
PROGETTAZIONE PRESTAZIONALE ANTISIMICA: PROBLEMI SPECIFICI PER LE COSTRUZIONI IN ACCIAIO

Walter Salvatore, e-mail walter@ing.unipi.it



*Dipartimento di Ingegneria Civili
Università di Pisa*

L'impiego dell'acciaio consente la realizzazione di costruzioni "sostenibili" caratterizzate da

- elevato grado di prefabbricazione
- possibilità di riciclo del materiale

Vantaggi della costruzione in acciaio

- *elevato rapporto resistenza/peso dell'acciaio*
- *elevata qualità del materiale*
- *elevata velocità di costruzione*
- *versatilità*
- *facilità di modifica, riparazione e demolizione*
- *durabilità*
- *estetica*

L'odierno **sviluppo** della **progettazione strutturale** e della **tecnologia** e l'esigenza di riduzione e controllo dei costi totali ha introdotto **richieste di prestazioni** sempre più severe per i materiali. Per l'acciaio in particolari tali richieste riguardano:

- ✓ **elevate prestazioni meccaniche;**
- ✓ **saldabilità;**
- ✓ **durabilità;**
- ✓ **resistenza al fuoco.**

Elevata qualità del materiale

Sulla base di tali richieste, l'odierna produzione industriale si è orientata verso:

- ✓ acciai ad **elevata resistenza**
- ✓ acciai ad **elevata tenacità** e **saldabilità**
- ✓ produzione di **elementi** con **elevati spessori**
- ✓ procedimenti di **laminazione longitudinale**
- ✓ acciai **resistenti alla corrosione.**

Acciai ad elevate prestazioni meccaniche

Con l'introduzione di processi produttivi che integrano

processi di laminazione controllata e

procedimenti di raffreddamento accelerato,

si sono prodotti acciai caratterizzati da:

- ✓ **alta resistenza con ridotta variabilità della tensione di snervamento**
- ✓ **ridotta variabilità delle proprietà meccaniche nello spessore**
- ✓ **elevata tenacità**
- ✓ **maggior vita a fatica**

Acciai ad elevate prestazioni meccaniche

- ✓ Elevata tenacità dopo lavorazione a freddo
- ✓ Lavorazioni sui elementi piani con raggi di curvatura ridotti.



Olympic stadium, Atene, GR, 2004
Formature delle lamiere e realizzazione dei tubi
per cortesia di Costruzioni Cimolai A. S.p.A.



Saldabilità

- ✓ Riduzione o l'eliminazione del pre-riscaldamento
- ✓ Processi di saldatura ad elevato rendimento se pur con elevato calore
- ✓ Saldatura in cantiere



Olympic stadium, Atene, GR, 2004
Realizzazione dei tubi
per cortesia di Costruzioni Cimolai A. S.p.A.



Ponte sul fiume Isarco
per cortesia del Gruppo Industriale Tosoni S.p.A.

Acciai ad elevato spessore

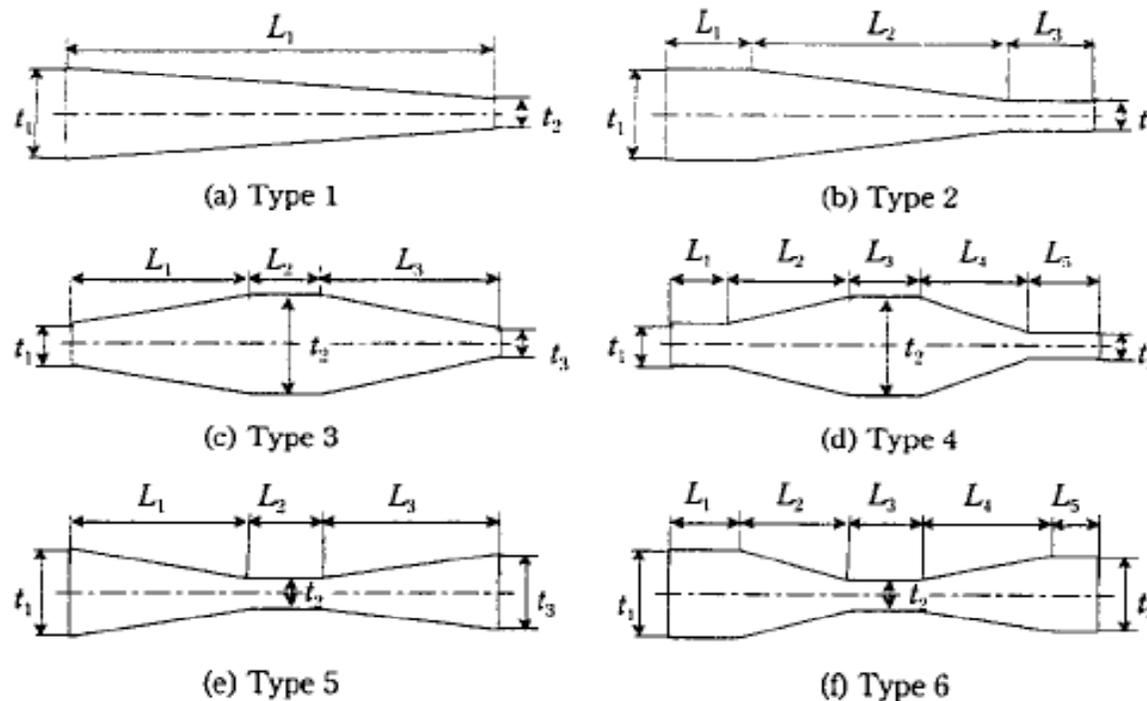
- ✓ Riduzione degli irrigidimenti d'anima delle travi
- ✓ Diminuzione degli oneri di saldatura
- ✓ Riduzione del numero delle travi

Ponte ferroviario ad arco a via inferiore
per cortesia di DB Netz, G



Laminazione longitudinale

- ✓ Progettazione razionale degli spessori
- ✓ Progettazione razionale delle travi (eguale larghezza delle flangie)
- ✓ Eliminazione dei piatti di ispessimento nelle giunzioni bullonate a coprigiunto
- ✓ Eliminazione delle operazioni di aggiustamento agli spessori dei piatti nelle giunzioni saldate



Alcuni possibili profili longitudinali

WEATHERING STEEL - Acciai ad elevata resistenza alla corrosione

- ✓ Con aggiunta di Nichel i Weathering Steel dimostrano anche una eccellente resistenza alla corrosione marina.
- ✓ Possono essere usate vernici stabilizzanti dello strato di ruggine applicabili anche in linea durante le fasi di produzione dell'acciaio



Ponte sul fiume Isarco – Weathering Steel
Per cortesia del Gruppo Industriale Tosoni S.p.A.

L'acciaio nel mondo delle costruzioni ricopre una grande varietà di impieghi differenziandosi in una vasta gamma di prodotti; risulta così difficile una classificazione completa degli acciai utilizzati.

Nella pratica è possibile distinguere due approcci

✓ **Classificazione secondo la *composizione chimica***

Non tiene conto del particolare impiego degli elementi metallici

✓ **Classificazione basata sul *processo produttivo***

*Questa classificazione, più significativa per il **mondo delle costruzioni** ed utilizzata per gli **acciai da carpenteria metallica**, si ottiene riferendosi al processo di produzione dell'elemento*

Classificazione e designazione secondo la composizione chimica

La **classificazione in base alla composizione chimica** non tiene conto del particolare impiego degli elementi metallici; con riferimento alla normativa UNI EN 10020, ed alla UNI EN 10027 parti 1 e 2, si distinguono:

- ✓ acciai non legati;  acciai per i quali almeno un elemento di lega è contenuto con tenore minore rispetto ai limiti indicati
- ✓ acciai legati;  tenori degli elementi di lega risultano invece tutti maggiori o uguali dei rispettivi limiti indicati
- ✓ acciai inossidabili.  individuati in base al contenuto percentuale in massa di cromo e di carbonio

Al	B	Bi	Co	Cr	Cu	La	Mn	Mo	Nb	Ni	Pb	Se	Si	Te	Ti	V	W	Zr	Altri
0,3	0,0008	0,1	0,3	0,5	0,4	0,1	1,05	0,08	0,06	0,3	0,4	0,1	0,0	0,1	0,05	0,1	0,3	0,05	0,1
					Cr					C									
					> 10,5					< 1,2									
I tenori limite degli elementi sono indicati in % di massa																			
*) Ad eccezione degli elementi carbonio, fosforo, zolfo e azoto															I tenori limite degli elementi sono indicati in % di massa				

Classificazione e designazione secondo la composizione chimica

Criteria di designazione, numerica ed alfanumerica, proposti dalle norme UNI EN 10027

✓ **Designazione alfanumerica**, secondo due seguenti classificazioni

I) basata sulla **percentuale di manganese** presente fra gli elementi di lega, distinguendo pertanto fra acciai a basso tenore di manganese ed acciai ad alto tenore di manganese

II) basata della percentuale totale degli elementi di lega, ottenendo quindi **acciai basso legati** ed **acciai alto legati**

- Negli acciai basso legati, la percentuale totale degli elementi di lega è minore del 5%
- Negli acciai alto legati gli elementi di lega sono presenti in quantità maggiore del 5%

Classificazione e designazione secondo la composizione chimica

Negli acciai a **basso tenore di manganese** il tenore di manganese non supera l'1% sulla totalità degli elementi di lega e la loro designazione alfanumerica è ad esempio del tipo

C40

C il simbolo del carbonio

la percentuale del carbonio presente in lega (X100)

Negli acciai ad **alto tenore di manganese**, il tenore di manganese supera l'1% sulla totalità degli elementi di lega, e la loro designazione alfanumerica è ad esempio del tipo:

38CrNiMo4-2-3

percentuale di carbonio (X100)

concentrazioni degli elementi di lega moltiplicate per un fattore da assumersi pari a:

4 - Cr - Co - Mn - Si - W

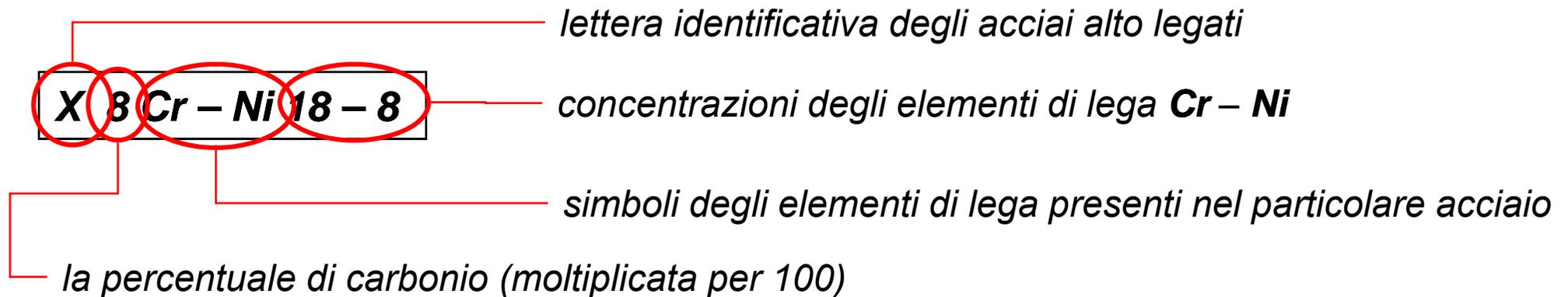
Negli acciai **basso legati** (percentuale totale degli elementi di lega minore del 5%) la loro designazione è effettuata **in modo analogo agli acciai ad alto tenore di manganese**

presenti nel particolare acciaio considerato

1000 - **B**

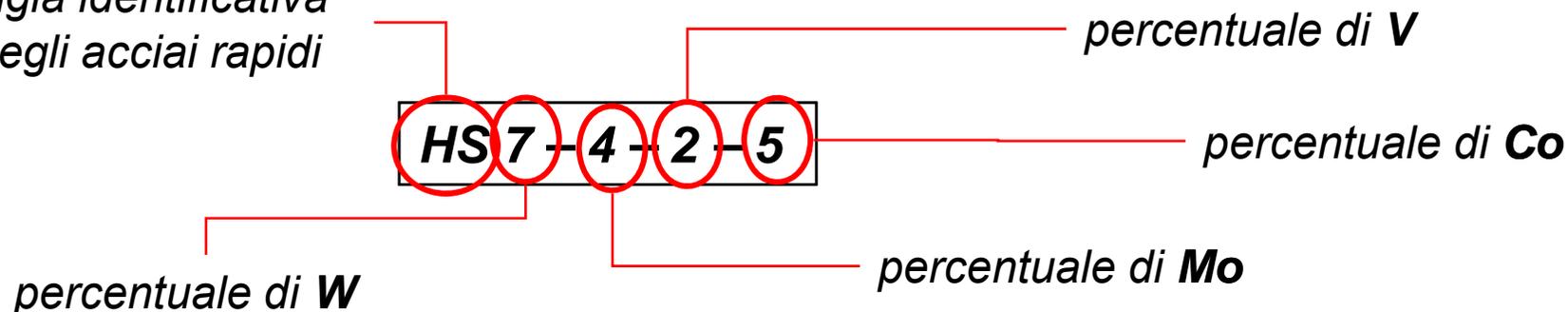
Classificazione e designazione secondo la composizione chimica

Negli **acciai alto legati** gli elementi di lega sono presenti in quantità maggiore del 5% e la loro designazione alfanumerica è ad esempio del tipo



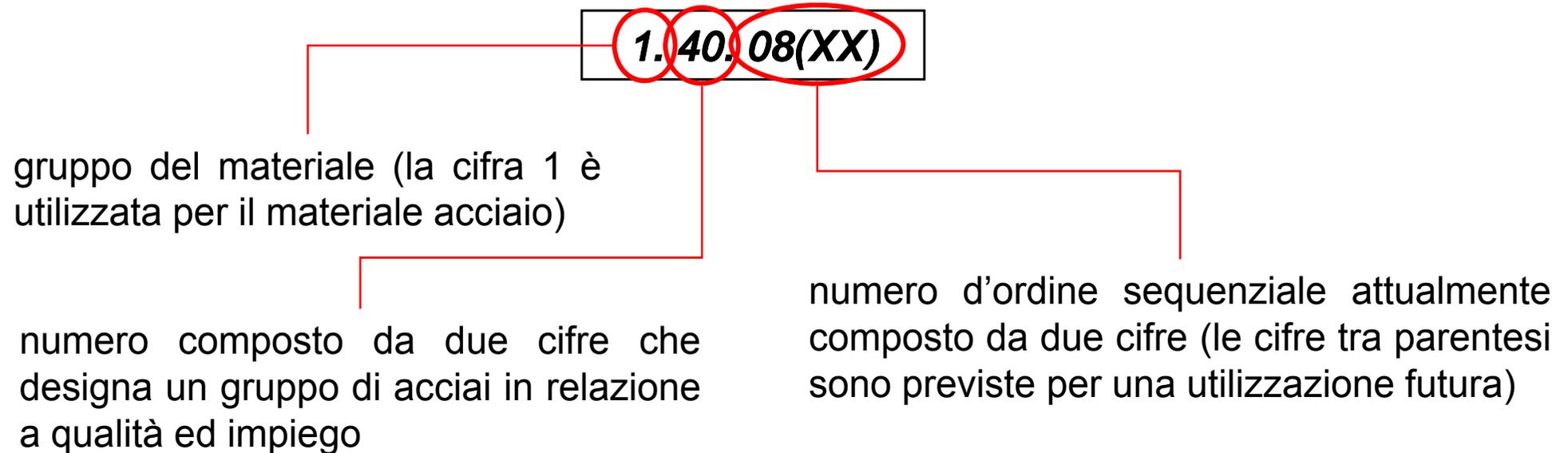
Un'ulteriore classe sono gli **acciai rapidi**, acciai caratterizzati da elevati tenori di **vanadio** e **tungsteno** ed elevate caratteristiche di durezza e resistenza alle alte temperature che consentono elevate velocità di taglio (**UNI EN 10027**).

sigla identificativa degli acciai rapidi



Classificazione e designazione secondo la composizione chimica

Nel caso della **designazione numerica**, invece, non si fa riferimento ad alcuna distinzione fra le classi di acciaio e la designazione è ad esempio del tipo:



- ✓ Ciascuna designazione numerica deve riferirsi solo ad un tipo di acciaio e ciascun acciaio deve avere solo una designazione numerica
- ✓ L'impostazione del metodo è tale per cui può essere impiegato per altri gruppi di materiali differenti dall'acciaio

Classificazione e designazione secondo la composizione chimica

N°	Acciai non legati (UNI10027-2)				
	Acciai di base		Acciai di qualità		Acciai speciali
0	00-90 acciai di base				10 – Acciai con caratteristiche fisiche particolari
1			01-91 Acciai per impieghi strutturali in generale con $R_m < 500 \text{ N/mm}^2$		11 – Acciai per impieghi strutturali per costruzioni
2			02-92 Acciai per impieghi strutturali non destinati a trattamento termico, con $R_m < 500 \text{ N/mm}^2$		12 – Acciai per impieghi strutturali, per costruzioni meccaniche e per apparecchi a pressione con $C \leq 0,5\%$
3			03-93 Acciai con un C medio $< 0,12\%$ ovvero $R_m < 400 \text{ N/mm}^2$		13 – Acciai per impieghi strutturali, per costruzioni meccaniche e per apparecchi a pressione con requisiti particolari
4			04-94 Acciai con un C medio $\leq 0,12\%$ e $< 0,25\%$ ovvero $R_m \leq 400 \text{ N/mm}^2$ e $< 500 \text{ N/mm}^2$		14
5			05-95 Acciai con un C medio $\leq 0,25\%$ e $< 0,55\%$ ovvero $R_m \leq 500 \text{ N/mm}^2$ e $< 700 \text{ N/mm}^2$		15 – Acciai per utensili

Classificazione e designazione secondo la composizione chimica

N°	Acciai legati (UNI10027-2)						
	Acciai speciali						
	Acciai per utensili	Acciai diversi	Acciai inossidabili	Acciai per impieghi strutturali, per costruzioni meccaniche e per apparecchi a pressione			
0	20 Cr	30	40 – Acciai inossidabili con Ni<2,5% senza Mo, Nb e Ti	50 Mn-Si-Cu	60 Cr-Ni con Cr ≥2% e <3%	70 Cr Cr-B	80 Cr-Si-Mo Cr-Si-Mn-Mo Cr-Si-Mo-V Cr-Si-Mn-Mo-V
1	21 Cr-Si Cr-Mn Cr-Mn-Si	31	41– Acciai inossidabili con Ni<2,5% con Mo, senza Nb e Ti	51 Mn-Si Mn-Cr	61	71 Cr-Si Cr-Mn Cr-Mn-B Cr-Si-Mn	81 Cr-Si-V Cr-Mn-V Cr-Si-Mn-V
2	22 Cr-V Cr-V-Si Cr-V-Mn Cr-V-Mn-Si	32 Acciai rapidi con Co	42	52 Mn-Cu Mn-V Si-V Mn-Si-V	62 Ni-Si Ni-Mn Ni-Cu	72 Cr-Mo con Mo<0,35% Cr-Mo-B	82 Cr-Mo-W Cr-Mo-W-V

Classificazione e designazione secondo la composizione chimica

N°	Acciai legati (UNI10027-2)						
	Acciai speciali						
	Acciai per utensili	Acciai diversi	Acciai inossidabili	Acciai per impieghi strutturali, per costruzioni meccaniche e per apparecchi a pressione			
3	23 Cr-Mo Cr-Mo-V Mo-V	33 Acciai rapidi senza Co	43 Acciai inossidabili con Ni $\geq 2,5\%$ senza Mo, Nb e Ti	53 Mn-Ti Si-Ti	63 Ni-Mo Ni-Mo-Mn Ni-Mo-Cu Ni-Mo-V Ni-Mn-V	73 Cr-Mo con Mo $\geq 0,35\%$	83
4	24 W Cr-W	34	44 Acciai inossidabili con Ni $\geq 2,5\%$, Mo senza Nb e Ti	54 Mo Nb, Ti, V W	64	74	84 Cr-Si-Ti Cr-Mn-Ti Cr-Si-Mn-Ti
5	25 W-V Cr-W-V	35 Acciai per cuscinetti	45 Acciai inossidabili con aggiunte particolari	55 B Mn-B Mn < 1,65%	65 Cr-Ni-Mo con Mo < 0,4% e Ni < 0,2%	75 Cr-V con Cr < 2,0%	85 Acciai da nitrurazione

Classificazione e designazione secondo la composizione chimica

N°	Acciai non legati (UNI10027-2)		
	Acciai di base	Acciai di qualità	Acciai speciali
6		06-96 Acciai con un C medio $\approx 0,55\%$ ovvero $R_m \approx 700 \text{ N/mm}^2$	16 – Acciai per utensili
7		07-97 Acciai con alto tenore di P o di S	17 – Acciai per utensili
8			18 – Acciai per utensili
9			19

Classificazione e designazione secondo la composizione chimica

N°	Acciai legati (UNI10027-2)							
	Acciai di qualità	Acciai per utensili	Acciai diversi	Acciai inossidabili e refrattari	Acciai per impieghi strutturali, per costruzioni meccaniche e per apparecchi a pressione			
6		26 W (eccetto 24,25 e 27)	36 - Materiali con caratteristiche magnetiche particolari senza Co	46 - Leghe di Ni resistenti all'azione chimica ed alle temperature elevate	56 Ni	66 Cr-Ni-Mo con Mo<0,4% e Ni \geq 2,0 e <3,5%	76 Cr-V con Cr \geq 2,0 %	86
7		27 Con Ni	37 - Materiali con caratteristiche magnetiche particolari con Co	47 Acciai refrattari con Ni<2,5%	57 Cr-Ni con Cr<1,0 %	67 Cr-Ni-Mo con Mo<0,4% e Ni \geq 3,5% e < 5% ovvero Mo \geq 0,4%	77 Cr-Mo-V	87 Acciai non destinati a trattamento termico presso lo utilizzatore

Classificazione e designazione secondo la composizione chimica

N°	Acciai legati (UNI10027-2)							
	Acciai di qualità	Acciai per utensili	Acciai diversi	Acciai inossidabili e refrattari	Acciai per impieghi strutturali, per costruzioni meccaniche e per apparecchi a pressione			
8	08-98 Acciai con caratteristiche fisiche particolari	28 Altri	38 Materiali con caratteristiche fisiche particolari senza Ni	48 Acciai refrattari con Ni $\geq 2,5\%$	58 Cr-Ni con Cr $\geq 1,0\%$ e $< 1,5\%$	68 Cr-Ni-V Cr-Ni-W Cr-Ni-V-W	78	88 Acciai saldabili ad alta resistenza
9	09-99 Acciai per altri diversi campi di impiego	29	39 Materiali con caratteristiche fisiche particolari con Ni	49 Materiali resistenti a temperature elevate	59 Cr-Ni con Cr $\geq 1,5\%$ e $< 2,0\%$	69 Cr-Ni ad eccezione dei gruppo 57 e 68	79 Cr-Mn-Mo Cr-Mn-Mo-V	89 Acciai saldabili ad alta resistenza

Classificazione in base al processo produttivo

Gli acciai da carpenteria metallica

✓ **Acciai per prodotti piani e lunghi laminati a caldo.** La norma **UNI EN 10025** suddivide questa classe di acciai in:

- Acciai non legati
- Acciai ad alto limite di snervamento, bonificati
- Acciai a grano fine
- Acciai con resistenza migliorata alla corrosione

✓ **Acciai per profilati cavi formati a caldo (norma UNI EN 10210).**

Questa classe di prodotti è ottenuta per formatura a caldo di elementi in acciaio laminato a caldo **non legato** o a **grano fine**

✓ **Acciai laminati a caldo e formati a freddo (norma UNI EN 10219).**

Questa classe di prodotti si ottiene per formatura a freddo di elementi prodotti per laminazione a caldo

Prodotti piani e lunghi laminati a caldo

- ✓ *La norma **UNI10025** regola le **condizioni tecniche di fornitura** degli acciai laminati a caldo per uso strutturale*
- ✓ *In particolare la normativa riguarda i seguenti tipi di acciai*
 - ***UNI10025-2**: acciai strutturali non legati*
 - ***UNI10025-3**: acciai strutturali saldabili a grano fine normalizzati e normalizzati laminati*
 - ***UNI10025-4**: acciai strutturali saldabili a grano fine laminati termomeccanicamente*
 - ***UNI10025-5**: acciai strutturali con resistenza alla corrosione atmosferica migliorata*
 - ***UNI10025-6**: acciai strutturali per prodotti piani ad alto limite di snervamento nella condizione di tempra e rinvenimento*

Gli acciai da carpenteria metallica

Prodotti piani e lunghi laminati a caldo

UNI EN 10025

Le possibili condizioni di fornitura delle classi di acciaio sono legate al procedimento produttivo utilizzato; si distinguono pertanto in

- ✓ *acciaio semplicemente laminato “As rolled”* **AR**
- ✓ *acciaio normalizzato* **N**
- ✓ *acciaio termomeccanico* **M**
- ✓ *acciaio ad alto limite di snervamento, bonificato, “Quenched and tempered”* **Q**
- ✓ *acciaio con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica, “Weathering”* **W**

Acciai per prodotti piani e lunghi laminati a caldo

UNI EN 10025

Acciaio semplicemente laminato “As rolled”

AR

Gli acciai semplicemente laminati sono ottenuti senza l'utilizzo di particolari processi di raffreddamento durante la laminazione e/o particolari trattamenti termici.

Acciaio normalizzato

N

Questi acciai sono ottenuti da un processo di laminazione in cui la deformazione finale è effettuata in un determinato campo di temperatura in grado di sviluppare uno stato del materiale equivalente a quello ottenuto dopo un trattamento di normalizzazione.

Acciai per prodotti piani e lunghi laminati a caldo

UNI EN 10025

M

Acciaio termomeccanico

Tali acciai sono ottenuti da un processo di laminazione in cui la deformazione finale è effettuata in un determinato campo di temperatura in grado di sviluppare uno stato del materiale con elevate proprietà meccaniche.

