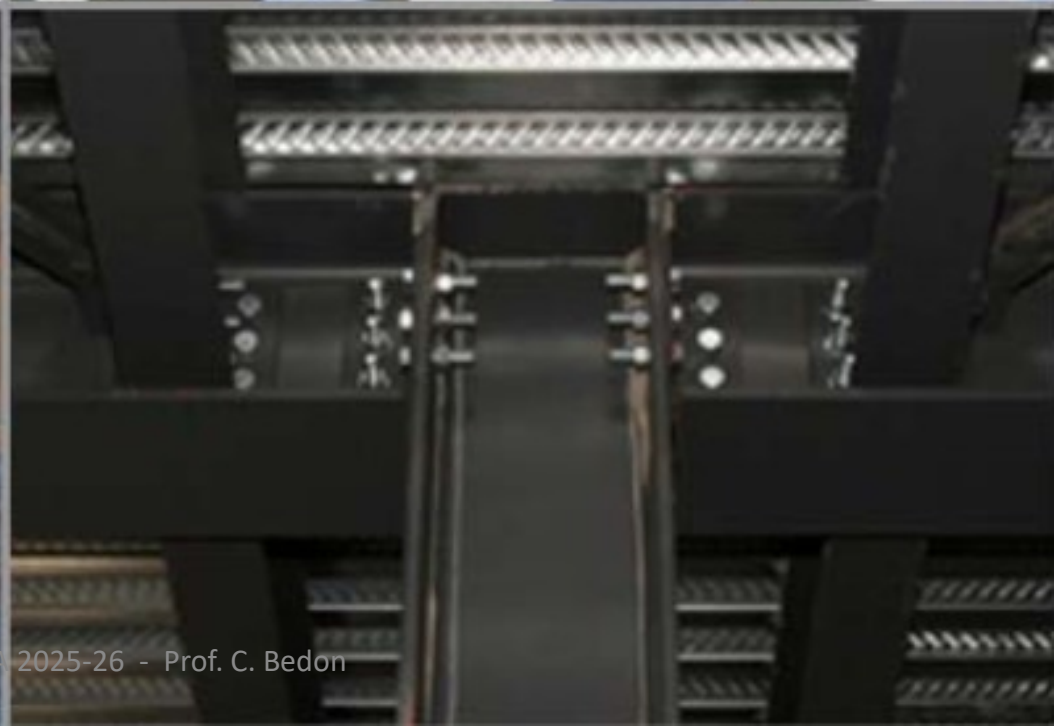
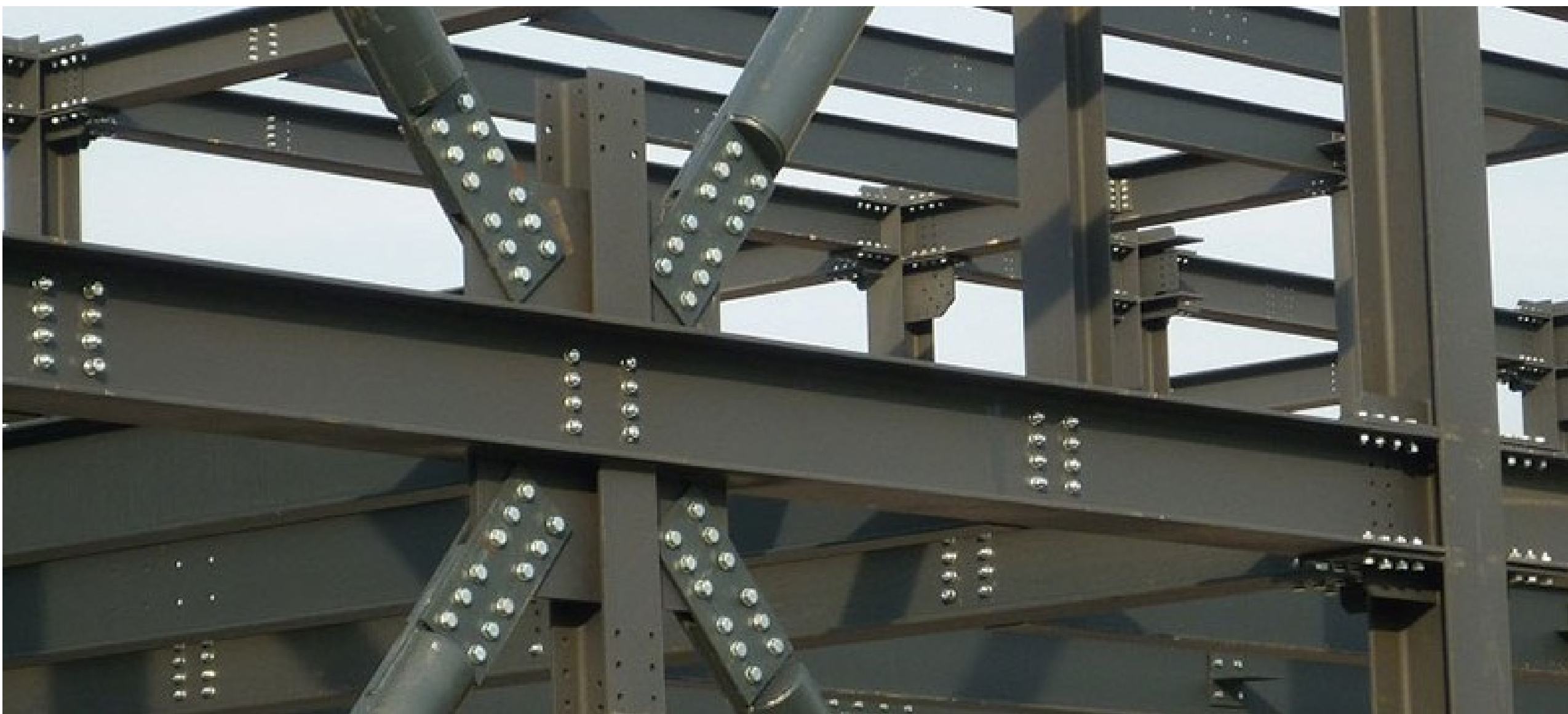




041R - ANALISI DELLE STRUTTURE



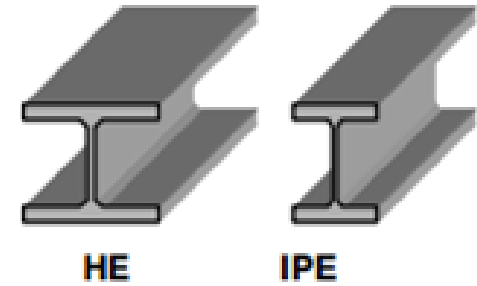




Componenti del sistema strutturale

Definito il tipo di **materiale** (*componente di base*), i componenti di un sistema strutturale in acciaio sono:

1. Membrature



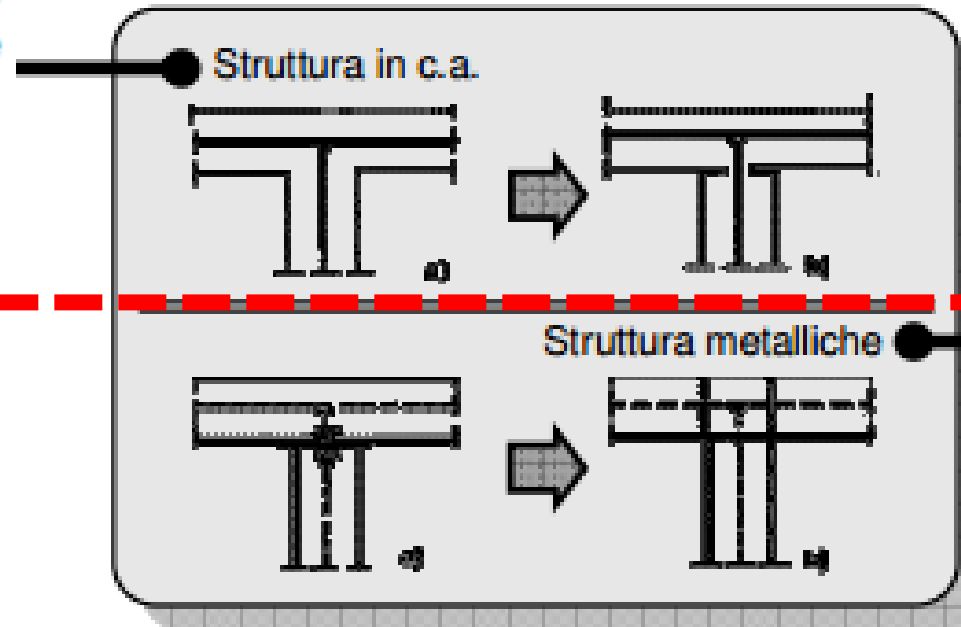
2. Collegamenti

Es.
Il caso di un edificio
intelaiato



Classificazione di unioni e collegamenti

La struttura in c.a. si presenta come un sistema monolitico nel quale occorrono particolari accorgimenti per **consentire** movimenti relativi tra le diverse membrature (travi e pilastri)



La struttura metalliche nascono dall'assemblaggio di elementi monodimensionali prefabbricati. Al contrario delle strutture in c.a. occorrono in questo caso particolari accorgimenti per **impedire** gli spostamenti relativi tra gli elementi attraverso la realizzazione di **collegamenti**

Classificazione di unioni e collegamenti

Le giunzioni tra membrane possono essere interamente saldate o bullonate, oppure in parte saldate ed in parte bullonate.

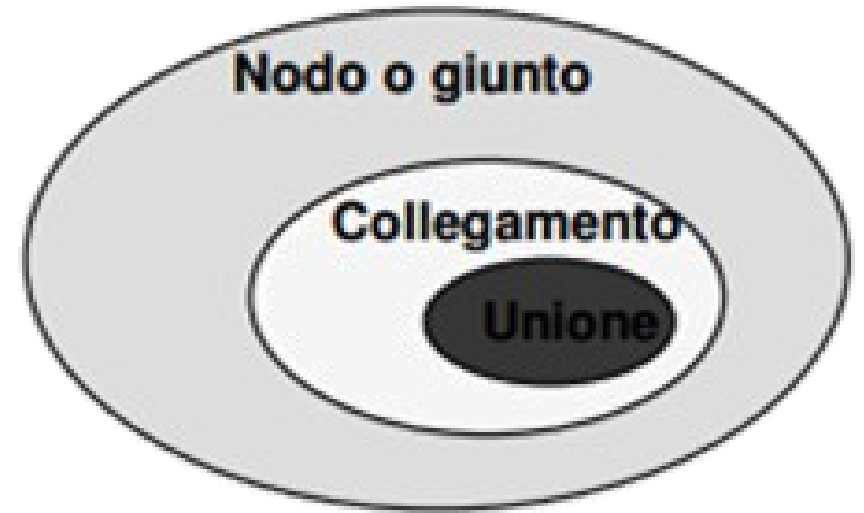
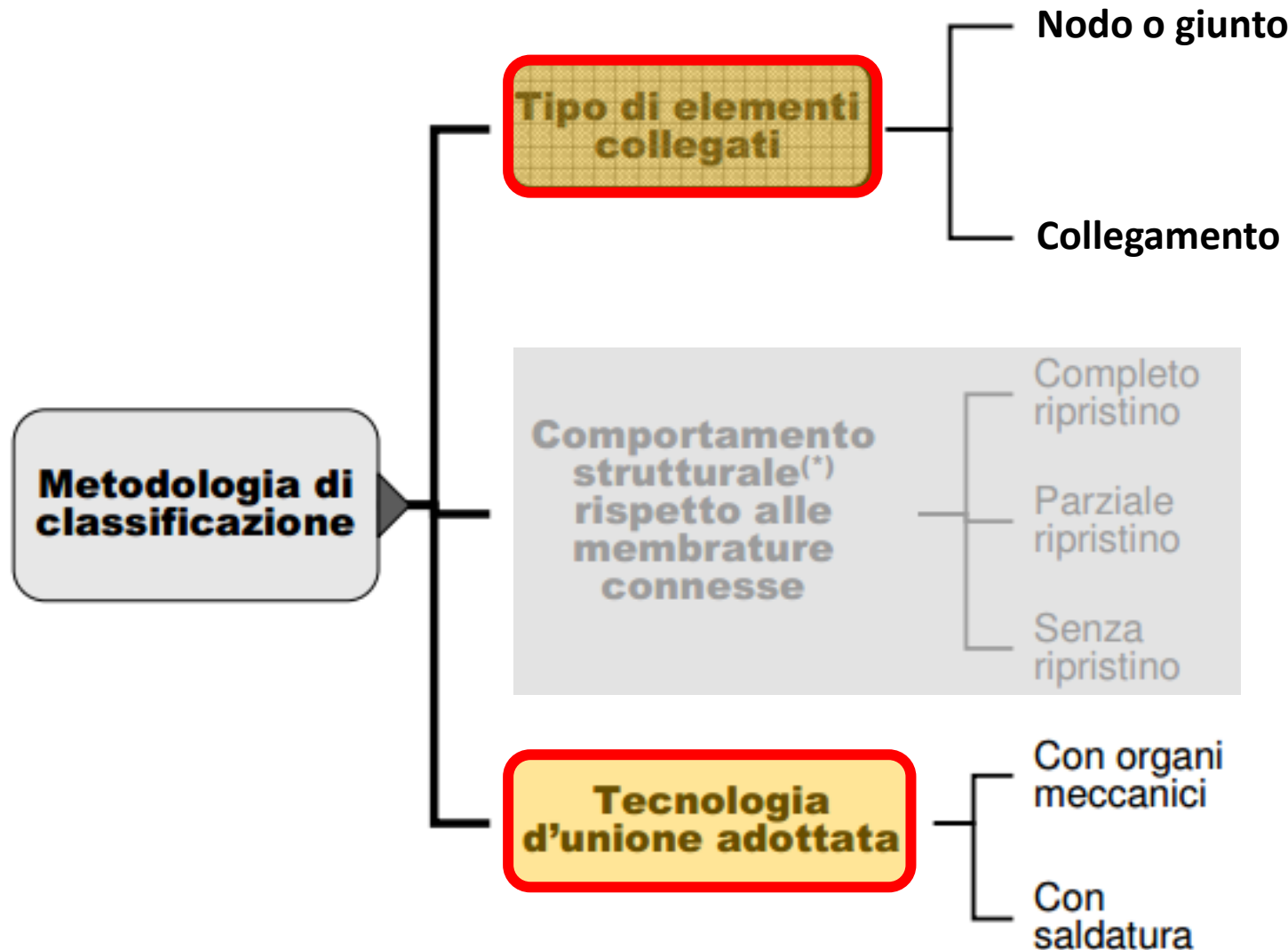
Si può fare una prima distinzione tra collegamenti in base alla reversibilità:

- sistemi scioglibili: bulloni, perni
- sistemi non scioglibili: chiodi, saldature, adesivi



Lo sforzo del progettista è quello di realizzare collegamenti semplici al fine di ridurre i dettagli costruttivi che incidono sul costo della giunzione senza essere determinanti nel comportamento della giunzione.

