_p \leq 0$ (trazione): $k_p = 1,0$

Criteri di progetto per tipologie speciali di collegamenti saldati tra membrature diagonali con sezione circolare cava e correnti con sezione circolare cava

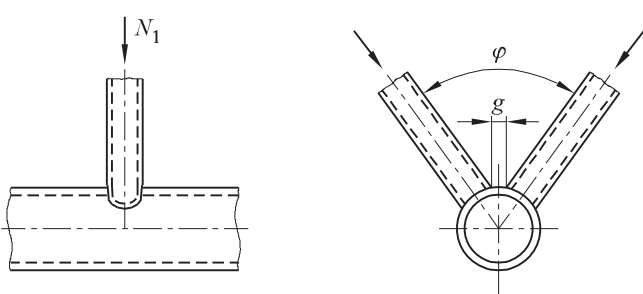
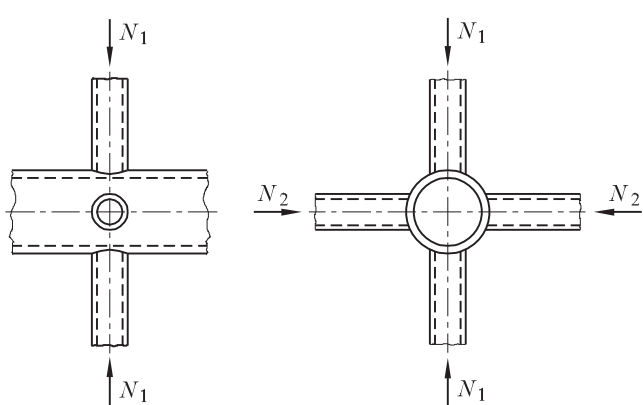
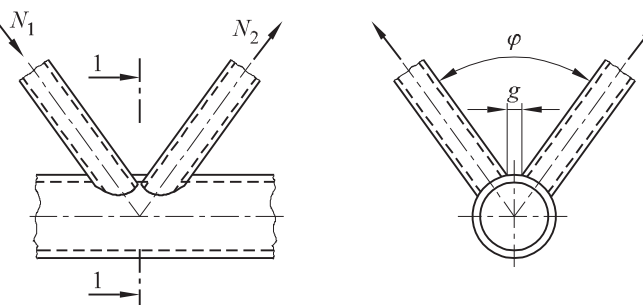
Tipologia di collegamento	Criteri di progetto
<p>Le forze possono essere sia di trazione che di compressione ma si raccomanda che abbiano lo stesso segno per entrambe le membrature.</p> 	<p>$N_{1,Ed} \leq N_{1,Rd}$ dove $N_{1,Rd}$ è il valore di $N_{1,Rd}$ ricavato dal prospetto 7.2 per un collegamento ad X.</p>
<p>Le membrature 1 e 3 sono qui rappresentate compresse e la membratura 2 è qui rappresentata tesa.</p> 	<p>$N_{1,Ed} \sin \theta_1 + N_{3,Ed} \sin \theta_3 \leq N_{1,Rd} \sin \theta_1$ $N_{2,Ed} \sin \theta_2 \leq N_{1,Rd} \sin \theta_1$ dove $N_{1,Rd}$ è il valore di $N_{1,Rd}$ ricavato dal prospetto 7.2 per un collegamento a K ma con $\frac{d_1}{d_0}$ sostituito da: $\frac{d_1 + d_2 + d_3}{3d_0}$</p>
<p>Si raccomanda che tutte le membrature diagonali risultino o tutte compresse o tese.</p> 	<p>$N_{1,Ed} \sin \theta_1 + N_{2,Ed} \sin \theta_2 \leq N_{x,Rd} \sin \theta_x$ dove $N_{x,Rd}$ è il valore di $N_{x,Rd}$ ricavato dal prospetto 7.2 per un collegamento a X, dove $N_{x,Rd} \sin \theta_x$ è il maggiore fra: $N_{1,Rd} \sin \theta_1$ e $N_{2,Rd} \sin \theta_2$</p>
<p>La membratura 1 è sempre compressa e la membratura 2 è sempre tesa.</p> 	<p>$N_{i,Ed} \leq N_{i,Rd}$ dove $N_{i,Rd}$ è il valore di $N_{i,Rd}$ ricavato dal prospetto 7.2 per un collegamento a K, a condizione che, in un collegamento con separazione (gap), il corrente soddisfi la seguente relazione in corrispondenza della sezione 1-1: $\left[\frac{N_{0,Ed}}{N_{pl,0,Rd}} \right]^2 + \left[\frac{V_{0,Ed}}{V_{pl,0,Rd}} \right]^2 \leq 1,0$</p>

7.4.3

Collegamenti che interessano più piani

- (1) Si raccomanda che in ciascun piano di pertinenza di un collegamento che interessa più piani, siano soddisfatti i criteri di progetto forniti al punto 7.4.2 impiegando le resistenze di progetto ridotte definite nel punto 7.4.3(2).
- (2) Si raccomanda che le resistenze di progetto per ciascun piano di pertinenza di un collegamento che interessa più piani siano determinate applicando il fattore di riduzione appropriato μ specificato nel prospetto 7.7 alla resistenza di un corrispondente collegamento giacente in un solo piano, calcolata secondo il punto 7.4.2 impiegando per k_p la appropriata forza del corrente.

prospetto 7.7 Fattori di riduzione per collegamenti in più piani

Tipologia di collegamento	Fattore di riduzione μ
<p>Collegamento a TT</p> <p>La membratura 1 può essere o tesa o compressa.</p> 	<p>$60^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ$</p> <p>$\mu = 1,0$</p>
<p>Collegamento a XX</p> <p>Le membrature 1 e 2 possono essere compresse o tese. $N_{2,Ed}/N_{1,Ed}$ è negativo se una delle membrature è tesa e l'altra è compressa.</p> 	<p>$\mu = 1 + 0,33 N_{2,Ed}/N_{1,Ed}$ considerando il segno di $N_{1,Ed}$ e $N_{2,Ed}$ dove $N_{2,Ed} \leq N_{1,Ed}$</p>
<p>Collegamento a KK</p> <p>La membratura 1 è sempre compressa e la membratura 2 è sempre tesa.</p> 	<p>$\mu = 0,9$ a condizione che, in un collegamento con separazione, il corrente soddisfi la seguente relazione in corrispondenza della sezione 1-1:</p> $\left[\frac{N_{0,Ed}}{N_{pl,0,Rd}} \right]^2 + \left[\frac{V_{0,Ed}}{V_{pl,0,Rd}} \right]^2 \leq 1,0$

7.5 Collegamenti saldati tra membrane diagonali tipo CHS o RHS e correnti tipo RHS

7.5.1 Generalità

- (1) Le resistenze di progetto di collegamenti saldati tra membrane diagonali a sezione cava e correnti a sezione cava quadrata o rettangolare possono determinarsi in accordo alle disposizioni specificate nei punti 7.5.2 e 7.5.3, a condizione che la geometria dei collegamenti rientri nel campo di validità specificato nel prospetto 7.8.
- (2) Per collegamenti che rientrano nel campo di validità specificato nel prospetto 7.8, è necessario considerare solo i criteri di progetto specificati nell'appropriato prospetto. Si raccomanda che la resistenza di progetto della connessione sia assunta come il valore più piccolo derivante dall'applicazione di tutti i criteri.
- (3) Per i collegamenti che non rientrano nel campo di validità specificato nel prospetto 7.8, si raccomanda di considerare tutte le modalità di collasso specificate nel punto 7.2.2. Inoltre, occorre considerare i momenti secondari che si sviluppano nei collegamenti a causa della loro rigidità flessionale.

prospetto 7.8

Campo di validità per collegamenti saldati tra membrane diagonali tipo CHS o RHS e correnti tipo RHS

Tipologia del collegamento	Parametri del collegamento [i = 1 o 2, j = diagonale sovrapposta]					
	b/b_0 o d/b_0	b/t_i e h/t_i o d/t_i		h_0/b_0 e h_i/b_i	b_0/t_0 e h_0/t_0	Distanza (gap) o sovrapposizione b/b_j
		Compressione	Trazione			
T, Y o X	$b/b_0 \geq 0,25$	$b/t_i \leq 35$ e $h/t_i \leq 35$ e Classe 1 o 2	$b/t_i \leq 35$ e $h/t_i \leq 35$	$\geq 0,5$ ma $\leq 2,0$	≤ 35 e Classe 1 o 2	-
K con gap N con gap	$b/b_0 \geq 0,35$ e $\geq 0,1 + 0,01 \ b_0/t_0$				≤ 35 e Classe 1 o 2	$g/b_0 \geq 0,5(1 - \beta)$ ma $\leq 1,5(1 - \beta)^{1)}$ e come minimo $g \geq t_1 + t_2$
K con sovrapposizione N con sovrapposizione	$b/b_0 \geq 0,25$				Classe 1	Classe 1 o 2
Membratura diagonale circolare	$d/b_0 \geq 0,4$ ma $\leq 0,8$	Classe 1	$d/t_i \leq 50$	Come sopra ma con d_i che sostituisce b_i e con d_j che sostituisce b_j .		

1)

Se $g/b_0 > 0,5(1 - \beta)$ e $g > t_1 + t_2$ il collegamento va trattato come due giunti separati a T o Y.

2)

$\lambda_{ov,lim.} = 60\%$ se il bordo nascosto non è saldato e 80% se il bordo nascosto è saldato. Se la sovrapposizione eccede $\lambda_{ov,lim.}$ oppure se le diagonali sono sezioni rettangolari con $h_i < b_i$ e/o $h_i < b_j$, la connessione tra le diagonali e la faccia del corrente deve essere verificata a taglio.

1) Se $g/b_0 > 0,5(1 - \beta)$ e $g > t_1 + t_2$ il collegamento va trattato come due giunti separati a T o Y.