Nel processo si distinguono le seguenti fasi:

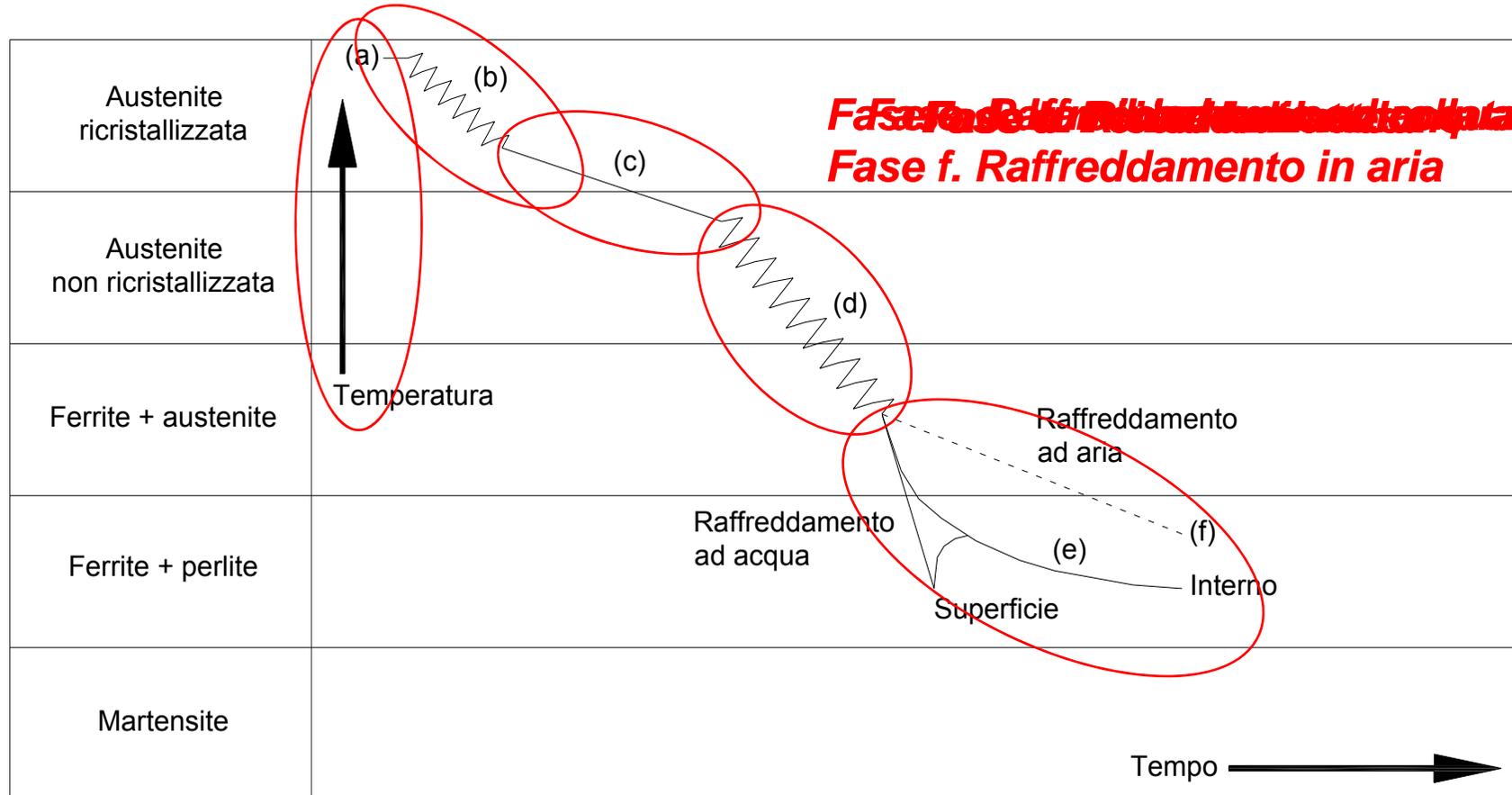
- a. Riscaldamento**
- b. Prima laminazione (fase austenitica)**
- c. Periodo di attesa**
- d. Seconda laminazione (condotta in un regime di temperatura controllata)**
- e. Raffreddamento finale controllato (in aria, acqua o in aria e acqua)**

Acciai per prodotti piani e lunghi laminati a caldo

UNI EN 10025

M

Acciaio termomeccanico



Acciai per prodotti piani e lunghi laminati a caldo

UNI EN 10025

Q

Acciai ad alto limite di snervamento

Questi acciai sono ottenuti mediante l'utilizzo di processi aggiuntivi alla laminazione quali: la **tempra** ed il **rinvenimento**.

Il rinvenimento in particolare elimina le tensioni interne dando luogo ad un metallo con elevata resistenza meccanica e notevole duttilità.

W

Acciai con resistenza migliorata alla corrosione

Tali acciai sono ottenuti con l'aggiunta di elementi di lega al fine di aumentarne la resistenza alla corrosione atmosferica creando uno strato autoprotettivo di ossido sul metallo base. Tali elementi sono:

Fosforo (P)

Rame (Cu)

Cromo (Cr)

Nichel (Ni)

Molibdeno (Mo)

Acciai per prodotti piani e lunghi laminati a caldo

Qualifica secondo la norma di prodotto

UNI EN 10025-1

- ✓ *Il processo produttivo dell'acciaio è a discrezione del produttore con l'esclusione del processo produttivo Siemens-Martin*
- ✓ *Nelle varie parti della UNI10025 sono indicati i processi di de-ossidazione richiesti (UNI10025- 2, 5 & 6) e le dimensioni massime del grano richieste (UNI10025 – 3, 4 & 6)*
- ✓ *La norma indica le prove sulla composizione chimica dell'acciaio e fornisce i limiti per poter definire un acciaio per usi strutturali:*
 - *Composizione chimica in siviera*
 - *Composizione chimica del prodotto*
 - *Valore del carbonio equivalente secondo la formula (IIW):*

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

Acciai per prodotti piani e lunghi laminati a caldo

Qualifica secondo la norma di prodotto

UNI EN 10025-1

- ✓ *Gli acciai devono essere caratterizzati, per un loro utilizzo nella tecnica delle costruzioni, secondo le loro proprietà meccaniche rilevanti:*
 - *Tensione limite di snervamento*
 - *Tensione di rottura*
 - *Deformazione a rottura (allungamento)*
 - *Resistenza agli urti ed impatti*

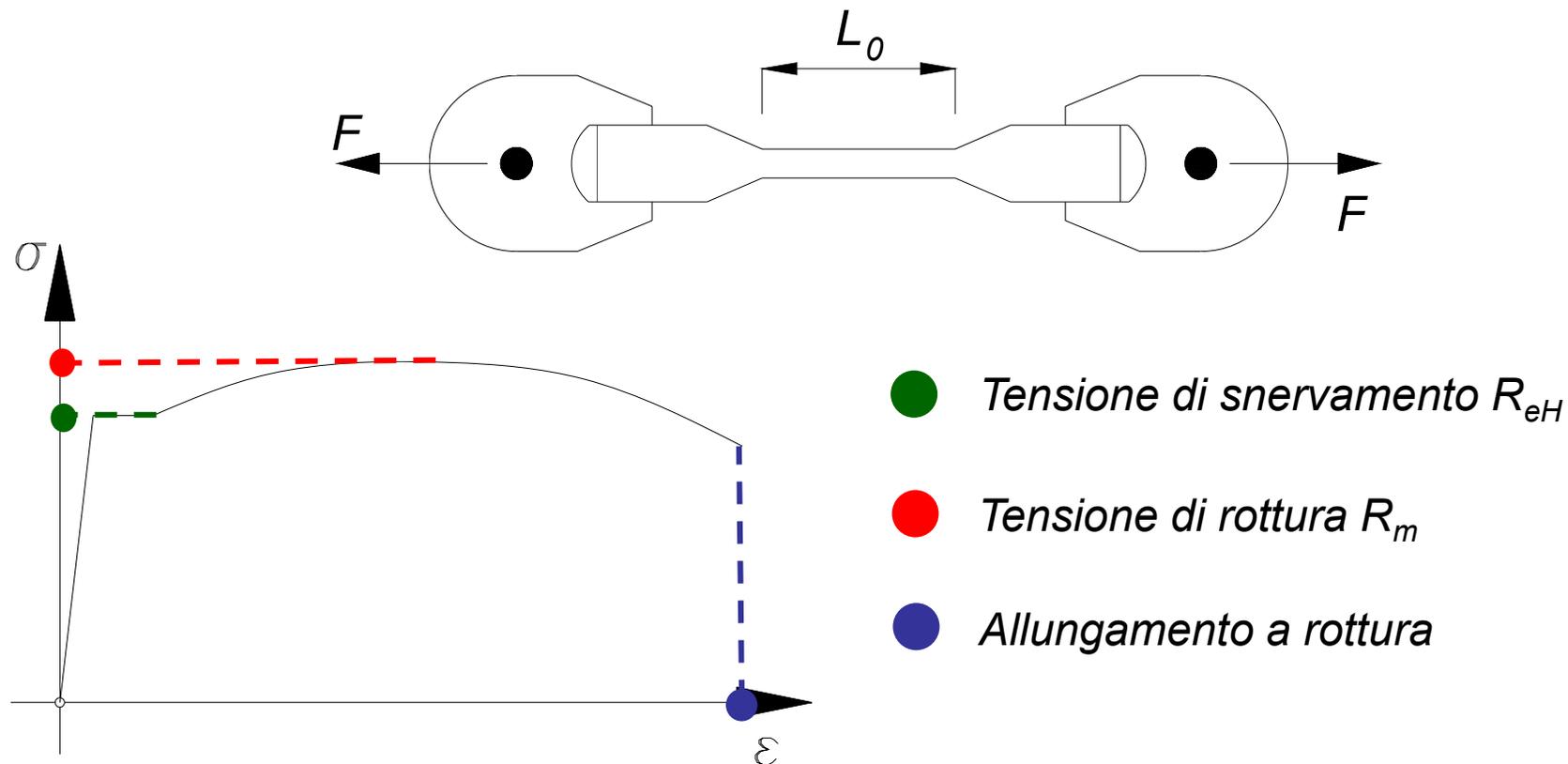
- ✓ *Inoltre le seguenti proprietà tecnologiche sono di interesse per un loro impiego:*
 - *Saldabilità*
 - *Lavorabilità*
 - *Adeguatezza a subire processi di zincatura*

Acciai per prodotti piani e lunghi laminati a caldo

Qualifica secondo la norma di prodotto

UNI EN 10025-1

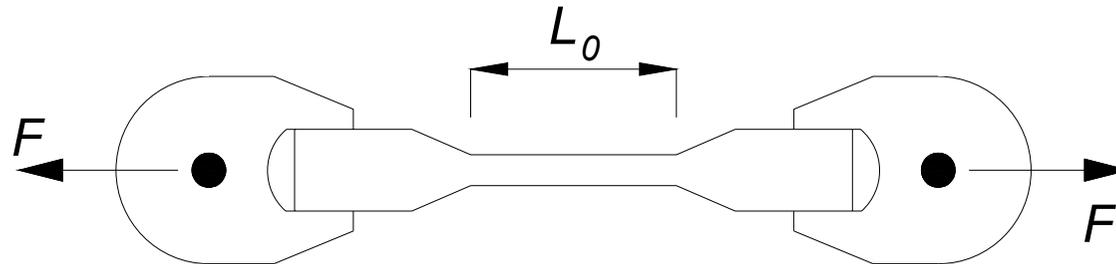
- ✓ Tensione di snervamento, a rottura e allungamento sotto carico massimo sono determinate tramite la prova di trazione (UNI10002-1)



Acciai per prodotti piani e lunghi laminati a caldo

Qualifica secondo la norma di prodotto

UNI EN 10025-1



- ✓ *La base di misura L_0 che si considera per la definizione dell'allungamento sotto carico massimo può essere presa pari a uno dei seguenti valori (UNI10002-1)*

$$L_0 = 5,65\sqrt{S_0}$$

$$L_0 = 80 \text{ mm}$$

dove S_0 è l'area della sezione del provino.

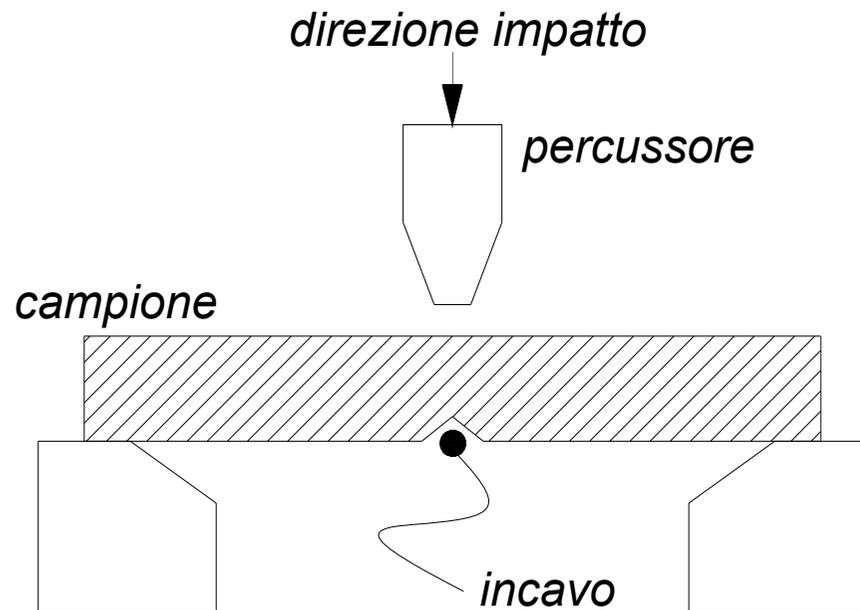
Per la qualifica la norma indica a quale base di misura si deve fare riferimento

Acciai per prodotti piani e lunghi laminati a caldo

Qualifica secondo la norma di prodotto

UNI EN 10025-1

- ✓ La prova ad *impatto* o *Charpy test* è eseguita secondo la norme UNI EN ISO 377 e UNI EN 10045-1.



- ✓ La prova è eseguita a diverse temperature ($0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$) per testare l'*infragilimento* prodotto dalle basse temperature e valutare così la resilienza del materiale

Acciai per prodotti piani e lunghi laminati a caldo

Qualifica secondo la norma di prodotto

UNI EN 10025-1

- ✓ Per essere adeguato a subire processi di zincatura l'acciaio deve rispettare le seguenti limitazioni del contenuto in S e P

Classi	Percentuale degli elementi per unità di massa		
	Si	Si+2,5P	P
Classe 1	$\leq 0,030$	$\leq 0,090$	-
Classe 2	$\leq 0,35$	-	-
Classe 3	$0,14 \leq \text{Si} \leq 0,25$	-	$\leq 0,035$

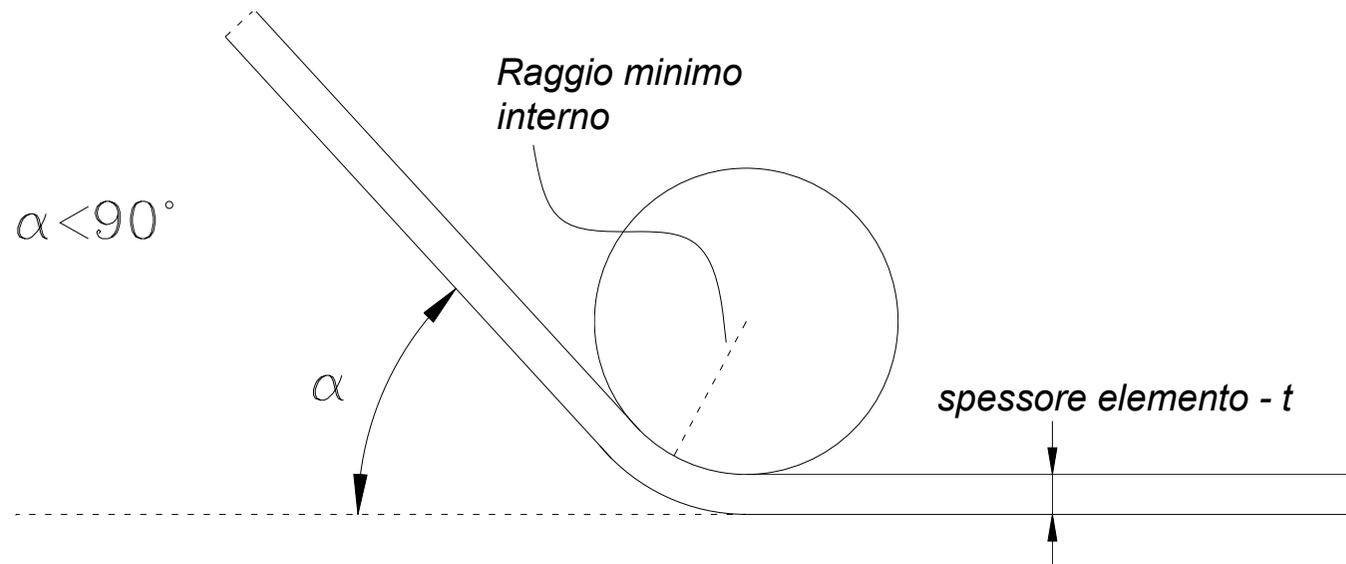
- ✓ Tutti gli acciai che ricadono nelle classificazioni delle UNI EN 10025 sono considerati lavorabili
- ✓ Tutti gli acciai classificati in accordo alle UNI EN 10025 possono essere saldati in accordo a quanto specificato in ognuno dei 6 documenti (UNI EN 10025 1 ÷ 6)

Acciai per prodotti piani e lunghi laminati a caldo

Qualifica secondo la norma di prodotto

UNI EN 10025-1

- ✓ Per gli acciai che possono subire processi di lavorazione a freddo sono indicati raggi minimi di piegatura impiegabili per evitare rotture e/o cricche

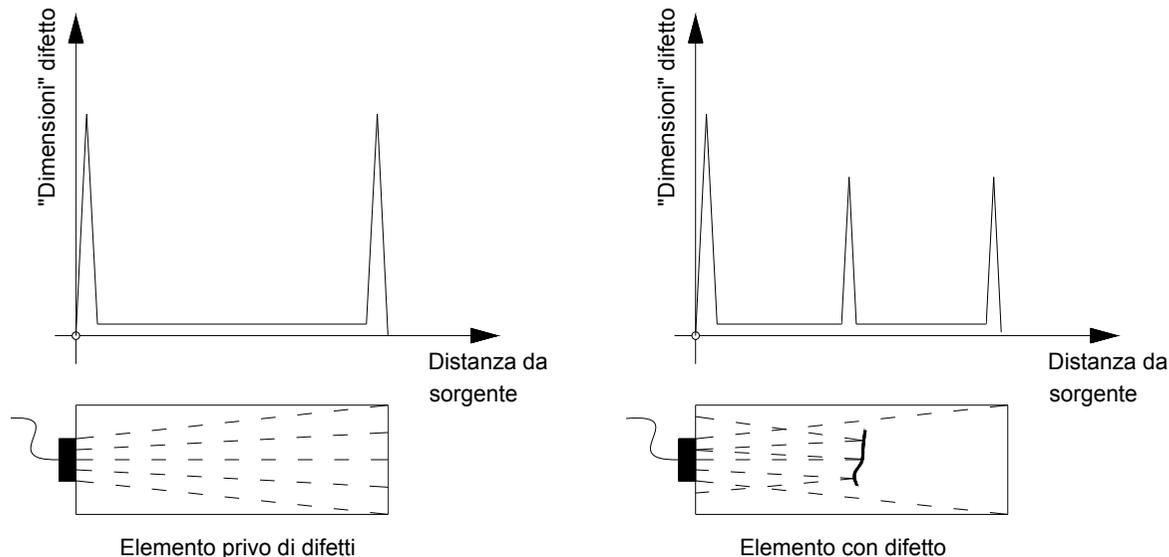


Acciai per prodotti piani e lunghi laminati a caldo

Qualifica secondo la norma di prodotto

UNI EN 10025-1

- ✓ Quando richiesto, per controllare l'assenza di difetti all'interno del prodotto è necessario l'uso di tecniche non distruttive, quali i test ultra-sonici
 - Un impulso ad alta frequenza è introdotto nel campione da esaminare
 - La riflessione dell'onda sonora è prodotta dalle discontinuità presenti e dai bordi dell'elemento
 - Le riflessioni sono rappresentate su un diagramma opportuno



Tolleranze dimensionali

UNI EN 10025-1

Ovviamente i prodotti devono avere dimensioni rispondenti alle dimensioni nominali di produzione con una determinata tolleranza. La norma non fornisce esplicite tolleranze ma rimanda alle relative norme:

- EN10017, tondo di acciaio per laminazione a freddo e/o trafilatura
- EN10024, Sezioni ad I laminate a caldo con flange rastremate
- EN10029, Piatti di acciaio laminati a caldo con spessori maggiori di 3mm
- EN10034, Sezioni di acciai strutturale ad I e H
- EN10048, Strisce di acciaio strette laminate a caldo
- EN10051, Piatti, lamiere e strisce di acciaio legato e non-legato non rivestite e laminate a caldo
- EN10055, Elementi a T con flange uguali e raccordate
- EN10056-1, Angolari a lati disuguali ed uguali in acciaio strutturale: dimensioni
- EN10056-2, Angolari a lati disuguali ed uguali in acciaio strutturale: tolleranze

Acciai per prodotti piani e lunghi laminati a caldo

Tolleranze dimensionali

UNI EN 10025-1

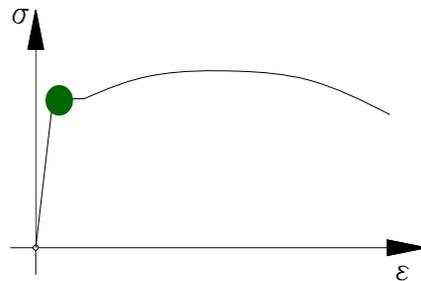
- EN10058, Barre in acciaio piatte laminate a caldo – dimensioni e tolleranze
- EN10059, Barre in acciaio quadrate laminate a caldo- dimensioni e tolleranze
- EN10060, Barre in acciaio circolari laminate a caldo – dimensioni e tolleranze
- EN10061, Barre in acciaio esagonali – dimensioni e tolleranze
- EN10067, Piatti laminati a caldo – dimensioni e tolleranze
- EN10162, Sezioni in acciaio laminate a freddo – condizioni di fornitura, dimensioni e tolleranze
- EN10279, Profilati a C o U in acciaio laminati a caldo - tolleranze e dimensioni

Caratteristiche meccaniche acciai non-legati

Tensione di snervamento a temperatura ambiente

UNI EN 10025-2

Designazione		Minima tensione di snervamento ReH [Mpa] Spessore nominale [mm]								
		≤16	>16 ≤40	>40 ≤63	>63 ≤80	>80 ≤100	>100 ≤150	>150 ≤200	>200 ≤250	>250 ≤400
Alfa- numerica	Numerica									
S235JR	1.0038	235	225	215	215	215	195	185	175	-
S235J0	1.0114	235	225	215	215	215	195	185	175	-
S235J2	1.0117	235	225	215	215	215	195	185	175	165
S275JR	1.0044	275	265	255	245	235	225	215	205	-
S275J0	1.0143	275	265	255	245	235	225	215	205	-
S275J2	1.0145	275	265	255	245	235	225	215	205	195
S355JR	1.0045	355	345	335	325	315	295	285	275	-
S355L0	1.0553	355	345	335	325	315	295	285	275	-
S355J2	1.0577	355	345	335	325	315	295	285	275	265
S355K2	1.0596	355	345	335	325	315	295	285	275	265
S450J0	1.059	450	430	410	390	380	380	-	-	-



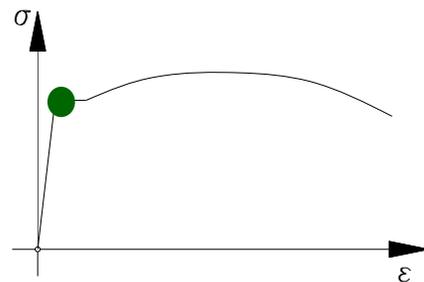
● Tensione di snervamento R_{eH}

Caratteristiche meccaniche acciai non-legati

Tensione di snervamento a temperatura ambiente

UNI EN 10025-2

Designazione		Minima tensione di snervamento R_{eH} [Mpa] Spessore nominale [mm]							
		≤ 16	$>16 \leq 40$	$>40 \leq 63$	$>63 \leq 80$	$>80 \leq 100$	$>100 \leq 150$	$>150 \leq 200$	$>200 \leq 250$
Alfa- numerica	Numerica								
S185	1.0035	185	175	175	175	175	165	155	145
E295	1.0050	295	285	275	265	255	245	235	225
E335	1.0060	335	325	315	305	295	275	265	255
E360	1.0070	360	355	345	335	325	305	295	285



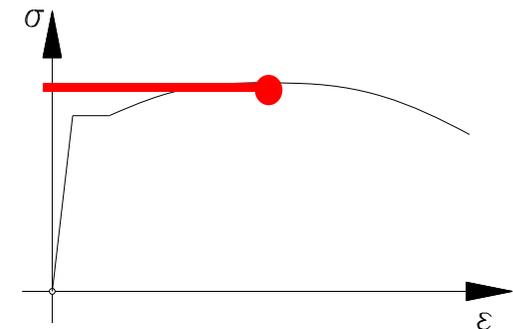
● Tensione di snervamento R_{eH}

Caratteristiche meccaniche acciai non-legati

Tensione di rottura a temperatura ambiente

UNI EN 10025-2

Designazione		Tensione di rottura Rm [Mpa] Spessore nominale [mm]				
Alfa- numerica	Numerica	≤3	>3 ≤100	>100 ≤150	>150 ≤250	>250 ≤400
S235JR	1.0038	360-510	360-510	350-500	340-490	-
S235J0	1.0114	360-510	360-511	350-501	340-491	-
S235J2	1.0117	360-510	360-512	350-502	340-492	330-480
S275JR	1.0044	430-580	410-560	400-540	380-540	-
S275J0	1.0143	430-580	410-560	400-540	380-540	-
S275J2	1.0145	430-580	410-560	400-540	380-540	380-540
S355JR	1.0045	510-680	470-630	450-600	450-600	-
S355J0	1.0553	510-680	470-630	450-600	450-600	-
S355J2	1.0577	510-680	470-630	450-600	450-600	450-600
S355K2	1.0596	510-680	470-630	450-600	450-600	450-600
S450J0	1.059	-	550-720	530-700	-	-



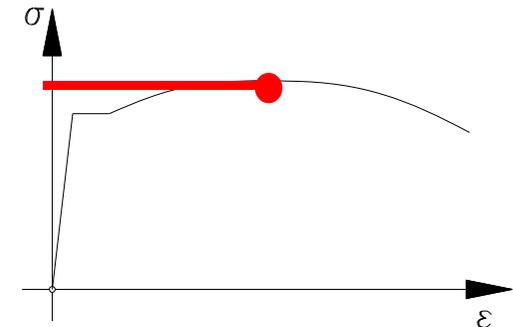
 Tensione di rottura R_m

Caratteristiche meccaniche acciai non-legati

Tensione di rottura a temperatura ambiente

UNI EN 10025-2

Designazione		Tensione di rottura Rm [Mpa] Spessore nominale [mm]			
Alfa- numerica	Numerica	≤3	>3 ≤100	>100 ≤150	>150 ≤250
E185	1.0035	310-540	290-510	280-500	270-490
E295	1.0050	490-660	470-610	450-610	440-610
E335	1.0060	590-770	570-710	550-710	540-710
E360	1.0070	690-900	670-830	650-830	640-830