Classificazione di unioni e collegamenti



Il **nodo** e il **giunto** possono essere visti come dei sistemi strutturali ottenuti dalla composizione di uno o più **collegamenti** a sua volta composti da **unioni elementari**

Nodi-Giunti

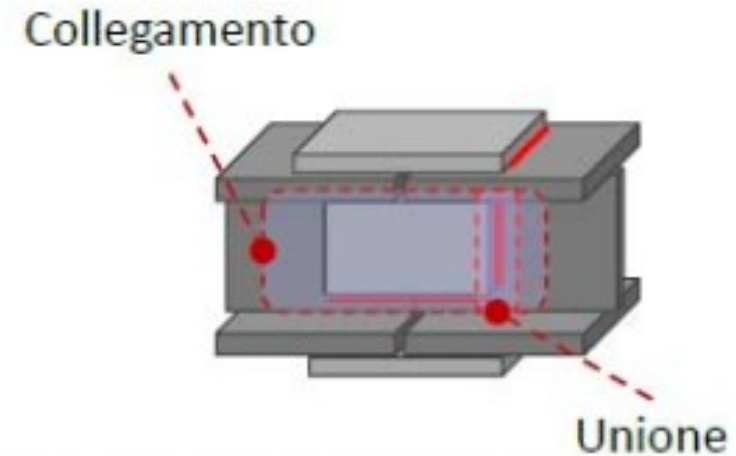
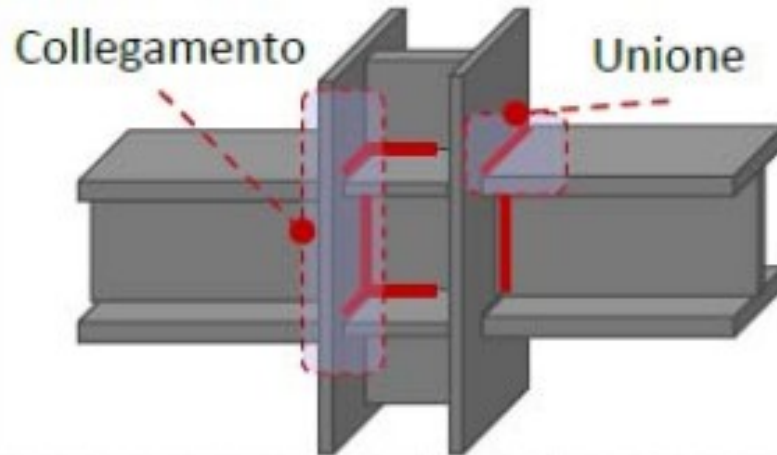
VS.

Giunzioni

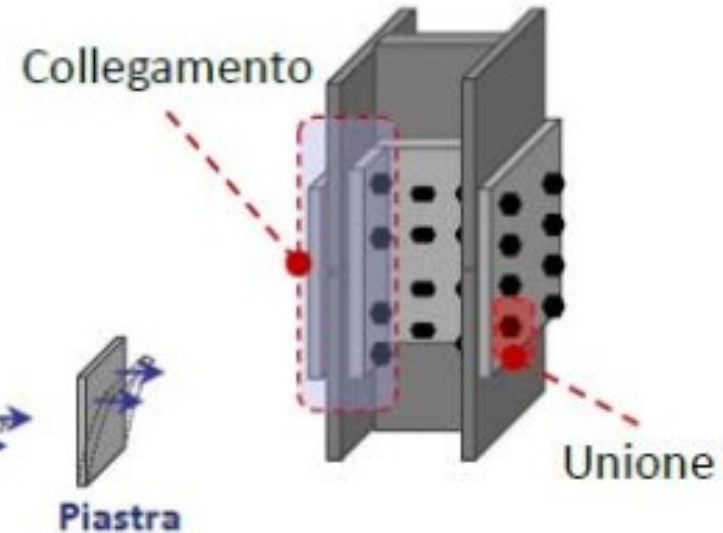
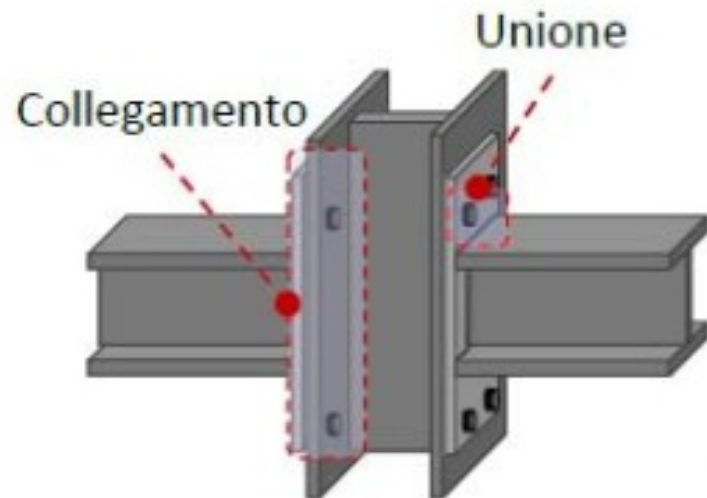
Sono i dispositivi necessari a collegare elementi tipologicamente diversi

Sono i dispositivi necessari a prolungare la stessa membratura ($L_{std}=12\text{ m}$)

Saldati



Bullonati



Unioni meccaniche

Tipologie di organi meccanici

Per carpenteria pesante

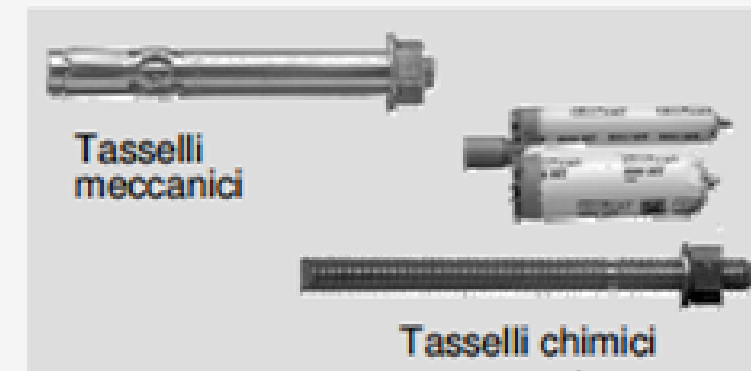
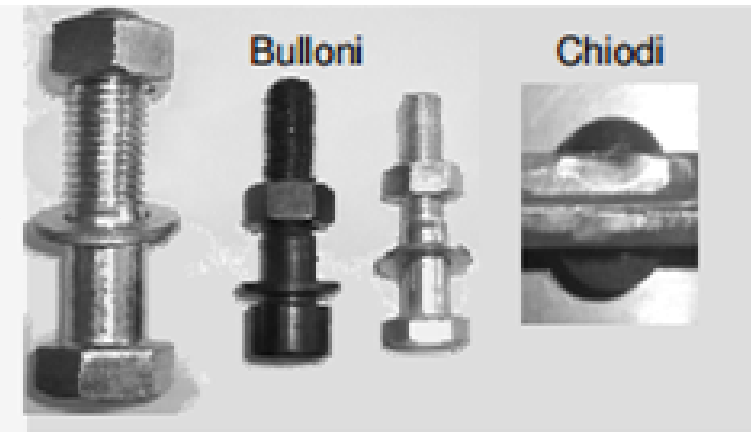
- Bulloni ($d \in [12 \div 30 \text{ mm}]$)
- Chiodi ($d \geq 8 \text{ mm}$)

Per carpenteria leggera

- Rivetti ($d < 8 \text{ mm}$)
- Viti autofilettanti
- Clinciatura

Ancoraggi

- Tasselli chimici
- Tasselli meccanici



GIUNTI INTERMEDI:

Giunti trave-trave;
Giunti colonna-colonna.

GIUNTI D'ESTREMITÀ:

Giunti tra travi;
Giunti tra trave-colonna;
Giunzioni per controventi;
Giunti di base;
Giunti tra elementi in acciaio ed elementi in calcestruzzo





GIUNTI INTERMEDI:

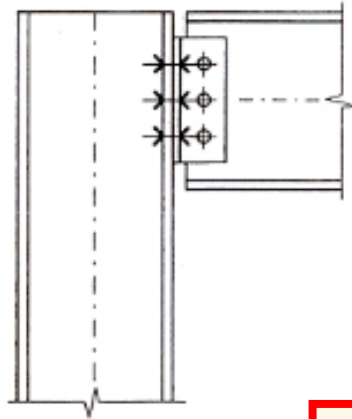
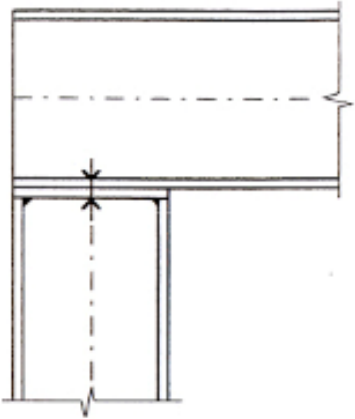
Giunti trave-trave;
Giunti colonna-colonna.

GIUNTI D'ESTREMITÀ:

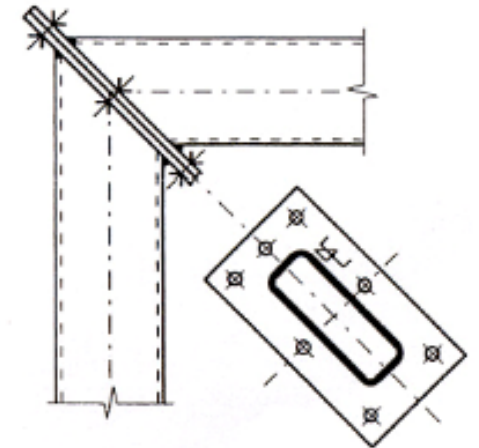
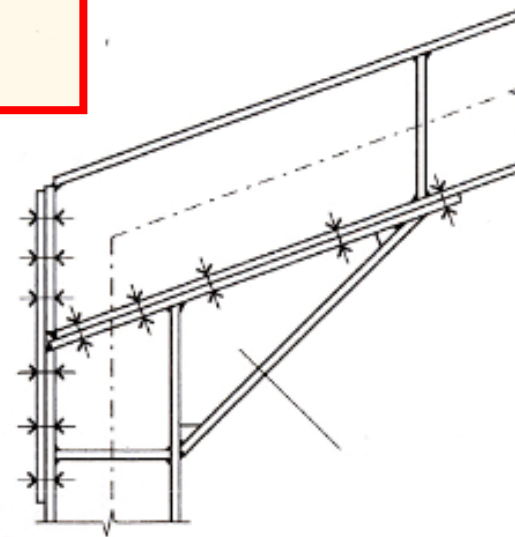
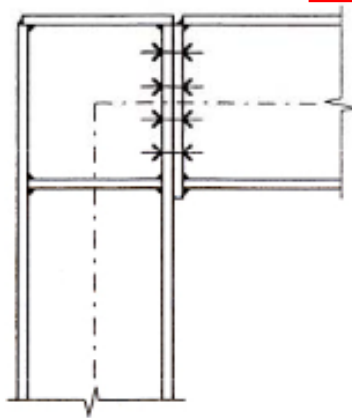
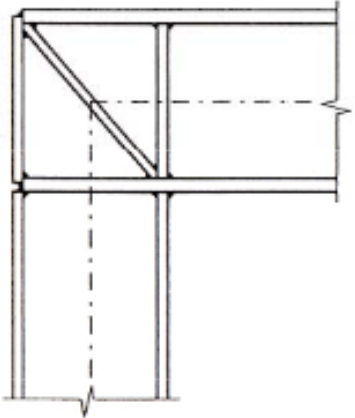
Giunti tra travi;
Giunti tra trave-colonna;
Giunzioni per controventi;
Giunti di base;
Giunti tra elementi in acciaio ed elementi in calcestruzzo