2) $\lambda_{ov,lim.} = 60\%$ se il bordo nascosto non è saldato e 80% se il bordo nascosto è saldato. Se la sovrapposizione eccede $\lambda_{ov,lim.}$ oppure se le diagonali sono sezioni rettangolari con $h_i < b_i$ e/o $h_j < b_j$, la connessione tra le diagonali e la faccia del corrente deve essere verificata a taglio.

7.5.2 Collegamenti giacenti in un piano

7.5.2.1 Collegamenti non rinforzati

- (1) Si raccomanda che nelle connessioni di membrane diagonali soggette a solo forze assiali, lo sforzo normale di progetto $N_{i,Ed}$ non ecceda la resistenza assiale di progetto del collegamento saldato $N_{i,Rd}$, determinata in accordo al punto 7.5.2.1(2) o al punto 7.5.2.1(4), in relazione a quello che risulta più pertinente.
- (2) Per i collegamenti saldati, tra le sole membrane diagonali a sezione cava quadrata o circolare ed i correnti a sezione cava quadrata, se la geometria dei collegamenti rientra nel campo di validità specificato nel prospetto 7.8 e soddisfa anche le condizioni supplementari specificate nel prospetto 7.9, la resistenza assiale di progetto può determinarsi attraverso le espressioni fornite nel prospetto 7.10.
- (3) Per i collegamenti che rientrano nel campo di validità specificato nel prospetto 7.9, gli unici criteri di progetto da considerare sono la crisi della faccia del corrente e la crisi degli elementi diagonali con larghezza efficace ridotta. Si raccomanda che la resistenza assiale di progetto sia assunta come la minore tra quelle corrispondenti a tali due criteri.

Nota

Le resistenze assiali di progetto per collegamenti di elementi diagonali con sezione cava e correnti con sezione quadrata cava specificati nel prospetto 7.10 sono state espresse in forma semplificata omettendo i criteri di progetto che non sono ritenuti critici all'interno del campo di validità specificato nel prospetto 7.9.

- (4) Le resistenze assiali di progetto di un qualsiasi collegamento saldato non rinforzato tra membrature diagonali a sezione cava circolare o rettangolare e correnti a sezione cava rettangolare, che rientrano nel campo di validità specificato nel prospetto 7.8, possono essere determinate usando le espressioni fornite nei prospetti 7.11, 7.12 o 7.13, a seconda di quello che risulta più appropriato. Per i collegamenti rinforzati vedere punto 7.5.2.2.

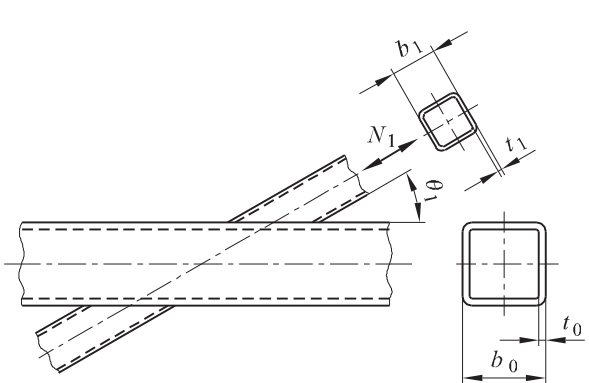
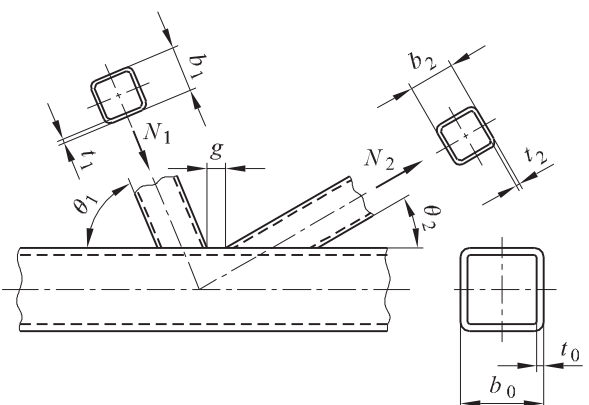
prospetto 7.9

Condizioni supplementari per l'uso del prospetto 7.10

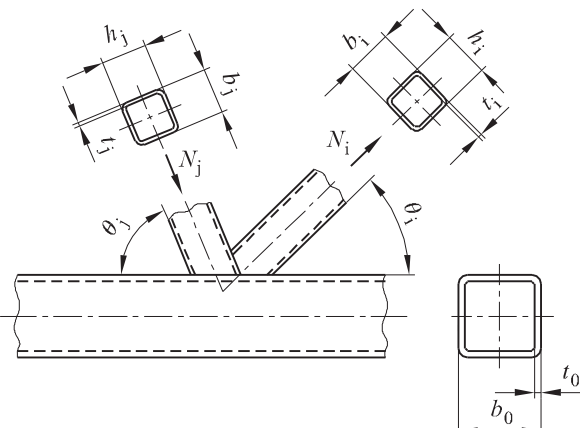
Tipologia di diagonale	Tipologia di collegamento	Parametri del collegamento	
Sezione cava quadrata	a T, a Y o a X	$b/b_0 \leq 0,85$	$b_0/t_0 \geq 10$
	a K con separazione (gap) oppure a N con separazione (gap)	$0,6 \leq \frac{b_1 + b_2}{2b_1} \leq 1,3$	$b_0/t_0 \geq 15$
	a T, a Y o a X		$b_0/t_0 \geq 10$
Sezione cava circolare	a K con separazione (gap) oppure a N con separazione (gap)	$0,6 \leq \frac{d_1 + d_2}{2d_1} \leq 1,3$	$b_0/t_0 \geq 15$
	a T, a Y o a X		$b_0/t_0 \geq 10$
	a K con separazione (gap) oppure a N con separazione (gap)		$b_0/t_0 \geq 15$

prospetto 7.10

Resistenze assiali di progetto di collegamenti saldati tra sezioni cave circolari o quadrate

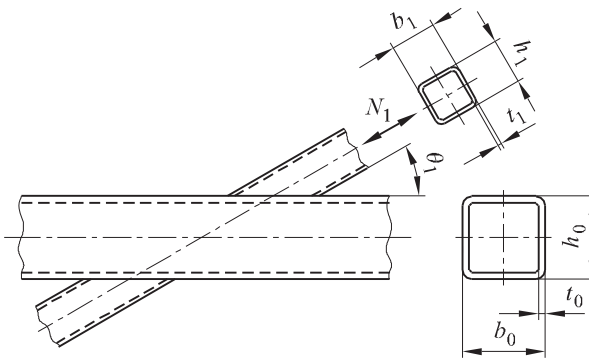
Tipologia del collegamento	Resistenza di progetto [$i = 1$ o 2 , $j =$ diagonale sovrapposta]
Collegamenti a X, a Y e a T	Collasso della faccia del corrente $\beta \leq 0,85$
	$N_{1,Rd} = \frac{k_n f_{y0} t_0^2}{(1 - \beta) \sin \theta_1} \left(\frac{2\beta}{\sin \theta_1} + 4\sqrt{1 - \beta} \right) / \gamma_{M5}$
Collegamenti con separazione (gap) a K e a N	Collasso della faccia del corrente $\beta \leq 1,0$
	$N_{1,Rd} = \frac{8,9 \gamma^{0,5} k_n f_{y0} t_0^2}{\sin \theta_1} \left(\frac{b_1 + b_2}{2b_0} \right) / \gamma_{M5}$
Collegamenti con sovrapposizione a K ed a N ¹⁾	Collasso degli elementi diagonali $25\% \leq \lambda_{ov} \leq 50\%$

prospetto 7.10 **Resistenze assiali di progetto di collegamenti saldati tra sezioni cave circolari o quadrate** (Continua)

Tipologia del collegamento	Resistenza di progetto [$i = 1$ o 2 , $j =$ diagonale sovrapposta]
<p>La membratura i o la membratura j possono essere sia tese che compresse, ma si raccomanda che una sia tesa e l'altra compressa</p> 	$N_{i,Rd} = f_{yi} t_i \left(b_{eff} + b_{e,ov} + 2 h_i \frac{\lambda_{ov}}{50} - 4 t_i \right) / \gamma_{M5}$
	Collasso degli elementi diagonali $50\% \leq \lambda_{ov} < 80\%$
	$N_{i,Rd} = f_{yi} t_i [b_{eff} + b_{e,ov} + 2 h_i - 4 t_i] / \gamma_{M5}$
	Collasso degli elementi diagonali $\lambda_{ov} \geq 80\%$
	$N_{i,Rd} = f_{yi} t_i [b_i + b_{e,ov} + 2 h_i - 4 t_i] / \gamma_{M5}$
Parametri b_{eff} , $b_{e,ov}$ e k_n	
$b_{eff} = \frac{10}{b_0/t_0} \frac{f_{y0} t_0}{f_{yi} t_i} b_i \text{ ma } b_{eff} \leq b_i$	<p>Per $n > 0$ (compressione):</p> $k_n = 1,3 - \frac{0,4n}{\beta}$ $k_n \leq 1,0$ <p>Per $n \leq 0$ (trazione): ma $k_n = 1,0$</p>
$b_{e,ov} = \frac{10}{b_j/t_j} \frac{f_{yi} t_j}{f_{yj} t_j} b_i \text{ ma } b_{e,ov} \leq b_i$	
Per gli elementi diagonali con sezione circolare, moltiplicare le resistenze di cui sopra per $\pi/4$, sostituire b_1 e h_1 con d_1 e sostituire b_2 e h_2 con d_2 .	
*) Occorre verificare solo la membratura diagonale i che si sovrappone. Il fattore di efficienza (ossia il rapporto tra la resistenza di progetto del collegamento e la resistenza plastica di progetto della membratura diagonale) della membratura diagonale j sovrapposta si raccomanda che sia assunta pari a quello della membratura diagonale che si sovrappone. Vedere anche prospetto 7.8.	