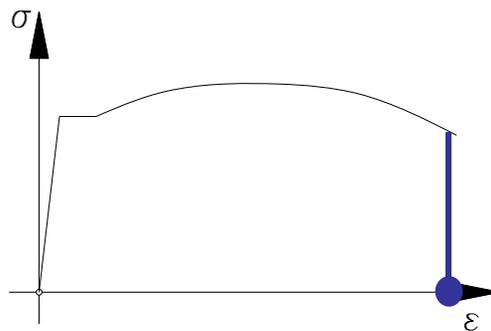
● Tensione di rottura R_m

Caratteristiche meccaniche acciai non-legati

Deformazione massima a rottura

UNI EN 10025-2

Designazione		Posizione del campione	Allungamento minimo percentuale dopo la rottura [%]														
			Lo=80mm					Lo=5,65√So									
Alfa-numerica	Numerica		≤1	>1	≤1,5	>1,5	≤2	>2	≤2,5	>2,5	≤3	√3 ≤40	√40 ≤63	√63 ≤100	√100 ≤150	√150 ≤250	√250 ≤400
S235JR	1.0038	L	17	18	19	20	21					26	25	24	22	21	21
S235J0	1.0114	T	15	16	17	18	19					24	23	22	22	21	21
S235J2	1.0117																
S275JR	1.0044	L	15	16	17	18	19					23	22	21	19	18	18
S275J0	1.0143	T	13	14	15	16	17					21	20	19	19	19	18
S275J2	1.0145																
S355JR	1.0045	L	14	15	16	17	18					22	21	20	18	17	17
S355J0	1.0553	T	12	13	14	15	16					20	19	18	18	17	17
S355J2	1.0577																
S355K2	1.0596																
S450J0	1.059	L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	17	17	17	-	-



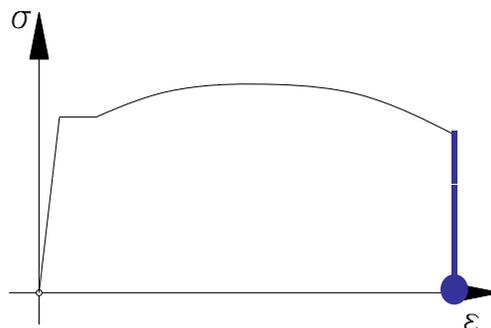
● Allungamento a rottura

Caratteristiche meccaniche acciai non-legati

Deformazione massima a rottura

UNI EN 10025-2

Designazione		Posizione del campione	Allungamento minimo percentuale dopo la rottura [%]									
Alfa-numerica	Numerica		Lo=80mm					Lo=5,65√So				
			≤1	>1 ≤1,5	>1,5 ≤2	>2 ≤2,5	>2,5 ≤3	≥3 ≤40	≥40 ≤63	≥63 ≤100	≥100 ≤150	≥150 ≤250
E185	1.0035	L	10	11	12	13	14	18	17	16	15	15
		T	8	9	10	11	12	16	15	14	13	13
E295	1.0050	L	12	13	14	15	16	20	19	18	16	15
		T	10	11	12	13	14	18	17	16	15	14
E335	1.0060	L	8	9	10	11	12	16	15	14	12	11
		T	6	7	8	9	10	14	13	12	11	10
E360	1.0070	L	4	5	6	7	8	11	10	9	8	7
		T	3	4	5	6	7	10	9	8	7	6



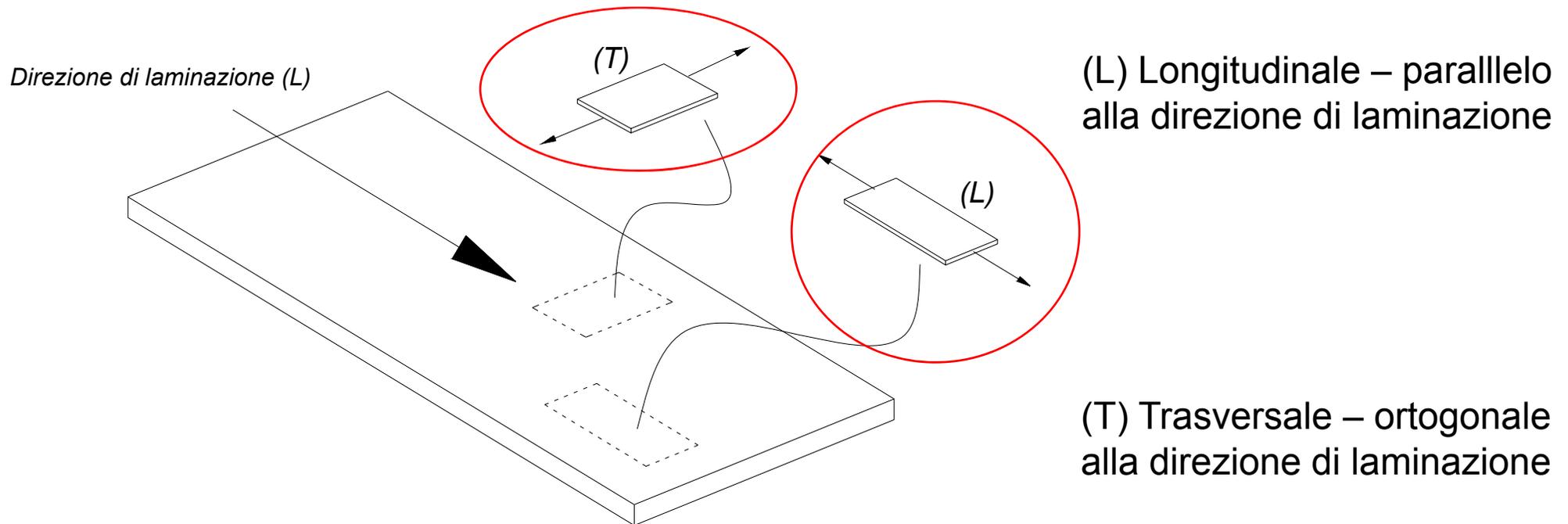
● Allungamento a rottura

Caratteristiche meccaniche acciai non-legati

Deformazione massima a rottura

UNI EN 10025-2

Designazione		Posizione del campione	Allungamento minimo percentuale dopo la rottura [%]														
			Lo=80mm					Lo=5,65√So									
Alfa-numerica	Numerica		≤1	>1	≤1,5	>1,5	≤2	>2	≤2,5	>2,5	≤3	√3 ≤40	√40 ≤63	√63 ≤100	√100 ≤150	√150 ≤250	√250 ≤400
S235JR	1.0038	L	17	18	19	20	21					26	25	24	22	21	
S235J0	1.0114	T	15	16	17	18	19					24	23	22	22	21	21
S235J2	1.0117																



Caratteristiche meccaniche acciai non-legati

Resilienza

UNI EN 10025-2

Designazione		Temperatura °C	Energia minima (J)		
			Spessore nominale [mm]		
Alfa- numerica	Numerica		≤150	>150 ≤250	>250 ≤400
S235JR	1.0038	20	27	27	-
S235J0	1.0114	0	27	27	-
S235J2	1.0117	-20	27	27	27
S275JR	1.0044	20	27	27	-
S275J0	1.0143	0	27	27	-
S275J2	1.0145	-20	27	27	27
S355JR	1.0045	20	27	27	-
S355L0	1.0553	0	27	27	-
S355J2	1.0577	-20	27	27	27
S355K2	1.0596	-20	40	33	33
S450J0	1.059	0	27	-	-

- ✓ Per la classe di acciaio S185 (basso limite di snervamento) e la classe E (engineering steels) non è richiesta la qualifica della resilienza

Caratteristiche meccaniche acciai non-legati

Lavorazione a freddo

UNI EN 10025-2

Designazione		Idoneità per		
Alfa- numerica	Numerica	flangiatura a freddo	formatura a freddo	trafilatura a freddo
S235JRC	1.0122	X	X	X
S235J0C	1.0115	X	X	X
S235J2C	1.0119	X	X	X
S275JRC	1.0128	X	X	X
S275J0C	1.0140	X	X	X
S275J2C	1.0142	X	X	X
S355JRC	1.0551	-	-	X
S355J0C	1.0554	X	X	X
S355J2C	1.0579	X	X	X
S355K2C	1.0594	X	X	X

Designazione		Idoneità per
Alfa- numerica	Numerica	trafilatura a freddo
E295GC	1.0533	X
E335GC	1.0543	X
E360GC	1.0633	X

Gli acciai adatti a processi di trafilatura e formatura a freddo prendono il suffisso C o GC nel codice alfa-numerico

Caratteristiche meccaniche acciai non-legati

Lavorazione a freddo: flangie

UNI EN 10025-2

Designazione		Direzione di piegamento	Raggio di curvatura interno minimo raccomandato per spessore nominali in [mm]							
Alfa-numerica	Numerica		>1 ≤1,5	>1,5 ≤2,5	>2,5 ≤3	>3 ≤4	>4 ≤5	>5 ≤6	>6 ≤7	>7 ≤8
S235JRC	1.0122	L	1,6	2,5	3	5	6	8	10	12
S235J0C	1.0115	T	1,6	2,5	3	6	8	10	12	16
S235J2C	1.0119									
S275JRC	1.0128	L	2	3	4	5	8	10	12	16
S275J0C	1.0140	T	2	3	4	6	10	12	16	20
S275J2C	1.0142									
S355J0C	1.0554	L	2,5	4	5	6	8	10	12	16
S355J2C	1.0579	T	2,5	4	5	8	10	12	16	20
S355K2C	1.0594									

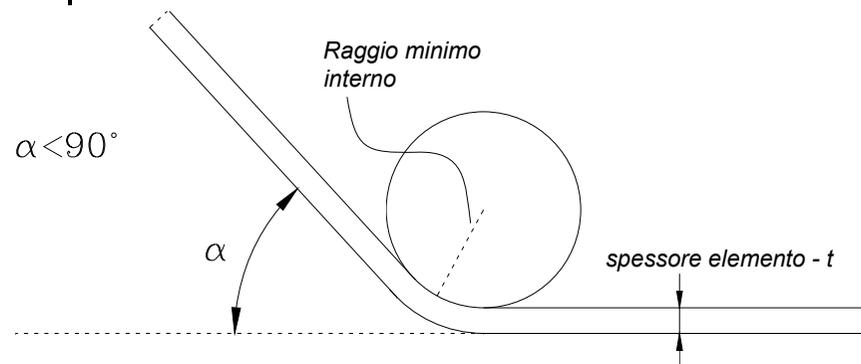
Designazione		Direzione di piegamento	Raggio di curvatura interno minimo raccomandato per spessore nominali in [mm]							
Alfa-numerica	Numerica		>8 ≤10	>10 ≤12	>12 ≤14	>14 ≤16	>16 ≤18	>18 ≤20	>20 ≤25	>25 ≤30
S235JRC	1.0122	L	16	20	25	28	36	40	50	60
S235J0C	1.0115	T	20	25	28	32	40	45	55	70
S235J2C	1.0119									
S275JRC	1.0128	L	20	25	28	32	40	45	55	70
S275J0C	1.0140	T	25	32	36	40	45	50	60	75
S275J2C	1.0142									
S355J0C	1.0554	L	20	25	32	36	45	50	65	80
S355J2C	1.0579	T	25	32	36	40	50	63	75	90
S355K2C	1.0594									

Caratteristiche meccaniche acciai non-legati

Lavorazione a freddo: laminazione, trafilatura

UNI EN 10025-2

Designazione		Raggio di curvatura interno minimo raccomandato per spessore nominali in [mm]		
Alfa-numerica	Numerica	$t \leq 4$	$4 \leq t \leq 6$	$6 \leq t \leq 8$
S235JRC	1.0122	1t	1t	1,5 t
S235J0C	1.0115			
S235J2C	1.0119			
S275JRC	1.0128	1t	1t	1,5 t
S275J0C	1.0140			
S275J2C	1.0142			
S355J0C	1.0554	1t	1,5 t	1,5 t
S355J2C	1.0579			
S355K2C	1.0594			



Caratteristiche chimiche acciai non-legati

Composizione chimica in siviera

UNI EN 10025-2

Designazione		Metodo di de-ossidazione	Percentuale massima di C per il prodotto nominale Spessore [mm]			Max %Si	Max %Mn	Max %P	Max %S	Max %N	Max %Cu
Alfa- numerica	Numerica		≤16	>16 ≤40	>40						
S235JR	1.0038	FN	0,17	0,17	0,20	-	1,40	0,035	0,035	0,012	0,55
S235J0	1.0114	FN	0,17	0,17	0,17	-	1,40	0,030	0,030	0,012	0,55
S235J2	1.0117	FF	0,17	0,17	0,17	-	1,40	0,025	0,025	-	0,55
S275JR	1.0044	FN	0,21	0,21	0,22	-	1,50	0,035	0,035	0,012	0,55
S275J0	1.0143	FN	0,18	0,18	0,18	-	1,50	0,030	0,030	0,012	0,55
S275J2	1.0145	FF	0,18	0,18	0,18	-	1,50	0,025	0,025	-	0,55
S355JR	1.0045	FN	0,24	0,24	0,24	0,55	1,60	0,035	0,035	0,012	0,55
S355L0	1.0553	FN	0,20	0,20	0,22	0,55	1,60	0,030	0,030	0,012	0,55
S355J2	1.0577	FF	0,20	0,20	0,22	0,55	1,60	0,025	0,025	-	0,55
S355K2	1.0596	FF	0,20	0,20	0,22	0,55	1,60	0,025	0,025	-	0,55
S450J0	1.059	FF	0,20	0,20	0,22	0,55	1,70	0,020	0,020	0,025	0,55

FN: non è consentito l'utilizzo del metodo "rimming steel"

FF: acciai "fully killed", che contengono una quantità sufficienti di elementi leganti azotati da legare l'azoto libero

Caratteristiche chimiche acciai non-legati

Composizione chimica in siviera

UNI EN 10025-2

Designazione		Metodo di de-ossidazione	Percentuale massima di C per il prodotto nominale Spessore [mm]			Max %Si	Max %Mn	Max %P	Max %S	Max %N	Max %Cu
Alfa-numerica	Numerica		≤16	>16 ≤40	>40						
S235JR	1.0038	FN	0,17	0,17	0,20	-	1,40	0,035	0,035	0,012	0,55
S235J0	1.0114	FN	0,17	0,17	0,17	-	1,40	0,030	0,030	0,012	0,55
S235J2	1.0117	FF	0,17	0,17	0,17	-	1,40	0,025	0,025	-	0,55
S275JR	1.0044	FN	0,21	0,21	0,22	-	1,50	0,035	0,035	0,012	0,55
S275J0	1.0143	FN	0,18	0,18	0,18	-	1,50	0,030	0,030	0,012	0,55
S275J2	1.0145	FF	0,18	0,18	0,18	-	1,50	0,025	0,025	-	0,55
S355JR	1.0045	FN	0,24	0,24	0,24	0,55	1,60	0,035	0,035	0,012	0,55
S355L0	1.0553	FN	0,20	0,20	0,22	0,55	1,60	0,030	0,030	0,012	0,55
S355J2	1.0577	FF	0,20	0,20	0,22	0,55	1,60	0,025	0,025	-	0,55
S355K2	1.0596	FF	0,20	0,20	0,22	0,55	1,60	0,025	0,025	-	0,55
S450J0	1.059	FF	0,20	0,20	0,22	0,55	1,70	0,020	0,020	0,025	0,55

FN: non è consentito l'utilizzo del metodo "rimming steel"

FF: acciai "fully killed", che contengono una quantità sufficienti di elementi leganti azotati da legare l'azoto libero

Designazione		Metodo di de-ossidazione	Max %P	Max %S	Max %N
Alfa-numerica	Numerica				
E185	1.0035	opzionale	-	-	-
E295	1.0050	FN	0,045	0,045	0,012
E335	1.0060	FN	0,045	0,045	0,012
E360	1.0070	FN	0,045	0,045	0,012

Caratteristiche chimiche acciai non-legati

Composizione chimica del prodotto finale

UNI EN 10025-2

Designazione		Metodo di de-ossidazione	Max % di C per il prodotto nominale - Spessore [mm]			Max %Si	Max %Mn	Max %P	Max %S	Max %N	Max %Cu
Alfa-numerica	Numerica		≤16	>16 ≤40	>40						
S235JR	1.0038	FN	0,19	0,19	0,23	-	1,50	0,045	0,045	0,014	0,60
S235J0	1.0114	FN	0,19	0,19	0,19	-	1,50	0,040	0,040	0,014	0,60
S235J2	1.0117	FF	0,19	0,19	0,19	-	1,50	0,035	0,035	-	0,60
S275JR	1.0044	FN	0,24	0,24	0,25	-	1,60	0,045	0,045	0,014	0,60
S275J0	1.0143	FN	0,21	0,21	0,21	-	1,60	0,040	0,040	0,014	0,60
S275J2	1.0145	FF	0,21	0,21	0,21	-	1,60	0,035	0,035	-	0,60
S355JR	1.0045	FN	0,27	0,27	0,27	0,60	1,70	0,045	0,045	0,014	0,60
S355L0	1.0553	FN	0,23	0,23	0,24	0,60	1,70	0,040	0,040	0,014	0,60
S355J2	1.0577	FF	0,23	0,23	0,24	0,60	1,70	0,035	0,035	-	0,60
S355K2	1.0596	FF	0,23	0,23	0,24	0,60	1,70	0,035	0,035	-	0,60
S450J0	1.059	FF	0,23	0,23	0,24	0,60	1,80	0,040	0,040	0,027	0,60

La composizione chimica indicata nelle tabella deriva dall'analisi della composizione dell'acciaio effettuata nella siviera

Designazione		Metodo di de-ossidazione	Max %P	Max %S	Max %N
Alfa-numerica	Numerica				
E185	1.0035	opzionale	-	-	-
E295	1.0050	FN	0,055	0,055	0,014
E335	1.0060	FN	0,055	0,055	0,014
E360	1.0070	FN	0,055	0,055	0,014

Caratteristiche chimiche acciai non-legati

Valutazione del contenuto di Carbonio equivalente

UNI EN 10025-2

Designazione		Metodo di de-ossidazione	Max CEV in % per il prodotto nominale Spessore [mm]				
Alfa-numerica	Numerica		≤30	>30 ≤40	>40 ≤150	>150 ≤250	>250 ≤400
S235JR	1.0038	FN	0,35	0,35	0,38	0,40	-
S235J0	1.0114	FN	0,35	0,35	0,38	0,40	-
S235J2	1.0117	FF	0,35	0,35	0,38	0,40	0,40
S275JR	1.0044	FN	0,40	0,40	0,42	0,44	-
S275J0	1.0143	FN	0,40	0,40	0,42	0,44	-
S275J2	1.0145	FF	0,40	0,40	0,42	0,44	0,44
S355JR	1.0045	FN	0,45	0,47	0,47	0,49	-
S355L0	1.0553	FN	0,45	0,47	0,47	0,49	-
S355J2	1.0577	FF	0,45	0,47	0,47	0,49	0,49
S355K2	1.0596	FF	0,45	0,47	0,47	0,49	0,49
S450J0	1.059	FF	0,47	0,47	0,49	-	-

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

Codice alfa-numerico per gli acciai non-legati

UNI EN 10025-2

Gli *acciai non legati* possono essere forniti secondo le seguenti condizioni: *AR, M, N*

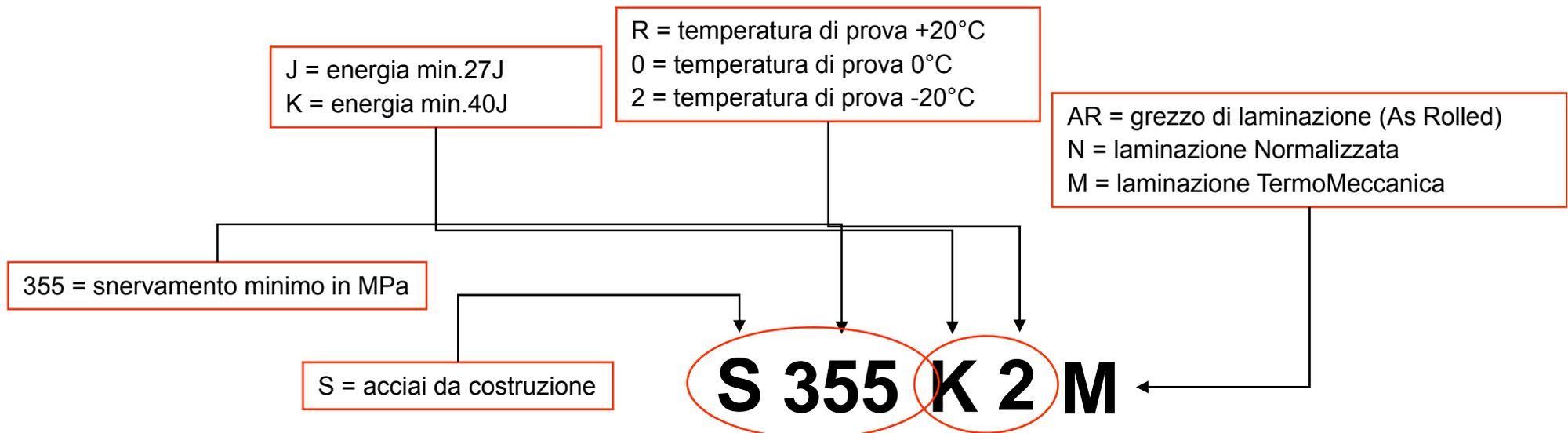
Resilienza

min. 27 J	JR	J0	J2	J3	J4
min. 40 J	KR	K0	K2	K3	K4
Temp. °C	20	0	-20	-30	-40

Snervamento

Designazione	Spessori nominali (mm)								
	<16	16 - 40	40 - 63	63 - 80	80 - 100	100 - 150	150 - 200	200 - 250	250 - 400
S235JR(J0/J2)	235	225	215	215	215	195	185	175	165
S275JR(J0/J2)	275	265	255	245	235	225	215	205	195
S355JR(J0/J2/K2)	355	345	335	325	315	295	285	275	265
S450J0	450	430	410	390	380	380	-	-	-

R_{eH} [MPa]

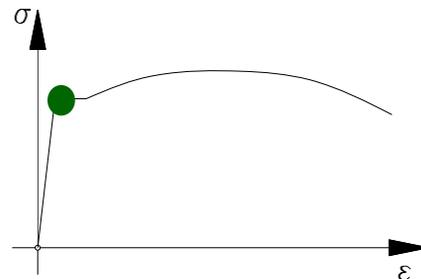


Caratteristiche meccaniche acciai normalizzati a grano fine

Tensione di snervamento a temperatura ambiente

UNI EN 10025-3

Designazione		Minima tensione di snervamento R_{eH} [Mpa]							
		Spessore nominale [mm]							
Alfa-numerica	Numerica	≤ 16	$> 16 \leq 40$	$> 40 \leq 63$	$> 63 \leq 80$	$> 80 \leq 100$	$> 100 \leq 150$	$> 150 \leq 200$	$> 200 \leq 250$
S275N	1.0490	275	265	255	245	235	225	215	205
S275NL	1.0491	275	265	255	245	235	225	215	205
S355N	1.0545	355	345	335	325	315	295	285	275
S355NL	1.0546	355	345	335	325	315	295	285	275
S420N	1.8902	420	400	390	370	360	340	330	320
S420NL	1.8912	420	400	390	370	360	340	330	320
S460N	1.8901	460	440	430	410	400	380	370	-
S460NL	1.8903	460	440	430	410	400	380	370	-



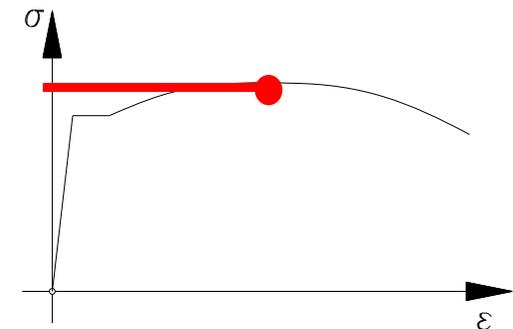
● Tensione di snervamento R_{eH}

Caratteristiche meccaniche acciai normalizzati a grano fine

Tensione di rottura a temperatura ambiente

UNI EN 10025-3

Designazione		Tensione di rottura R_m [Mpa] Spessore nominale [mm]		
Alfa- numerica	Numerica	≤ 100	$> 100 \leq 150$	$> 150 \leq 250$
S275N	1.0490	370-510	350-480	350-480
S275NL	1.0491	370-510	350-480	350-480
S355N	1.0545	470-630	450-600	450-600
S355NL	1.0546	470-630	450-600	450-600
S420N	1.8902	500-650	500-650	500-650
S420NL	1.8912	500-650	500-650	500-650
S460N	1.8901	540-720	530-710	-
S460NL	1.8903	540-720	530-710	-



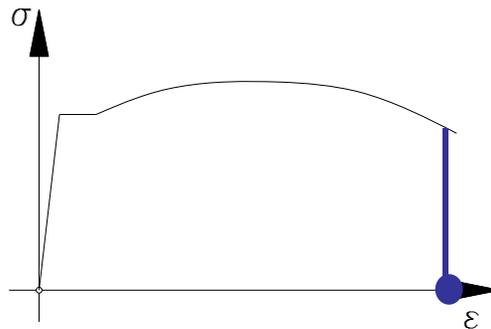
● Tensione di rottura R_m

Caratteristiche meccaniche acciai normalizzati a grano fine

Deformazione massima a rottura

UNI EN 10025-3

Designazione		Allungamento minimo percentuale dopo la rottura [%]					
		Lo=5,65 $\sqrt{S_0}$, Spessore nominale [mm]					
Alfa-numerica	Numerica	≤ 16	$\sphericalangle 16 \leq 40$	$\sphericalangle 40 \leq 63$	$\sphericalangle 63 \leq 80$	$\sphericalangle 80 \leq 200$	$\sphericalangle 200 \leq 250$
S275N	1.0490	24	24	24	23	23	23
S275NL	1.0491	24	24	24	23	23	23
S355N	1.0545	22	22	22	21	21	21
S355NL	1.0546	22	22	22	21	21	21
S420N	1.8902	19	19	19	18	18	18
S420NL	1.8912	19	19	19	18	18	18
S460N	1.8901	17	17	17	17	17	-
S460NL	1.8903	17	17	17	17	17	-



● Allungamento a rottura

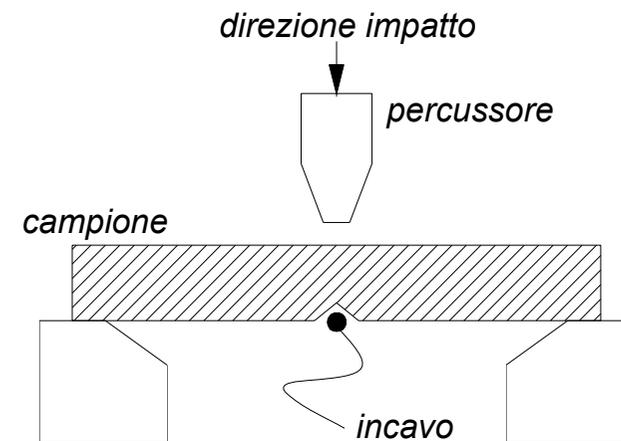
Caratteristiche meccaniche acciai normalizzati a grano fine