COLLEGAMENTI TRAVE-COLONNA

cerniere



incastri



CONTROVENTI IN ACCIAIO SU TELAI C.A. ESISTENTI





Rotazione libera
Spostamento impedito

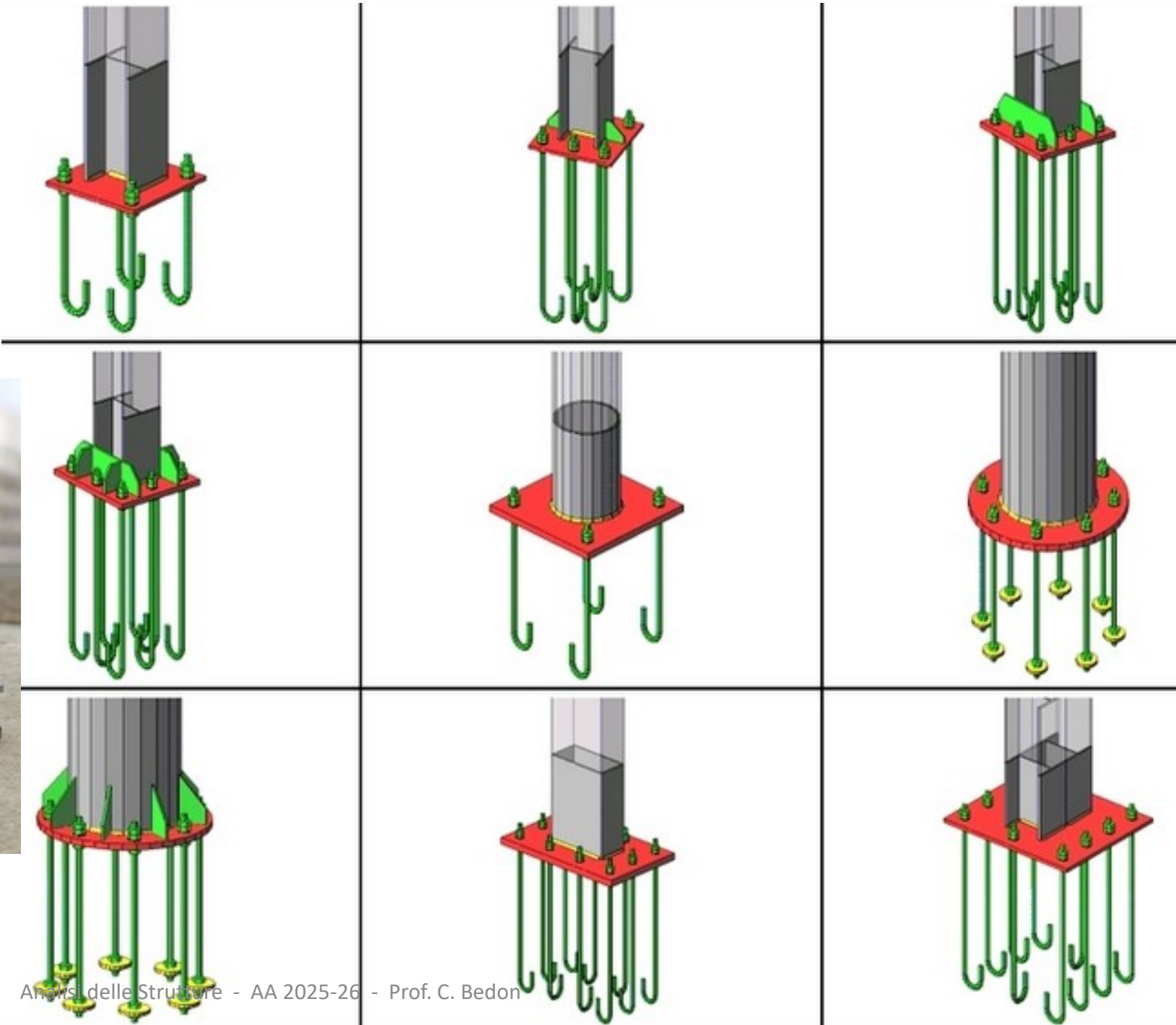
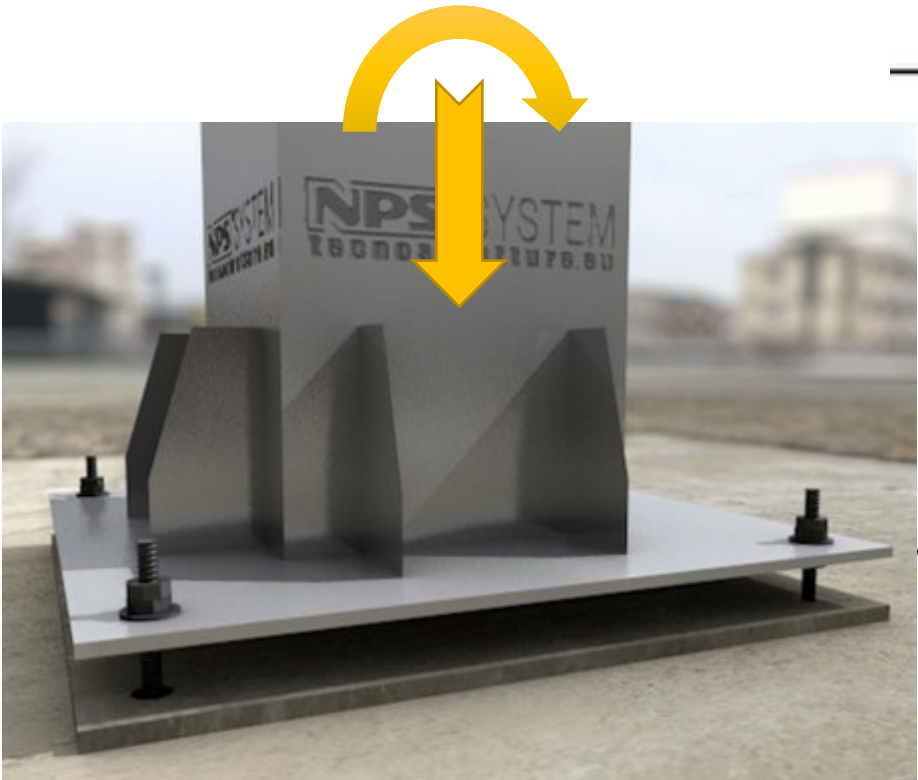
ARTICOLAZIONI E PERNI



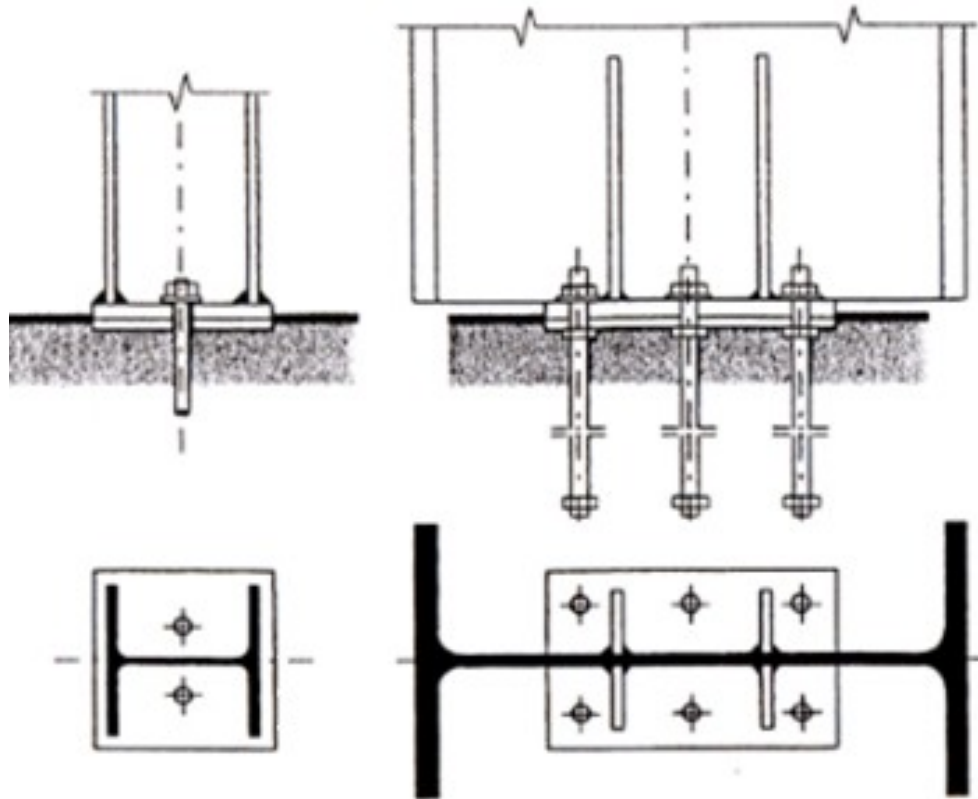
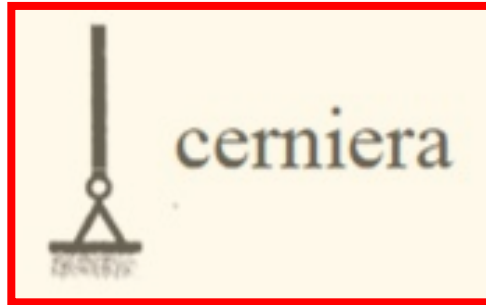
ARTICOLAZIONI E PERNI



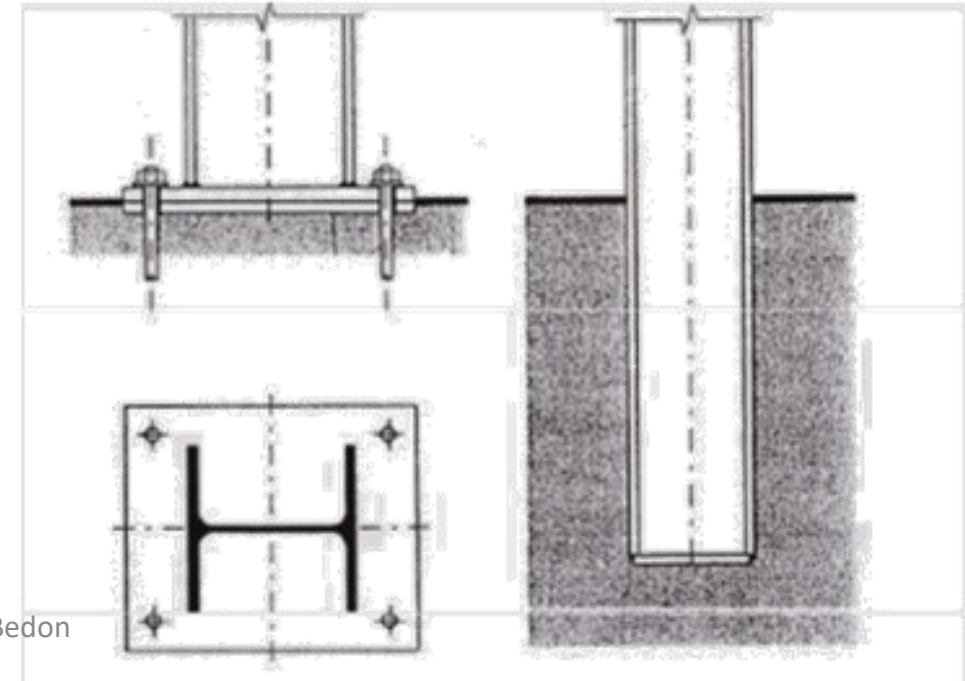
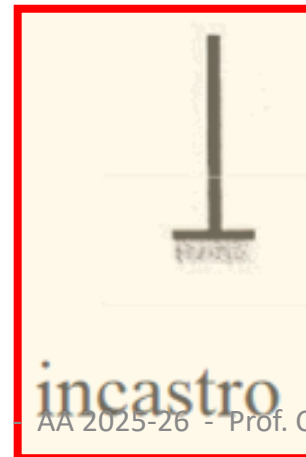
COLLEGAMENTI DI BASE



COLLEGAMENTI DI BASE



VS.





COLLEGAMENTO DI STRALLI

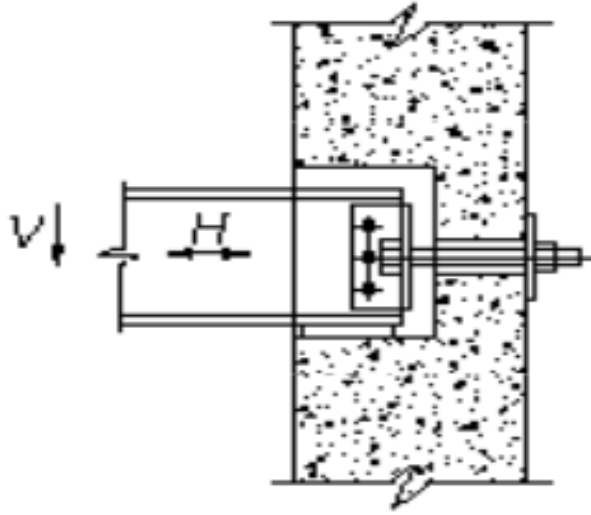




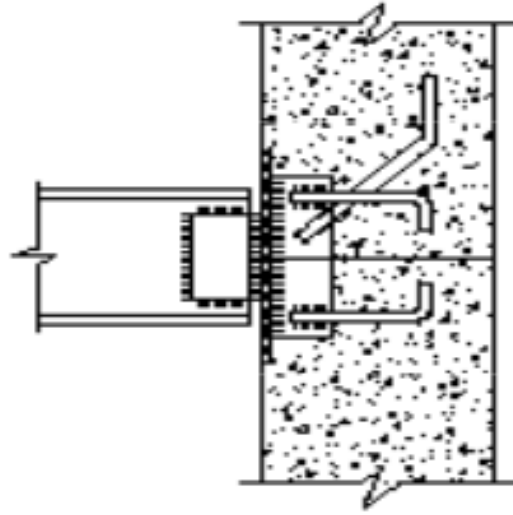
COLLEGAMENTO MISTO ACCIAIO-CLS



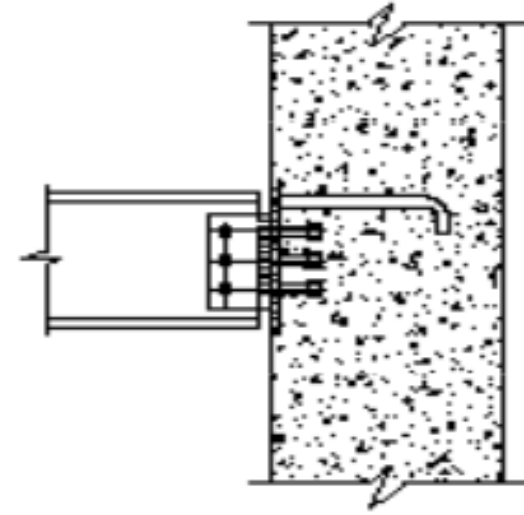
COLLEGAMENTI ACCIAIO-CLS



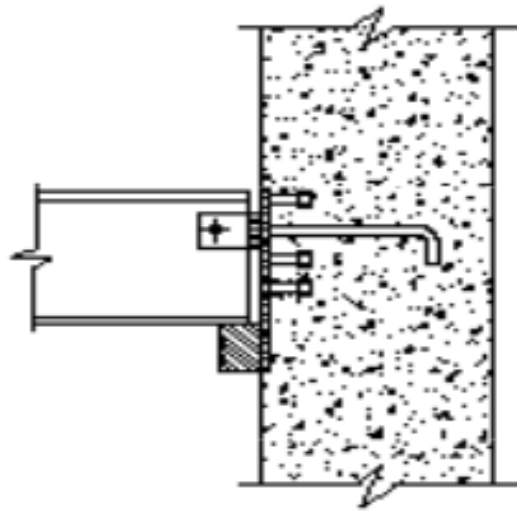
a)



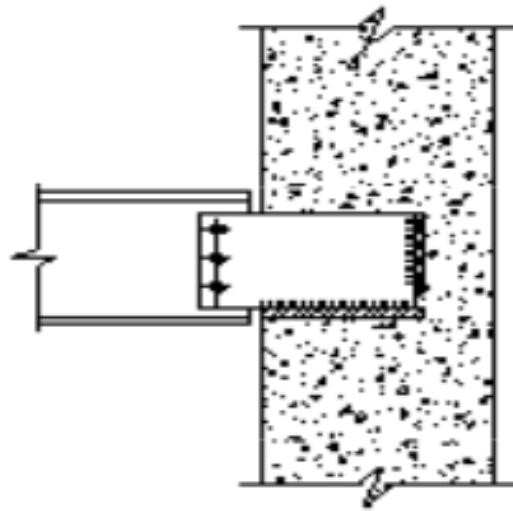
b)



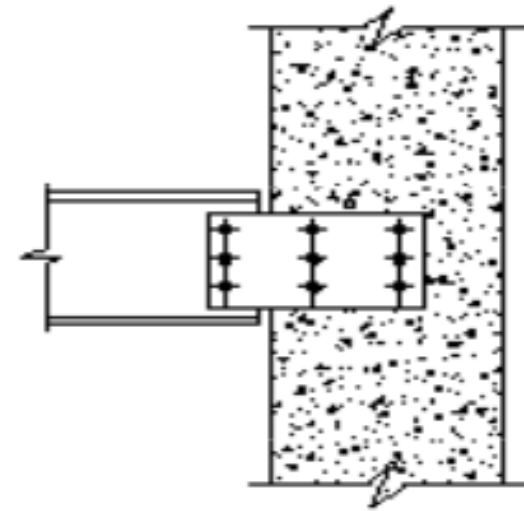
c)



d)



e)



f)