prospetto 7.11

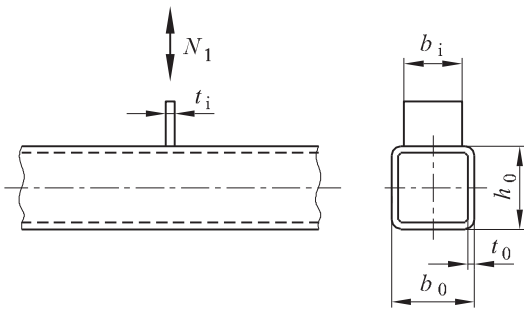
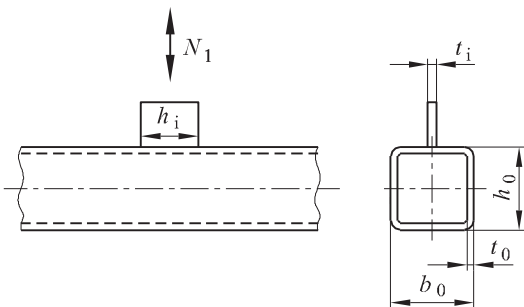
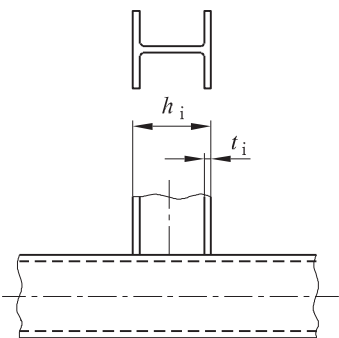
Resistenze assiali di progetto di collegamenti saldati a T, X e Y tra elementi diagonali tipo RHS o CHS e correnti di tipo RHS

Tipologia del collegamento	Resistenza di progetto
	Collasso della faccia del corrente $\beta \leq 0,85$
	$N_{1,Rd} = \frac{k_n f_{y0} t_0^2}{(1 - \beta) \sin \theta_1} \left(\frac{2\eta}{\sin \theta_1} + 4\sqrt{1 - \beta} \right) / \gamma_{M5}$
	Instabilità della parete laterale del corrente ¹⁾ $\beta = 1,0^{(2)}$
	$N_{1,Rd} = \frac{k_n f_b t_0}{\sin \theta_1} \left(\frac{2h_1}{\sin \theta_1} + 10t_0 \right) / \gamma_{M5}$
	Collasso dell'elemento diagonale $\beta \geq 0,85$
	$N_{1,Rd} = f_{yt} (2h_1 - 4t_1 + 2b_{eff}) / \gamma_{M5}$
	Punzonamento per taglio $0,85 \leq \beta \leq (1 - 1/\gamma)$
	$N_{1,Rd} = \frac{f_{y0} t_0}{\sqrt{3} \sin \theta_1} \left(\frac{2h_1}{\sin \theta_1} + 2b_{e,p} \right) / \gamma_{M5}$
1) Per collegamenti a X con $\cos \theta_1 > h_1/h_0$ utilizzare il più piccolo tra il presente valore e la resistenza a taglio di progetto delle pareti laterali del corrente fornita per i collegamenti con separazione (gap) a K ed a N nel prospetto 7.12. 2) Per $0,85 \leq \beta \leq 1,0$ utilizzare l'interpolazione lineare fra il valore corrispondente al collasso della faccia del corrente per $\beta = 0,85$ ed il valore corrispondente al meccanismo che governa il collasso della parete laterale del corrente per $\beta = 1,0$ (instabilità della parete laterale o taglio nel corrente).	
Per elementi diagonali con sezione circolare, moltiplicare le resistenze di cui sopra per $\pi/4$, sostituire b_1 e h_1 con d_1 e sostituire b_2 e h_2 con d_2 .	
Nel caso della trazione: $f_b = f_{y0}$ Nel caso della compressione: $f_b = \chi f_{y0}$ (collegamenti a T ed a Y) $f_b = 0,8 \chi f_{y0} \sin \theta_1$ (collegamenti a X) dove χ è il fattore di riduzione per instabilità flessionale ottenuto dalla EN 1993-1-1 usando la curva di instabilità pertinente ed una snellezza normalizzata $\bar{\lambda}$ determinata dalla seguente relazione:	$b_{eff} = \frac{10}{b_0/t_0} \frac{f_{y0} t_0}{f_{yt} t_1} b_1 \text{ ma } b_{eff} \leq b_1$
	$b_{e,p} = \frac{10}{b_0/t_0} b_1 \text{ ma } b_{e,p} \leq b_1$
	Per $n > 0$ (compressione): $k_n = 1,3 - \frac{0,4n}{\beta}$ $k_n \leq 1,0$
	Per $n \leq 0$ (trazione): ma $k_n = 1,0$

prospetto 7.12

Resistenze assiali di progetto di collegamenti saldati a K ed a N tra elementi diagonali tipo CHS o RHS e correnti tipo RHS

Tipologia del collegamento	Resistenza di progetto [$i = 1$ o 2]
Collegamenti con separazione (gap) a K e a N	<p>Collasso della faccia del corrente</p> $N_{i,Rd} = \frac{8,9 k_n f_{y0} t_0^2 \sqrt{\gamma} (b_1 + b_2 + h_1 + h_2)}{\sin \theta_1} / \gamma_{M5}$ <p>Punzonamento per taglio</p> $N_{i,Rd} = \frac{f_{y0} A_v}{\sqrt{3} \sin \theta_1} / \gamma_{M5}$ $N_{0,Rd} = [(A_0 - A_v) f_{y0} + A_v f_{y0} \sqrt{1 - (V_{ed}/V_{pl,Rd})^2}] / \gamma_{M5}$ <p>Collasso dell'elemento diagonale</p> $N_{i,Rd} = f_{yi} t_i (2 h_i - 4 t_i + b_i + b_{eff}) / \gamma_{M5}$ <p>Punzonamento per taglio $\beta \leq (1 - 1/\gamma)$</p> $N_{i,Rd} = \frac{f_{y0} t_0}{\sqrt{3} \sin \theta_1} \left(\frac{2 h_i}{\sin \theta_1} + b_i + b_{e,p} \right) / \gamma_{M5}$
Giunti con sovrapposizione a K ed a N	Come nel prospetto 7.10
Per elementi diagonali con sezione circolare, moltiplicare le resistenze di cui sopra per $\pi/4$, sostituire b_1 e h_1 con d_1 e sostituire b_2 e h_2 con d_2 , con eccezione per il taglio nel corrente.	
$A_v = (2 h_0 + \alpha b_0) t_0$ Per membrature diagonali con sezione rettangolare o quadrata: $\alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{4g^2}{3t_0^2}}}$ dove g è la distanza (gap), vedere figura 1.3 a). Per membrature diagonali con sezione circolare: $\alpha = 0$	$b_{eff} = \frac{10}{b_0/t_0} \frac{f_{y0} t_0}{f_{yi} t_i} b_i \text{ ma } b_{eff} \leq b_i$ $b_{e,p} = \frac{10}{b_0/t_0} b_i \text{ ma } b_{e,p} \leq b_i$ <p>Per $n > 0$ (compressione):</p> $k_n = 1,3 - \frac{0,4n}{\beta}$ <p>Per $n \leq 0$ (trazione): ma $k_n \leq 1,0$</p> $k_n = 1,0$

Piastra trasversale	Collasso della faccia del corrente $\beta \leq 0,85$
	$N_{1,Rd} = k_n f_{y0} t_0^2 \frac{2 + 2,8\beta}{\sqrt{1 - 0,9\beta}} / \gamma_{M5}$
	Schiacciamento della parete laterale del corrente quando $b_1 \geq b_0 - 2t_0$
	$N_{1,Rd} = k_n f_{y0} t_0 (2t_1 + 10t_0) / \gamma_{M5}$
	Punzonamento per taglio quando $b_1 \leq b_0 - 2t_0$
	$N_{1,Rd} = \frac{f_{y0} t_0}{\sqrt{3}} (2t_1 + 2b_{e,p}) / \gamma_{M5}$
Piastra longitudinale	Collasso della faccia del corrente
	$N_{1,Rd} = k_m f_{y0} t_0^2 (2h_1/b_0 + 4\sqrt{1 - t_1/b_0}) / \gamma_{M5}$
Sezione ad H o ad I	
	<p>Come approssimazione conservativa, se $\eta \geq 2\sqrt{1 - \beta}$, $N_{1,Rd}$ per una sezione ad H o ad I può essere assunto uguale alla resistenza di progetto di due piastre trasversali con dimensioni simili alle flange della sezione ad H o ad I, determinata come sopra specificato.</p> <p>Se $\eta < 2\sqrt{1 - \beta}$ si raccomanda di procedere mediante interpolazione lineare tra i valori corrispondenti ad una e due piastre.</p> $M_{p,1,Rd} = N_{1,Rd} (h_1 - t_1)$ <p>$N_{1,Rd}$ è la capacità di una flangia; β è il rapporto tra la larghezza della flangia delle sezioni diagonali a I o a H e la larghezza del corrente RHS.</p>
Campo di validità	
In aggiunta ai limiti specificati nel prospetto 7.8:	
$0,5 \leq \beta < 1,0$	
$b_0/t_0 \leq 30$	
Parametri b_{eff} , $b_{e,p}$ e k_m	
$b_{eff} = \frac{10}{b_0/t_0} \frac{f_{y0} t_0}{f_{y1} t_1} b_1 \text{ ma } b_{eff} \leq b_1$	Per $n > 0$ (compressione):
	$k_m = 1,3(1 - n)$
$b_{e,p} = \frac{10}{b_0/t_0} b_1 \text{ ma } b_{e,p} \leq b_1$	Per $n \leq 0$ (trazione): ma $k_m \leq 1,0$
	$k_m = 1,0$
*) Le connessioni saldate a cordone d'angolo si raccomanda siano progettate in conformità al punto 4.10.	