Resilienza

UNI EN 10025-3

Designazione		Valore minimo dell'energia di impatto alle temperature di prova °C						
Alfa-numerica	Numerica	+20	0	-10	-20	-30	-40	-50
S275N	1.0490							
S355N	1.0545	55	47	43	40	-	-	-
S420N	1.8902							
S460N	1.8901							
S275NL	1.0491							
S355NL	1.0546	63	55	51	47	40	31	27
S420NL	1.8912							
S460NL	1.8903							

Prova con pendolo Charpy



Caratteristiche chimiche acciai normalizzati a grano fine

Composizione chimica in siviera

UNI EN 10025-3

Designazione		Analisi chimica della composizione in siviera						
Alfa- numerica	Numerica	C% max	Si% max	Mn% max	P% max	S% max	Nb% max	V% max
S275N	1.0490	0,18	0,40	0,50-1,50	0,03	0,025	0,05	0,05
S275NL	1.0491	0,16	0,40	0,50-1,50	0,025	0,020	0,05	0,05
S355N	1.0545	0,20	0,50	0,90-1,65	0,03	0,025	0,05	0,12
S355NL	1.0546	0,18	0,50	0,90-1,65	0,025	0,020	0,05	0,12
S420N	1.8902	0,20	0,60	1,00-1,70	0,03	0,025	0,05	0,20
S420NL	1.8912	0,20	0,60	1,00-1,70	0,025	0,020	0,05	0,20
S460N	1.8901	0,20	0,60	1,00-1,70	0,03	0,025	0,05	0,20
S460NL	1.8903	0,20	0,60	1,00-1,70	0,025	0,020	0,05	0,20

Designazione		Analisi chimica della composizione in siviera						
Alfa- numerica	Numerica	Al% min	Ti% max	Cr% max	Ni% max	Mo% max	Cu% max	N% max
S275N	1.0490	0,02	0,05	0,30	0,30	0,10	0,55	0,015
S275NL	1.0491	0,02	0,05	0,30	0,30	0,10	0,55	0,015
S355N	1.0545	0,02	0,05	0,30	0,50	0,10	0,55	0,015
S355NL	1.0546	0,02	0,05	0,30	0,50	0,10	0,55	0,015
S420N	1.8902	0,02	0,05	0,30	0,80	0,10	0,55	0,015
S420NL	1.8912	0,02	0,05	0,30	0,80	0,20	0,55	0,025
S460N	1.8901	0,02	0,05	0,30	0,80	0,20	0,55	0,025
S460NL	1.8903	0,02	0,05	0,30	0,80	0,20	0,55	0,025

Caratteristiche chimiche acciai normalizzati a grano fine

Composizione chimica del prodotto finale

UNI EN 10025-3

Designazione		Analisi chimica della composizione del prodotto finale						
Alfa- numerica	Numerica	C% max	Si% max	Mn% max	P% max	S% max	Nb% max	V% max
S275N	1.0490	0,20	0,45	0,45-1,60	0,035	0,030	0,06	0,07
S275NL	1.0491	0,20	0,45	0,45-1,60	0,030	0,025	0,06	0,07
S355N	1.0545	0,18	0,55	0,85-1,75	0,035	0,030	0,06	0,14
S355NL	1.0546	0,18	0,55	0,85-1,75	0,030	0,025	0,06	0,14
S420N	1.8902	0,22	0,65	0,95-1,80	0,035	0,030	0,06	0,22
S420NL	1.8912	0,22	0,65	0,95-1,80	0,030	0,025	0,06	0,22
S460N	1.8901	0,22	0,65	0,95-1,80	0,035	0,030	0,06	0,22
S460NL	1.8903	0,22	0,65	0,95-1,80	0,030	0,025	0,06	0,22

Designazione		Analisi chimica della composizione del prodotto finale						
Alfa- numerica	Numerica	Al% min	Ti% max	Cr% max	Ni% max	Mo% max	Cu% max	N% max
S275N	1.0490	0,015	0,06	0,35	0,35	0,13	0,60	0,017
S275NL	1.0491	0,015	0,06	0,35	0,35	0,13	0,60	0,017
S355N	1.0545	0,015	0,06	0,35	0,55	0,13	0,60	0,017
S355NL	1.0546	0,015	0,06	0,35	0,55	0,13	0,60	0,017
S420N	1.8902	0,015	0,06	0,35	0,85	0,13	0,60	0,027
S420NL	1.8912	0,015	0,06	0,35	0,85	0,13	0,60	0,027
S460N	1.8901	0,015	0,06	0,35	0,85	0,13	0,60	0,027
S460NL	1.8903	0,015	0,06	0,35	0,85	0,13	0,60	0,027

Caratteristiche chimiche acciai normalizzati a grano fine

Valutazione del contenuto di Carbonio equivalente

UNI EN 10025-2

Designazione		Massimo CEV calcolato sulla composizione della siviera		
Alfa-numerica	Numerica	≤63	>63 ≤100	>100 ≤250
S275N	1.0490	0,40	0,40	0,42
S275NL	1.0491	0,40	0,40	0,42
S355N	1.0545	0,43	0,45	0,45
S355NL	1.0546	0,43	0,45	0,45
S420N	1.8902	0,48	0,50	0,52
S420NL	1.8912	0,48	0,50	0,52
S460N	1.8901	0,53	0,54	0,55
S460NL	1.8903	0,53	0,54	0,55

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

Codice alfa-numerico per gli acciai a grano fine normalizzati

UNI EN 10025

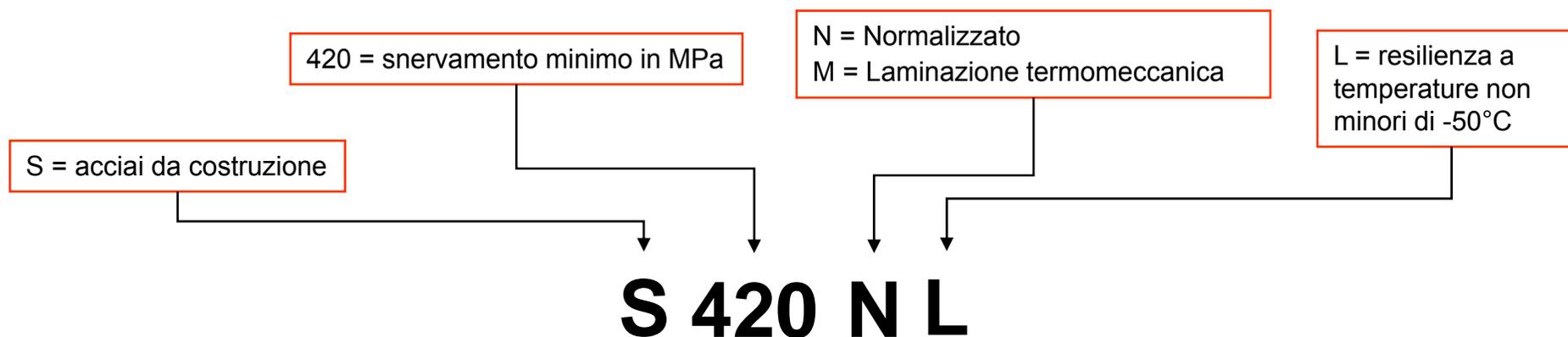
Gli acciai a grano fine possono essere forniti secondo la condizione **N** ed **M**

Designazione (EN 10027)	R _{eH} [MPa]							
	Spessori nominali (mm)							
	<16	>16 <40	>40 <63	>63 <80	>80 <100	>100 <150	>150 <200	>200 <250
S275N(NL)	275	265	255	245	235	225	215	205
S355N(NL)	355	345	335	315	315	295	285	275
S420N(NL)	420	400	390	360	360	340	330	320
S460N(NL)	460	440	430	400	400	380	370	-
	<16	>16 <40	>40 <63	>63 <80	>80 <100	>100 <120	-	-
S275M(ML)	275	265	255	245	245	240	-	-
S355M(ML)	355	345	335	325	325	320	-	-
S420M(ML)	420	400	390	380	370	365	-	-
S460M(ML)	460	440	430	410	400	385	-	-

Snervamento

Resilienza

L	per la qualità con i valori minimi specificati di resilienza a temperature non minori di -50°C
---	--

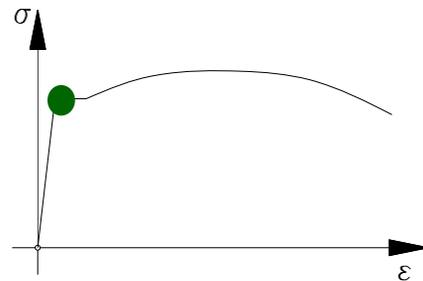


Caratteristiche meccaniche acciai termomeccanici

Tensione di snervamento a temperatura ambiente

UNI EN 10025-4

Designazione		Minima tensione di snervamento ReH [Mpa]					
		Spessore nominale [mm]					
Alfa- numerica	Numerica	≤16	>16 ≤40	>40 ≤63	>63 ≤80	>80 ≤100	>100 ≤120
S275M	1.8818	275	265	255	245	245	240
S275ML	1.8819						
S355M	1.8823	355	345	335	325	325	320
S355ML	1.8834						
S420M	1.8825	420	400	390	380	370	365
S420ML	1.8836						
S460M	1.8827	460	440	430	410	400	385
S460ML	1.8838						



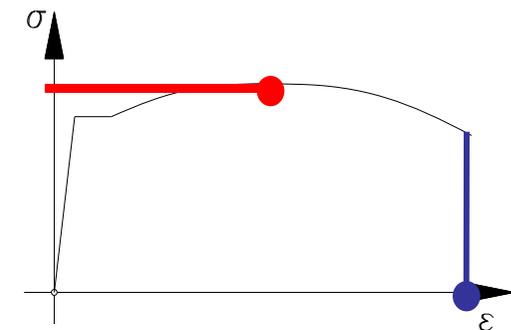
● Tensione di snervamento R_{eH}

Caratteristiche meccaniche acciai termomeccanici

Tensione e deformazione massima a rottura

UNI EN 10025-4

Designazione		Tensione di rottura Rm [Mpa] Spessore nominale [mm]				
Alfa- numerica	Numerica	≤40	>40 ≤63	>63 ≤80	>80 ≤100	>100 ≤120
S275M	1.8818	370-530	360-520	350-510	350-510	350-510
S275ML	1.8819					
S355M	1.8823	470-630	450-610	440-600	440-600	430-590
S355ML	1.8834					
S420M	1.8825	520-680	500-660	480-640	470-630	460-620
S420ML	1.8836					
S460M	1.8827	540-720	530-710	510-690	500-680	490-660
S460ML	1.8838					



● Tensione di rottura R_m

● Allungamento a rottura

Designazione		Allungamento minimo percentuale dopo la rottura [%] Lo=5,65×So, Spessore nominale [mm]
Alfa- numerica	Numerica	
S275M	1.8818	24
S275ML	1.8819	
S355M	1.8823	22
S355ML	1.8834	
S420M	1.8825	19
S420ML	1.8836	
S460M	1.8827	17
S460ML	1.8838	

Caratteristiche meccaniche acciai termomeccanici

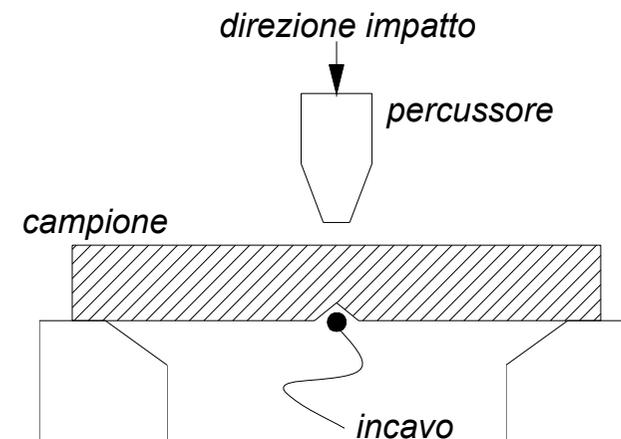
Resilienza

UNI EN 10025-4

Designazione		Valore minimo dell'energia di impatto alle temperature di prova °C						
Alfa-numerica	Numerica	+20	0	-10	-20	-30	-40	-50
S275M	1.8818							
S355M	1.8823	55	47	43	40	-	-	-
S420M	1.8825							
S460M	1.8827							
S275ML	1.8819							
S355ML	1.8834	63	55	51	47	40	31	27
S420ML	1.8836							
S460ML	1.8838							

L indica gli acciai con valori minimi di resilienza specificati sino a -50°C

Prova con pendolo Charpy



Caratteristiche chimiche acciai termomeccanici

Composizione chimica in siviera

UNI EN 10025-4

Designazione		Analisi chimica della composizione in siviera						
Alfa- numerica	Numerica	C% max	Si% max	Mn% max	P% max	S% max	Nb% max	V% max
S275M	1.8818	0,13	0,50	1,50	0,030	0,025	0,05	0,0'8
S275ML	1.8819	0,13	0,50	1,50	0,025	0,020	0,05	0,08
S355M	1.8823	0,14	0,50	1,60	0,030	0,025	0,05	0,10
S355ML	1.8834	0,14	0,50	1,60	0,025	0,020	0,05	0,10
S420M	1.8825	0,16	0,50	1,70	0,030	0,025	0,05	0,12
S420ML	1.8836	0,16	0,50	1,70	0,025	0,020	0,05	0,12
S460M	1.8827	0,16	0,60	1,70	0,030	0,025	0,05	0,12
S460ML	1.8838	0,16	0,60	1,70	0,025	0,020	0,05	0,12

Designazione		Analisi chimica della composizione in siviera						
Alfa- numerica	Numerica	Al% min	Ti% max	Cr% max	Ni% max	Mo% max	Cu% max	N% max
S275M	1.8818	0,02	0,05	0,30	0,30	0,10	0,55	0,015
S275ML	1.8819	0,02	0,05	0,30	0,30	0,10	0,55	0,015
S355M	1.8823	0,02	0,05	0,30	0,50	0,10	0,55	0,015
S355ML	1.8834	0,02	0,05	0,30	0,50	0,10	0,55	0,015
S420M	1.8825	0,02	0,05	0,30	0,80	0,20	0,55	0,025
S420ML	1.8836	0,02	0,05	0,30	0,80	0,20	0,55	0,025
S460M	1.8827	0,02	0,05	0,30	0,80	0,20	0,55	0,025
S460ML	1.8838	0,02	0,05	0,30	0,80	0,20	0,55	0,025

Caratteristiche chimiche acciai termomeccanici

Composizione chimica del prodotto finale

UNI EN 10025-4

Designazione		Analisi chimica del prodotto finito						
Alfa- numerica	Numerica	C% max	Si% max	Mn% max	P% max	S% max	Nb% max	V% max
S275M	1.8818	0,15	0,55	1,60	0,035	0,030	0,06	0,10
S275ML	1.8819	0,15	0,55	1,60	0,030	0,025	0,06	0,10
S355M	1.8823	0,16	0,55	1,70	0,035	0,030	0,06	0,12
S355ML	1.8834	0,16	0,55	1,70	0,030	0,025	0,06	0,12
S420M	1.8825	0,18	0,55	1,80	0,035	0,030	0,06	0,14
S420ML	1.8836	0,18	0,55	1,80	0,030	0,025	0,06	0,14
S460M	1.8827	0,18	0,65	1,90	0,035	0,030	0,06	0,14
S460ML	1.8838	0,18	0,65	1,90	0,030	0,025	0,06	0,14

Designazione		Analisi chimica del prodotto finito						
Alfa- numerica	Numerica	Al% min	Ti% max	Cr% max	Ni% max	Mo% max	Cu% max	N% max
S275M	1.8818	0,015	0,06	0,35	0,35	0,13	0,60	0,017
S275ML	1.8819	0,015	0,06	0,35	0,35	0,13	0,60	0,017
S355M	1.8823	0,015	0,06	0,35	0,55	0,13	0,60	0,017
S355ML	1.8834	0,015	0,06	0,35	0,55	0,13	0,60	0,017
S420M	1.8825	0,015	0,06	0,35	0,85	0,23	0,60	0,027
S420ML	1.8836	0,015	0,06	0,35	0,85	0,23	0,60	0,027
S460M	1.8827	0,015	0,06	0,35	0,85	0,23	0,60	0,027
S460ML	1.8838	0,015	0,06	0,35	0,85	0,23	0,60	0,027

Caratteristiche chimiche acciai termomeccanici

Valutazione del contenuto di Carbonio equivalente

UNI EN 10025-4

Designazione		Massimo CEV calcolato sulla composizione della siviera				
Alfa-numerica	Numerica	≤16	>16 ≤40	>40 ≤63	>63 ≤120	>120 ≤150
S275M	1.8818					
S275ML	1.8819	0,34	0,34	0,35	0,38	0,38
S355M	1.8823					
S355ML	1.8834	0,39	0,39	0,40	0,45	0,45
S420M	1.8825					
S420ML	1.8836	0,43	0,45	0,46	0,47	0,47
S460M	1.8827					
S460ML	1.8838	0,45	0,46	0,47	0,48	0,48

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

Caratteristiche meccaniche acciai resistenti alla corrosione

Spessori e tipologie di elementi

UNI EN 10025-5

Designazione		Prodotti piani		Prodotti lunghi		
				Sezioni	Barre	Funi
Alfa- numerica	Numerica	Spessore nominale [mm]		Spessore nominale [mm]		
		≤12	≤150	≤40	≤150	≤60
S235J0W	1.8958	-	X	X	X	X
S235J2W	1.8961	-	X	X	X	X
S355J0WP	1.8945	X	-	X	-	-
S355J2WP	1.8946	X	-	X	-	-
S355J0W	1.8959	-	X	X	X	X
S355J2W	1.8965	-	X	X	X	X
S355K2W	1.8967	-	X	X	X	X

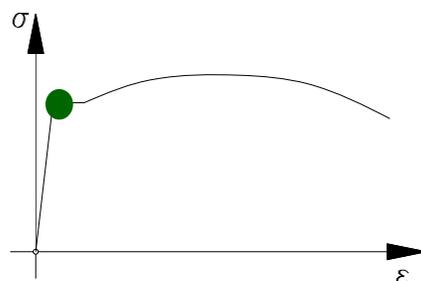
La norma UNI10025-5 riguarda unicamente gli acciai resistenti alla corrosione atmosferica caratterizzati dagli spessori e dalle classi di resistenza riportati in tabella.

Caratteristiche meccaniche acciai resistenti alla corrosione

Tensione di snervamento a temperatura ambiente

UNI EN 10025-5

Designazione		Minima tensione di snervamento R_{eH} [Mpa]					
		Spessore nominale [mm]					
Alfa- numerica	Numerica	≤ 16	$> 16 \leq 40$	$> 40 \leq 63$	$> 63 \leq 80$	$> 80 \leq 100$	$> 100 \leq 150$
S235J0W	1.8958	235	225	215	215	215	195
S235J2W	1.8961						
S355J0WP	1.8945	355	345	-	-	-	-
S355J2WP	1.8946						
S355J0W	1.8959	355	345	335	325	315	295
S355J2W	1.8965						
S355K2W	1.8967						



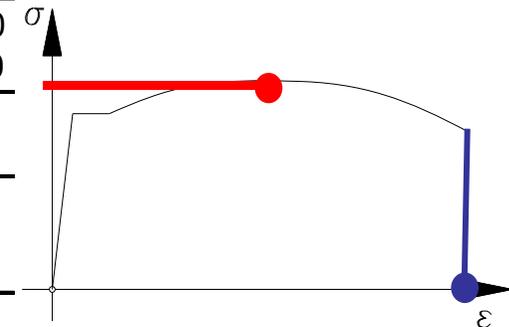
● Tensione di snervamento R_{eH}

Caratteristiche meccaniche acciai resistenti alla corrosione

Tensione e deformazione massima a rottura

UNI EN 10025-5

Designazione		Posizione del campione	Allungamento minimo percentuale dopo la rottura [%]						
			Lo=80mm Spessore nominale [mm]			Lo=5,65√So Spessore nominale [mm]			
Alfa-numerica	Numerica		>1,5 ≤2	≅2 ≤2,5	≅2,5 ≤3	≅3 ≤40	≅40 ≤63	≅63 ≤100	≅100 ≤150
S235J0W	1.8958	L	19	20	21	26	25	24	22
S235J2W	1.8961	T	17	18	19	24	23	22	22
S355J0WP	1.8945	L	16	17	18	22	-	-	-
S355J2WP	1.8946	T	14	15	16	20	-	-	-
S355J0W	1.8959	L	16	17	18	22	21	20	18
S355J2W	1.8965	T	14	15	16	20	19	18	18
S355K2W	1.8967								



● Tensione di rottura R_m

● Allungamento a rottura

Designazione		Tensione di rottura R_m [Mpa]		
Alfa-numerica	Numerica	<3	>3 ≤100	>100 ≤150
S235J0W	1.8958	360-510	360-510	350-500
S235J2W	1.8961	360-510	360-510	350-500
S355J0WP	1.8945	510-680	470-630	-
S355J2WP	1.8946	510-680	470-630	-
S355J0W	1.8959	510-680	470-630	450-600
S355J2W	1.8965	510-680	470-630	450-600
S355K2W	1.8967			

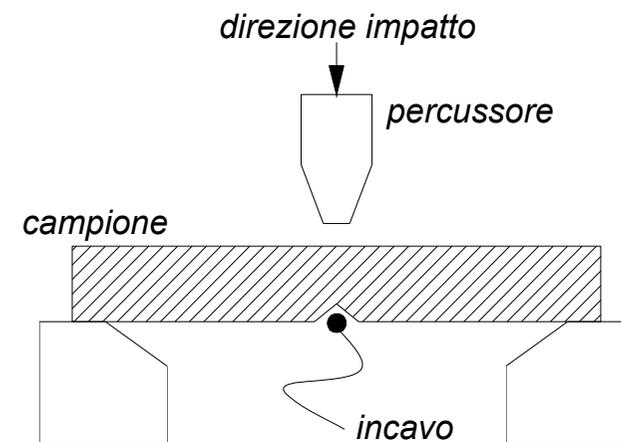
Caratteristiche meccaniche acciai resistenti alla corrosione

Resilienza

UNI EN 10025-5

Designazione		Temperatura	Energia minima
Alfa-numerica	Numerica	°C	J
S235J0W	1.8958	0	27
S235J2W	1.8961	-20	27
S355J0WP	1.8945	0	27
S355J2WP	1.8946	-20	27
S355J0W	1.8959	0	27
S355J2W	1.8965	-20	27
S355K2W	1.8967	-20	40

Prova con pendolo Charpy



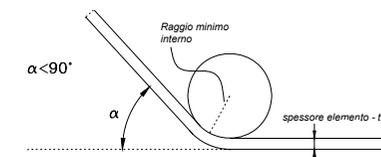
Caratteristiche meccaniche acciai resistenti alla corrosione

Lavorazioni a freddo

UNI EN 10025-5

Designazione		Direzione di piegamento	Raggio di curvatura interno minimo raccomandato per spessore nominali in [mm]						
Alfa-numerica	Numerica		>1,5 ≤2,5	>2,5 ≤3	>3 ≤4	>4 ≤5	>5 ≤6	>6 ≤7	>7 ≤8
S235J0W	1.8958	L	2,5	3	5	6	8	10	12
S235J2W	1.8961	T	2,5	3	6	8	10	12	16
S355J0WP	1.8945	L	4	5	6	8	10	12	16
S355J2WP	1.8946	T	4	5	8	10	12	16	20
S355J0W	1.8959	L	4	5	6	8	10	12	16
S355J2W	1.8965	T	4	5	8	10	12	16	20
S355K2W	1.8967								

Designazione		Direzione di piegamento	Raggio di curvatura interno minimo raccomandato per spessore nominali in [mm]					
Alfa-numerica	Numerica		>8 ≤10	>10 ≤12	>12 ≤14	>14 ≤16	>16 ≤18	>18 ≤20
S235J0W	1.8958	L	16	20	25	28	36	40
S235J2W	1.8961	T	20	25	28	32	40	45
S355J0WP	1.8945	L	-	-	-	-	-	-
S355J2WP	1.8946	T	-	-	-	-	-	-
S355J0W	1.8959	L	20	25	32	36	45	50
S355J2W	1.8965	T	25	32	36	40	50	63
S355K2W	1.8967							



Caratteristiche chimiche acciai resistenti alla corrosione

Composizione chimica in siviera

UNI EN 10025-5

Designazione		Metodo di de-ossidazione	Analisi chimica della composizione in siviera					
Alfa-numerica	Numerica		C% max	Si% max	Mn%	P%	S% max	N% max
S235J0W	1.8958	FN	0,13	0,40	0,20-0,60	max 0,035	0,035	0,009
S235J2W	1.8961	FF	0,13	0,40	0,20-0,60	max 0,035	0,030	-
S355J0WP	1.8945	FN	0,12	0,75	max 1,0	0,06-0,15	0,035	0,009
S355J2WP	1.8946	FF	0,12	0,75	max 1,0	0,06-0,15	0,030	-
S355J0W	1.8959	FN	0,16	0,50	0,50-1,50	max 0,035	0,035	0,009
S355J2W	1.8965	FF	0,16	0,50	0,50-1,50	max 0,030	0,030	-
S355K2W	1.8967	FF	0,16	0,50	0,50-1,50	max 0,030	0,030	-

Designazione		Metodo di de-ossidazione	Analisi chimica della composizione in siviera			
Alfa-numerica	Numerica		Aggiunta di elementi azotati leganti	Cr% max	Cu% max	Altri
S235J0W	1.8958	FN	-	0,40-0,80	0,25-0,55	Ni <0,65%
S235J2W	1.8961	FF	SI	0,40-0,80	0,25-0,55	Ni <0,65%
S355J0WP	1.8945	FN	-	0,30-1,25	0,25-0,55	Ni <0,65%
S355J2WP	1.8946	FF	SI	0,30-1,25	0,25-0,55	Ni <0,65%
S355J0W	1.8959	FN	-	0,40-0,80	0,25-0,55	Ni <0,65%
S355J2W	1.8965	FF	SI	0,40-0,80	0,25-0,55	Zr <0,15%
S355K2W	1.8967	FF	SI	0,40-0,80	0,25-0,55	Mo <0,30%

Caratteristiche chimiche acciai resistenti alla corrosione

Composizione chimica del prodotto finale

UNI EN 10025-5

Designazione		Metodo di de-ossidazione	Analisi chimica del prodotto finito					
Alfa-numerica	Numerica		C% max	Si% max	Mn%	P%	S% max	N% max
S235J0W	1.8958	FN	0,16	0,45	0,15-0,70	max 0,040	0,040	0,010
S235J2W	1.8961	FF	0,16	0,45	0,15-0,70	max 0,040	0,035	-
S355J0WP	1.8945	FN	0,15	0,80	max 1,1	0,05-0,16	0,040	0,010
S355J2WP	1.8946	FF	0,15	0,80	max 1,1	0,05-0,16	0,035	-
S355J0W	1.8959	FN	0,19	0,55	0,45-1,60	max 0,040	0,040	0,010
S355J2W	1.8965	FF	0,19	0,55	0,45-1,60	max 0,035	0,035	-
S355K2W	1.8967	FF	0,19	0,55	0,45-1,60	max 0,035	0,035	-