COLLEGAMENTI ACCIAIO-LEGNO



Analisi delle Strutture - AA 2025-26 - Prof. C. Bedon



COLLEGAMENTI ACCIAIO-VETRO



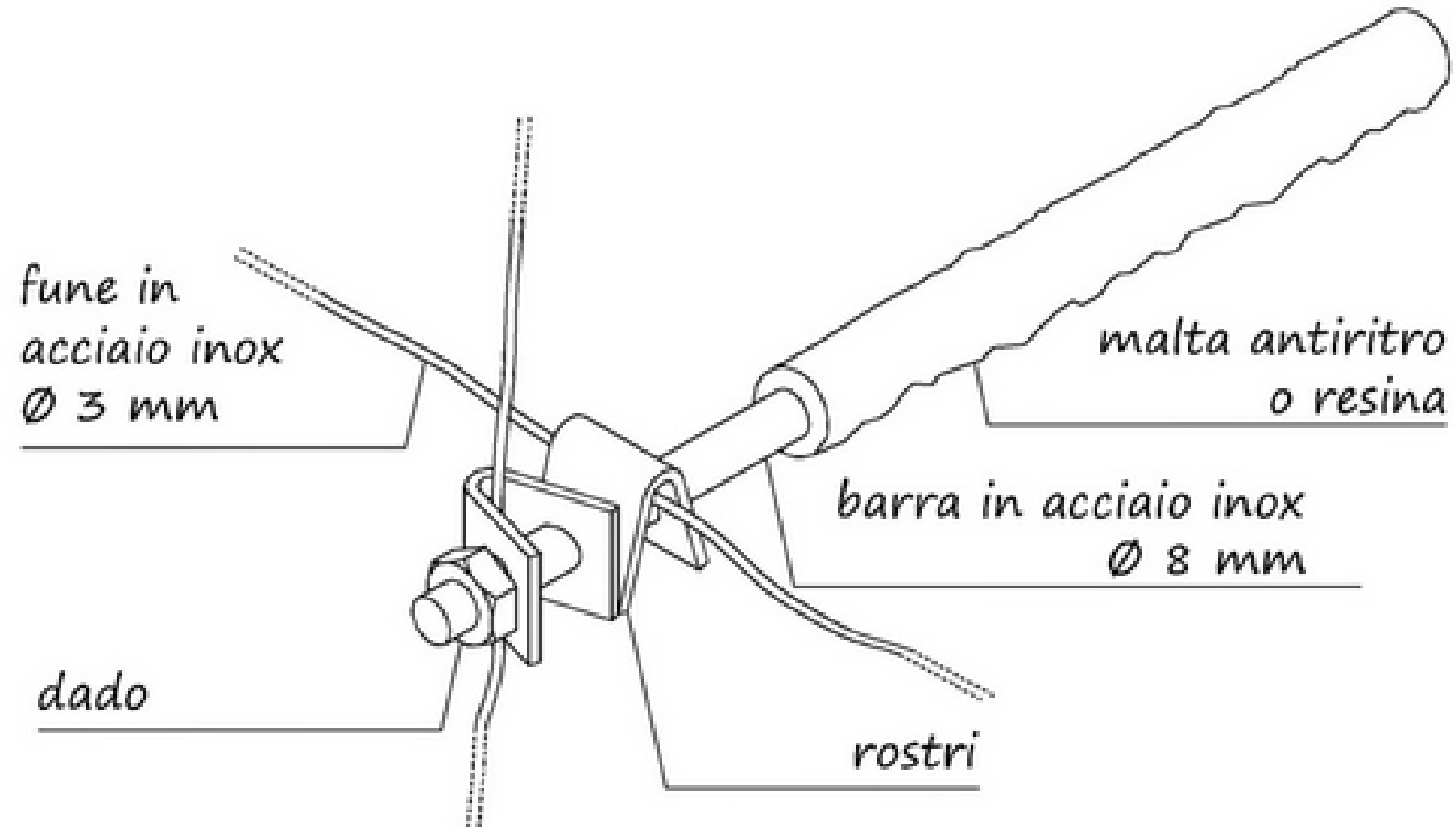
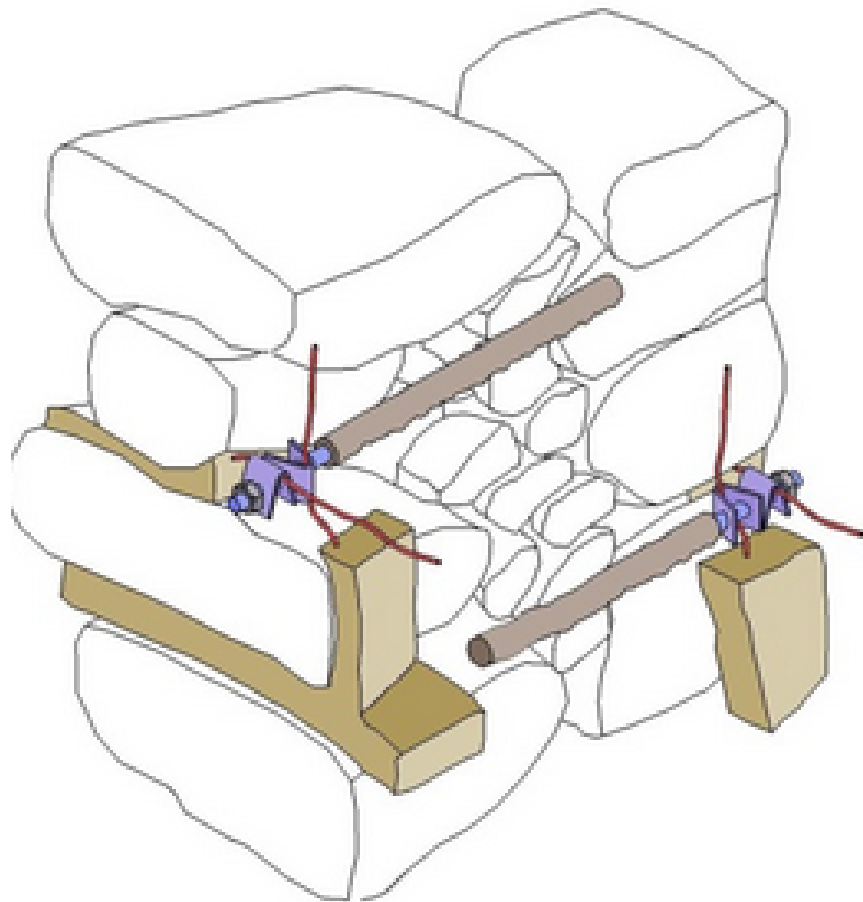






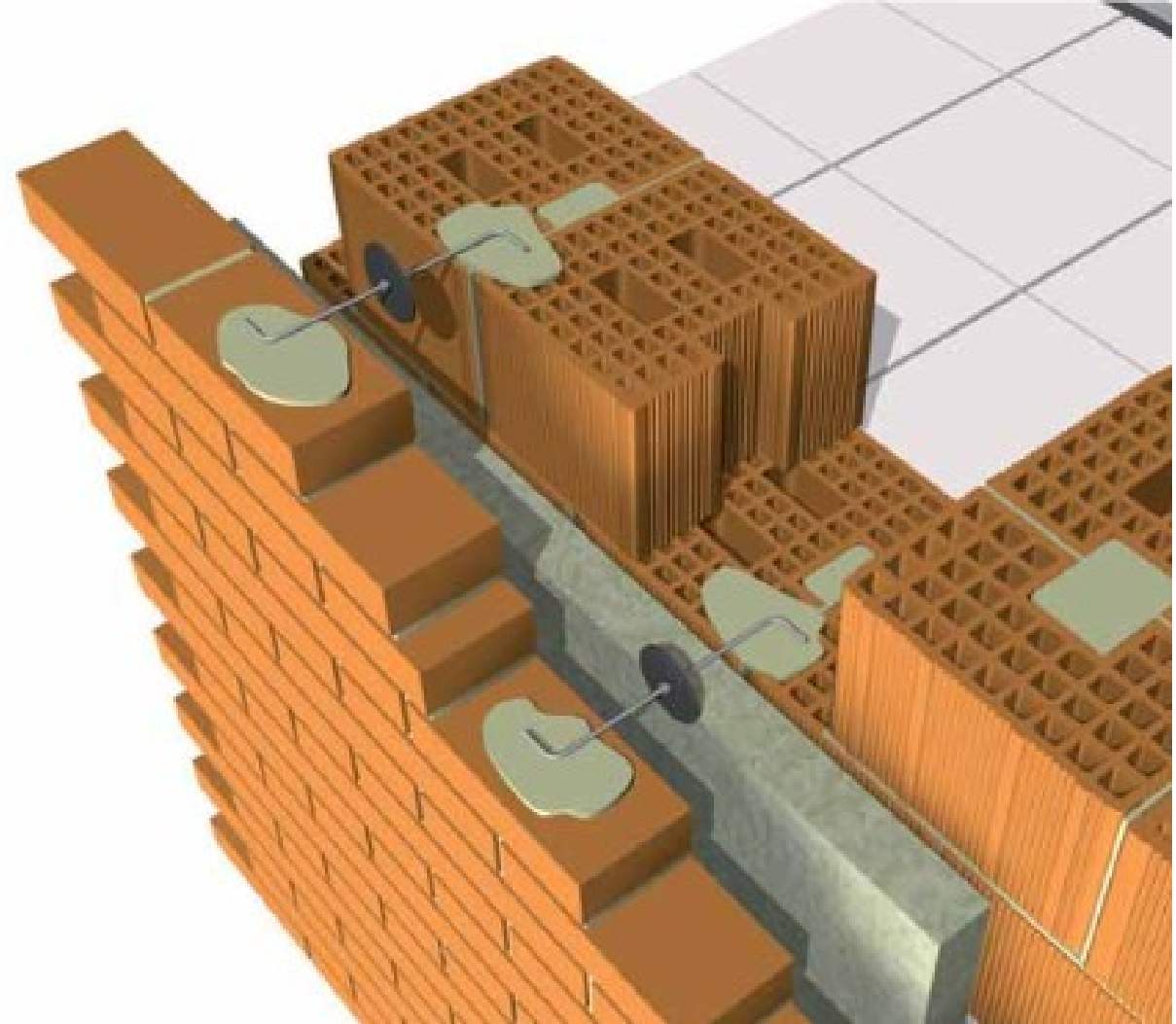
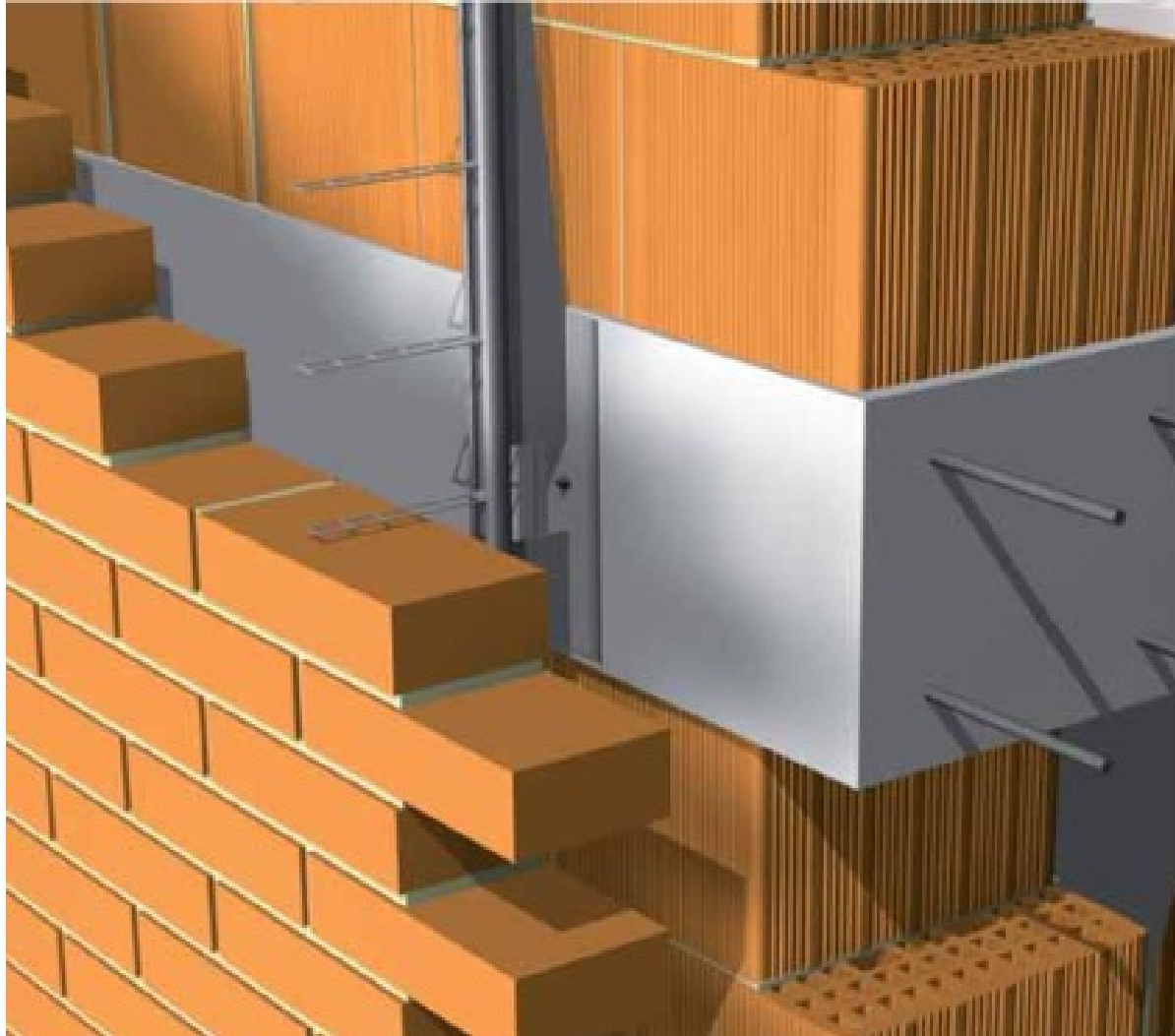
COLLEGAMENTI ACCIAIO-MURATURA

Si ricorre all'uso di componenti in acciaio specialmente per adeguare e rinforzare gli edifici in muratura esistenti