- (5) Si raccomanda che le connessioni di membrature diagonali soggette ad azione combinata di sforzo normale e momento flettente soddisfino il seguente requisito:

$$\frac{N_{i,Ed}}{N_{i,Rd}} + \frac{M_{ip,i,Ed}}{M_{ip,i,Rd}} + \frac{M_{op,i,Ed}}{M_{op,i,Rd}} \leq 1,0 \quad (7.4)$$

dove:

$M_{ip,i,Rd}$ è il momento resistente di progetto nel piano;

$M_{ip,i,Ed}$ è il momento interno di progetto che agisce nel piano;

$M_{op,i,Rd}$ è il momento resistente di progetto fuori piano;

$M_{op,i,Ed}$ è il momento interno di progetto che agisce fuori piano.

- (6) Il momento interno di progetto $M_{i,Ed}$ può determinarsi in corrispondenza dell'intersezione dell'asse della membratura diagonale con la faccia del corrente.
- (7) Si raccomanda che per i collegamenti non rinforzati, i momenti resistenti di progetto nel piano e fuori piano $M_{i,Rd}$ siano determinati dal prospetto 7.13 o 7.14, in relazione a quello che risulta pertinente. Per i collegamenti rinforzati vedere punto 7.5.2.2.
- (8) Si raccomanda che le tipologie speciali di collegamenti saldati indicati nei prospetti 7.15 e 7.16 soddisfino gli appropriati criteri di progetto specificati negli stessi prospetti per ciascuna tipologia.

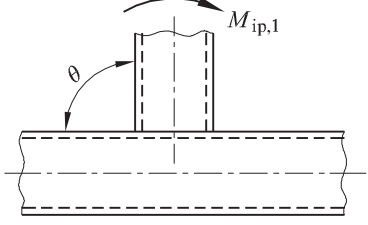
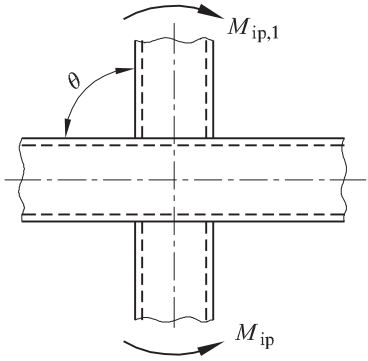
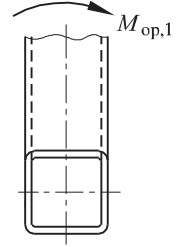
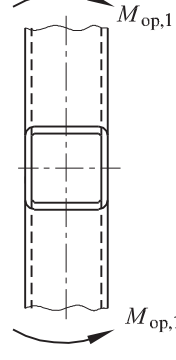
7.5.2.2

Collegamenti rinforzati

- (1) Possono impiegarsi svariate tipologie di rinforzo dei collegamenti. La tipologia che risulta più appropriata dipende dalla modalità di collasso che, in assenza di rinforzo, condiziona la resistenza di progetto del collegamento.
- (2) Per incrementare la resistenza del collegamento nel caso di crisi della faccia del corrente, crisi per punzonamento per taglio o crisi dell'elemento diagonale con larghezza efficace ridotta, possono essere impiegate piastre di rinforzo della flangia.
- (3) Per rinforzare un collegamento nel caso di crisi della parete laterale del corrente o di crisi a taglio del corrente si può applicare una coppia di piastre laterali.
- (4) Per evitare la parziale sovrapposizione di membrature diagonali in un collegamento a N oppure a K, le membrature diagonali possono essere saldate ad un irrigidimento verticale.
- (5) Si può anche utilizzare una qualsiasi combinazione di questi tipi di rinforzo dei collegamenti.
- (6) Si raccomanda che la qualità di acciaio da impiegare per il rinforzo sia non inferiore a quella della membratura del corrente.
- (7) Si raccomanda che le resistenze di progetto di collegamenti rinforzati siano determinate impiegando i prospetti 7.17 e 7.18.

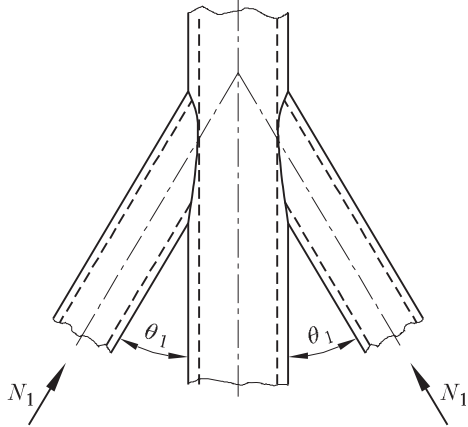
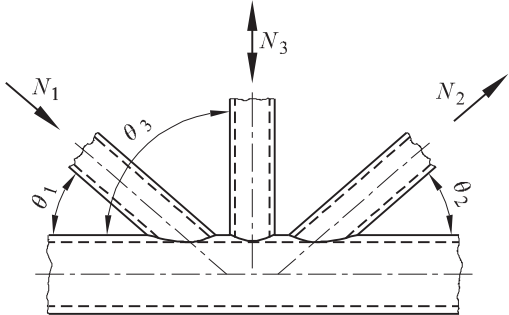
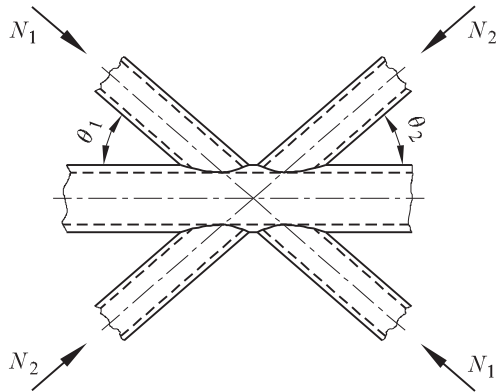
prospetto 7.14

Momenti resistenti di progetto di collegamenti saldati tra membrature diagonali tipo RHS e correnti tipo RHS

Collegamenti a T ed a X	Resistenza di progetto
Momenti nel piano ($\theta = 90^\circ$)	<p>Collasso della faccia del corrente $\beta \leq 0,85$</p> $M_{ip,1,Rd} = k_n f_{y0} t_0^2 h_1 \left(\frac{1}{2\eta} + \frac{2}{\sqrt{1-\beta}} + \frac{\eta}{1-\beta} \right) / \gamma_{M5}$ <p>Schiacciamento della parete laterale del corrente $0,85 < \beta \leq 1,0$</p> $M_{ip,1,Rd} = 0,5 f_{yk} t_0 (h_1 + 5 t_0)^2 / \gamma_{M5}$ $f_{yk} = f_{y0} \text{ (collegamenti a T)}$ $f_{yk} = 0,8 f_{y0} \text{ (collegamenti a X)}$ <p>Collasso dell'elemento diagonale $0,85 < \beta \leq 1,0$</p> $M_{ip,1,Rd} = f_{y1} (W_{pl,1} - (1 - b_{eff}/b_1) b_1 (h_1 - t_1) t_1) / \gamma_{M5}$
 	<p>Momenti fuori piano ($\theta = 90^\circ$)</p> <p>Collasso della faccia del corrente $\beta \leq 0,85$</p> $M_{op,1,Rd} = k_n f_{y0} t_0^2 \left(\frac{h_1 (1 - \beta)}{2(1 - \beta)} + \sqrt{\frac{2 b_0 b_1 (1 + \beta)}{1 - \beta}} \right) / \gamma_{M5}$ <p>Schiacciamento della parete laterale del corrente $0,85 < \beta \leq 1,0$</p> $M_{op,1,Rd} = f_{yk} t_0 (b_0 - t_0) (h_1 + 5 t_0) / \gamma_{M5}$ $f_{yk} = f_{y0} \text{ (collegamenti a T)}$ $f_{yk} = 0,8 f_{y0} \text{ (collegamenti a X)}$ <p>Collasso per instabilità distorsionale del corrente (solo in giunti a T)^{*)}</p> $M_{op,1,Rd} = 2 f_{y0} t_0 (h_1 t_0 + \sqrt{b_0 h_0 t_0 (b_0 + h_0)}) / \gamma_{M5}$ <p>Collasso dell'elemento diagonale $0,85 < \beta \leq 1,0$</p> $M_{op,1,Rd} = f_{y1} (W_{pl,1} - 0,5 (1 - b_{eff}/b_1)^2 b_1^2 t_1) / \gamma_{M5}$
 	
Parametri b_{eff} e k_n	
$b_{eff} = \frac{10}{b_0/t_0 f_{y1} t_1} f_{y0} t_0 b_1$ <p>ma $b_{eff} \leq b_1$</p>	<p>Per $n > 0$ (compressione):</p> $k_n = 1,3 - \frac{0,4n}{\beta}$ <p>Per $n \leq 0$ (trazione): ma $k_n \leq 1,0$</p> $k_n = 1,0$
<p>^{*)} Questo criterio non si applica laddove il collasso per instabilità distorsionale del corrente è impedito attraverso altri accorgimenti.</p>	

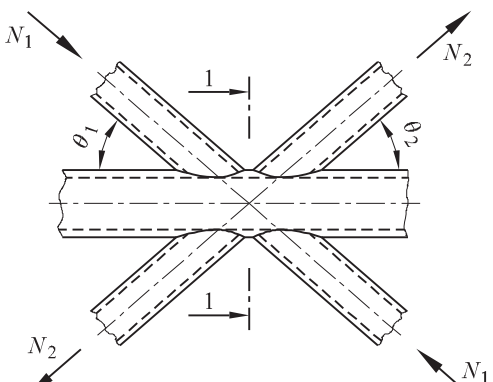
prospetto 7.15

Criteri di progetto per tipologie speciali di collegamenti saldati tra membrature diagonali tipo RHS e correnti tipo RHS