Designazione		Metodo di de-ossidazione	Analisi chimica del prodotto finito			
Alfa-numerica	Numerica		Aggiunta di elementi azotati leganti	Cr% max	Cu% max	Altri
S235J0W	1.8958	FN	-	0,35-0,85	0,20-0,60	Ni <0,65%
S235J2W	1.8961	FF	SI	0,35-0,85	0,20-0,60	Ni <0,65%
S355J0WP	1.8945	FN	-	0,25-1,35	0,20-0,60	Ni <0,65%
S355J2WP	1.8946	FF	SI	0,25-1,35	0,20-0,60	Ni <0,65%
S355J0W	1.8959	FN	-	0,35-0,85	0,20-0,60	Ni <0,65%
S355J2W	1.8965	FF	SI	0,35-0,85	0,20-0,60	Zr <0,15%
S355K2W	1.8967	FF	SI	0,35-0,85	0,20-0,60	Mo <0,30%

Codice alfa-numerico per gli acciai resistenti alla corrosione

UNI EN 10025

Gli **acciai resistenti alla corrosione** sono forniti secondo la condizione **W**

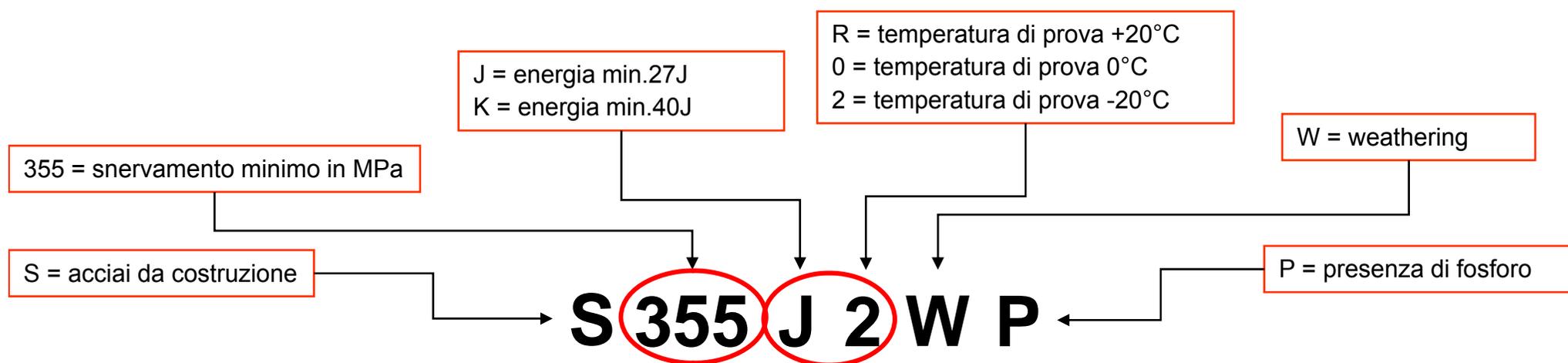
min. 27 J	JR	J0	J2	J3	J4
min. 40 J	KR	K0	K2	K3	K4
Temp. °C	20	0	-20	-30	-40

Resilienza

Designazione	Spessori nominali (mm)					
	<16	16 - 40	40 - 63	63 - 80	80 - 100	100 -150
S235J0(J2)W	235	225	215	215	215	195
S355J0(J2)WP	355	345	-	-	-	-
S355J0(J2/K2)W	355	345	335	325	315	295

Snervamento

R_{eH} [MPa]



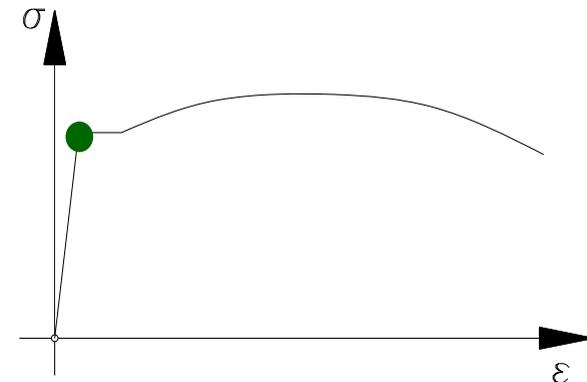
W. Salvatore

Caratteristiche meccaniche acciai ad elevato snervamento

Tensione di snervamento a temperatura ambiente

UNI EN 10025-6

Designazione		Minima tensione di snervamento ReH [Mpa] Spessore nominale [mm]		
Alfa- numerica	Numerica	>3 ≤50	>50 ≤100	>100 ≤150
S460Q	1.8908			
S460QL	1.8906	460	440	400
S460QL1	1.8916			
S500Q	1.8924			
S500QL	1.8909	500	480	440
S500QL1	1.8984			
S550Q	1.8904			
S550QL	1.8926	550	530	490
S550QL1	1.8986			
S620Q	1.8914			
S620QL	1.8927	620	580	560
S620QL1	1.8987			
S690Q	1.8931			
S690QL	1.8928	690	650	630
S690QL1	1.8988			
S890Q	1.8940			
S890QL	1.8983	890	830	-
S890QL1	1.8925			
S960Q	1.8941			
S960QL	1.8933	960	-	-



● Tensione di snervamento R_{eH}

Caratteristiche meccaniche acciai ad elevato snervamento

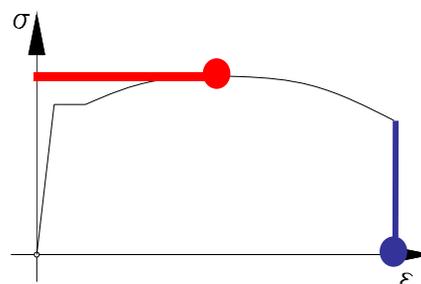
Tensione e deformazione massima a rottura

UNI EN 10025-6

Designazione		Tensione di rottura Rm [Mpa] Spessore nominale [mm]		
Alfa- numerica	Numerica	>3 ≤50	>50 ≤100	>100 ≤150
S460Q	1.8908	590-720		500-670
S460QL	1.8906			
S460QL1	1.8916			
S500Q	1.8924	590-770		540-720
S500QL	1.8909			
S500QL1	1.8984			
S550Q	1.8904	640-820		590-770
S550QL	1.8926			
S550QL1	1.8986			
S620Q	1.8914	700-890		650-830
S620QL	1.8927			
S620QL1	1.8987			
S690Q	1.8931	770-940	760-930	710-900
S690QL	1.8928			
S690QL1	1.8988			
S890Q	1.8940	940-1100	880-1100	-
S890QL	1.8983			
S890QL1	1.8925			
S960Q	1.8941	980-1150	-	-
S960QL	1.8933			

Designazione		Allungamento minimo percentuale dopo la rottura [%]
Alfa- numerica	Numerica	Lo=5,65×So, Spessore nominale [mm]
S460Q	1.8908	17
S460QL	1.8906	
S460QL1	1.8916	
S500Q	1.8924	17
S500QL	1.8909	
S500QL1	1.8984	
S550Q	1.8904	16
S550QL	1.8926	
S550QL1	1.8986	
S620Q	1.8914	15
S620QL	1.8927	
S620QL1	1.8987	
S690Q	1.8931	14
S690QL	1.8928	
S690QL1	1.8988	
S890Q	1.8940	11
S890QL	1.8983	
S890QL1	1.8925	
S960Q	1.8941	10
S960QL	1.8933	

● Tensione di rottura R_m



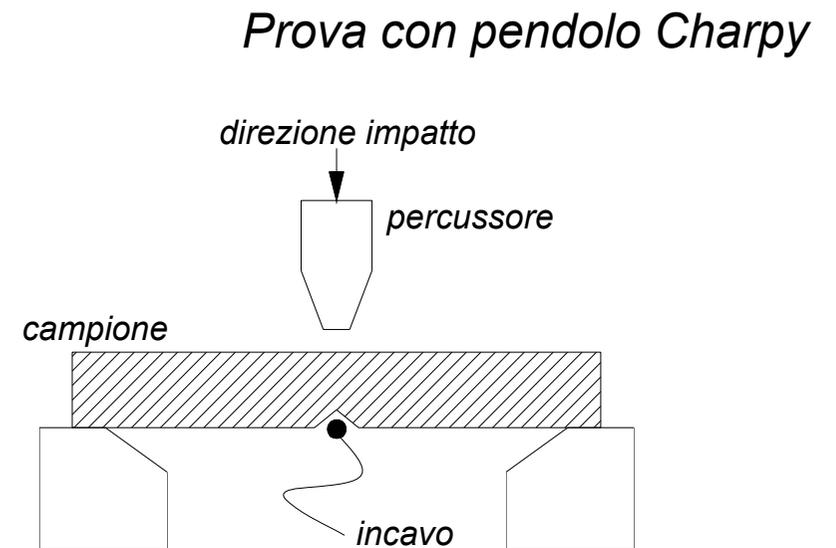
● Allungamento a rottura

Caratteristiche meccaniche acciai ad elevato snervamento

Resilienza

UNI EN 10025-6

Designazione		Valori minimi dell'energia in J alle temperature di prova in °C			
Alfa-numerica	Numerica	0	-20	-40	-60
S460Q	1.8908				
S500Q	1.8924				
S550Q	1.8904				
S620Q	1.8914	40	30	-	-
S690Q	1.8931				
S890Q	1.8940				
S960Q	1.8941				
S460QL	1.8906				
S500QL	1.8909				
S550QL	1.8926				
S620QL	1.8927	50	40	30	-
S690QL	1.8928				
S890QL	1.8983				
S960QL	1.8933				
S460QL1	1.8916				
S500QL1	1.8984				
S550QL1	1.8986				
S620QL1	1.8987	60	50	40	30
S690QL1	1.8988				
S890QL1	1.8925				



Caratteristiche chimiche acciai ad elevato snervamento

Composizione chimica in siviera

UNI EN 10025-6

Classi	Qualità	Analisi chimica della composizione in siviera							
		C% max	Si% max	Mn% max	P% max	S% max	N% max	B% max	Cr% max
Tutte	-				0,025	0,015			
	L	0,20	0,80	1,70	0,020	0,010	0,015	0,005	1,5
	L1				0,020	0,010			

Classi	Qualità	Analisi chimica della composizione in siviera						
		Cu% max	Mo% max	Nb% max	Ni% max	Ti% max	V% max	Zr% max
Tutte	-							
	L	0,5	0,7	0,06	2,0	0,05	0,12	0,15
	L1							

Composizione chimica del prodotto finale

Classi	Qualità	Analisi chimica del prodotto finito							
		C% max	Si% max	Mn% max	P% max	S% max	N% max	B% max	Cr% max
Tutte	-				0,030	0,017			
	L	0,22	0,86	1,80	0,025	0,012	0,016	0,006	1,6
	L1				0,025	0,012			

Classi	Qualità	Analisi chimica del prodotto finito						
		Cu% max	Mo% max	Nb% max	Ni% max	Ti% max	V% max	Zr% max
Tutte	-							
	L	0,55	0,74	0,07	2,1	0,07	0,14	0,17
	L1							

Caratteristiche chimiche acciai ad elevato snervamento

Valutazione del contenuto di Carbonio equivalente

UNI EN 10025-6

Designazione		Massimo CEV calcolato sulla composizione della siviera spessore del prodotto [mm]		
Alfa- numerica	Numerica	≤50	>50 ≤100	>100 ≤150
S460Q	1.8908			
S460QL	1.8906	0,47	0,48	0,50
S460QL1	1.8916			
S500Q	1.8924			
S500QL	1.8909	0,47	0,70	0,70
S500QL1	1.8984			
S550Q	1.8904			
S550QL	1.8926	0,65	0,77	0,83
S550QL1	1.8986			
S620Q	1.8914			
S620QL	1.8927	0,65	0,77	0,83
S620QL1	1.8987			
S690Q	1.8931			
S690QL	1.8928	0,65	0,77	0,83
S690QL1	1.8988			
S890Q	1.8940			
S890QL	1.8983	0,72	0,82	-
S890QL1	1.8925			
S960Q	1.8941	0,82	-	-
S960QL	1.8933			

$$CEV = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

Codice alfa-numerico per gli acciai ad elevato snervamento

UNI EN 10025

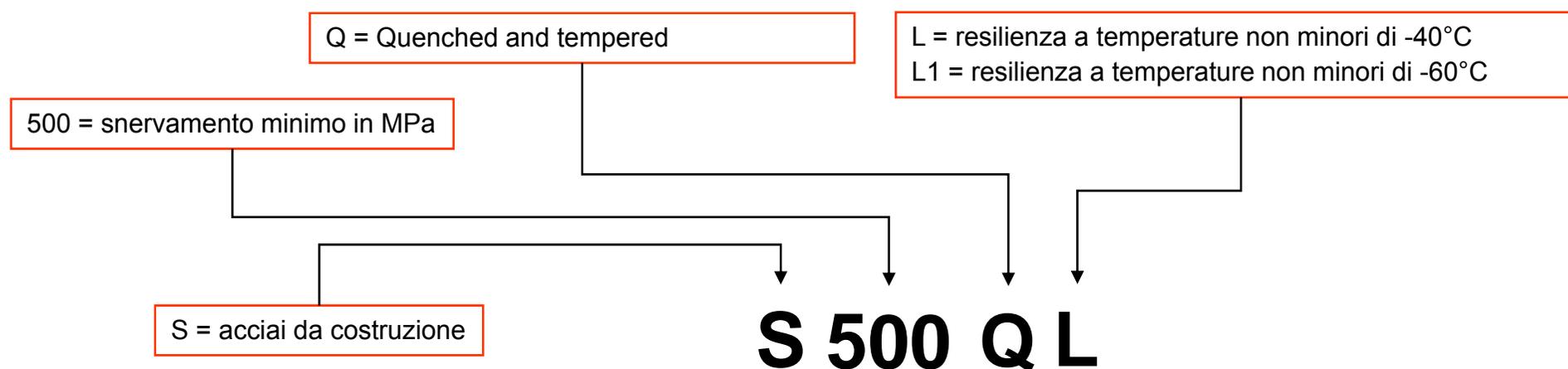
Gli acciai ad alto limite di snervamento possono essere forniti secondo la condizione Q

Resilienza

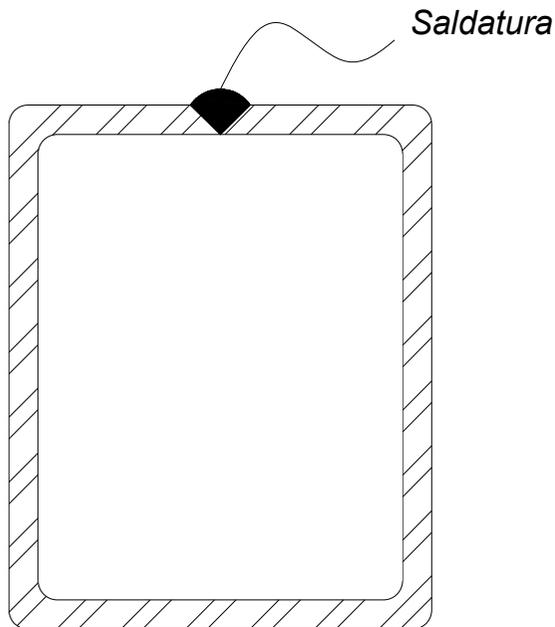
L	per la qualità con i valori minimi specificati di resilienza a temperature non minori di -40°C
L1	per la qualità con i valori minimi specificati di resilienza a temperature non minori di -60 °C

Snervamento

Designazione	R _{eH} [MPa]		
	Spessori nominali (mm)		
	3 < t < 50	50 < t < 100	100 < t < 150
S460Q (QL/QL1)	460	440	400
S500Q (QL/QL1)	500	480	440
S550Q (QL/QL1)	550	530	490
S620Q (QL/QL1)	620	580	560
S690Q (QL/QL1)	690	650	630
S890Q (QL/QL1)	890	830	-
S960Q (QL)	960	-	-



- ✓ Questa classe di prodotti è ottenuta per formatura a caldo di elementi in acciaio laminato a caldo non legato o a grano fine. Gli acciai non-legati possono essere utilizzati sino ad uno spessore di 120mm mentre quelli a grano fine sino ad uno spessore di 65mm.
- ✓ La sezione cava può essere ottenuta utilizzando un procedimento senza giunzioni oppure utilizzando un procedimento di saldatura per unire i due lembi del profilo



- ✓ Oltre ai controlli riguardanti le proprietà meccaniche e la composizione chimica dell'acciaio sono obbligatori controlli sulla qualità della saldatura e sui difetti superficiali presenti sulla superficie esterna del profilo.
- ✓ Essendo un profilo realizzati da formatura di prodotti precedentemente laminati è richiesto anche un controllo sulle tolleranze dimensionali

Composizione chimica della colata

✓ Acciai non-legati

Designazione		Tipo di de-ossidazione	% massima								
Alfa-numerica	Numerica		C		Si	Mn	P	S	N		
			Spessori [mm]								
				<40	>40 <120						
S235JRH	1.0039	FN	0,17	0,20	-	1,40	0,040	0,040	0,009		
S275J0H	1.0149	FN	0,20	0,22	-	1,50	0,035	0,035	0,009		
S275J2H	1.0138	FF	0,20	0,22	-	1,50	0,030	0,030	-		
S355J0H	1.0547	FN	0,22	0,22	0,55	1,60	0,035	0,035	0,009		
S355J2H	1.0576	FF	0,22	0,22	0,55	1,60	0,030	0,030	-		
S355K2H	1.0512	FF	0,22	0,22	0,55	1,60	0,030	0,030	-		

✓ Acciai a grano fine

Designazione		Tipo di de-ossidazione	% massima														
Alfa-numerica	Numerica		C	Si	Mn	P	S	Nb	V	Al,tot	Ti	Cr	Ni	Mo	Cu	N	
S275NH	1.0493	GF	0,20	0,40	0,50	0,035	0,030	0,050	0,08	0,020	0,03	0,30	0,30	0,10	0,35	0,015	
S275NLH	1.0497	GF			1,40	0,030	0,025										
S355NH	1.0539	GF	0,20	0,50	0,90	0,035	0,030	0,050	0,12	0,020	0,03	0,30	0,50	0,10	0,35	0,020	
S355NLH	1.0549	GF			0,18	0,030	0,025										
S420NH	1.8750	GF	0,22	0,60	1,00	0,035	0,030	0,050	0,20	0,020	0,03	0,30	0,80	0,10	0,70	0,025	
S420NLH	1.8751	GF			1,70	0,030	0,025										
S460NH	1.8953	GF	0,22	0,60	1,00	0,035	0,030	0,050	0,20	0,020	0,03	0,30	0,80	0,10	0,70	0,025	
S460NLH	1.8956	GF			1,70	0,030	0,025										

Deviazioni ammissibili dell'analisi del prodotto

UNI EN 10210

Elemento	Massimo contenuto ammissibile nell'analisi della colata %	Deviazione ammissibile dai limiti specificati %
C	$\leq 0,20$	+0,02
	$> 0,20$	+0,03
Si	$\leq 0,60$	+0,05
Mn	non-legato $\leq 1,60$	+0,10
	a grano fine $\leq 1,70$	-0,05 +0,10
P	non-legato $\leq 0,040$	+0,010
	a grano fine $\leq 0,035$	+0,005
S	non-legato $\leq 0,040$	+0,010
	a grano fine $\leq 0,035$	+0,005
Nb	$\leq 0,060$	+0,010
V	$\leq 0,20$	+0,02
Ti	$\leq 0,03$	+0,01
Cr	$\leq 0,30$	+0,05
Ni	$\leq 0,80$	+0,05
Mo	$\leq 0,10$	+0,03
Cu	$\leq 0,35$	+0,04
	$0,35 < Cu \leq 0,70$	+0,07
N	$\leq 0,025$	+0,002
Al _{total}	$\nlessgtr 0,020$	-0,005

Determinazione del contenuto di CEV

UNI EN 10210

Designazione		Massima % del CEV - Spessore [mm]					
Alfa- numerica	Numerica	<16	>16 <40	>40 <65	>65 <120		
S235JRH	1.0039	0,37	0,39	0,41		0,44	
S275J0H	1.0149	0,41	0,43	0,45		0,48	
S275J2H	1.0138	0,41	0,43	0,45		0,48	
S355J0H	1.0547	0,45	0,47	0,50		0,53	
S355J2H	1.0576	0,45	0,47	0,50		0,53	
S355K2H	1.0512	0,45	0,47	0,50		0,53	

✓ Acciai non-legati

Designazione		Massima % del CEV - Spessore [mm]	
Alfa- numerica	Numerica	<16	>16 <65
S275NH	1.0493	0,40	0,40
S275NLH	1.0497		
S355NH	1.0539	0,43	0,45
S355NLH	1.0549		
S420NH	1.8750	0,50	0,52
S420NLH	1.8751		
S460NH	1.8953	0,53	0,55
S460NLH	1.8956		

✓ Acciai a grano fine

Caratteristiche meccaniche di profili cavi formati a caldo

Tensione di snervamento

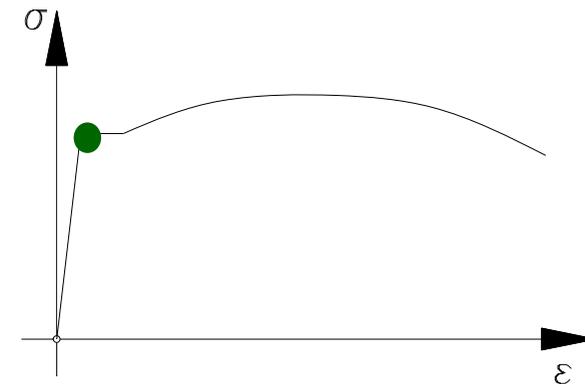
UNI EN 10210

✓ Acciai non-legati

Designazione		Minima tensione di snervamento ReH [Mpa] Spessore nominale [mm]					
Alfa-numerica	Numerica	<16	>16 <40	>40 <63	>63 <80	>80 <100	>100 <120
S235JRH	1.0039	235	225	215	215	215	195
S275J0H	1.0149	275	265	255	245	235	225
S275J2H	1.0138	275	265	255	245	235	225
S355J0H	1.0547	355	345	335	325	315	295
S355J2H	1.0576	355	345	335	325	315	295
S355K2H	1.0512	355	345	335	325	315	295

✓ Acciai a grano fine

Designazione		Minima tensione di snervamento ReH [Mpa] Spessore nominale [mm]		
Alfa-numerica	Numerica	<16	>16 <40	>40 <65
S275NH	1.0493	275	265	255
S275NLH	1.0497			
S355NH	1.0539	355	345	335
S355NLH	1.0549			
S420NH	1.8750	420	400	390
S420NLH	1.8751			
S460NH	1.8953	460	440	430
S460NLH	1.8956			



● Tensione di snervamento R_{eH}

Caratteristiche meccaniche di profili cavi formati a caldo

Tensione di rottura

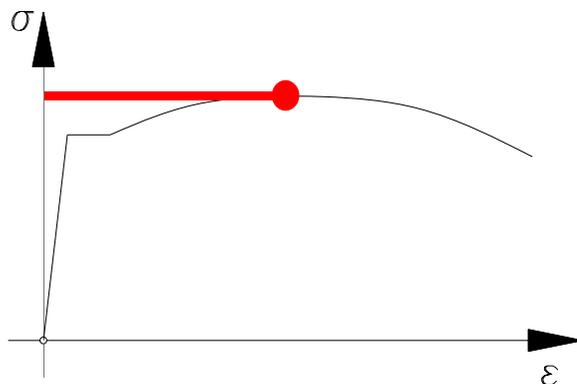
UNI EN 10210

✓ Acciai non-legati

Designazione		Tensione di rottura R_m [Mpa] Spessore nominale [mm]		
Alfa- numerica	Numerica	<3	>3 <100	>100 <120
S235JRH	1.0039	360-510	360-510	350-500
S275J0H	1.0149	430-580	410-560	400-540
S275J2H	1.0138	430-580	410-560	400-540
S355J0H	1.0547	510-680	470-630	450-600
S355J2H	1.0576	510-680	470-630	450-600
S355K2H	1.0512	510-680	470-630	450-600

✓ Acciai a grano fine

Designazione		Tensione di rottura R_m [Mpa]
Alfa- numerica	Numerica	<65
S275NH	1.0493	370-510
S275NLH	1.0497	
S355NH	1.0539	470-630
S355NLH	1.0549	
S420NH	1.8750	520-680
S420NLH	1.8751	
S460NH	1.8953	540-720
S460NLH	1.8956	



● Tensione di rottura R_m

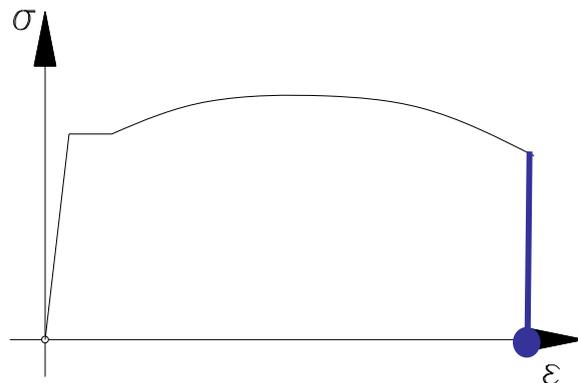
Caratteristiche meccaniche di profili cavi formati a caldo

Deformazione ultima

UNI EN 10210

✓ Acciai non-legati

Designazione		Allungamento minimo percentuale dopo la rottura [%] Spessore nominale [mm]			
Alfa- numerica	Numerica	<40	>40 <63	>63 <100	>100 <120
S235JRH	1.0039	26	25	24	22
S275J0H	1.0149	23	22	21	19
S275J2H	1.0138	23	22	21	19
S355J0H	1.0547	22	21	20	18
S355J2H	1.0576	22	21	20	18
S355K2H	1.0512	22	21	20	18



● Allungamento a rottura

✓ Acciai a grano fine

Designazione		Allungamento minimo percentuale Spessore <65mm	
Alfa- numerica	Numerica	Direzione longitudinale (L)	Direzione trasversale (T)
S275NH	1.0493	24	22
S275NLH	1.0497		
S355NH	1.0539	22	20
S355NLH	1.0549		
S420NH	1.8750	19	17
S420NLH	1.8751		
S460NH	1.8953	17	15
S460NLH	1.8956		