COLLEGAMENTI ACCIAIO-MURATURA

Graffaggi

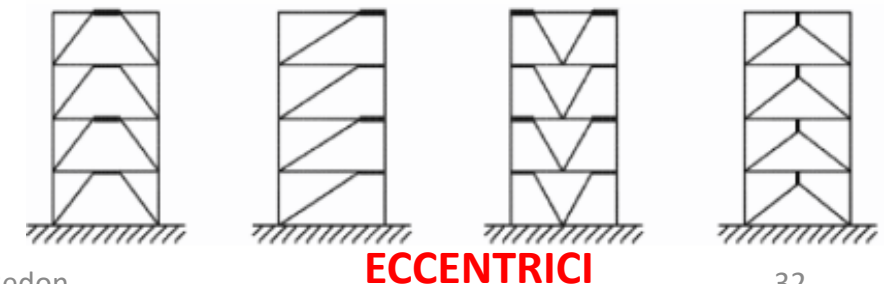
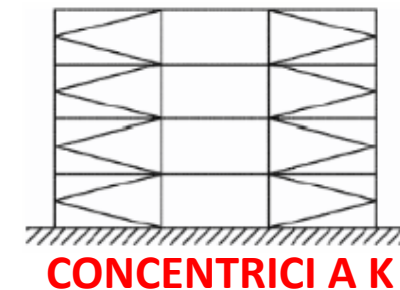
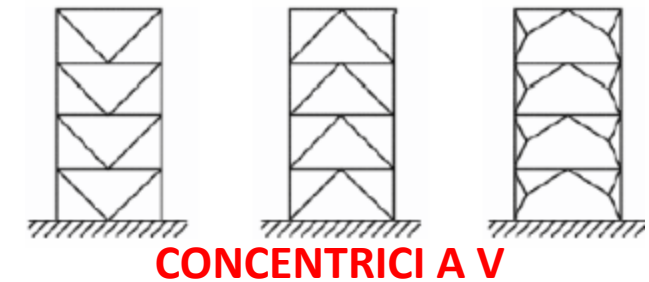
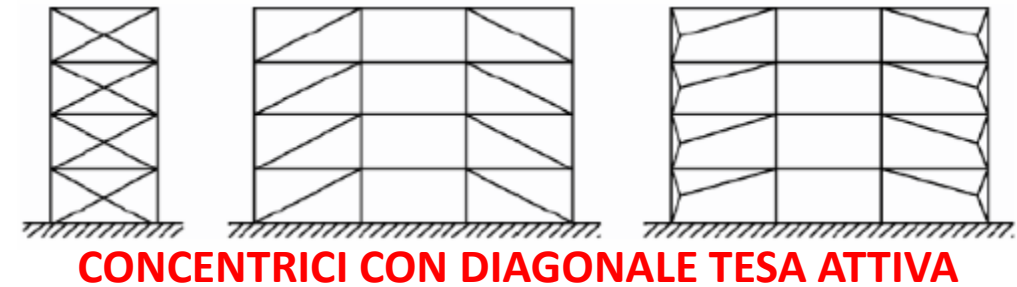




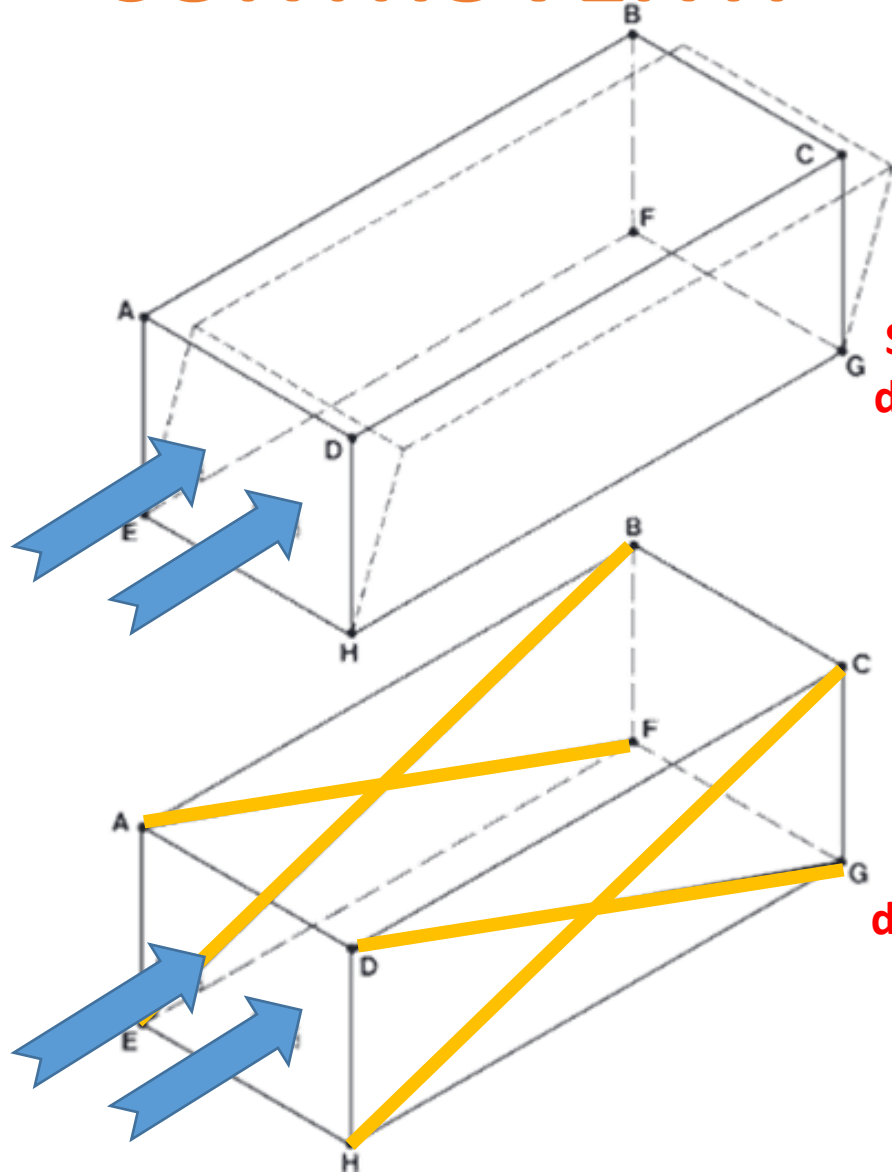
CONTROVENTI E STRUTTURE CONTROVENTATE

CONTROVENTI

- ✓ Rappresentano **sottostrutture**, di tipo **reticolare**, che hanno il compito di riprendere parte delle forze orizzontali cui è sottoposta la struttura primaria
- ✓ Presenti in **quantità limitata**
- ✓ Queste sottostrutture sono **generalmente molto rigide**, rispetto alla struttura primaria
- ✓ Nel campo dell'ingegneria strutturale dell'acciaio, ne esistono di svariate tipologie, sia di **parete** che di **falda**

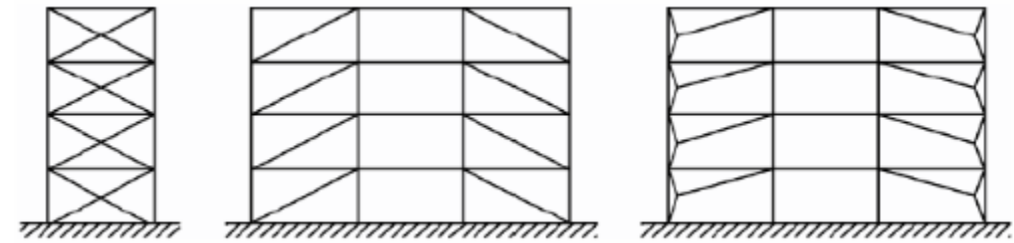


CONTROVENTI

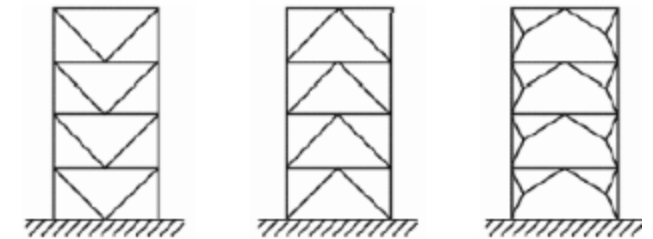


Senza controventi
di parete (verticali)

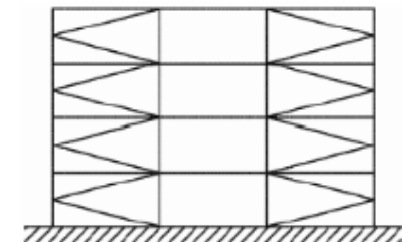
Con controventi
di parete (verticali)



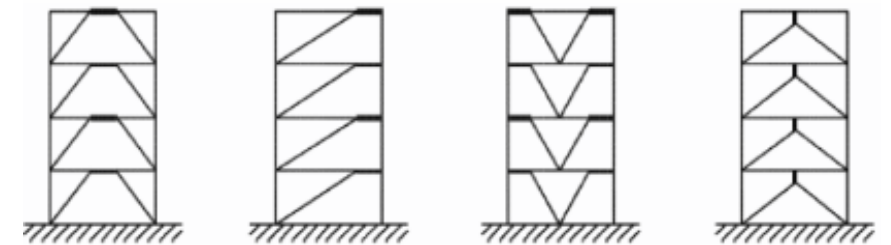
CONCENTRICI CON DIAGONALE TESA ATTIVA



CONCENTRICI A V



CONCENTRICI A K



ECCENTRICI

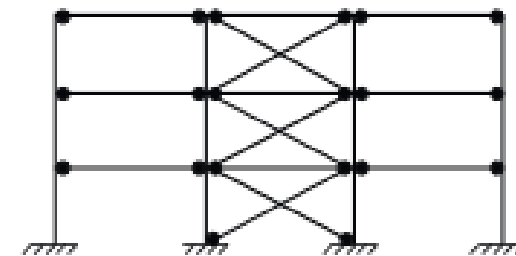
CONTROVENTI a X (o a CROCE DI SANT'ANDREA)



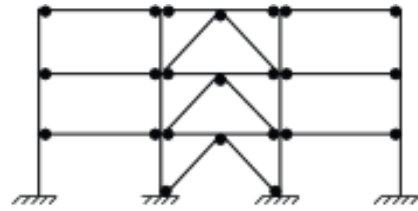
Profili scatolari



Profili angolari a L



CONTROVENTI a V ROVESCIA



CONTROVENTI

Molto utilizzati per
l'adeguamento sismico
di edifici esistenti



CONTROVENTI



A vista

CONTROVENTI

A vista



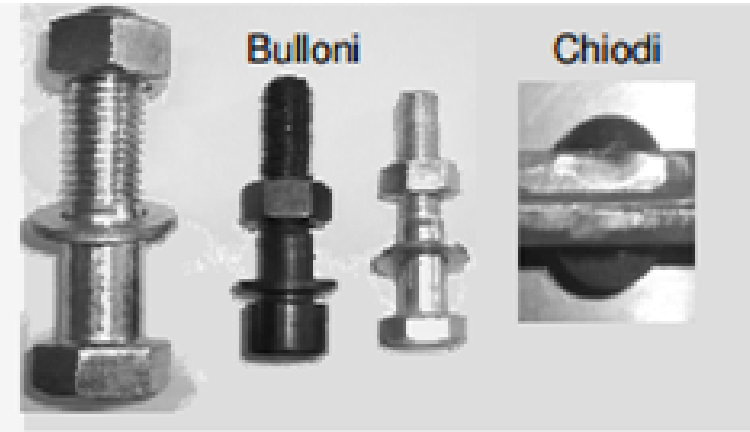
UNIONI MECCANICHE

Unioni meccaniche

Tipologie di organi meccanici

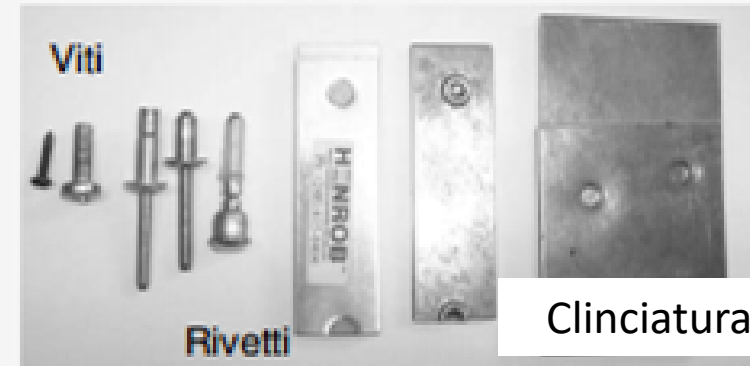
Per carpenteria pesante

- Bulloni ($d \in [12 \div 30 \text{ mm}]$)
- Chiodi ($d \geq 8 \text{ mm}$)



Per carpenteria leggera

- Rivetti ($d < 8 \text{ mm}$)
- Viti autofilettanti
- Clinciatura

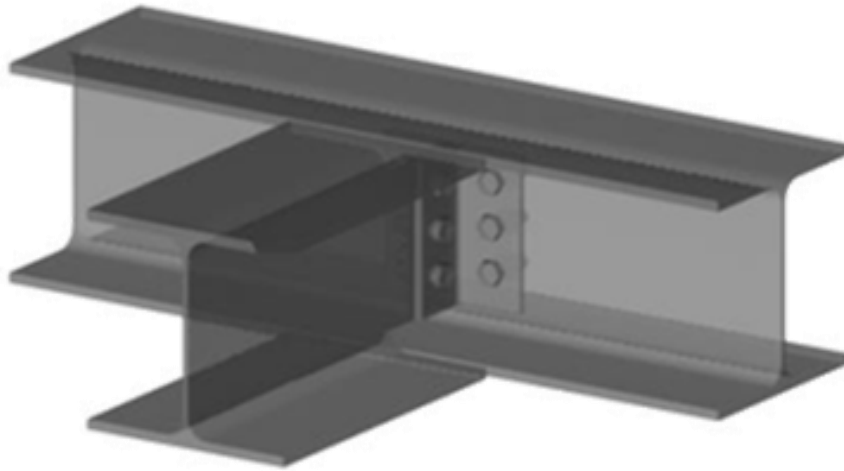


Ancoraggi

- Tasselli chimici
- Tasselli meccanici



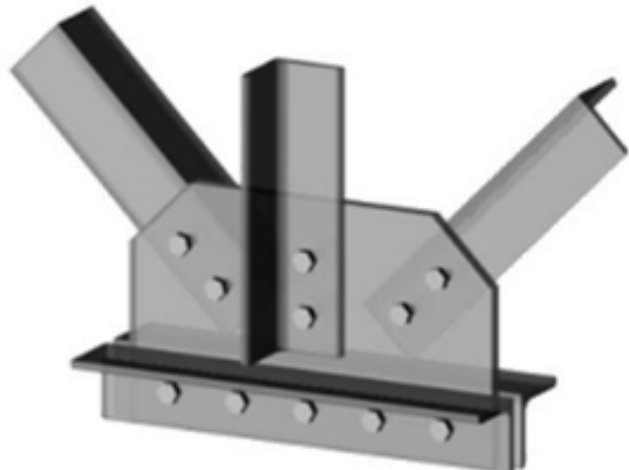
Unioni meccaniche - BULLONI



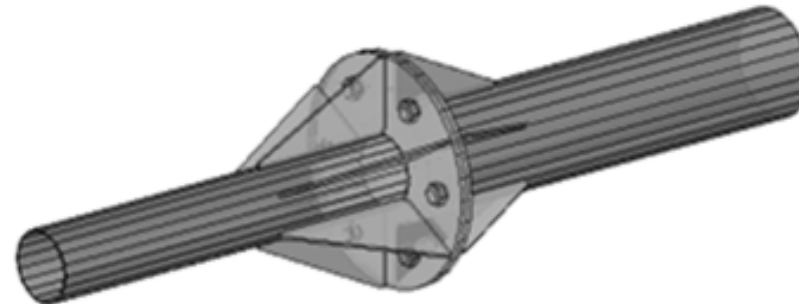
a. Collegamento trave-trave con angolari