Tipologia del collegamento	Criterio di progetto
<p>Le membrature possono risultare sia tese che compresse e si raccomanda che siano caratterizzate da sforzi aventi lo stesso segno.</p> 	$N_{1,Ed} \leq N_{1,Rd}$ <p>dove $N_{1,Rd}$ è il valore assunto da $N_{1,Rd}$ per un collegamento a X secondo il prospetto 7.11.</p>
<p>La membratura 1 è sempre compressa e la membratura 2 è sempre tesa.</p> 	$N_{1,Ed} \sin \theta_1 + N_{3,Ed} \sin \theta_3 \leq N_{1,Rd} \sin \theta_1$ $N_{2,Ed} \sin \theta_2 \leq N_{1,Rd} \sin \theta_1$ <p>dove $N_{1,Rd}$ è il valore assunto da $N_{1,Rd}$ per un collegamento a K, secondo il prospetto 7.12, ma con $\frac{b_1 + b_2 + h_1 + h_2}{4b_0}$</p> <p>sostituito da: $\frac{b_1 + b_2 + b_3 + h_1 + h_2 + h_3}{6b_0}$</p>
<p>Si raccomanda che tutte le membrature diagonali risultino o tutte compresse oppure tese.</p> 	$N_{1,Ed} \sin \theta_1 + N_{2,Ed} \sin \theta_2 \leq N_{x,Rd} \sin \theta_x$ <p>dove $N_{x,Rd}$ è il valore assunto da $N_{x,Rd}$ per un collegamento a X secondo il prospetto 7.11 ed $N_{x,Rd} \sin \theta_x$ è il maggiore fra:</p> $ N_{1,Rd} \sin \theta_1 \text{ e } N_{2,Rd} \sin \theta_2 $

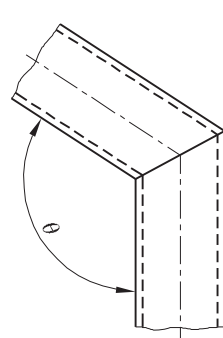
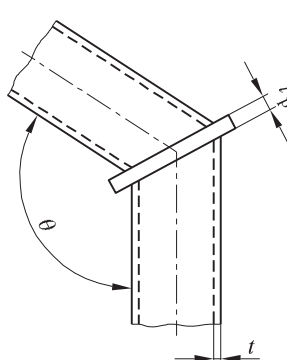
prospetto 7.15

Criteri di progetto per tipologie speciali di collegamenti saldati tra membrature diagonali tipo RHS e correnti tipo RHS (Continua)

Tipologia del collegamento	Criterio di progetto
<p>La membratura 1 è sempre compressa e la membratura 2 è sempre tesa.</p> 	<p>$N_{1,Ed} \leq N_{1,Rd}$ dove $N_{1,Rd}$ è il valore assunto da $N_{i,Rd}$ per un collegamento a K secondo il prospetto 7.12, a condizione che, in un collegamento con separazione (gap), il corrente soddisfi nella sezione 1-1 la seguente condizione:</p> $\left[\frac{N_{0,Ed}}{N_{pl,0,Rd}} \right]^2 + \left[\frac{V_{0,Ed}}{V_{pl,0,Rd}} \right]^2 \leq 1,0$

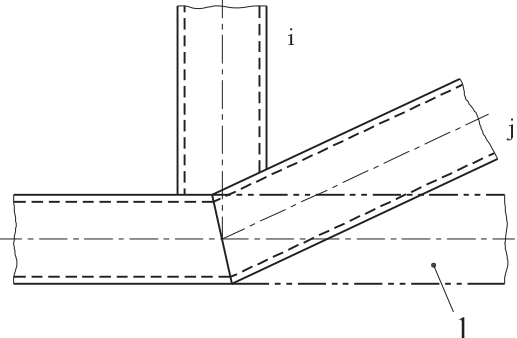
prospetto 7.16

Criteri di progetto per collegamenti saldati a ginocchio e collegamenti con corrente discontinuo tra membrature tipo RHS

Tipologia del collegamento	Criteri
Collegamenti saldati a ginocchio	
	<p>Si raccomanda che la sezione trasversale sia di Classe 1 per semplice flessione pura, vedere EN 1993-1-1.</p> $N_{Ed} \leq 0,2 N_{pl,Rd}$ <p>e</p> $\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \leq k$ <p>Se $\theta \leq 90^\circ$: $k = \frac{3\sqrt{b_0/h_0}}{[b_0/t_0]^{0,8}} + \frac{1}{1 + 2b_0/h_0}$</p> <p>Se $90^\circ < \theta \leq 180^\circ$: $k = 1 - (\sqrt{2} \cos(\theta/2))(1 - k_{90})$ dove k_{90} è il valore di k per $\theta = 90^\circ$.</p>
	<p>$t_p \geq 1,5t$ e ≥ 10 mm</p> $\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} \leq 1,0$

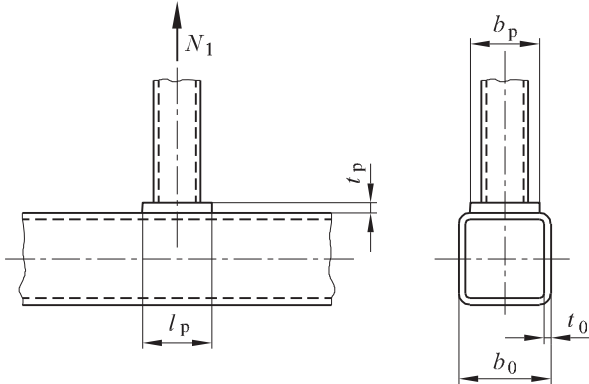
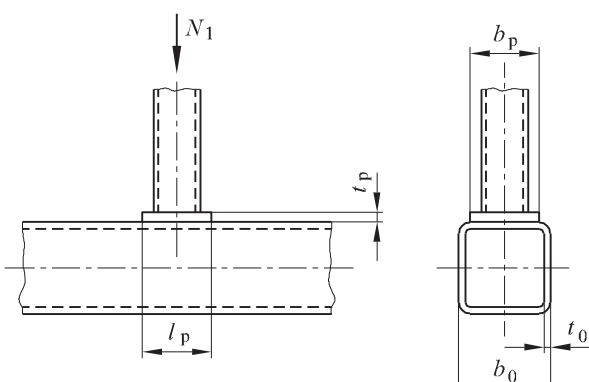
prospetto 7.16

Criteri di progetto per collegamenti saldati a ginocchio e collegamenti con corrente discontinuo tra membrature tipo RHS (Continua)

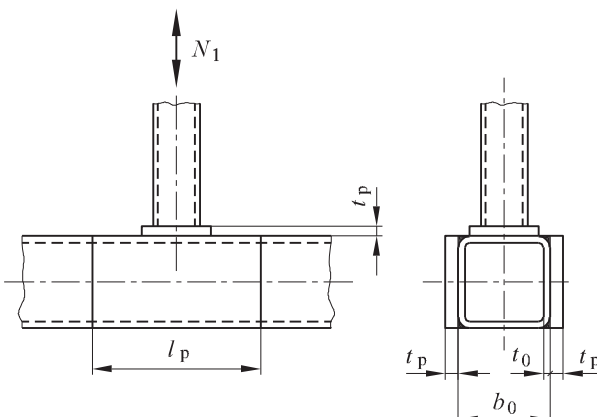
Tipologia del collegamento	Criteri
Corrente discontinuo	
<p>1 Estensione immaginaria del corrente</p> 	$N_{i,Ed} \leq N_{i,Rd}$ dove $N_{i,Rd}$ è il valore assunto da $N_{i,Rd}$ per un collegamento a sovrapposizione del tipo a N o a K secondo il prospetto 7.12.

prospetto 7.17

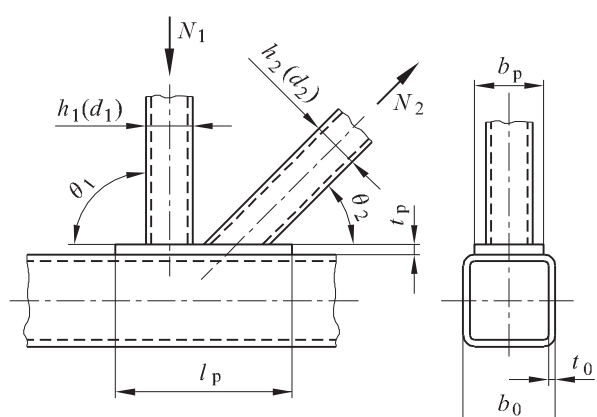
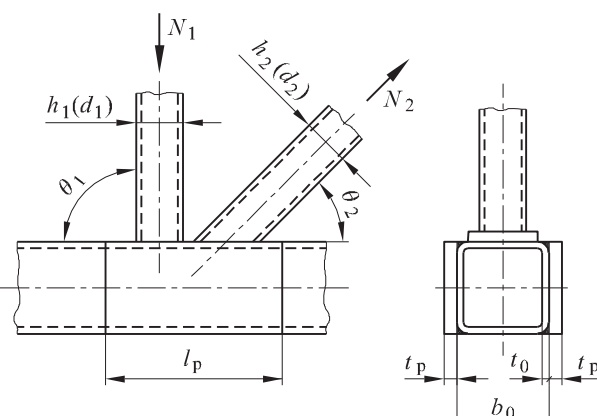
Resistenze di progetto di collegamenti saldati rinforzati a T, Y e X tra membrature diagonali tipo CHS o RHS e correnti tipo RHS

Tipologia del collegamento	Resistenza di progetto
Rinforzato con piastre di flangia per evitare il collasso della faccia del corrente, il collasso dell'elemento diagonale o il punzonamento per taglio.	
Forza di trazione	$\beta_p \leq 0,85$
	$l_p \geq \frac{h_1}{\sin \theta_1} + \sqrt{b_p(b_p - b_1)}$ <p>e</p> $b_p \geq b_0 - 2t_0$ $t_p \geq 2t_1$ $N_{1,Rd} = \frac{f_{yp} t_p^2}{(1 - b_1/b_p) \sin \theta_1} \left(\frac{2h_1/b_p}{\sin \theta_1} + 4\sqrt{1 - b_1/b_p} \right) / \gamma_{M5}$
Forza di compressione	$\beta_p \leq 0,85$
	$l_p \geq \frac{h_1}{\sin \theta_1} + \sqrt{b_p(b_p - b_1)}$ <p>e</p> $b_p \geq b_0 - 2t_0$ $t_p \geq 2t_1$ <p>Prendere $N_{1,Rd}$ pari al valore assunto da $N_{1,Rd}$ per un collegamento a T, X o Y secondo il prospetto 7.11, ma con $k_n = 1,0$ e t_0 sostituito da t_p solo nel caso di crisi della faccia del corrente, collasso dell'elemento diagonale e punzonamento per taglio.</p>

prospetto 7.17 **Resistenze di progetto di collegamenti saldati rinforzati a T, Y e X tra membrature diagonali tipo CHS o RHS e correnti tipo RHS (Continua)**