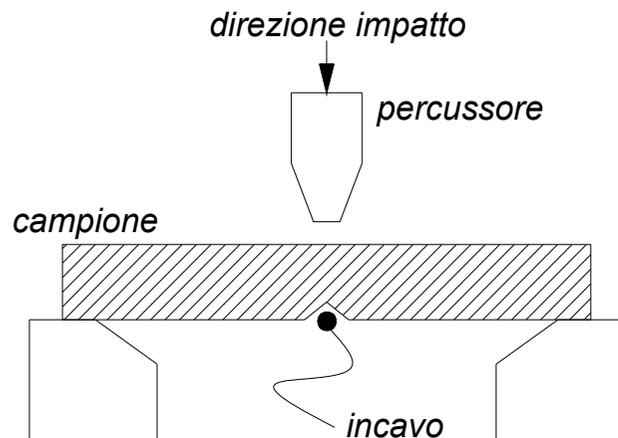
Caratteristiche meccaniche di profili cavi formati a caldo

Resilienza

UNI EN 10210

✓ Acciai non-legati

Designazione		Valori minimi dell'energia in J alle temperature di prova in °C		
Alfa-numerica	Numerica	-20°C	0°C	20°C
S235JRH	1.0039	-	-	27
S275J0H	1.0149	-	27	-
S275J2H	1.0138	27	-	-
S355J0H	1.0547	-	27	-
S355J2H	1.0576	27	-	-
S355K2H	1.0512	40	-	-



✓ Acciai a grano fine

Designazione		Valori minimi dell'energia in J alle temperature di prova in °C	
Alfa-numerica	Numerica	-50°C	-20°C
S275NH	1.0493	-	40
S275NLH	1.0497	27	-
S355NH	1.0539	-	40
S355NLH	1.0549	27	-
S420NH	1.8750	-	40
S420NLH	1.8751	27	-
S460NH	1.8953	-	40
S460NLH	1.8956	27	-

Gli acciai da carpenteria metallica

Acciai per profili cavi formati a caldo

UNI EN 10210

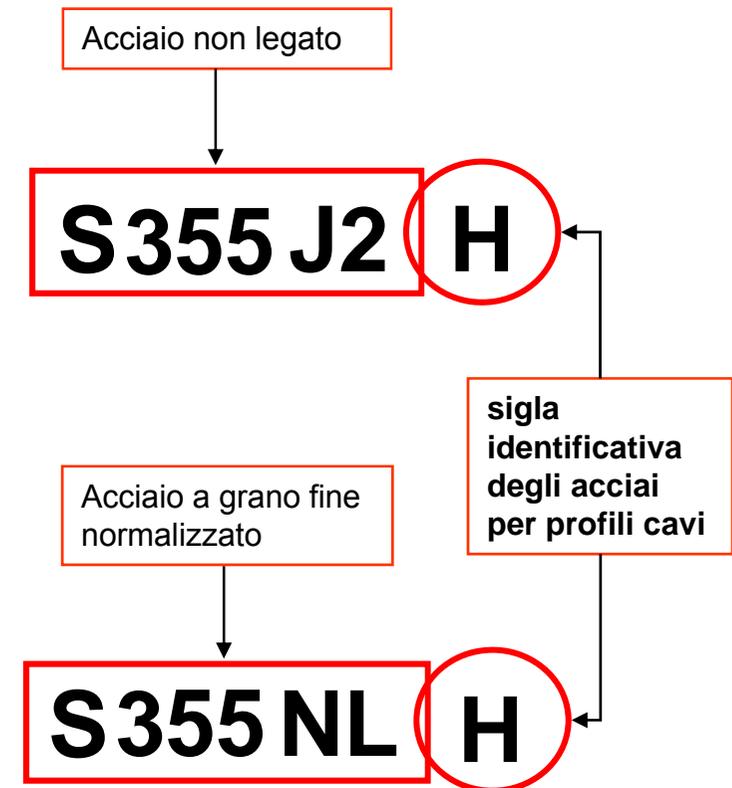
I profili cavi sono ottenuti da *acciai non legati* oppure da acciai a *grano fine*

Snervamento R_{eH} [MPa] – acciai non legati

Designazione	Spessori nominali (mm)		
	<16	16 - 40	40 - 65
S235JRH	235	225	215
S275J0H	275	265	255
S275J2H	275	265	255
S355J0H	355	345	335
S355J2H	355	345	335

Snervamento R_{eH} [MPa] – acciai a grano fine

Designazione	Spessori nominali (mm)		
	<16	16 - 40	40 - 65
S275NH	275	265	255
S275NLH	275	265	255
S355NH	355	345	335
S355NLH	355	345	335
S460NH	460	440	430
S460NLH	460	440	430



- ✓ I profili possono essere ottenuti tramite **lavorazione a freddo** delle seguenti classi di materiale:
 - Acciai laminati non-legati
 - Acciai normalizzati o laminati e normalizzati (condizioni di fornitura N ed NL)
 - Acciai laminati termomeccanici (condizioni di fornitura M ed ML)
- ✓ Le **sezioni** sono **realizzate saldando i lembi della sezione**, per cui la qualità della saldatura nonché le caratteristiche superficiali della sezione devono essere attentamente controllate.
- ✓ Le prove da condursi sulle saldature sono **prove non distruttive** (NDT)
- ✓ Le **tolleranze dimensionali** devono essere controllate con **ispezioni visive** e devono essere nei limiti indicati nella norma
- ✓ Sono lavorati a **freddo** elementi con **spessore minore od uguale a 40mm**

Profili cavi formati a freddo

Composizione chimica della colata

UNI EN 10219

✓ Acciai non-legati

Designazione		Tipo di de-ossidazione	% massima					
Alfa-numerica	Numerica		C	Si	Mn	P	S	N
S235JRH	1.0039	FF	0,17	-	1,40	0,040	0,040	0,009
S275J0H	1.0149	FF	0,20	-	1,50	0,035	0,035	0,009
S275J2H	1.0138	FF	0,20	-	1,50	0,030	0,030	-
S355J0H	1.0547	FF	0,22	0,55	1,60	0,035	0,035	0,009
S355J2H	1.0576	FF	0,22	0,55	1,60	0,030	0,030	-
S355K2H	1.0512	FF	0,22	0,55	1,60	0,030	0,030	-

✓ Acciai termomeccanici

✓ Acciai normalizzati

Designazione		Tipo di de-ossidazione	% massima															
Alfa-Designazione	Numerica		C	Si	Mn	P	S	Nb	% max. Al tota	Ti	Ni	Mo	N					
Alfa-Designazione	Numerica	C	Si	Mn	P	S	Nb	V	Al,tot	Ti	Cr	Ni	Mo	Cu	N			
S275MH	1.8843	GF	0,13	0,50	1,50	0,035	0,030	0,50	0,08	0,020	0,050	0,30	0,20	0,020				
S275MLH	1.8843	GF	0,20	0,40	0,50	1,40	0,035	0,030	0,50	0,08	0,020	0,03	0,30	0,30	0,10	0,35	0,015	
S355MLH	1.8847	GF	0,14	0,50	1,50	0,035	0,030	0,50	0,10	0,020	0,050	0,30	0,20	0,020				
S355MLH	1.8846	GF	0,20	0,50	0,90	1,65	0,035	0,030	0,50	0,12	0,020	0,03	0,30	0,50	0,10	0,35	0,020	
S420MLH	1.8849	GF	0,18	0,50	1,70	0,035	0,030	0,50	0,12	0,020	0,050	0,30	0,20	0,020				
S460MLH	1.8853	GF	0,22	0,60	1,00	1,70	0,030	0,030	0,50	0,20	0,020	0,03	0,30	0,80	0,10	0,70	0,025	
S460MLH	1.8850	GF	0,16	0,50	1,70	0,035	0,030	0,50	0,12	0,020	0,050	0,30	0,20	0,020				
S460MLH	1.885	GF	0,16	0,50	1,70	0,030	0,025	0,50	0,12	0,020	0,050	0,30	0,20	0,020				

Valutazione della percentuale del CEV della colata

UNI EN 10219

✓ Acciai non-legati (AR)

Designazione		Massima % del CEV - Spessore <40mm
Alfa- numerica	Numerica	
S235JRH	1.0039	0,35
S275J0H	1.0149	0,40
S275J2H	1.0138	0,40
S355J0H	1.0547	0,45
S355J2H	1.0576	0,45
S355K2H	1.0512	0,45

✓ Acciai normalizzati (N, NL)

✓ Acciai termomeccanici (M, ML)

Designazione		Massima % del CEV - Spessore <40mm
Alfa-numerica	Numerica	
S275NH	1.0493	0,40
S275NLH	1.0497	
S275MH	1.8843	0,34
S275MLH	1.8844	
S355NH	1.0539	0,43
S355NLH	1.0549	
S355MH	1.8845	0,39
S355MLH	1.8846	
S420MH	1.8847	0,43
S420MLH	1.8848	
S460NH	1.8953	0,53
S460NLH	1.8956	
S460MH	1.8849	0,46
S460MLH	1.885	

Caratteristiche meccaniche profili cavi formati a freddo

Tensione di snervamento

✓ Acciai non-legati (AR)

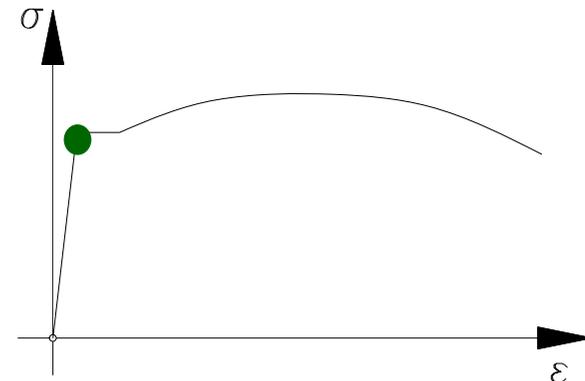
Designazione		Minima tensione di snervamento R_{eH} [Mpa]	
Alfa-numerica	Numerica	Spessore nominale [mm]	
		<16	>16 <40
S235JRH	1.0039	235	225
S275J0H	1.0149	275	265
S275J2H	1.0138		
S355J0H	1.0547	355	345
S355J2H	1.0576		
S355K2H	1.0512		

✓ Acciai normalizzati (N, NL)

Designazione		Minima tensione di snervamento R_{eH} [Mpa]	
Alfa-numerica	Numerica	Spessore nominale [mm]	
		<16	>16 <40
S275NH	1.0493	275	265
S275NLH	1.0497		
S355NH	1.0539	355	345
S355NLH	1.0549		
S460NH	1.8953	460	440
S460NLH	1.8956		

✓ Acciai termomeccanici (M, ML)

Designazione		Minima tensione di snervamento R_{eH} [Mpa]	
Alfa-numerica	Numerica	Spessore nominale [mm]	
		<16	>16 <40
S275MH	1.8843	275	265
S275MLH	1.8844		
S355MH	1.8845	355	345
S355MLH	1.8846		
S420MH	1.8847	420	440
S420MLH	1.8848		
S460NH	1.8849	460	440
S460NLH	1.885		



● Tensione di snervamento R_{eH}

Caratteristiche meccaniche profili cavi formati a freddo

Tensione di rottura

✓ Acciai non-legati (AR)

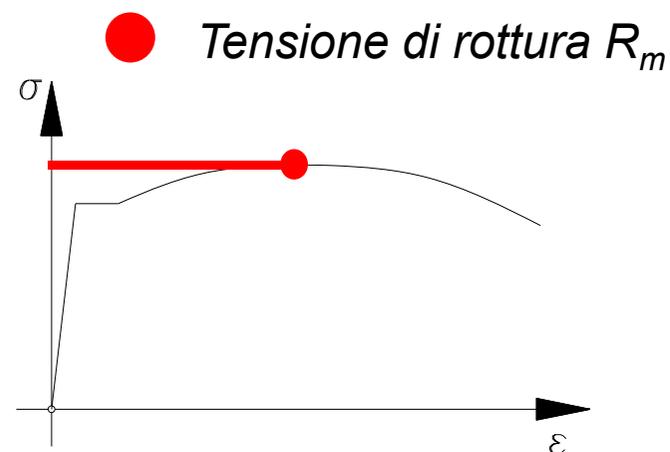
Designazione		Tensione di rottura Rm [Mpa]	
Alfa- numerica	Numerica	Spessore nominale [mm]	
		<3	>3 <40
S235JRH	1.0039	360-510	360-510
S275J0H	1.0149	430-580	410-560
S275J2H	1.0138		
S355J0H	1.0547		
S355J2H	1.0576	510-680	470-630
S355K2H	1.0512		

✓ Acciai termomeccanici (M, ML)

Designazione		Tensione di rottura Rm
Alfa- numerica	Numerica	[Mpa]
		Spessore nominale [mm]
		< 40
S275MH	1.8843	360-510
S275MLH	1.8844	
S355MH	1.8845	450-610
S355MLH	1.8846	
S420MH	1.8847	500-660
S420MLH	1.8848	
S460NH	1.8849	530-720
S460NLH	1.885	

✓ Acciai normalizzati (N, NL)

Designazione		Tensione di rottura Rm
Alfa- numerica	Numerica	[Mpa]
		Spessore nominale [mm]
		< 40
S275NH	1.0493	370-510
S275NLH	1.0497	
S355NH	1.0539	470-630
S355NLH	1.0549	
S460NH	1.8953	540-720
S460NLH	1.8956	



Caratteristiche meccaniche profili cavi formati a freddo

Deformazione ultima

✓ Acciai non-legati (AR)

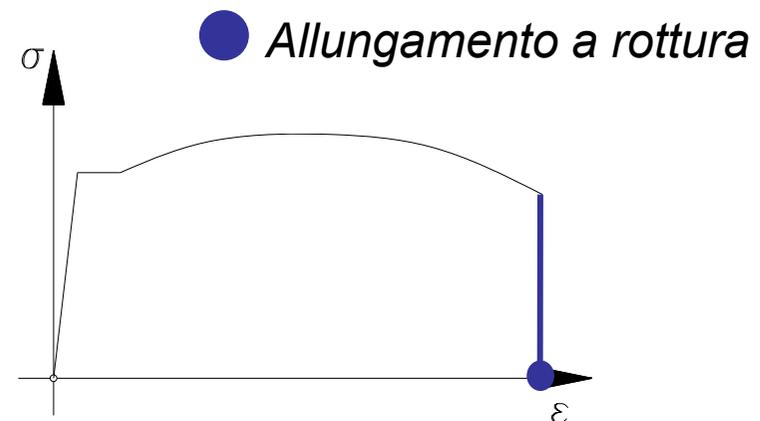
Designazione		Allungamento minimo percentuale dopo la rottura [%]
Alfa-numerica	Numerica	
Spessore <40mm		
S235JRH	1.0039	24
S275J0H	1.0149	20
S275J2H	1.0138	
S355J0H	1.0547	20
S355J2H	1.0576	
S355K2H	1.0512	

✓ Acciai normalizzati (N, NL)

Designazione		Allungamento minimo percentuale dopo la rottura [%]
Alfa-numerica	Numerica	
Spessore <40mm		
S275NH	1.0493	24
S275NLH	1.0497	
S355NH	1.0539	22
S355NLH	1.0549	
S460NH	1.8953	17
S460NLH	1.8956	

✓ Acciai termomeccanici (M, ML)

Designazione		Allungamento minimo percentuale dopo la rottura [%]
Alfa-numerica	Numerica	
Spessore <40mm		
S275MH	1.8843	24
S275MLH	1.8844	
S355MH	1.8845	22
S355MLH	1.8846	
S420MH	1.8847	19
S420MLH	1.8848	
S460NH	1.8849	17
S460NLH	1.885	



Caratteristiche meccaniche profili cavi formati a freddo

Resilienza

✓ Acciai non-legati (AR)

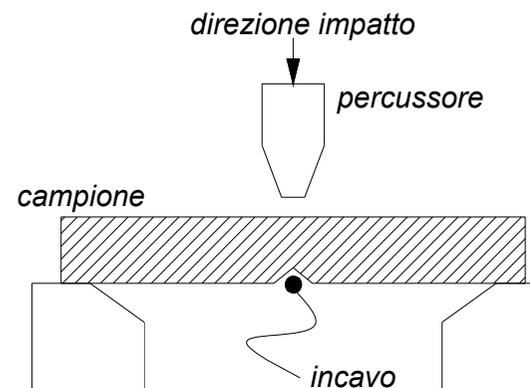
Designazione		Valori minimi dell'energia in J alle temperature di prova in °C		
Alfa-numerica	Numerica	-20°C	0°C	20°C
S235JRH	1.0039	-	-	27
S275J0H	1.0149	-	27	-
S275J2H	1.0138	27	-	-
S355J0H	1.0547	-	27	-
S355J2H	1.0576	27	-	-
S355K2H	1.0512	40	-	-

✓ Acciai normalizzati (N, NL)

Designazione		Valori minimi dell'energia in J alle temperature di prova in °C	
Alfa-numerica	Numerica	-50°C	-20°C
S275NH	1.0493	-	40
S275NLH	1.0497	27	-
S355NH	1.0539	-	40
S355NLH	1.0549	27	-
S460NH	1.8953	-	40
S460NLH	1.8956	27	-

✓ Acciai termomeccanici (M, ML)

Designazione		Valori minimi dell'energia in J alle temperature di prova in °C	
Alfa-numerica	Numerica	-50°C	-20°C
S275MH	1.8843	-	40
S275MLH	1.8844	27	-
S355MH	1.8845	-	40
S355MLH	1.8846	27	-
S420MH	1.8847	-	40
S420MLH	1.8848	27	-
S460NH	1.8849	-	40
S460NLH	1.885	27	-



Gli acciai da carpenteria metallica

Acciai laminati a caldo e formati a freddo

UNI EN 10219

Questa classe di acciai si ottiene per **formatura a freddo** di elementi prodotti per laminazione a caldo (**acciai di base non legati** ed a **grano fine** normalizzati e termomeccanici).

Snervamento R_{eH} [MPa] – acciai non legati

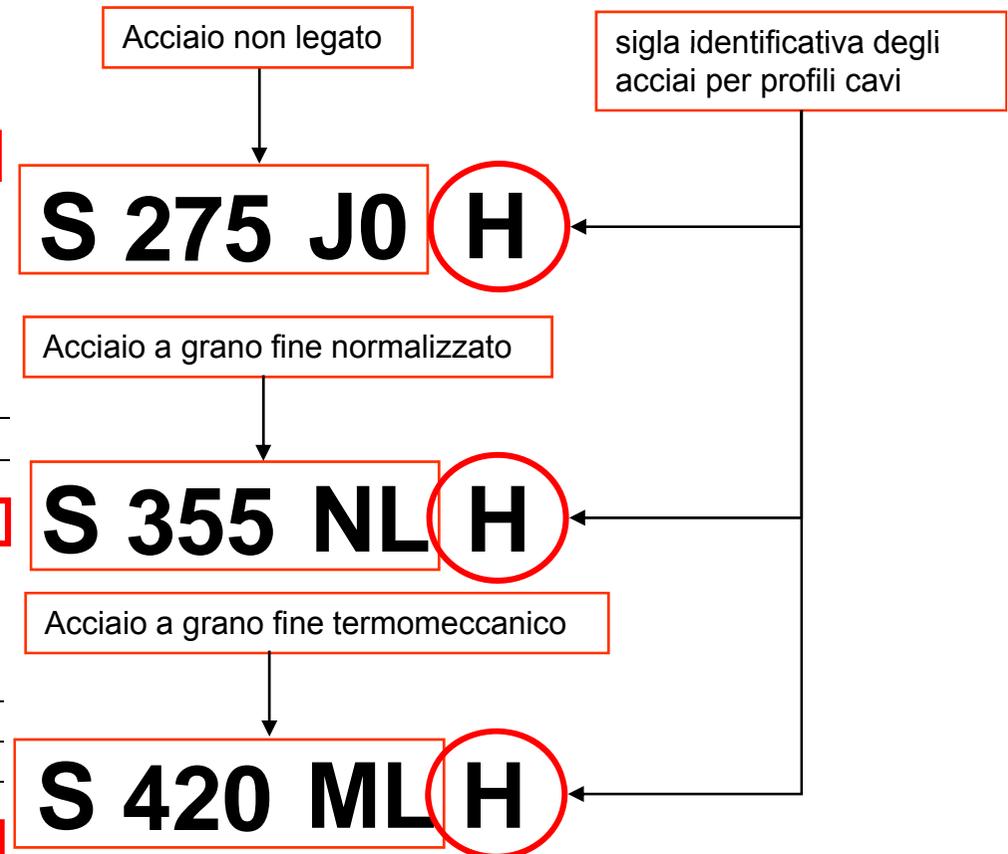
Gradi di acciaio	t < 16 mm	16 < t < 40 mm
S235JRH	235	225
S275J0H	275	265
S275J2H	275	265
S355J0H	355	345
S355J2H	355	345

Snervamento R_{eH} [MPa] – acciai a grano fine (N)

Gradi di acciaio	t < 16 mm	16 < t < 40 mm
S275NH/NLH	275	265
S355NH/NLH	355	345
S460NH/NLH	460	440

Snervamento R_{eH} [MPa] – acciai a grano fine (M)

Gradi di acciaio	t < 16 mm	16 < t < 40 mm
S275MH/MLH	275	265
S355MH/MLH	355	345
S420MH/MLH	420	400



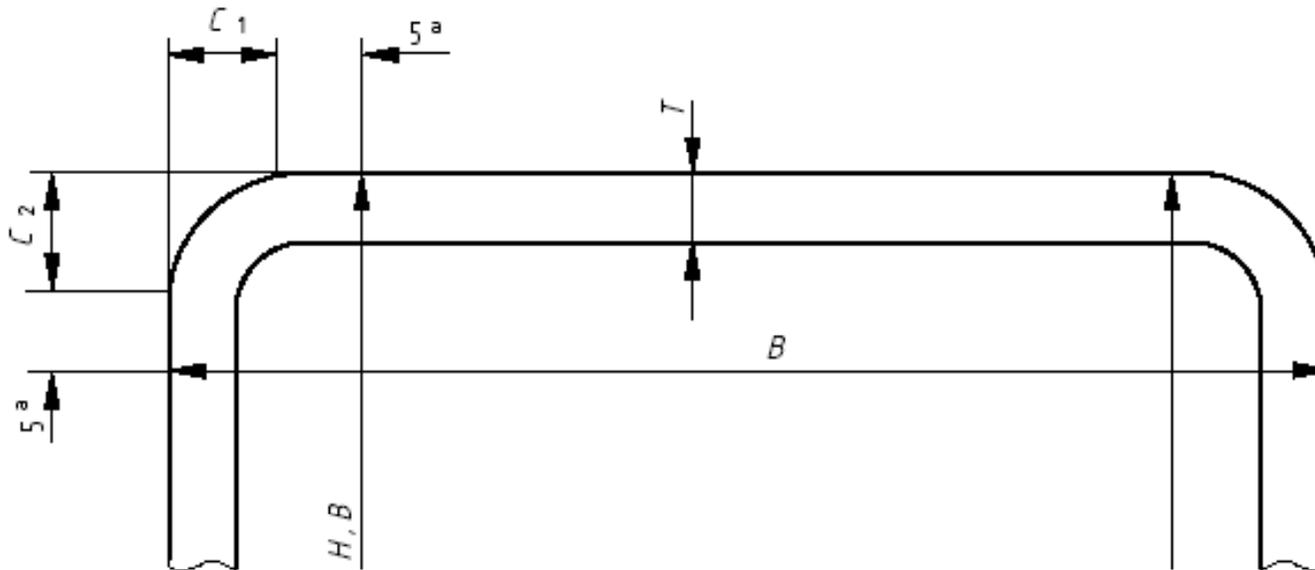
Tolleranze dimensionali profili cavi

- ✓ La norma **UNI EN 10210** specifica le tolleranze per i profili strutturali cavi finiti a caldo con uno **spessore sino a 120mm** e con sezioni circolari, rettangolari, quadrate ed ellittiche caratterizzate dalle seguenti geometrie:
 - ✓ Circolari – massimo diametro esterno D pari a 2500mm
 - ✓ Quadrate – dimensioni esterne della sezione sino a 800mm x 800mm
 - ✓ Rettangolari – dimensioni esterne della sezione sino a 750mm x 500mm
 - ✓ Ellittiche – dimensioni esterne della sezione sino a 500mm x 250mm

- ✓ La norma **UNI EN 10219** specifica le tolleranze per i profili strutturali cavi finiti a freddo con uno **spessore sino a 40mm** e con sezioni circolari, rettangolari e quadrate caratterizzate dalle seguenti geometrie:
 - ✓ Circolari – massimo diametro esterno D pari a 2500mm
 - ✓ Quadrate – dimensioni esterne della sezione sino a 500mm x 500mm
 - ✓ Rettangolari – dimensioni esterne della sezione sino a 500mm x 300mm

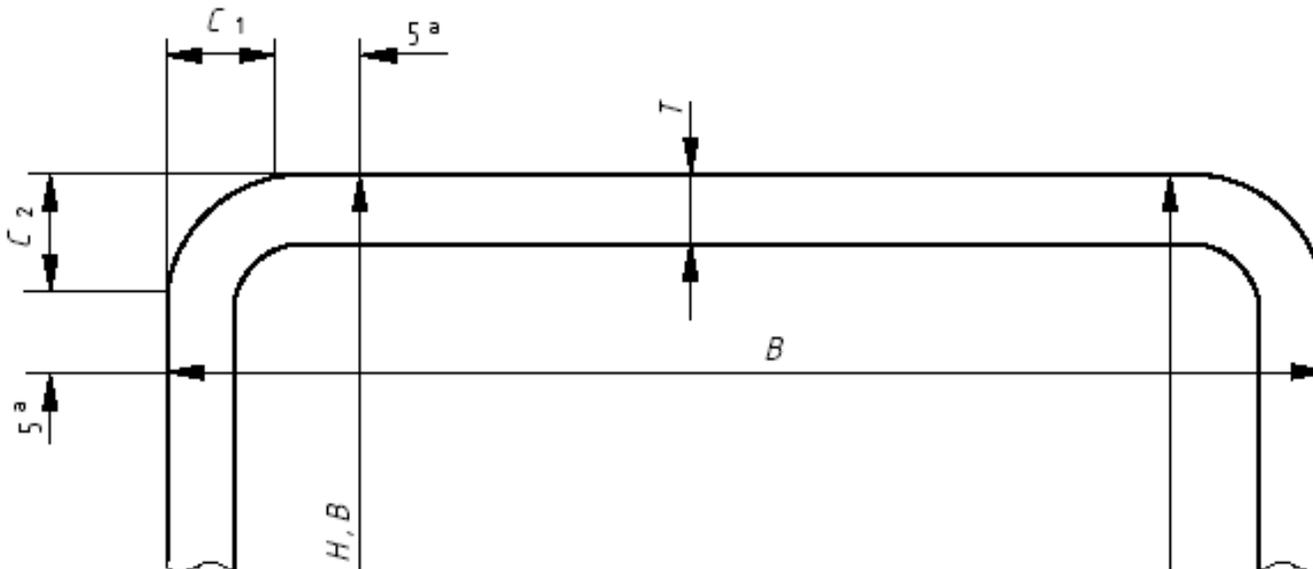
Tolleranze dimensionali profili cavi

- ✓ Lo spessore T del profilo cavo (quadrato-rettangolare) deve essere misurato a $2T$ dalla saldatura.
- ✓ La variazione dal valore nominale deve essere contenuta entro il 10% per il profili finiti a caldo
- ✓ Per il profili lavorati a freddo, invece, la variazione max è del 5% se $T_{nom} < 5\text{mm}$ e $\pm 5\text{mm}$ se $T_{nom} > 5\text{mm}$