b. Collegamento trave-colonna con controvento



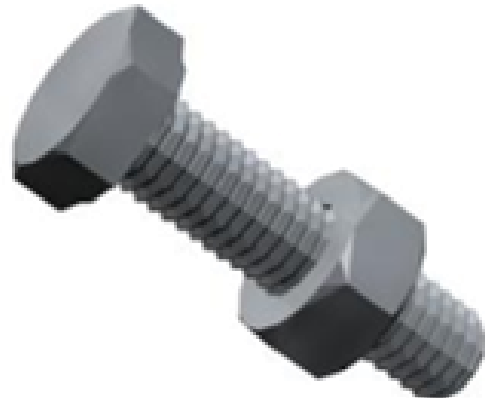
c. Collegamento di elementi di travatura reticolare



d. accoppiamento di elementi tubolari

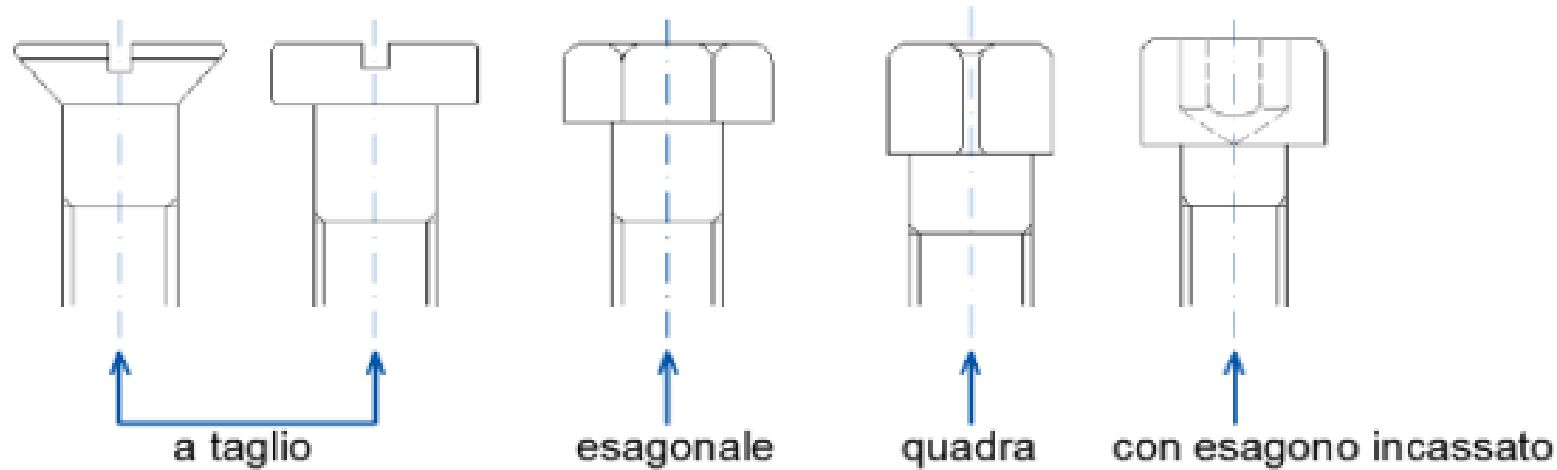
Unioni meccaniche - BULLONI

- ✓ I bulloni, oggi giorno di impiego comune, sono stati introdotti sul mercato come alternativa ai chiodi
- ✓ Nel tempo, i bulloni hanno rapidamente sostituito le chiodature

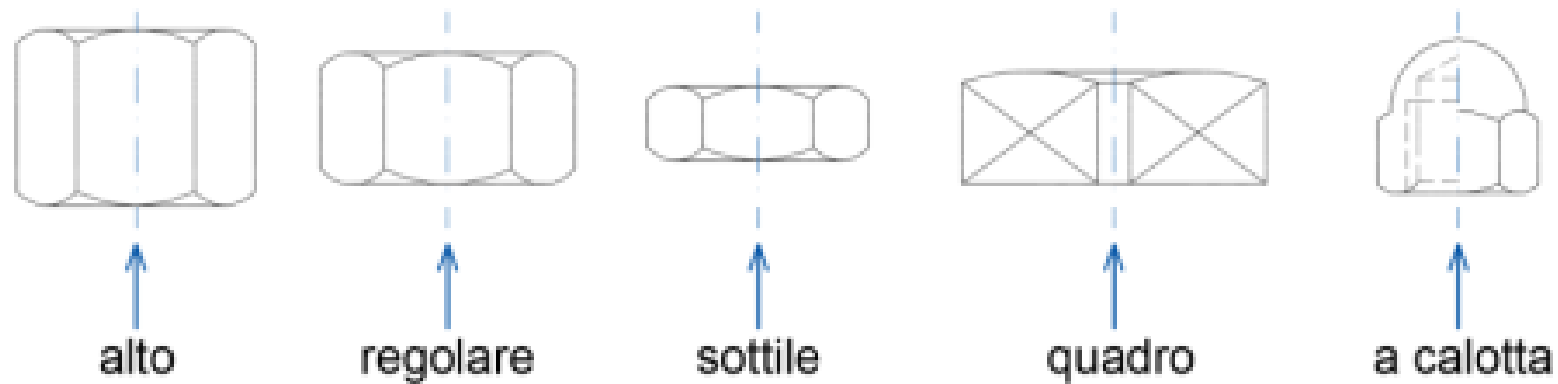


Unioni meccaniche - BULLONI

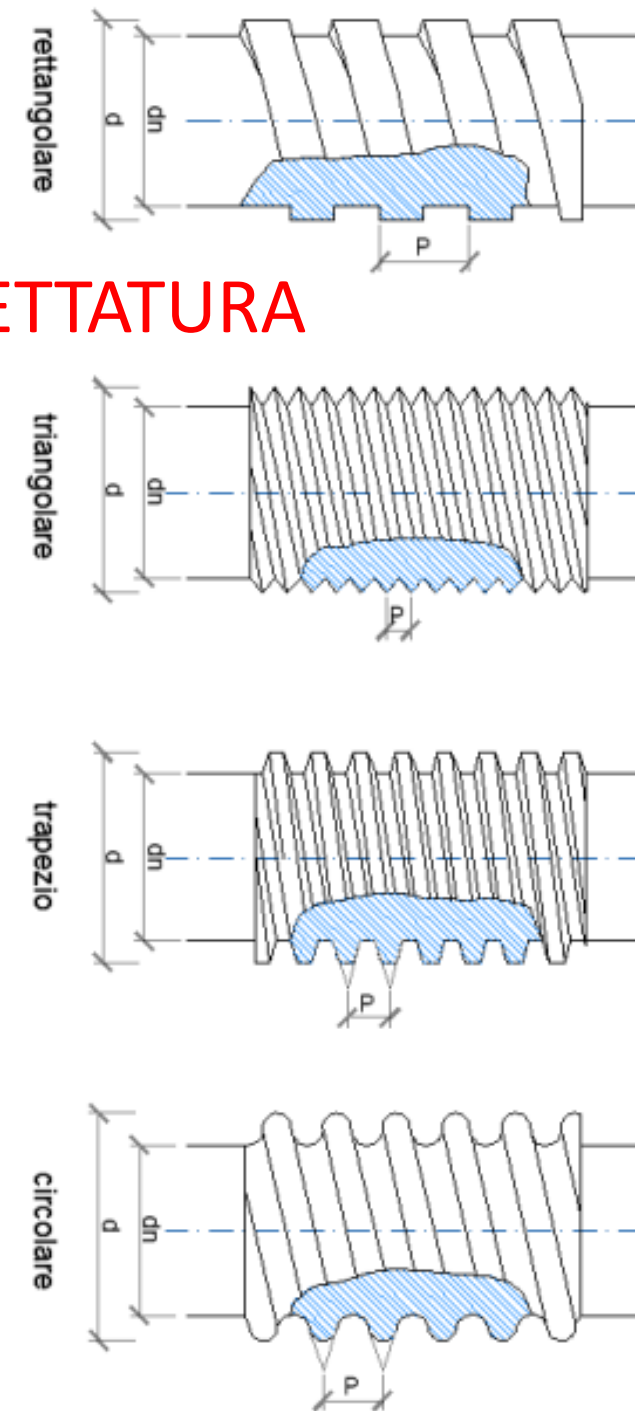
TESTA



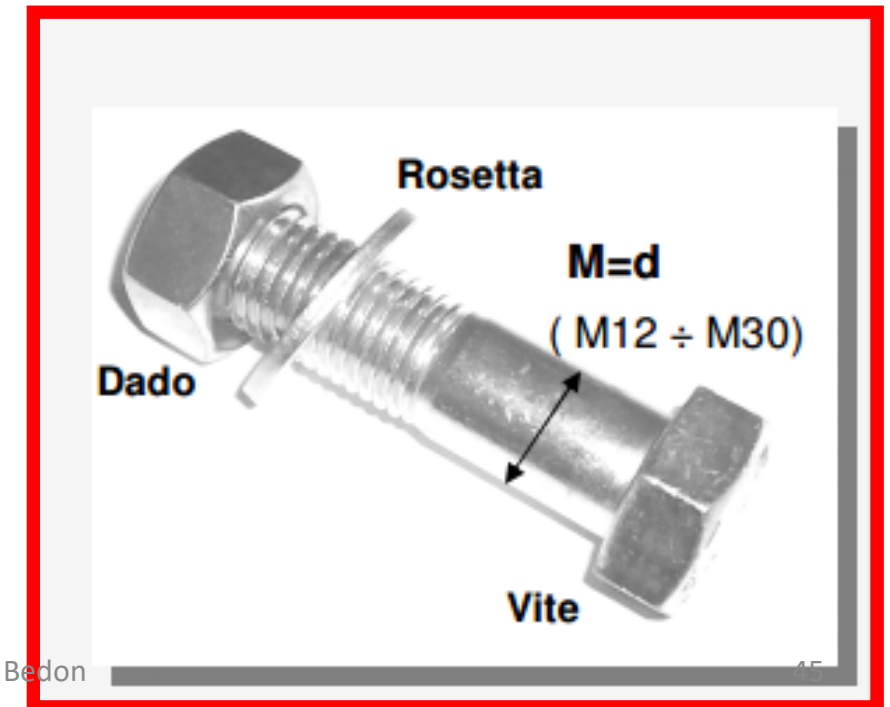
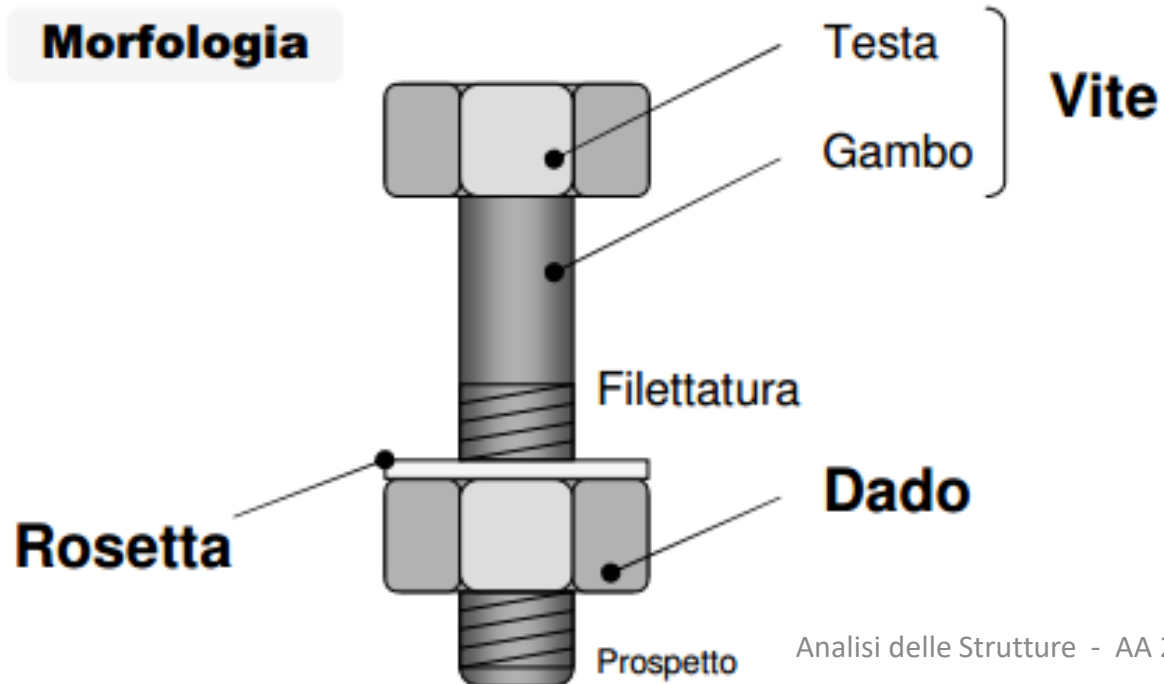
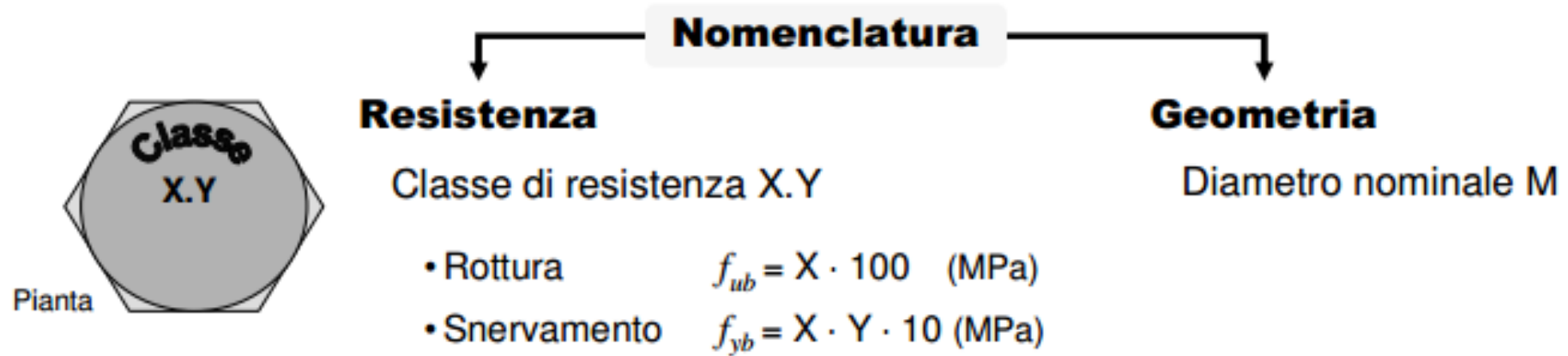
DADO