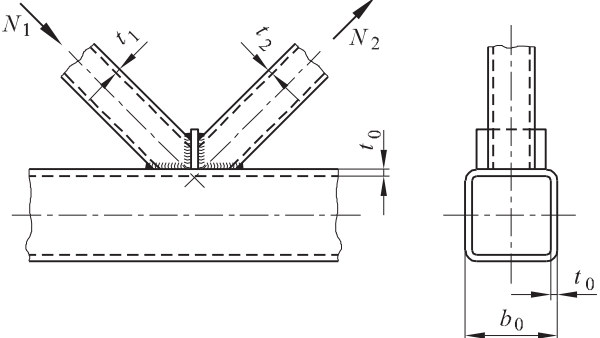
Tipologia del collegamento	Resistenza di progetto [$i = 1$]
Rinforzato con piastre laterali per evitare l'instabilità o il collasso per taglio della parete laterale del corrente.	
	$l_p \geq 1,5h_1/\sin\theta_1$ Prendere $N_{1,Rd}$ pari al valore assunto da $N_{i,Rd}$ per un collegamento a T, X o Y secondo il prospetto 7.11, ma con t_0 sostituito da $(t_0 + t_p)$ solo nel caso di collasso per instabilità e da taglio della parete laterale del corrente.

prospetto 7.18 **Resistenze di progetto di collegamenti saldati rinforzati a K ed a N tra membrature diagonali tipo CHS o RHS e correnti tipo RHS**

Tipologia del collegamento	Resistenza di progetto [$i = 1$ o 2]
Rinforzato con piastre di flangia per evitare la crisi della faccia del corrente, la crisi dell'elemento diagonale o il punzonamento per taglio.	
	$l_p \geq 1,5\left(\frac{h_1}{\sin\theta_1} + g + \frac{h_2}{\sin\theta_2}\right)$ $b_p \geq b_0 - 2t_0$ $t_p \geq 2t_1$ e $2t_2$ Prendere $N_{i,Rd}$ pari al valore assunto da $N_{i,Rd}$ per un collegamento a K o a N secondo il prospetto 7.12, ma con t_0 sostituito da t_p solo nel caso di crisi della faccia del corrente, crisi dell'elemento diagonale e punzonamento per taglio.
Rinforzato con una coppia di piastre laterali per evitare la crisi per taglio del corrente.	
	$l_p \geq 1,5\left(\frac{h_1}{\sin\theta_1} + g + \frac{h_2}{\sin\theta_2}\right)$ Prendere $N_{i,Rd}$ pari al valore assunto da $N_{i,Rd}$ per un collegamento a K o a N secondo il prospetto 7.12, ma con t_0 sostituito da $(t_0 + t_p)$ per la sola crisi per taglio del corrente.

prospetto 7.18

Resistenze di progetto di collegamenti saldati rinforzati a K ed a N tra membrature diagonali tipo CHS o RHS e correnti tipo RHS (Continua)

Tipologia del collegamento	Resistenza di progetto [$i = 1$ o 2]
Rinforzato con una piastra di divisione tra le membrature diagonali a causa dell'insufficiente sovrapposizione.	
	$t_p \geq 2t_1$ e $2t_2$ Prendere $N_{i,Rd}$ pari al valore assunto da $N_{i,Rd}$ per un collegamento con sovrapposizione a K o a N secondo il prospetto 7.12 con $\lambda_{ov} < 80\%$, ma con b_p , t_p e f_{yp} sostituiti da b_p , t_p e f_{yp} nell'espressione per il calcolo di $b_{e,ov}$ fornita nel prospetto 7.10.

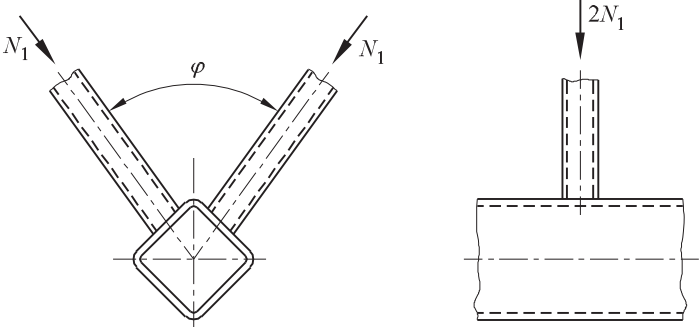
7.5.3

Collegamenti che interessano più piani

- (1) In ciascun piano pertinente di un collegamento che interessa più piani, si raccomanda che i criteri di progetto forniti nel punto 7.5.2 siano soddisfatti impiegando le resistenze di progetto ridotte ottenute dal punto 7.5.3(2).
- (2) Si raccomanda che le resistenze di progetto in ciascun piano pertinente di un collegamento che interessa più piani siano determinate applicando il fattore di riduzione μ appropriato specificato nel prospetto 7.19 per la resistenza del corrispondente collegamento giacente in un unico piano e calcolato secondo il punto 7.5.2 assumendo l'appropriato carico agente nella situazione riferita al collegamento che interessa più piani.

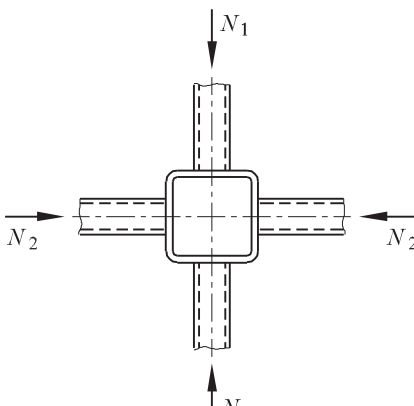
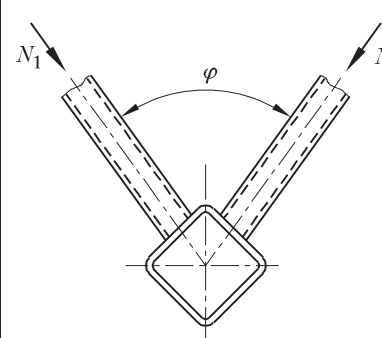
prospetto 7.19

Fattori di riduzione per collegamenti che interessano più piani

Tipologia di collegamento	Fattore di riduzione μ
Collegamento tipo TT	$60^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ$
La membratura 1 può essere o tesa o compressa.	$\mu = 0,9$
	

prospetto 7.19

Fattori di riduzione per collegamenti che interessano più piani (Continua)

Tipologia di collegamento	Fattore di riduzione μ
<p>Collegamento tipo XX</p> <p>Le membrature 1 e 2 possono essere sia tese che compresse. $N_{2,Ed}/N_{1,Ed}$ è negativo se una delle membrature è tesa e l'altra è compressa.</p> 	<p>$\mu = 0,9(1 + 0,33N_{2,Ed}/N_{1,Ed})$ Tenendo conto del segno di $N_{1,Ed}$ e di $N_{2,Ed}$ dove $N_{2,Ed} \leq N_{1,Ed}$</p>
<p>Collegamento tipo KK</p> 	<p>$60^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ$</p> <p>$\mu = 0,9$ a condizione che, in un collegamento con separazione (gap), il corrente soddisfi la seguente relazione in corrispondenza della sezione 1-1:</p> $\left[\frac{N_{0,Ed}}{N_{pl,0,Rd}} \right]^2 + \left[\frac{V_{0,Ed}}{V_{pl,0,Rd}} \right]^2 \leq 1,0$

7.6

Collegamenti saldati tra membrature diagonali tipo CHS o RHS e correnti con sezione ad I oppure ad H

- (1) Si raccomanda che le resistenze di progetto dei collegamenti siano determinate impiegando le espressioni specificate nei prospetti 7.21 o 7.22, in relazione a quella che risulta appropriata, a condizione che la geometria dei collegamenti rientri nel campo di validità definito nel prospetto 7.20.

prospetto 7.20

Campo di validità per collegamenti saldati tra membrature diagonali tipo CHS o RHS e correnti con sezione ad I oppure ad H

Tipologia del collegamento	Parametri del collegamento [$i = 1$ o 2 , $j =$ diagonale sovrapposta]					
	d_w/t_w	b/t_i e h/t_i o d/t_i		h/b_i	b_o/t_i	b/b_j
		Compressione	Trazione			
X	Classe 1 e $d_w \leq 400$ mm	Classe 1 o 2 e	$\frac{h_i}{t_i} \leq 35$ $\frac{b_i}{t_i} \leq 35$ $\frac{d_i}{t_i} \leq 50$	$\geq 0,5$ ma $\leq 2,0$	Classe 1 o 2	-
T o Y	Classe 1 o 2 e $d_w \leq 400$ mm	$\frac{h_i}{t_i} \leq 35$		1,0		-
K con separazione (gap) N con separazione (gap)		$\frac{b_i}{t_i} \leq 35$		$\geq 0,5$ ma $\leq 2,0$		$\geq 0,75$
K con sovrapposizione N con sovrapposizione $25\% \leq \lambda_{ov} \leq \lambda_{ov,lim.}$	$\frac{d_i}{t_i} \leq 50$					

1) $\lambda_{ov,lim.} = 60\%$ se il bordo nascosto non è saldato e 80% se il bordo nascosto è saldato. Se la sovrapposizione eccede $\lambda_{ov,lim.}$ oppure se le diagonali sono sezioni rettangolari con $h_i < b_i$ e/o $h_j < b_j$, la connessione tra le diagonali e la faccia del corrente deve essere verificata a taglio.