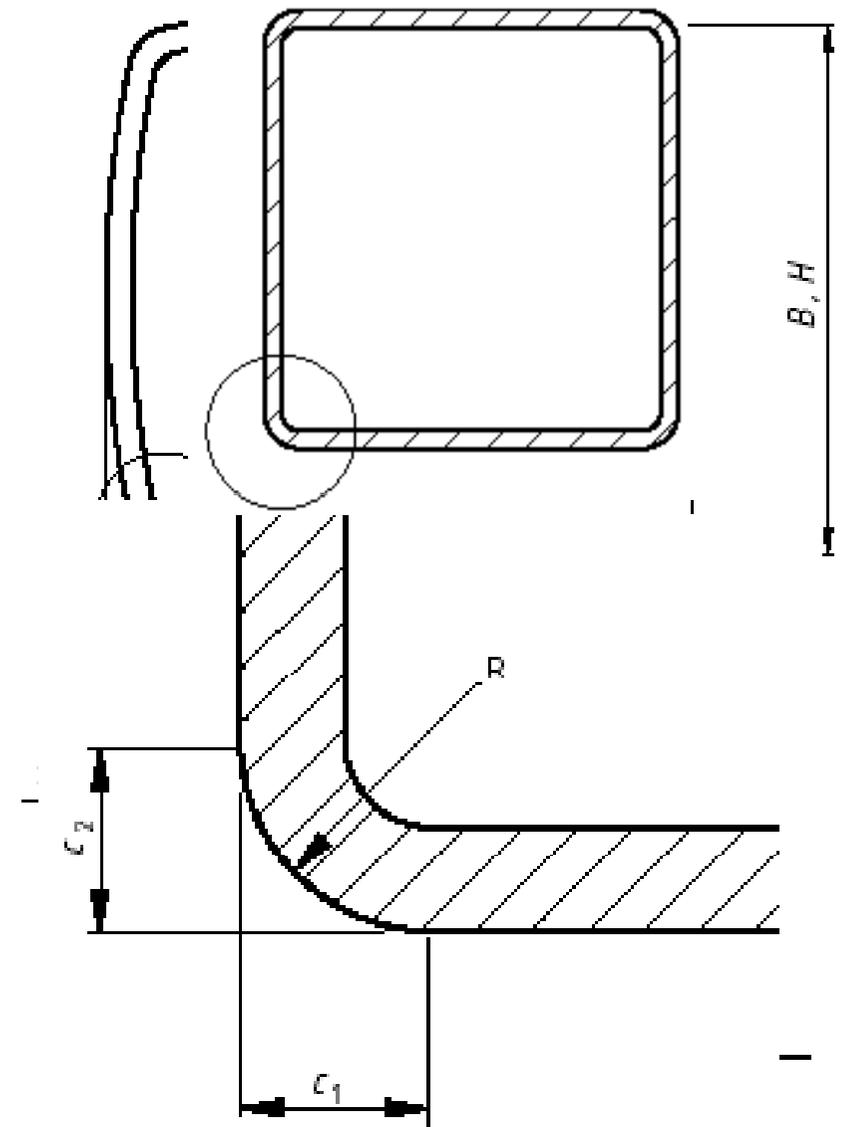
Tolleranze dimensionali profili cavi

- ✓ B è la larghezza della sezione, mentre H è l'altezza (rettangolari-quadrate)
- ✓ Se il profilo è finito a caldo le tolleranze su H e B sono pari all'1% e non superiori a $\phi 0,5\text{mm}$
- ✓ Se il profilo è lavorato a freddo invece si ha:
 - Se $H/B < 100$ – tolleranze pari a 1% e non superiori a $\phi 0,5\text{mm}$
 - Se $100 < H/B < 200$ – tolleranze pari a 0,8%
 - Se $H/B > 200$ – tolleranze pari a 0,6%



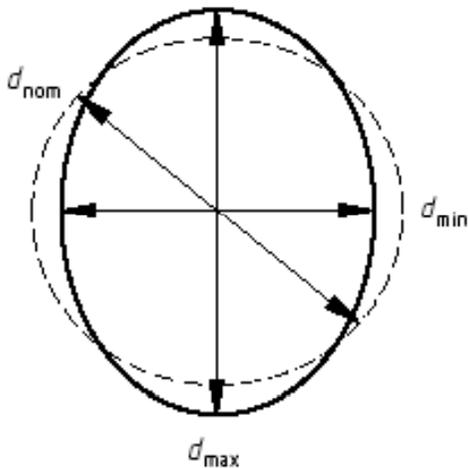
Tolleranze dimensionali profili cavi

- ✓ Nei profili cavi finiti a caldo la concavità /convessità accidentale del profilo è limitata imponendo che x_1 ed x_2 siano minori dell'1% del lato considerato
- ✓ Nei profili cavi lavorati a freddo, invece la concavità/convessità accidentale del profilo è limitata imponendo che x_1 ed x_2 siano minori dell'0,8% del lato considerato e non maggiori di 0,5 mm
- ✓ La tolleranza di normalità tra i lati della sezione è posta pari ad 1° sia per profili lavorati a caldo che a freddo
- ✓ C_1 e C_2 devono essere al massimo pari a $3T$ per profili lavorati a caldo
- ✓ Nel caso di profili lavorati a freddo, invece, dipende dallo spessore e comunque C_1 e C_2 assumono valori compresi tra $1,6T$ e $3,6T$



Tolleranze dimensionali profili cavi

- ✓ Nei profili cavi con sezione circolare la dimensione del raggio R ha una tolleranza pari all'1% sul diametro nominale con un valore minimo pari a $\pm 0,5\text{mm}$ ed un massimo pari a $\pm 1,0\text{mm}$
- ✓ Lo spessore ha una tolleranza pari al 10% per i profili formati a caldo mentre la tolleranza varia per quelli formati a freddo in funzione del diametro e dello spessore:
 - Se $D \leq 406,4\text{mm}$ la tolleranza è pari al 10% per spessori inferiori a 5mm e pari a 0,5mm per spessori superiori
 - Se $D > 406,4\text{mm}$ la tolleranza è pari al 10% con un massimo di $\pm 2\text{mm}$

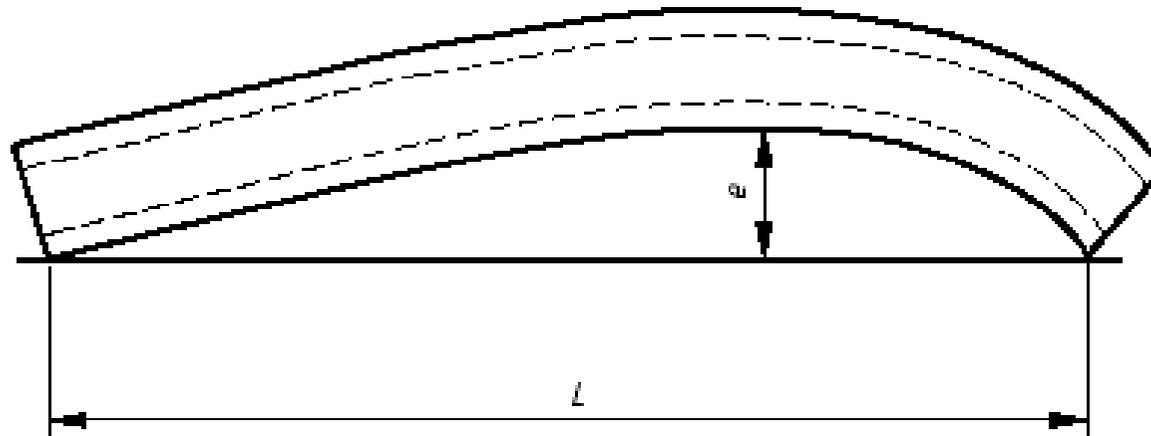


- La verifica di rotondità è condotta per tubi con rapporto $D/T < 100$; la tolleranza assunta è pari al 2% ed è stimata con la formula

$$\frac{d_{\max} - d_{\min}}{d_{\text{nom}}} \times 100 \leq 2$$

Tolleranze dimensionali profili cavi

- ✓ *La rettilineità del profilo a fine lavorazione deve essere controllata per evitare eccessive eccentricità, negative per l'impiego del profilo in ambito strutturale*
- ✓ *Il difetto di rettilineità e può assumere un valore pari a*
 - *0,2% della lunghezza complessiva (e 3mm ogni metro) nel caso delle sezioni lavorate a caldo e delle sezioni circolari lavorate a freddo*
 - *0,15% della lunghezza complessiva (e 3mm ogni metro) nel delle sezioni lavorate a freddo quadrate e rettangolari*



Profili sottili e lamine per impieghi strutturali

- ✓ Oltre ai profili per impieghi strutturali esiste una produzione siderurgica che fornisce materiali per la realizzazione di profili aperti caratterizzati da spessori sottili sagomati a freddo e di prodotti piani sottili sagomati a freddo.
- ✓ Nella tabella se ne riassumono le norme di riferimento ed alcune proprietà meccaniche

Gradi di acciaio	Standard di riferimento	f_{yb} [N/mm ²]	f_u [N/mm ²]
Nastri e lamiere di acciaio per impieghi strutturali, zincati a caldo in continuo – Condizioni tecniche di fornitura	EN 10147 [24]	220 - 350	300 - 420
Prodotti piani di acciaio laminato a freddo, microlegato e ad alto limite di snervamento per formatura a freddo	EN 10268 [25]	240 - 400	340 - 460
Nastri e lamiere di acciaio zincato a caldo ad alto limite di snervamento per stampaggio a freddo	EN 10292 [28]	240 - 400	340 - 460
Nastri e lamiere di acciaio rivestiti a caldo in continuo di lega zinco - alluminio (AZ)	EN 10214 [26]	220 - 350	300 - 420
Nastri e lamiere di acciaio rivestiti a caldo in continuo di lega alluminio – zinco (AZ)	EN 10215 [27]	220 - 320	300 - 390
Lamiere e nastri di acciaio a basso tenore di carbonio, zincati per immersione a caldo in continuo, per formatura a freddo	EN 10142 [22]	140	270

Acciai per strutture metalliche

- ✓ *La **Normativa Tecnica sulle Costruzioni** aggiornata ad gennaio 2008 afferma esplicitamente di fare **referimento** per i prodotti piani e lunghi alle norme **EN 10025**.*
- ✓ *Tutti i materiali devono essere in possesso del “certificato di controllo di produzione in fabbrica”.*
- ✓ *Per i **profilati cavi** si fa esplicito **referimento** alle norme **EN 10210-1** ed **EN 10219-1**.*
- ✓ *I limiti di saldabilità degli acciai impiegati fanno riferimento alle composizioni massime fornite nelle tabelle delle norme di prodotto EN.*
- ✓ *Per la verifica di fragilità alle basse temperature la norma tecnica impone di individuare se possibile le reali condizioni termiche in cui l'elemento strutturale opererà.*

Prodotti in acciaio per le costruzioni

✓ *Fra i prodotti in acciaio per le costruzioni si distinguono prodotti ottenuti da:*

- *semplice laminazione*
- *prodotti ottenuti da successive lavorazioni dei prodotti laminati.*

Prodotti piani di laminazione		Prodotti lunghi di laminazione	
Piatti, lamiere, nastri		Travi laminate, prodotti cavi laminati	
Lavorazioni a freddo	Taglio e composizione per saldatura	Piegatura e saldatura	Taglio e composizione per saldatura
Prodotti sottili: - lamiere ondulate - lamiere grecate - profili sottili - pannelli precoibentati	Travi composte saldate	Tubi saldati	Travi integrate Travi alveolari

Prodotti in acciaio per le costruzioni: prodotti piani

- ✓ *I prodotti piani di laminazione sono prodotti con sezione retta quasi rettangolare e con larghezza molto maggiore dello spessore:*
 - *Prodotti sottili, se il loro spessore è minore di 3 mm;*
 - *Prodotti grossi, se il loro spessore è maggiore o uguale a 3 mm.*

- ✓ *Si distinguono in:*
 - *Lamiere*
 - *Nastri*
 - *Piatti e larghi piatti*

- ✓ *Tramite successive lavorazioni di lamiere, nastri e piatti si ottengono elementi strutturali usualmente utilizzati nella realizzazione delle costruzioni*

Lamiere grecate

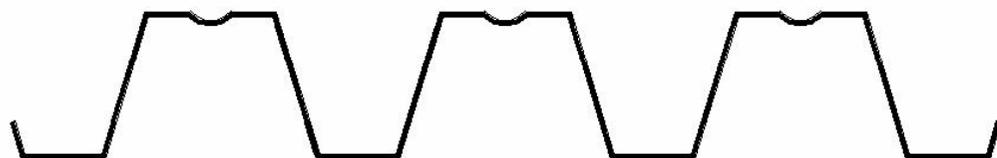
- ✓ Le **lamiere grecate** sono prodotti sottili (con spessori in genere variabili fra 0,5 e 3 mm) caratterizzati dalla presenza di nervature longitudinali rettangolari, triangolari o trapezoidali ottenute mediante **formatura a freddo di lamiere o nastri laminati** previa operazione di decapaggio

	Spessore (mm)		Massa (kg/m)	
	da:	a:	da:	a:
	0,6	1	5	8
	Semplici			
	Spessore (mm)		Massa (kg/m)	
	da:	a:	da:	a:
	0,6	1	6	10
	Semplici			
	Spessore (mm)		Massa (kg/m)	
	da:	a:	da:	a:
	0,6	1	6	10
	Per pannelli sandwich			

Lamiere grecate

	Spessore (mm)		Massa (kg/m)	
	da:	a:	da:	a:
	0,6	1	6	10
	Per pannelli sandwich			
	Spessore (mm)		Massa (kg/m)	
	da:	a:	da:	a:
	0,6	1	6	10
	Per pannelli sandwich			
	Spessore (mm)		Massa (kg/m)	
	da:	a:	da:	a:
	0,6	1,2	7	15
	Per pannelli sandwich			
	Spessore (mm)		Massa (kg/m)	
	da:	a:	da:	a:
	0,6	1,2	8	15
	Per coperture deck			
	Spessore (mm)		Massa (kg/m)	
	da:	a:	da:	a:
	0,6	1,5	8	20
	Per coperture deck			

Lamiere grecate



Spessore (mm)

Massa (kg/m)

da:

a:

da:

a:

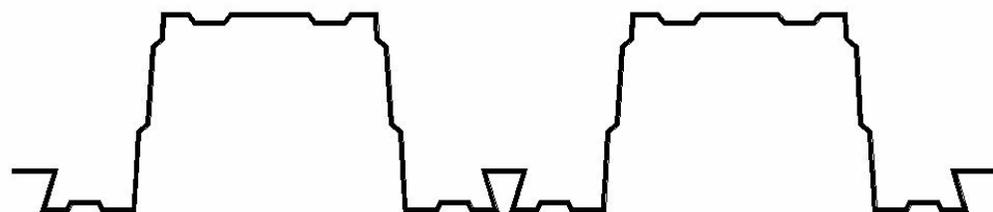
0,6

1,2

10

20

Per coperture deck



Spessore (mm)

Massa (kg/m)

da:

a:

da:

a:

0,8

1,35

13

22

Per grandi luci

- ✓ Le lamiere grecate vengono immesse sul mercato generalmente dopo aver subito trattamenti protettivi superficiali, solitamente zincatura e/o preverniciatura.
- ✓ A seconda del trattamento superficiale protettivo subito dalle lamiere grecate si distinguono: lamiere zincate, lamiere zincate alluminate (Aluzinc) e lamiere preverniciate

✓ Lamiere zincate:

- *Applicazione di un **rivestimento di zinco** attraverso l'immersione delle lamiere, che devono essere esenti da impurità superficiali, in un bagno di zinco fuso, nel quale sono presenti anche eventuali elementi aggiuntivi, conferendo alla lamiera caratteristiche di infrangibilità e di ridotte dilatazioni termiche, oltre che di protezione dagli agenti atmosferici esterni*

✓ Lamiere alluminate:

- *Metodo simile a quello delle lamiere zincate, dove però il **rivestimento** è caso composto da una **lega di Alluminio, Zinco e Silicio***

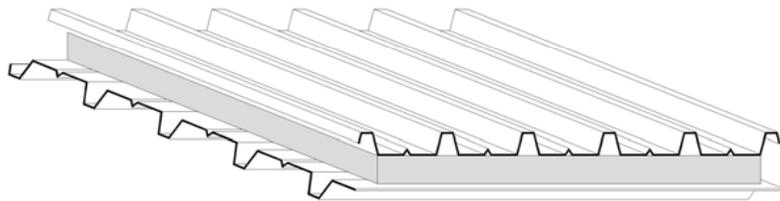
✓ Lamiere pre-verniciate:

- *Si applica alla lamiera lo strato di vernice protettiva è detto **Coil Coating**: verniciatura a ciclo continuo in grado di garantire una **applicazione perfettamente uniforme del film protettivo**, con conseguenti ottime prestazioni di resistenza agli agenti atmosferici, e di tenuta del colore.*

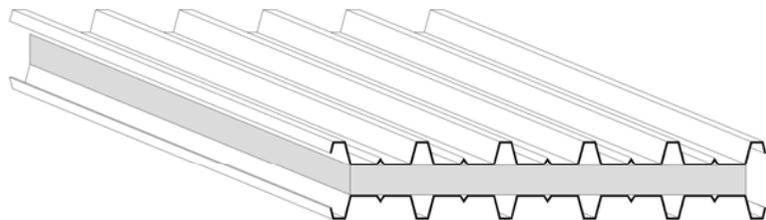
Le lamiere grecate possono essere impiegate sia come involucro degli edifici che con funzione strutturale portante.

Lamiere grecate come involucro degli edifici

- ✓ Nell'ambito dell'involucro degli edifici, le lamiere grecate sono solitamente utilizzate in abbinamento a pannelli isolanti e/o strati impermeabilizzanti, nell'ambito di pareti o coperture:
 - coperture o pareti semplici sono realizzate mediante semplice applicazione di lamiera grecata sull'orditura metallica portante;
 - coperture o pareti sandwich in opera sono realizzate interponendo fra due lamiere uno o più strati isolanti;



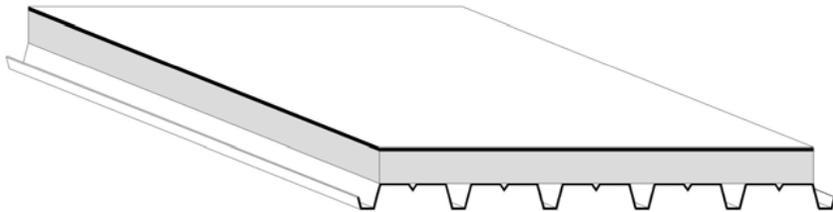
(a) La lamiera inferiore o interna è disposta con le grecature ortogonali alla linea di massima pendenza, mentre la lamiera superiore ha le nervature parallele alla linea di massima pendenza.



(b) Le grecature delle due lamiere sono entrambe dirette secondo la linea di massima pendenza.

Lamiere grecate come involucro degli edifici

- ✓ coperture Deck in opera sono realizzate con un solo foglio di lamiera grecata in associazione a pannelli isolanti e manti impermeabili



L'elemento grecato è disposto inferiormente con le nervature normali o parallele alla pendenza del tetto, sovrastante manto isolante incollato, a sua volta protetto da un manto impermeabile



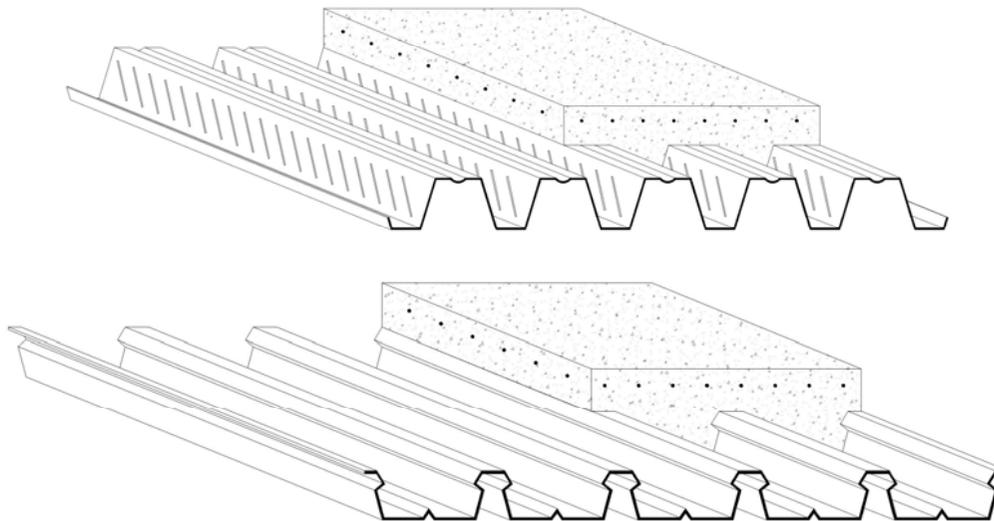
Lamiere grecate con funzione portante

- ✓ *Nella loro forma più semplice, questi solai sono realizzati semplicemente con fogli di lamiera grecata.*
- ✓ *L'ampiezza delle luci che la lamiera grecata è capace di coprire, varia prevalentemente in funzione dello spessore del foglio, della profondità delle nervature e della distanza tra una nervatura e l'altra.*
- ✓ *La lamiera grecata è spesso utilizzata come cassaforma a perdere per un getto di calcestruzzo integrativo, armato con una rete metallica che viene sostenuta dalla lamiera stessa fino a quando il calcestruzzo non indurisce.*
- ✓ *Gli impalcati cellulari, che utilizzano fogli di lamiera grecata sovrapposti e saldati a fogli di lamiera piana, sono capaci, grazie alle loro doti di elevata rigidità, di sostenere i normali carichi gravanti su un solaio anche senza getto di calcestruzzo integrativo.*

Lamiere grecate con funzione portante

Solai in struttura mista acciaio – calcestruzzo

Questo tipo di solaio, prevede un **getto di completamente strutturale** in cls su una lamiera grecata; l'unione del calcestruzzo alla lamiera è assicurata da opportune lavorazioni superficiali (bugnature) sulle costole delle nervature, o da particolari conformazioni della sezione trasversale.



Connessione lamiera - calcestruzzo per ingranamento meccanico mediante bugnature realizzate sulla superficie delle nervature

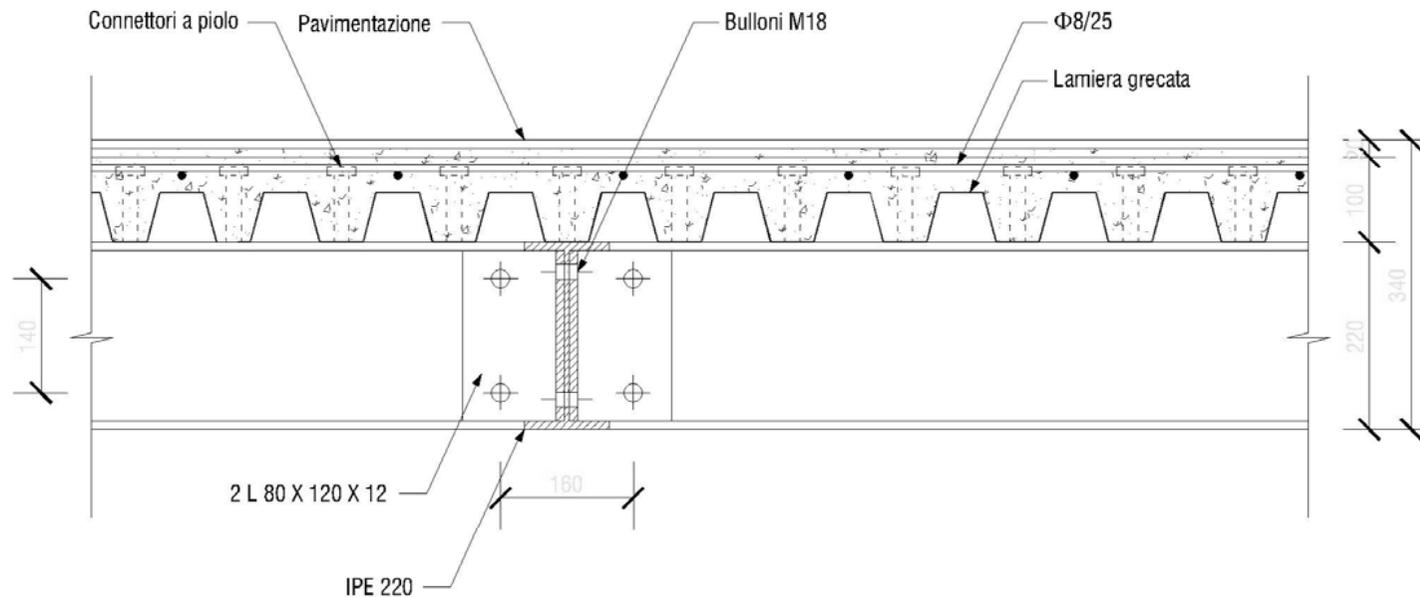
Connessione lamiera – calcestruzzo ottenuta mediante particolare conformazione della sezione trasversale della lamiera

Lamiere grecate con funzione portante

Solai in struttura mista acciaio – calcestruzzo

La lamiera ha la funzione di cassero durante la costruzione e costituisce parte o tutta l'armatura longitudinale dopo l'indurimento del calcestruzzo.

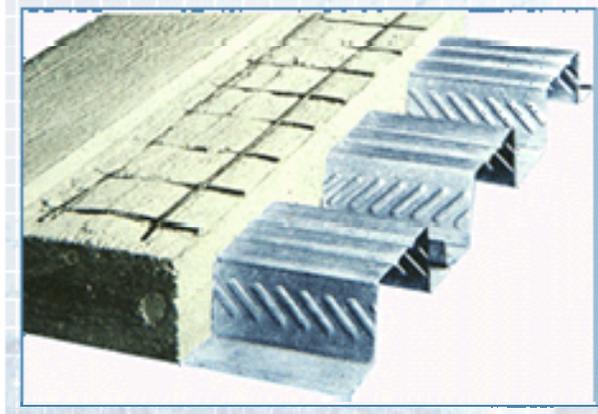
Il solaio misto è realizzato estendendo l'effetto di collaborazione strutturale alle travi di orditura del solaio: prima di effettuare il getto, sulle travi vengono fissati mediante saldatura ad arco dei peni metallici (pioli), che, attraversando la lamiera, rendono solidali le travi di acciaio del solaio ed il sovrastante getto in calcestruzzo.