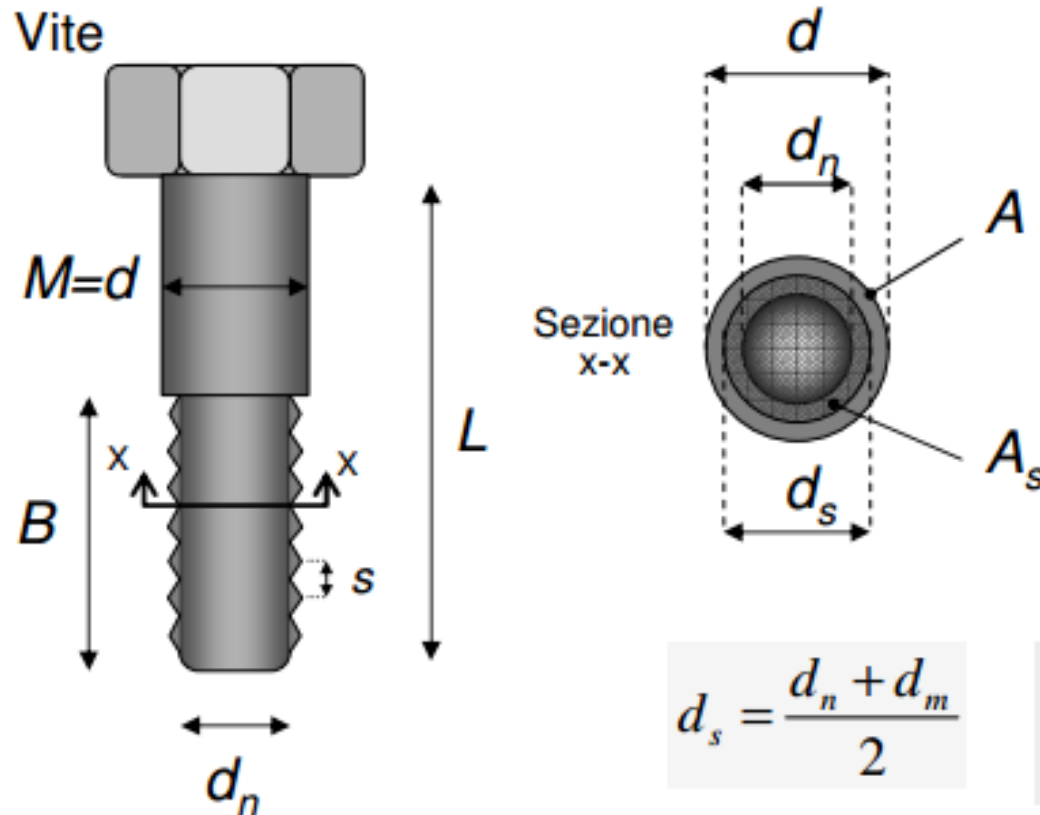
FILETTATURA



Unioni meccaniche - BULLONI



Unioni meccaniche - BULLONI



Principali parametri geometrici

$M=d$ è il diametro nominale o lordo del bullone
 d_n è il diametro del nocciolo
 d_m è il diametro medio tra d e d_n
 d_s è il diametro resistente
 A è l'area lorda del bullone
 A_s è l'area resistente (trazione)

N.B.

- A rigore d_n e d_m sono funzione del passo s della filettatura
- In linea generale si può considerare: $A_s = [0.75 \div 0.82]A$

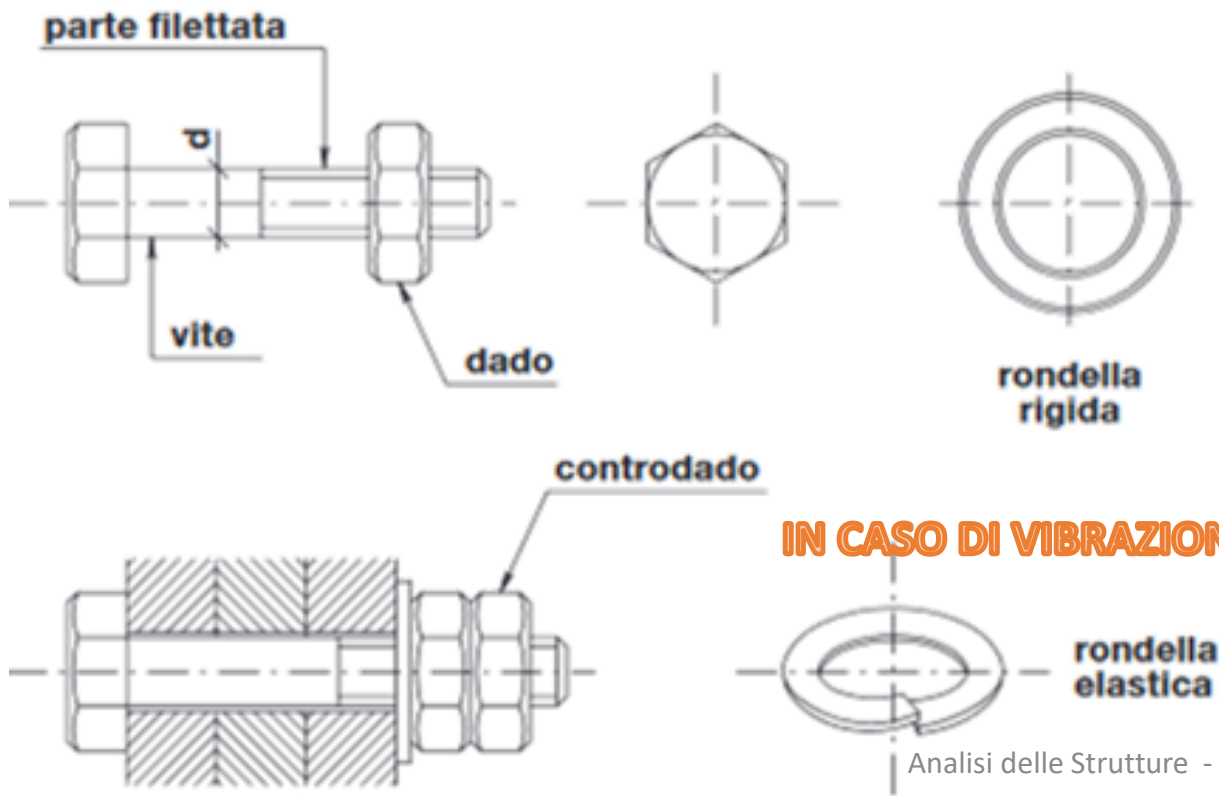
Carpenteria leggera

Carpenteria pesante

$M - d$ (mm)	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	27	30
A_s (mm ²)	8,8	20,1	36,6	58	84,3	115	157	192	245	303	353	459	561

Unioni meccaniche - BULLONI

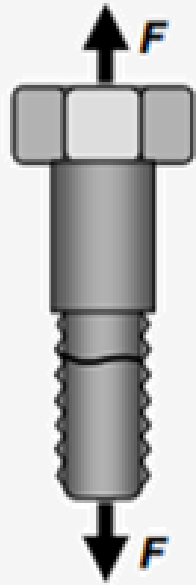
sigla	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30
Φ (mm)	12	14	16	18	20	22	24	27	30
A (mm ²)	113	154	201	254	314	380	452	572	706
A _{res} (mm ²)	84	115	157	192	245	303	353	459	561
A _{res} / A	0,75	0,75	0,78	0,75	0,78	0,80	0,78	0,80	0,79



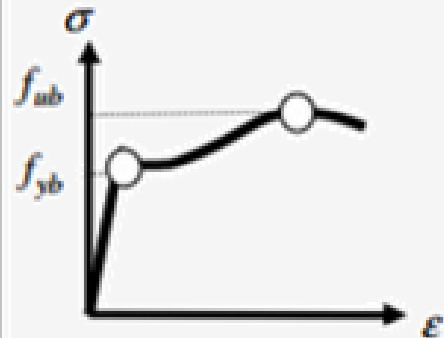
IN CASO DI VIBRAZIONI



Prova a trazione



1



Proprietà meccaniche

Tensione di snervamento
 f_{yb} (N/mm²)

Tensione ultima a trazione
 f_{ub} (N/mm²)
 $R_{m, nom}$ (N/mm²)

Classe di resistenza

Bulloni Normali

Bulloni ad alta resistenza

	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8	6.6	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9
Tensione di snervamento f_{yb} (N/mm ²)	-	240	320	300	400	360	480	640	-	900	-
Tensione ultima a trazione f_{ub} (N/mm ²) $R_{m, nom}$ (N/mm ²)	300	400	400	500	500	600	600	800	900	1000	1200

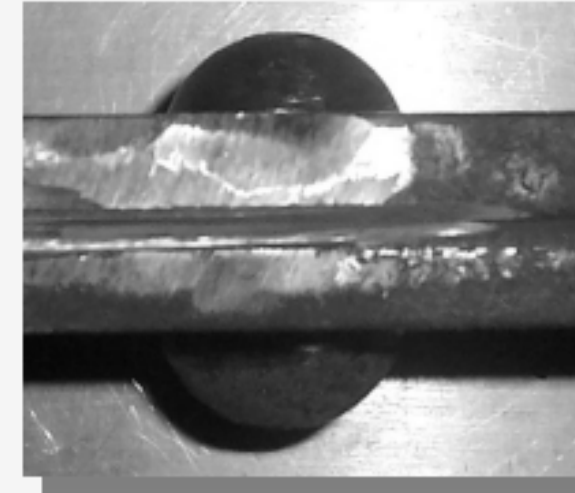
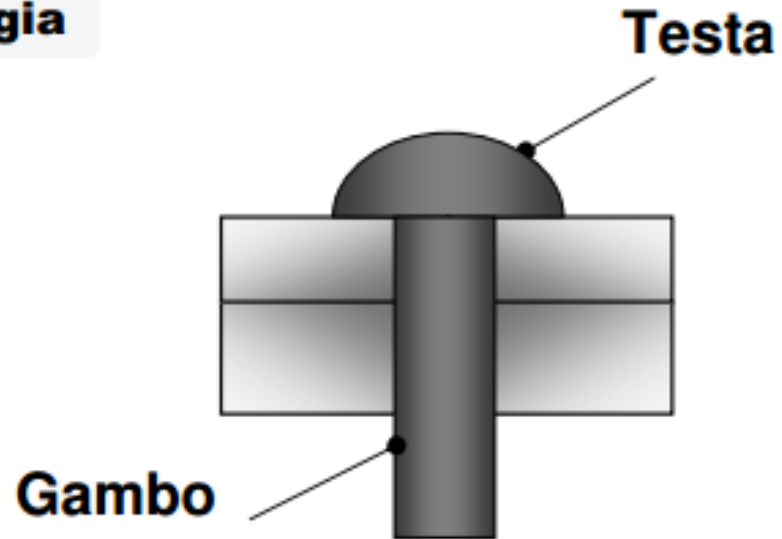
Abbinamento Classe Vite-Dado

Organo	Bulloni normali			Bulloni ad alta resistenza	
Vite	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Dado	4	5	6	8	10



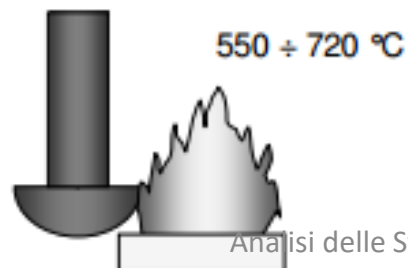
Unioni meccaniche - CHIODI

Morfologia

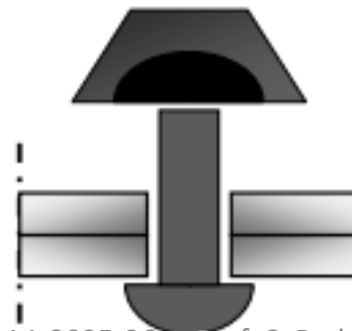


Processo

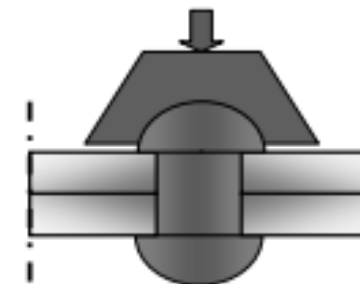
Fase I)
Riscaldamento



Fase II)
Inserimento nel foro



Fase III)
Ribattitura a caldo



Unioni meccaniche

Tipologie di organi meccanici

Per carpenteria pesante

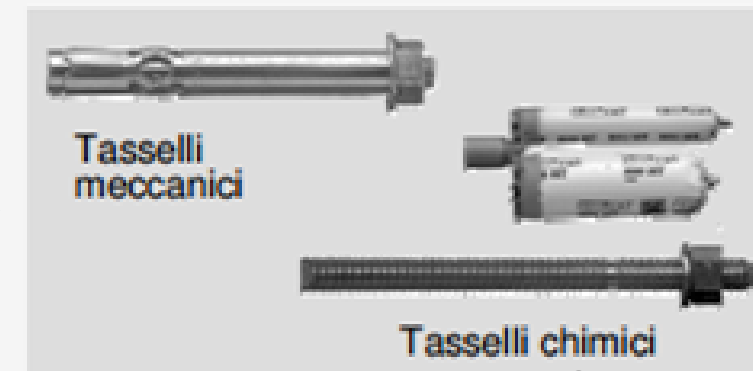
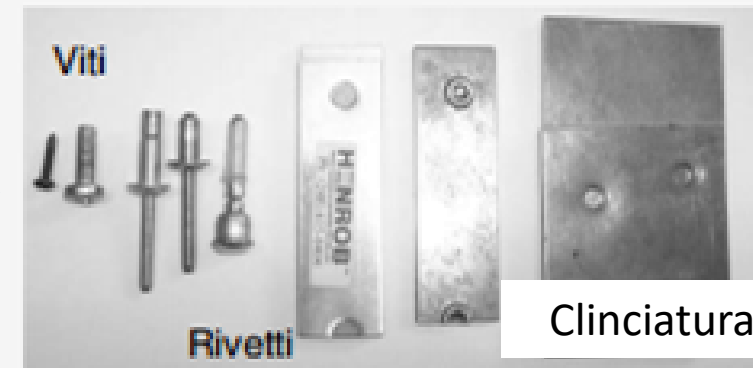
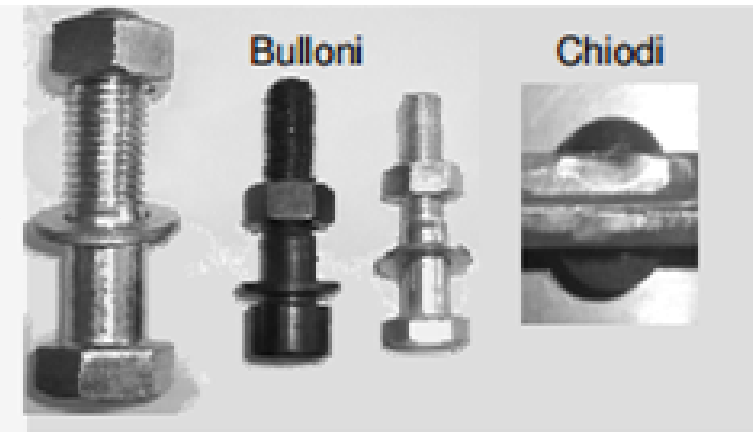
- Bulloni ($d \in [12 \div 30 \text{ mm}]$)
- Chiodi ($d \geq 8 \text{ mm}$)