- (2) Per i collegamenti che rientrano nel campo di validità definito nel prospetto 7.20, è necessario considerare solo le modalità di collasso specificate nello stesso prospetto. Si raccomanda che la resistenza di progetto di una connessione sia assunta come la minore tra quelle risultanti dall'applicazione di tutti i criteri.
- (3) Per collegamenti che non rientrano nel campo di validità definito nel prospetto 7.20, è necessario considerare tutte le modalità di collasso specificate nel punto 7.2.2. Inoltre, occorre considerare i momenti secondari che si sviluppano nei collegamenti a causa della loro rigidità flessionale.
- (4) Nelle connessioni delle membrature diagonali soggette a solo sforzo normale, si raccomanda che la forza assiale di progetto $N_{i,Ed}$ non superi la resistenza assiale di progetto del collegamento saldato $N_{i,Rd}$, determinata dal prospetto 7.21.
- (5) Si raccomanda che le connessioni di membrature diagonali soggette ad azioni combinate di sforzo normale e momento flettente soddisfino il seguente criterio:

$$\frac{N_{i,Ed}}{N_{i,Rd}} + \frac{M_{ip,i,Ed}}{M_{ip,i,Rd}} \leq 1,0 \quad (7.5)$$

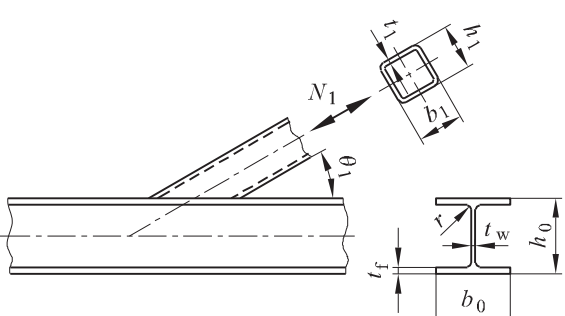
dove:

$M_{ip,i,Rd}$ è il momento resistente di progetto nel piano;

$M_{ip,i,Ed}$ è il momento interno di progetto agente nel piano.

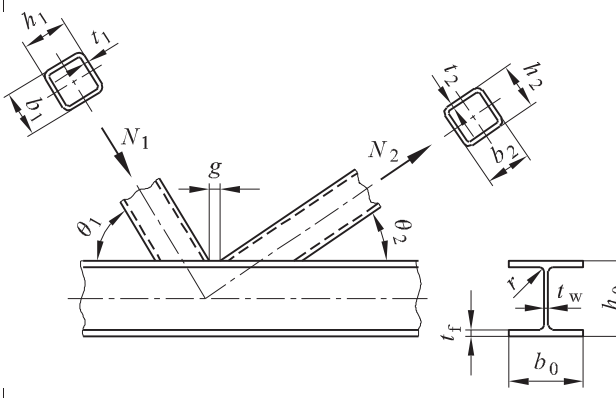
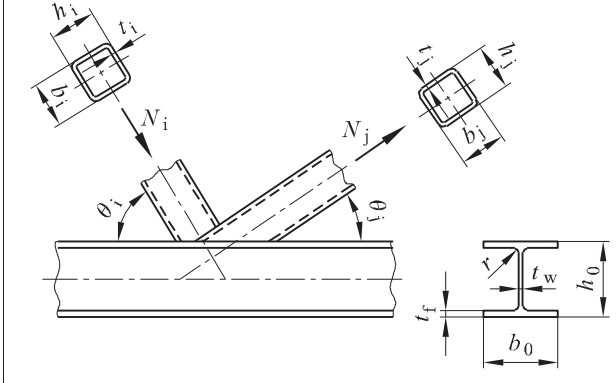
prospetto 7.21

Resistenze di progetto di collegamenti saldati tra membrature diagonali tipo CHS o RHS e correnti con sezione ad I oppure ad H

Tipologia del collegamento	Resistenza di progetto [$i = 1$ o 2 , $j =$ diagonale sovrapposta]
Giunti a T, Y e X	Plasticizzazione dell'anima del corrente
	$N_{1,Rd} = \frac{f_{y0} t_w b_w}{\sin \theta_i} / \gamma_{M5}$
	Collasso dell'elemento diagonale
	$N_{1,Rd} = 2 f_{y1} t_1 p_{eff} / \gamma_{M5}$

prospetto 7.21

Resistenze di progetto di collegamenti saldati tra membrature diagonali tipo CHS o RHS e correnti con sezione ad I oppure ad H (Continua)

Tipologia del collegamento	Resistenza di progetto [$i = 1$ o 2 , $j =$ diagonale sovrapposta]	
	Plasticizzazione dell'anima del corrente	Il collasso dell'elemento diagonale non va verificato se: $g/t_i \leq 20 - 28\beta$; $\beta \leq 1,0 - 0,03\gamma$ dove $\gamma = b_0/2t_i$
	Crisi dell'elemento diagonale	e per sezioni circolari cave: $0,75 \leq d_1/d_2 \leq 1,33$ o per sezioni rettangolari cave: $0,75 \leq b_1/b_2 \leq 1,33$
	Taglio nel corrente	
	$N_{1,Rd} = \frac{f_{y0} t_w b_w}{\sin \theta_1} / \gamma_{M5}$ $N_{0,Rd} = [(A_0 - A_v) f_{y0} + A_v f_{y0} \sqrt{1 - (V_{ed}/V_{pl,Rd})^2}] / \gamma_{M5}$	
Giunti con sovrapposizione a K e a N *) [$i = 1$ o 2]	Collasso dell'elemento diagonale $25\% \leq \lambda_{ov} < 50\%$	
Le membrature i e j possono essere o tese o compresse 	$N_{i,Rd} = f_{yi} t_i (p_{eff} + b_{e,ov} + 2h_i \frac{\lambda_{ov}}{50} - 4t_i) / \gamma_{M5}$	Collasso dell'elemento diagonale $50\% \leq \lambda_{ov} < 80\%$
	$N_{i,Rd} = f_{yi} t_i (p_{eff} + b_{e,ov} + 2h_i - 4t_i) / \gamma_{M5}$	Collasso dell'elemento diagonale $\lambda_{ov} \geq 80\%$
	$N_{i,Rd} = f_{yi} t_i (b_i + b_{e,ov} + 2h_i - 4t_i) / \gamma_{M5}$	
$A_v = A_0 - (2 - \alpha) b_0 t_i + (t_w + 2r) t_i$ Per diagonale tipo RHS: $\alpha = \sqrt{\frac{1}{(1 + 4g^2/(3t_i^2))}}$ Per diagonale tipo CHS: $\alpha = 0$	$p_{eff} = t_w + 2r + 7t_i f_{y0} / f_{yi}$ ma per giunti a T, Y e X e per giunti con separazione (gap) a K e a N $p_{eff} \leq b_i + h_i - 2t_i$ e per giunti a sovrapposizione a K e a N $p_{eff} \leq b_i$ $b_{e,ov} = \frac{10 f_{yi} t_i}{b_i / t_j f_{yi} t_i} b_i$ ma $b_{e,ov} \leq b_i$	$b_w = \frac{h_i}{\sin \theta_i} + 5(t_i + r)$ ma $b_w \leq 2t_i + 10(t_i + r)$
Per elementi diagonali tipo CHS, moltiplicare le resistenze di cui sopra per $\pi/4$, sostituire b_i e h_i con d_i e sostituire b_2 e h_2 con d_2 , con eccezione per il taglio nel corrente. *) Occorre verificare solo la membratura diagonale i che si sovrappone. Il fattore di efficienza (ossia il rapporto tra la resistenza di progetto del collegamento e la resistenza plastica di progetto della membratura diagonale) della membratura diagonale j sovrapposta si raccomanda sia assunta pari a quello della membratura diagonale che si sovrappone. Vedere anche prospetto 7.20.		

- (6) Il momento interno di progetto $M_{i,Ed}$ può assumersi pari al valore attinto in corrispondenza del punto di intersezione dell'asse della membratura diagonale con la faccia del corrente.
- (7) Si raccomanda che il momento resistente di progetto nel piano $M_{ip,1,Rd}$ si ricavi dal prospetto 7.22.

- (8) Se sono impiegati irrigidimenti nel corrente (vedere figura 7.7), la resistenza a collasso di progetto dell'elemento diagonale $N_{i,Rd}$ per collegamenti con separazione (gap) a T, X, Y, K e N (prospetto 7.22) si determina attraverso la seguente relazione:

$$N_{i,Rd} = 2f_{yi}t_i (b_{eff} + b_{eff,s})/\gamma_{M5} \quad (7.6)$$

con:

$$b_{eff} = t_w + 2r + 7 t_i f_{y0}/f_{yi} \text{ ma } \leq b_i + h_i - 2t_i$$

$$b_{eff,s} = t_s + 2a + 7 t_i f_{y0}/f_{yi} \text{ ma } \leq b_i + h_i - 2t_i$$

$$b_{eff} + b_{eff,s} \leq b_i + h_i - 2t_i$$

dove:

a è l'altezza di gola della saldatura dell'irrigidimento, "2a" diventa "a" se vengono impiegate saldature a cordoni d'angolo disposte da un solo lato;

s si riferisce all'irrigidimento.