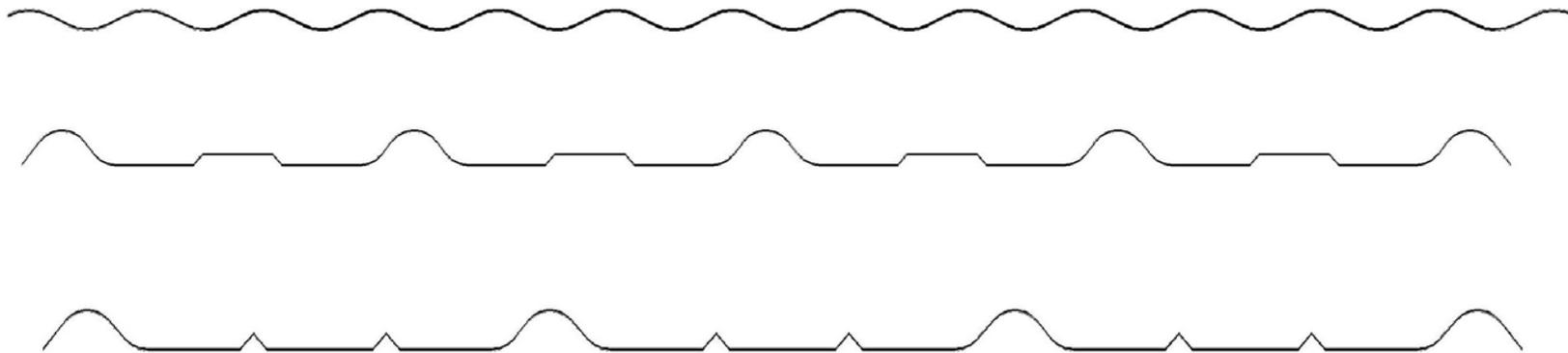
Lamiere grecate con funzione portante

Solai in struttura mista acciaio – calcestruzzo

E' in genere utilizzato nelle costruzioni di elevata altezza per ottenere grandi capacità portanti di solaio e pesi ottimizzati

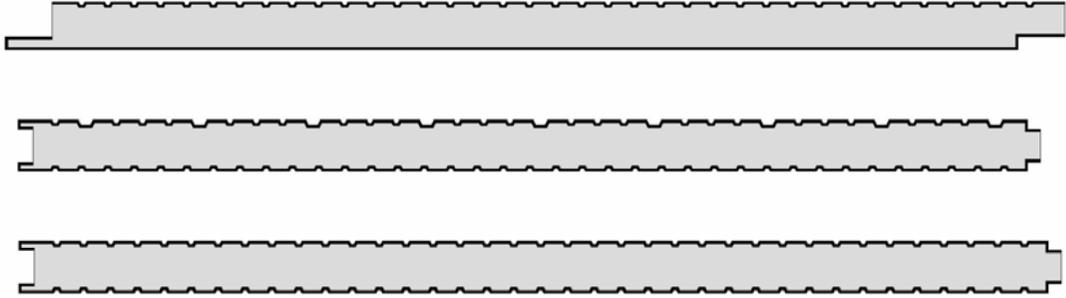


- ✓ *Le lamiere ondulate sono prodotti piani, generalmente utilizzati per coperture o rivestimenti di pareti, che presentano delle ondulazioni longitudinali*
- ✓ *simili alle lamiere grecate, la differenza sostanziale fra con queste ultime consiste nella grandezza e frequenza delle ondulazioni, nonché nella eventuale presenza di nervature a spigoli vivi;*
- ✓ *in quest'ultimo caso il prodotto può essere considerato a metà strada fra lamiera ondulata e lamiera grecata.*



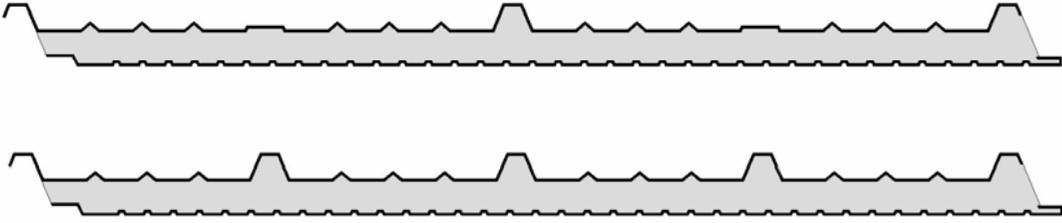
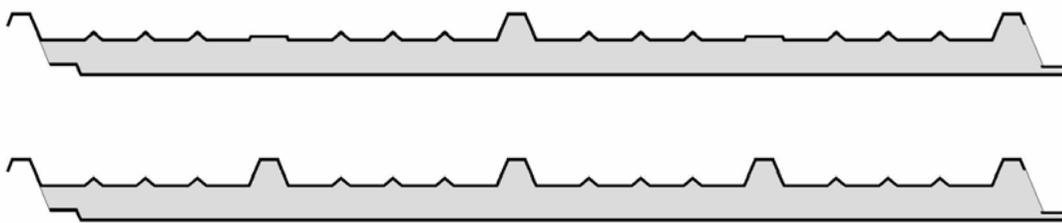
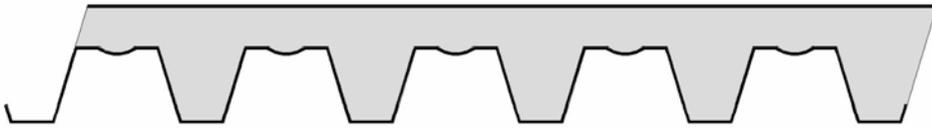
Pannelli pre-coibentati

- ✓ Sono pannelli multipli prefabbricati costituiti da due paramenti di lamiera grecata e anima isolante.

Pannelli precoibentati per parete		
	Dimensioni (mm)	
	Larghezza pannello	1000
	Lunghezza pannello	a richiesta
	Spessore pannello	max 200
Spessore lamiera	0,5 + 0,5	

- ✓ Le lamiere utilizzate per i pannelli precoibentati presentano le stesse caratteristiche meccaniche e fisiche delle lamiere grecate.
- ✓ I materiali di riempimento che vengono solitamente utilizzati sono:
 - resine poliuretatiche;
 - fibre minerali..

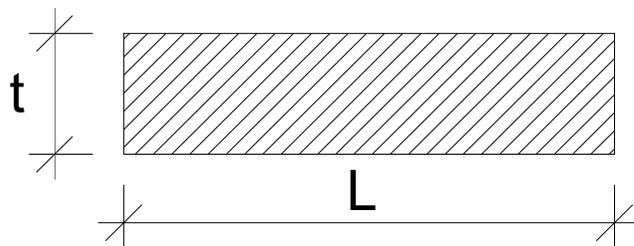
Pannelli pre-coibentati

Pannelli precoibentati per copertura		
	Dimensioni (mm)	
	Larghezza pannello	1000
	Lunghezza pannello	a richiesta
	Spessore pannello	max 170
	Spessore lamiera	0,6 + 0,5
	Dimensioni (mm)	
	Larghezza pannello	1000
	Lunghezza pannello	a richiesta
	Spessore pannello	max 170
	Spessore lamiera	0,6 + 0,6
Pannello utilizzabile anche in posizione rovesciata		
	Dimensioni (mm)	
	Larghezza pannello	710
	Lunghezza pannello	a richiesta
	Spessore pannello	max 100
	Spessore lamiera	0,8 + 0,8

- ✓ I pannelli precoibentati sono prevalentemente impiegati per la realizzazione dell'involucro degli edifici

Piatti e larghi piatti

- ✓ Il piatto è un prodotto piano di larghezza maggiore di 150 mm e minore o uguale a 1250 mm ed il cui spessore è generalmente maggiore di 4 mm, sempre fornito piatto, cioè non avvolto.
- ✓ Gli spigoli che devono essere vivi; il piatto è laminato a caldo su tutte le quattro facce.
- ✓ La distinzione fra piatto e largo piatto tiene conto del valore della larghezza e del prodotto larghezza per spessore che fornisce il peso a metro lineare.
- ✓ Le dimensioni dei piatti sono in generale molto varie.



t = spessore del piatto

L = larghezza del piatto

Prodotti piani in acciaio per le costruzioni

Larghezza L [mm]	Spessore t [mm]															
	5	6	7	8	10	12	14	15	16	18	20	25	30	35	40	
Piatti	40	1,5	1,8	2,2	2,5	3,1	3,7	4,4	4,7	-	-	-	-	-	-	
	50	1,9	2,3	2,7	3,1	3,9	4,7	5,5	5,8	-	-	-	-	-	-	
	60	2,3	2,8	3,3	3,7	4,7	5,6	6,5	7,1	-	-	-	-	-	-	
	70	2,7	3,3	3,8	4,4	5,5	6,5	7,6	8,2	-	-	-	-	-	-	
	80	3,1	3,7	4,4	5,1	6,2	7,5	8,7	9,4	-	-	-	-	-	-	
	90	3,5	4,2	4,9	5,6	7,0	8,4	9,8	10,6	-	-	-	-	-	-	
	100	3,9	4,7	5,5	6,2	7,8	9,4	10,9	11,7	12,5	14,1	15,7	19,6	-	-	
Larghi piatti	110	-	-	-	6,9	8,6	10,3	12,1	12,9	13,8	15,5	17,2	21,5	-	-	
	120	-	-	-	7,5	9,4	11,3	13,1	14,1	15,1	16,9	18,8	23,5	-	-	
	130	-	-	-	8,1	10,2	12,2	14,2	15,3	16,3	18,3	20,4	25,5	-	-	
	140	-	-	-	8,7	10,9	13,1	15,3	16,4	17,5	19,7	21,9	27,4	-	-	
	150	-	-	-	9,4	11,7	14,1	16,4	17,6	18,8	21,2	23,5	29,4	-	-	
	160	-	-	-	10,0	12,5	15,1	17,5	18,8	20,1	22,6	25,1	31,4	-	-	
	180	-	-	-	11,3	14,1	16,9	19,7	21,2	22,6	25,4	28,2	35,3	-	-	
	200	-	-	-	12,5	15,7	18,8	21,9	23,5	25,1	28,2	31,4	39,2	47,1	55,0	62,8
	220	-	-	-	-	17,2	20,7	-	25,9	-	-	34,5	43,1	51,8	60,4	69,1
	250	-	-	-	-	19,6	23,5	-	29,4	-	-	39,2	49,1	58,9	68,7	78,5
	300	-	-	-	-	23,5	28,2	-	35,3	-	-	47,1	58,8	70,7	82,4	94,2
350	-	-	-	-	27,4	32,9	-	41,2	-	-	54,9	68,6	82,4	96,2	109,9	
400	-	-	-	-	31,4	37,6	-	47,1	-	-	62,8	78,5	94,2	109,9	125,6	

Piatti e larghi piatti: travi composte saldate

- ✓ *Le travi composte saldate sono realizzate mediante saldatura di lamiere e larghi piatti aventi spessori solitamente maggiori di 12 mm*
- ✓ *Questa tecnica permette di ottenere, mediante semplici operazioni di saldatura, profili dalle forme e dimensioni altrimenti non ottenibili con la normale laminazione a caldo.*
- ✓ *L'impiego delle travi composte saldate nel mondo delle costruzioni ha subito un notevole incremento negli ultimi anni soprattutto nell'ingegneria dei ponti*
- ✓ *L'utilizzo delle lamiere grosse (heavy plates) ad elevata resistenza offre la possibilità di ridurre notevolmente le dimensioni delle sezioni.*



Prodotti lunghi: travi laminate

Si intendono per travi laminate i prodotti laminati a caldo la cui sezione retta ricorda le lettere I, H, U, L ed aventi le caratteristiche seguenti:

- *la loro altezza è maggiore o uguale a 80 mm;*
- *la superficie delle anime è raccordata mediante arrotondamenti alle facce interne delle ali;*
- *le ali sono normalmente simmetriche e di larghezza uguale;*
- *le facce esterne sono delle ali parallele;*
- *le ali sono di spessore decrescente dall'anima verso il bordo, o di spessore costante*

Le travi laminate sono designate con una sequenza alfanumerica del tipo:

IPE 180 S 235 J0

IPE *la sigla identificativa della forma del profilo*

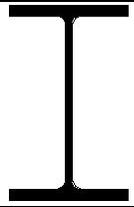
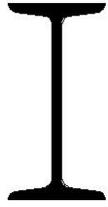
180 *il valore dell'altezza del profilo*

S 235 J0 *la sequenza alfanumerica indicante le caratteristiche dell'acciaio*

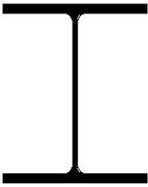
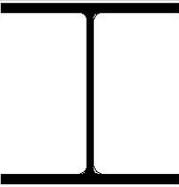
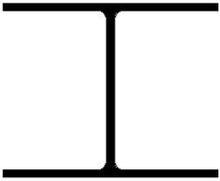
Prodotti lunghi: travi laminate

Si distinguono inoltre:

- profilati di base aventi spessori di anima e di ali considerati come normali;
- profilati sottili o alleggeriti con ali e/o anima di minore spessore;
- profilati rinforzati con ali e/o anima di maggiore spessore
- travi ad ali strette e medie in cui la larghezza della ali è minore di $0,66 h$ del profilo;
- travi ad ali larghe in cui la larghezza delle ali è maggiore di $0,66$ volte l'altezza del profilo;
- colonne in cui la larghezza delle ali è maggiore di $0,8$ volte l'altezza del profilo.

	IPE – travi a I ad ali parallele					
	Dimensioni (h - mm)				Massa (kg/m)	
	da:		a:		da:	a:
	IPE 80	80	IPE 750	750	5,0	196,0
	IPN – travi a I ad ali inclinate					
	Dimensioni (h - mm)				Massa (kg/m)	
	da:		a:		da:	a:
	IPN 80	80	IPN 600	600	5,9	199

Prodotti lunghi: travi laminate

	HE – travi a H ad ali larghe					
	Dimensioni (h - mm)				Massa (kg/m)	
	da:		a:		da:	a:
	HE 100	100	HE 1000	1000	12,2	584
	HL – travi ad ali extra-larghe					
	Dimensioni (h - mm)				Massa (kg/m)	
	da:		a:		da:	a:
	HL 920	920	HL 1100	1100	342	499
	HD – colonne ad ali larghe					
	Dimensioni (h - mm)				Massa (kg/m)	
	da:		a:		da:	a:
	HD 260	260	HD 400	400	54,1	1086
	HP – colonne portanti ad ali larghe					
	Dimensioni (h - mm)				Massa (kg/m)	
	da:		a:		da:	a:
	HP 200	200	HP 400	400	42,5	231

Prodotti lunghi: travi laminate

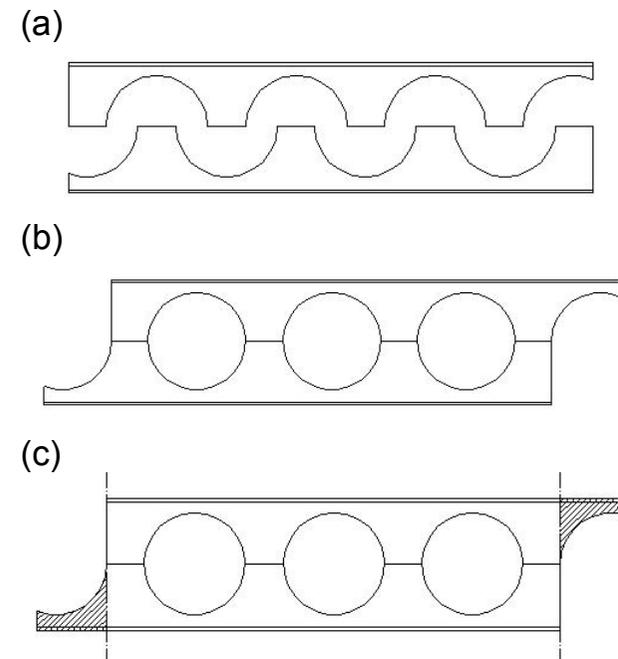
	UPE – travi a U ad ali parallele					
	Dimensioni (h – mm)				Massa (kg/m)	
	da:		a:		da:	a:
	UPE 80	80	UPE 400	400	7,90	72,2
	UPN – travi a U ad ali inclinate					
	Dimensioni (h - mm)				Massa (kg/m)	
	da:		a:		da:	a:
	UPN 80	80	UPN 400	400	8,65	71,8
	U – travi a U ad ali inclinate					
	Dimensioni (h - mm)				Massa (kg/m)	
	da:		a:		da:	a:
	U 40 x 20	40	U 65 x 42	65	2,87	7,09
	L – angolari a lati uguali					
	Dimensioni (h - mm)				Massa (kg/m)	
	da:		a:		da:	a:
	L 20 x 20 x 3	20	L 250 x 250 x 35	250	0,9	128
	L – angolari a lati disuguali					
	Dimensioni (h - mm)				Massa (kg/m)	
	da:		a:		da:	a:
	L 120 x 80 x 8	120	L 200 x 100 x 14	200	12,2	31,6

Prodotti lunghi: travi alveolari

- ✓ Le travi alveolari sono prodotti realizzati tramite ossitaglio di un profilo di base laminato a caldo, (IPE, HE, HL) e successiva saldatura delle parti ottenute a seguito del taglio stesso.

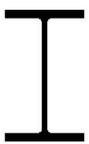
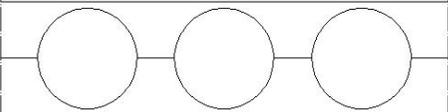
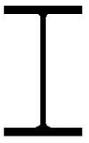
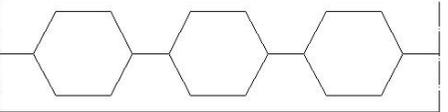
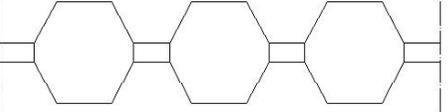


- a) Ossitaglio e separazione delle parti del profilo
- b) Assemblaggio e saldatura della parti tagliate
- c) Taglio delle parti eccedenti



Prodotti lunghi: travi alveolari

- ✓ A seconda dell'andamento della linea di taglio e del metodo di assemblaggio, questa tecnica consente di fornire:
- travi con foro circolare;
 - travi con foro esagonale;
 - travi con foro ottagonale;

			Travi alveolari a fori circolari					
			Dimensioni (h – mm) profilo di base				Altezza (mm)	
			da:		a:		da:	a:
			IPE 200	200	IPE 750	750	300	1300
			HE 260	260	HE 1000	1000	400	1700
HL 920	920	HL 1100	1100	1400	1840			
			Travi alveolari a fori esagonali					
			Dimensioni (h – mm) profilo di base				Altezza (mm)	
			da:		a:		da:	a:
			IPE 200	200	IPE 750	750	300	1155
			HE 260	260	HE 1000	1000	375	1580
HL 920	920	HL 1100	1100	1390	1680			
			Travi alveolari a fori ottagonali					
			Dimensioni (h – mm) profilo di base				Altezza (mm)	
			da:		a:		da:	a:
			IPE 200	200	IPE 750	750	400	1540
			HE 260	260	HE 1000	1000	500	2100
HL 920	920	HL 1100	1100	1850	2230			

Prodotti lunghi: travi alveolari

- ✓ *Le travi alveolari sono disponibili in molteplici combinazioni geometriche in termini di altezza finale, diametro dei fori e loro spaziatura, sono utilizzate prevalentemente nella realizzazione di tetti di copertura, solai ed orizzontamenti, e possono offrire i seguenti vantaggi:*
 - *a parità di peso un aumento dell'altezza della trave e dell'inerzia;*
 - *un facile passaggio delle tubazioni attraverso l'anima della trave;*
 - *ottimizzazione del rapporto rigidità/peso;*
 - *maggior trasparenza della struttura grazie alle aperture apportate nelle anime dei profili.*



Prodotti lunghi: profili cavi

I tubi, fabbricati con l'ausilio di saldature, sono ottenuti mediante formatura a caldo o a freddo, su profilo circolare, di un prodotto piano laminato a caldo o a freddo i cui bordi vengono quindi saldati; la saldatura può essere longitudinale o elicoidale.

Per la designazione dei profili cavi si utilizza una sequenza alfanumerica del tipo:

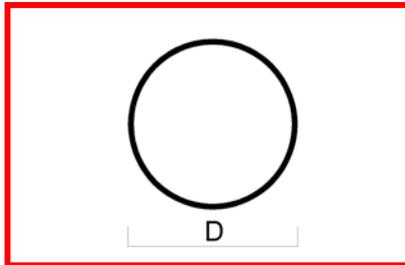
CFRHS S 235 J0 100x100x8

CFRHS *la sigla identificativa di forma e finitura del profilo (profilo rettangolare formato a freddo)*

S 235 J0 *la sequenza alfanumerica indicante le caratteristiche dell'acciaio*

100x100x8 *le caratteristiche dimensionali del prodotto*

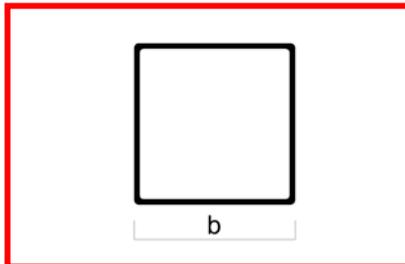
Prodotti lunghi: profili cavi



Profili cavi a sezione circolare					
Spessore (mm)		Dimensioni (D - mm)		Massa (kg/m)	
da:	a:	da:	a:	da:	a:
2,3	25	21	1219	1,1	736

HFCHS

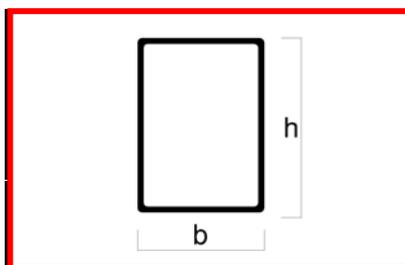
CFCHS



Profili cavi a sezione quadrata					
Spessore (mm)		Dimensioni (b - mm)		Massa (kg/m)	
da:	a:	da:	a:	da:	a:
2	20	20	400	1,1	235

HFSHS

CFSHS



Profili cavi a sezione rettangolare					
Spessore (mm)		Dimensioni (b x h - mm)		Massa (kg/m)	
da:	a:	da:	a:	da:	a:
2,5	20	25 x 50	300 x 500	2,7	20

HFRHS

CFRHS

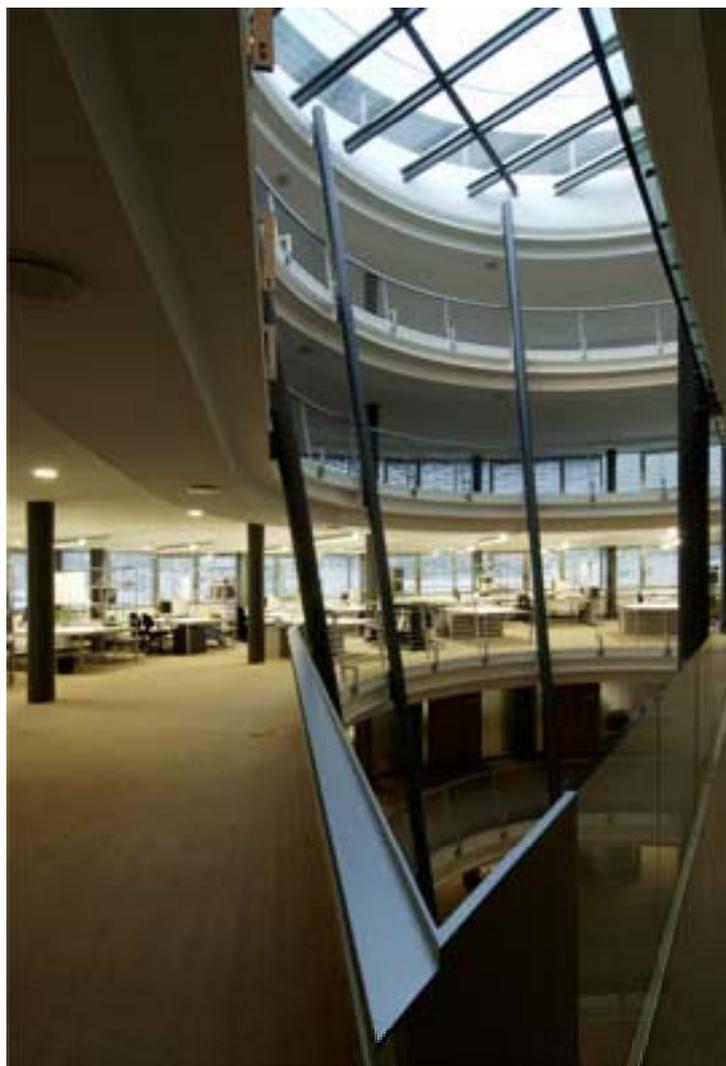
Prodotti lunghi: travi laminate (esempi realizzativi)



Prodotti lunghi: travi laminate (esempi realizzativi)



Prodotti lunghi: travi laminate (esempi realizzativi)



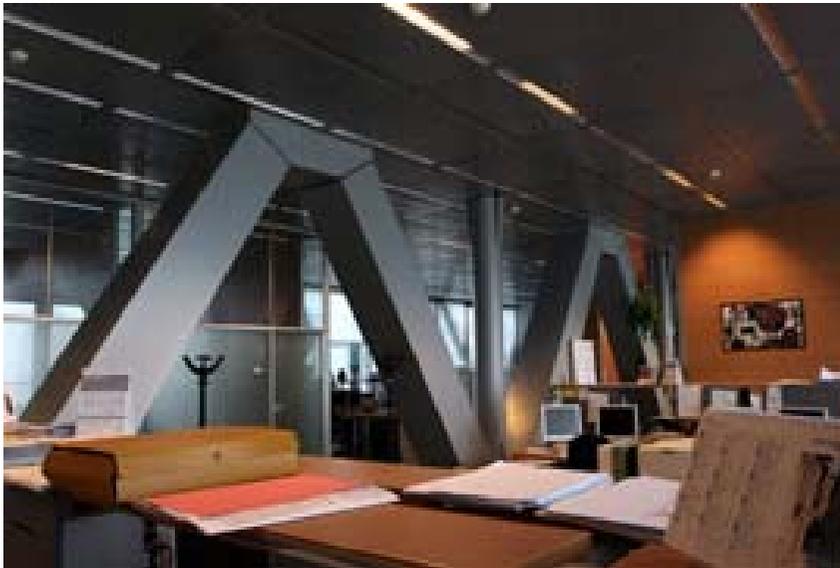
Prodotti lunghi: travi laminate (esempi realizzativi)



Prodotti lunghi: profili cavi (esempi realizzativi)

L'utilizzo dei profili cavi nel mondo delle costruzioni è molto vasto, permettendo oltre che un ampio numero di soluzioni tecnologiche, anche una ricchezza formale ed una espressività architettonica notevoli.

Fra gli impieghi in cui i prodotti cavi possono essere utilizzati, può essere senz'altro ricordata la realizzazione di strutture reticolari di ampi spazi coperti come nel caso di strutture sportive e ricettive.



Prodotti lunghi: profili cavi (esempi realizzativi)