Per carpenteria leggera

- Rivetti ($d < 8 \text{ mm}$)
- Viti autofilettanti
- Clinciatura

Ancoraggi

- Tasselli chimici
- Tasselli meccanici



Unioni meccaniche - RIVETTI

- ✓ Si tratta di sistemi di fissaggio utilizzati in tutti quegli assemblaggi strutturali che richiedono elevata resistenza a taglio e a trazione
- ✓ Sono dispositivi caratterizzati dal bloccaggio automatico del gambo
- ✓ Comunemente realizzati in alluminio, acciaio inox, acciaio zincato

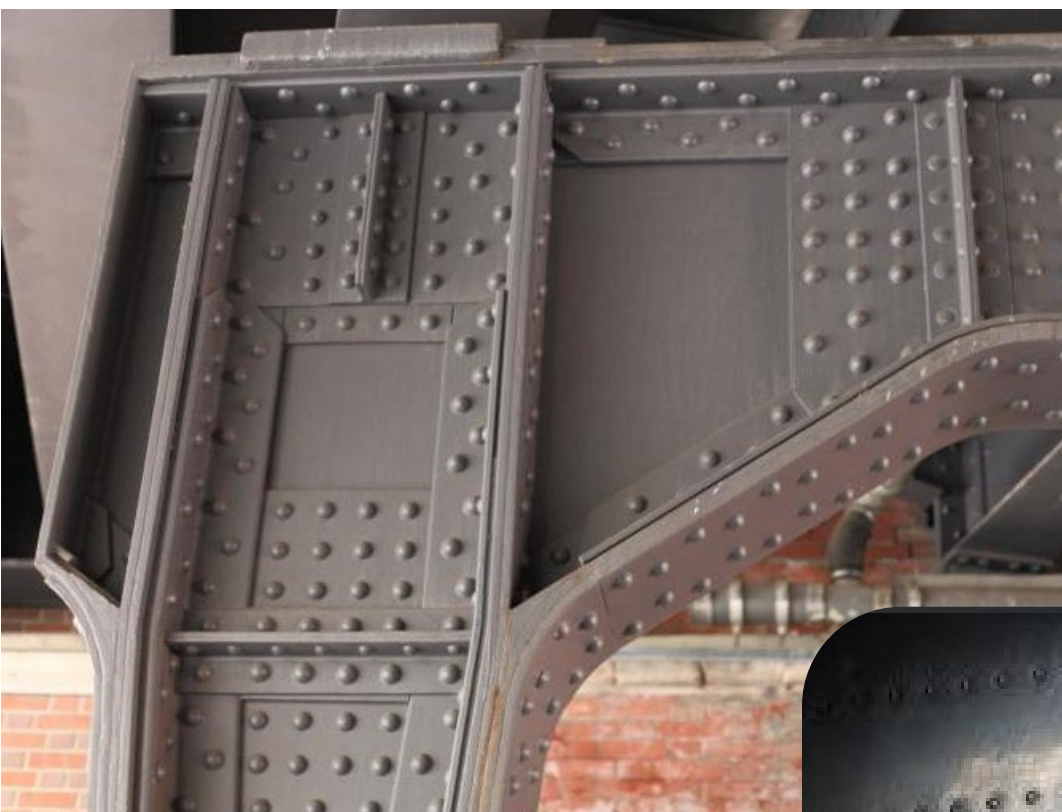


A STRAPPO

AUTOMATICI

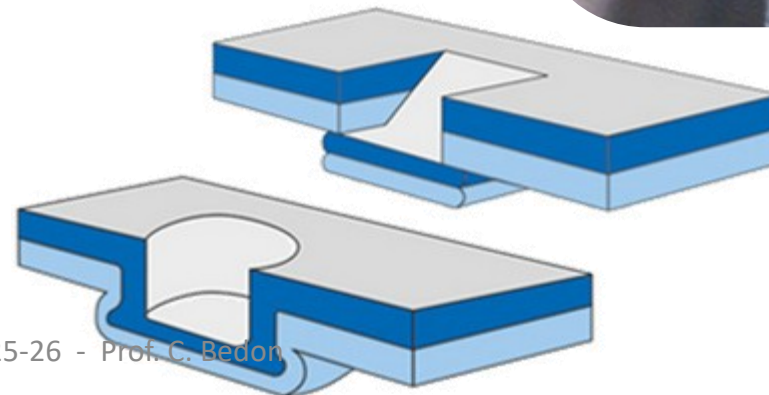


ESEMPI



Unioni meccaniche - CLINCIATURA

- ✓ E' un processo che unisce tra loro più lamiere e profilati, mediante **formatura a freddo**
- ✓ Tale tecnica consente di ottenere assemblaggi strutturali senza utilizzare elementi di giunzione
- ✓ Si possono unire 2 lamiere, ma anche soluzioni multistrato
- ✓ Essendo di **limitata resistenza**, le applicazioni tipiche sono riconducibili alla carpenteria leggera (componenti industriali, condotte d'aria, dispositivi elettronici, elettrodomestici, etc.)



Unioni meccaniche

Tipologie di organi meccanici

Per carpenteria pesante

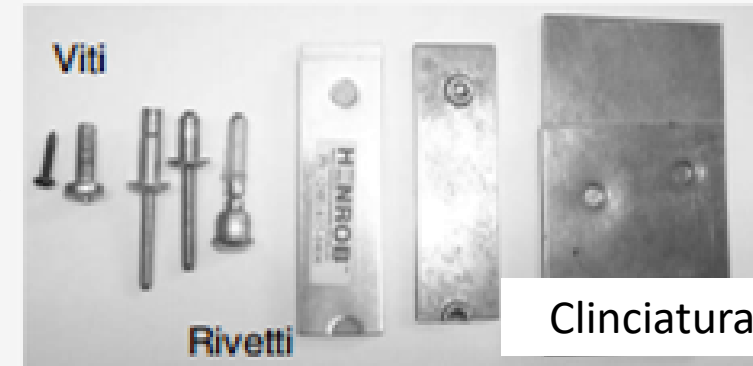
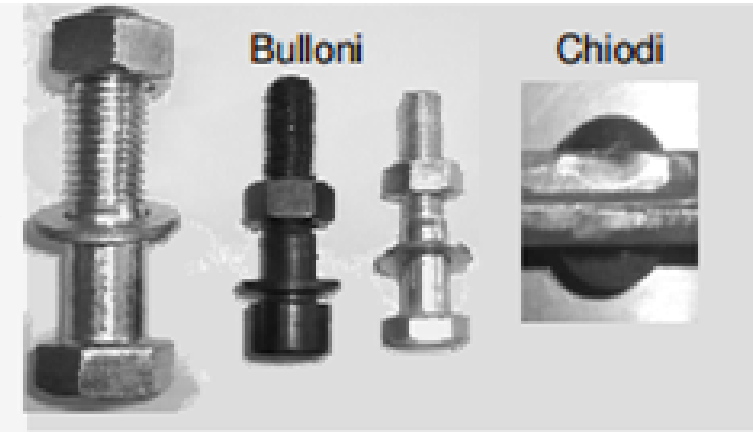
- Bulloni ($d \in [12 \div 30 \text{ mm}]$)
- Chiodi ($d \geq 8 \text{ mm}$)

Per carpenteria leggera

- Rivetti ($d < 8 \text{ mm}$)
- Viti autofilettanti
- Clinciatura

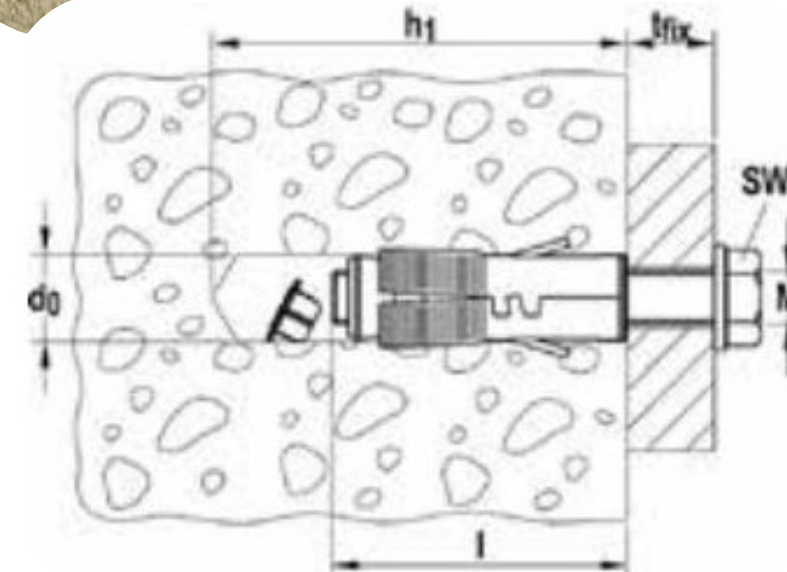
Ancoraggi

- Tasselli chimici
- Tasselli meccanici



Unioni meccaniche - TASSELLI MECCANICI o CHIMICI

- ✓ Adatti per calcestruzzo (non fessurato) o pietra, e muratura (attenzione alla muratura forata!!)
- ✓ Ad alta resistenza, grazie all'uso di **resine sintetiche**
- ✓ Idonei anche per applicazioni strutturali **sismiche**



UNIONI SALDATE

Unioni saldate

Il collegamento per saldatura si basa sul principio di creare la continuità tra due pezzi da unire mediante fusione.

Vantaggi:

- - minor costo rispetto alla bullonatura
- - strutture più monolitiche e continue
- - semplicità e minor ingombro dell'unione
- - minor peso della struttura



Svantaggi:

- - maestranze più specializzate
- - necessità di controlli in superficie e in profondità
- - apporto di calore con conseguenti stati di coazione
- - possibile presenza di cricche



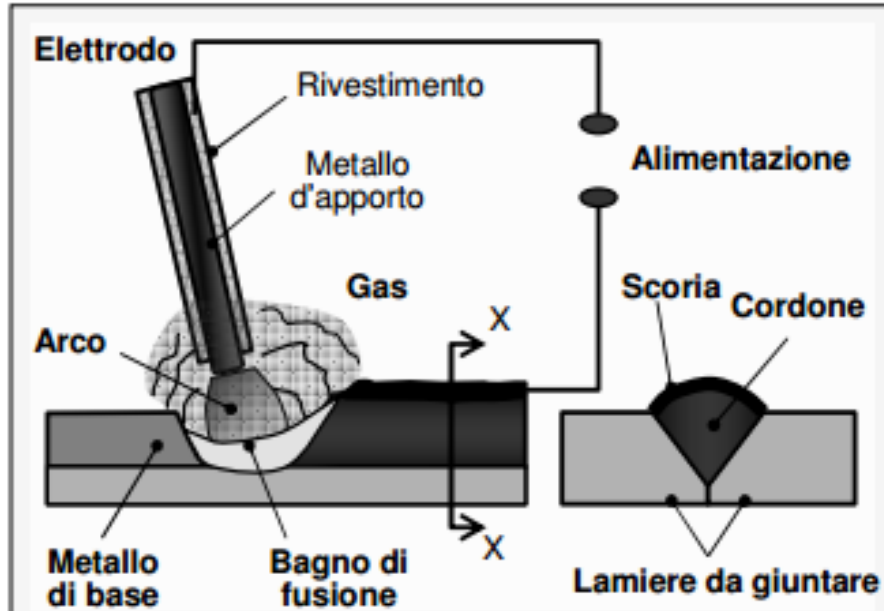
criteri

- limitare la loro realizzazione al di fuori delle officine
- evitare la concentrazione di saldature in zone ristrette.

Unioni saldate

Saldature ad arco con elettrodo rivestito

Processo



- La saldatura avviene per **fusione** tra il metallo di base e quello d'apporto (saldatura autogena)
- La **sorgente termica** è rappresentata dall'arco elettrico che viene prodotto a seguito della differenza di potenziale tra il materiale di base e l'elettrodo
- Il materiale d'apporto è fornito dal nucleo dell'**elettrodo** (dotato di adeguate caratteristiche meccaniche) il cui rivestimento produce un gas per la protezione della zona fusa

Vantaggi

- Semplicità del processo
- Possibilità di saldare pezzi di difficile accesso anche in sito

Svantaggi

- Impossibilità di saldare materiali come leghe di alluminio ed acciaio inox o legati
- **Bassa automazione del processo**

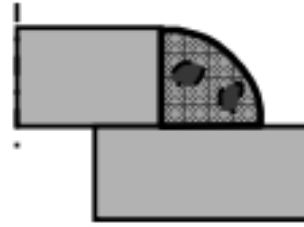


Unioni saldate - Difetti e controlli di qualità

Principali difetti

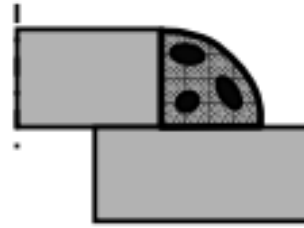
Inclusioni

che possono essere dovute sia ad un maneggio errato dell'elettrodo sia ad una rimozione non sufficiente della scoria



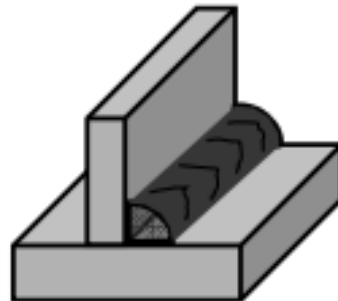
Porosità

dovute generalmente all'inquinamento del bagno di saldatura da parte di materiali estranei (per es. grasso o vernice) e le incisioni marginali, dovute a difficoltà da parte del saldatore nella gestione dell'elettrodo



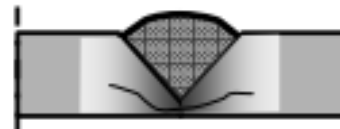
Cricche

fessure prodotte nel cordone a caldo o a freddo rispettivamente per la presenza di impurezze nel metallo e per l'assorbimento di idrogeno nel bagno di fusione



Varie

ad esempio: tensioni residue dovute al raffreddamento, zone alterate termicamente (HAZ), strappi lamellari e difetti di esecuzione



Metodi di controllo non distruttivo

- Controllo visivo saldatura (VT)
- Esame magnetoscopico saldatura (MT)
- Esame ad ultrasuoni (UT)
- Controllo radiografico saldature (RT)
- Metodo dei liquidi penetranti (PT)

>> Controlli di qualità!!

>> Certificazione