- (9) Si raccomanda che gli irrigidimenti siano di spessore almeno pari allo spessore dell'anima della sezione ad I.

prospetto 7.22

Momenti resistenti di progetto di collegamenti saldati tra membrature diagonali a sezione cava rettangolare e correnti con sezione ad H oppure ad I

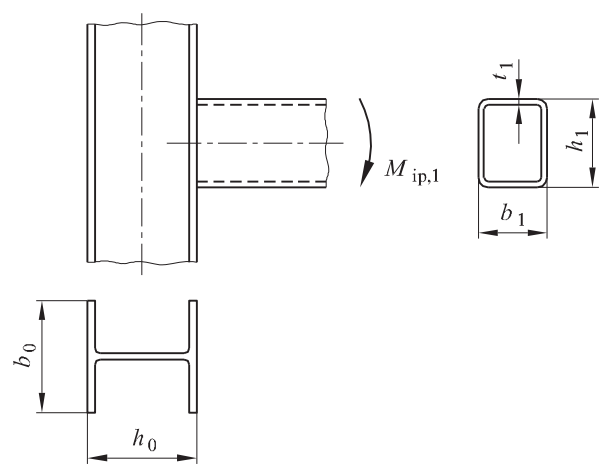
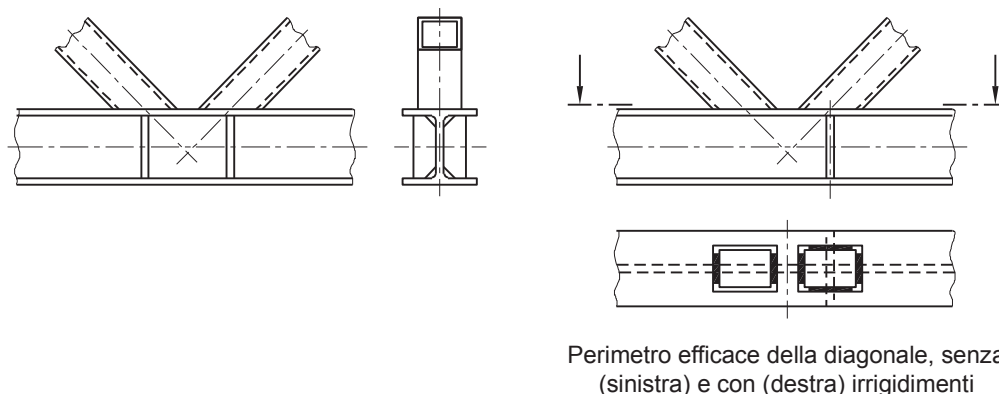
Tipologia del collegamento	Resistenza di progetto [$i = 1$ o 2 , $j =$ diagonale sovrapposta]
	Plasticizzazione dell'anima del corrente
	$M_{i,Rd} = 0,5 f_{y0} t_w b_w (h_1 - t_1)/;$
	Crisi dell'elemento diagonale
	$M_{ip,1,Rd} = f_{y1} t_1 p_{eff} h_2 / \gamma_{M5}$
Parametri p_{eff} e b_w	
$p_{eff} = t_w + 2r + 7 t_i f_{y0}/f_{y1} \text{ ma } p_{eff} \leq b_1 + h_1 - 2t_1$	$b_w = \frac{h_1}{\sin \theta_1} + 5(t_1 + r) \text{ ma } b_w \leq 2t_1 + 10(t_1 + r)$

figura 7.7 Irrigidimenti per correnti con sezione ad I



7.7

Collegamenti saldati tra membrature diagonali tipo CHS o RHS e correnti con sezione a C

- (1) Le resistenze di progetto di collegamenti saldati tra membrature diagonali con sezione cava e correnti con sezione a C possono essere determinate impiegando le indicazioni del prospetto 7.24, a condizione che la geometria dei collegamenti rientri nel campo di validità specificato nel prospetto 7.23.
- (2) Si raccomanda di considerare i momenti secondari che si sviluppano nei collegamenti a causa della loro rigidità flessionale.
- (3) In un collegamento con separazione, si raccomanda che la resistenza assiale di progetto della sezione trasversale del corrente $N_{0,Rd}$ sia determinata tenendo conto del trasferimento della forza di taglio dal corrente alle membrature diagonali, trascurando il momento secondario associato. Si raccomanda che la verifica sia eseguita secondo la EN 1993-1-1.

prospetto 7.23

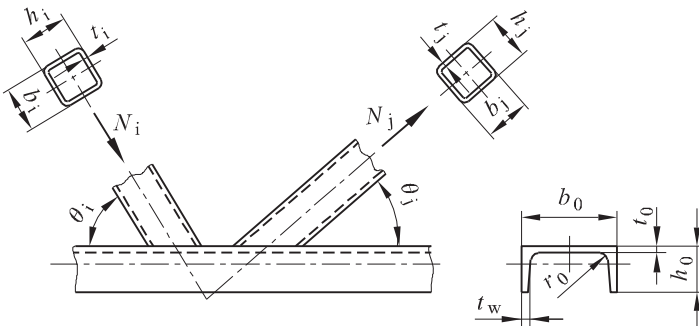
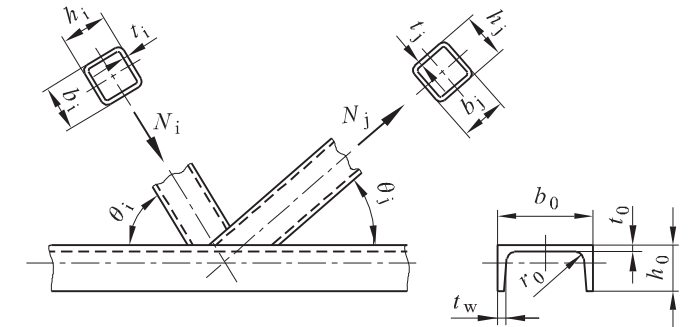
Campo di validità per collegamenti saldati tra membrature diagonali a sezione cava circolare o rettangolare e correnti con sezione a C

Tipologia del collegamento	Parametri del collegamento [$i = 1$ o 2 , $j =$ diagonale sovrapposta]				
	b/b_0	b/t_i e h/t_i o d/t_i		h/b_i	b_0/t_0
		Compressione	Trazione		
K con separazione (gap) N con separazione (gap)	$\geq 0,4$ e $b_0 \leq 400$ mm	Classe 1 o 2 e $\frac{h_i}{t_i} \leq 35$	$\frac{h_i}{t_i} \leq 35$ $\frac{b_i}{t_i} \leq 35$	$\geq 0,5$ ma $\leq 2,0$	$0,5(1 - \beta^*) \leq g/b_0^* \leq 1,5(1 - \beta^*)^{(1)}$ e $g \geq t_1 + t_2$
K con sovrapposizione N con sovrapposizione	$\geq 0,25$ e $b_0 \leq 400$ mm	$\frac{b_i}{t_i} \leq 35$ $\frac{d_i}{t_i} \leq 50$	$\frac{b_i}{t_i} \leq 35$ $\frac{d_i}{t_i} \leq 50$		$25\% \leq \lambda_{ov} < \lambda_{ov,lim.}^{(2)}$ $b_i/b_j \geq 0,75$

$\beta^* = b_i/b_0^*$
 $b_0^* = b_0 - 2(t_w + r_0)$
 1) Questa condizione si applica solo quando $\beta \leq 0,85$.
 2) $\lambda_{ov,lim.} = 60\%$ se il bordo nascosto non è saldato e 80% se il bordo nascosto è saldato. Se la sovrapposizione eccede $\lambda_{ov,lim.}$ oppure se le diagonali sono sezioni rettangolari con $h_i < b_i$ e/o $h_j < b_j$, la connessione tra le diagonali e la faccia del corrente deve essere verificata a taglio.

prospetto 7.24

Resistenza di progetto di collegamenti saldati tra membrature diagonali tipo CHS o RHS e correnti con sezione a C

Tipologia del collegamento	Resistenza di progetto [$i = 1$ o 2 , j = diagonale sovrapposta]
<p>Collegamenti con separazione (gap) a K e a N</p> 	<p>Collasso dell'elemento diagonale</p> $N_{i,Rd} = f_{yi} t_i (b_i + b_{eff} + 2h_i - 4t_i) / \gamma_{M5}$
	<p>Collasso dell'elemento diagonale</p> $N_{i,Rd} = \frac{f_{y0} A_v}{\sqrt{3} \sin \theta_i} / \gamma_{M5}$
	$N_{0,Rd} = [(A_0 - A_v) f_{y0} + A_v f_{y0} \sqrt{1 - (V_{ed} / V_{pl,Rd})^2}] / \gamma_{M5}$
<p>Giunti con sovrapposizione a K ed a N^{*)}</p> 	<p>Collasso dell'elemento diagonale $25\% \leq \lambda_{ov} < 50\%$</p> $N_{i,Rd} = f_{yi} t_i (b_{eff} + b_{e,ov} + 2h_i \frac{\lambda_{ov}}{50} - 4t_i) / \gamma_{M5}$
	<p>Collasso dell'elemento diagonale $50\% \leq \lambda_{ov} < 80\%$</p> $N_{i,Rd} = f_{yi} t_i (b_{eff} + b_{e,ov} + 2h_i - 4t_i) / \gamma_{M5}$
	<p>Collasso dell'elemento diagonale $\lambda_{ov} \geq 80\%$</p> $N_{i,Rd} = f_{yi} t_i (b_i + b_{e,ov} + 2h_i - 4t_i) / \gamma_{M5}$
	$A_v = A_0 - (1 - \alpha) b_0^* t_0$ $b_0^* = b_0 - 2(t_w + r_0)$ <p>Per diagonale tipo RHS: $\alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + 4g^2/3t_i^2}}$</p> <p>Per diagonale tipo CHS: $\alpha = 0$</p> $V_{pl,Rd} = \frac{f_{yi} A_v}{\sqrt{3}} / \gamma_{M5}$ $V_{Ed} = (N_{i,Ed} \sin \theta_i)_{max}$
	$b_{eff} = \frac{10 f_{y0} t_0}{b_0^* t_0 f_{yi} t_i} b_i \text{ ma } b_{eff} \leq b_i$ $b_{e,ov} = \frac{10 f_{yi} t_j}{b_j t_j f_{yi} t_i} b_i \text{ ma } b_{e,ov} \leq b_i$
<p>Per elementi diagonali tipo CHS, con eccezione per il taglio nel corrente, moltiplicare le resistenze di cui sopra per $\pi/4$, e sostituire b_1 e h_1 con d_1 e sostituire b_2 e h_2 con d_2.</p>	
<p>^{*)} Occorre verificare solo la membratura diagonale j^{esima} che si sovrappone. Si raccomanda che il fattore di efficienza (ossia il rapporto tra la resistenza di progetto del collegamento e la resistenza plastica di progetto della membratura diagonale) della membratura diagonale j^{esima} sovrapposta sia assunta pari a quello della membratura diagonale che si sovrappone.</p>	

