

3. TUBI E PROFILI CAVI

3.1 PRESENTAZIONE GENERALE

Introduzione

Di seguito sono riportate le caratteristiche dei profili cavi e dei tubi impiegati nella costruzione metallica e in diverse industrie meccaniche e di costruzioni quali l'automobile, i mobili metallici...

Le gamme delle dimensioni dei profili riportate corrispondono a quelle delle norme europee in vigore o in progetto o a quelle delle norme italiane in vigore.

Procedimento di fabbricazione

La descrizione succinta dei procedimenti di fabbricazione è data dalla norma UNI EN 10079: Definizione dei prodotti di acciaio.

Tubi senza saldature (§ 3.10.2):

Tubi fabbricati mediante foratura di un prodotto pieno, lingotto, biletta o barre, da cui si ottiene uno sbizzato. Tale sbizzato viene quindi trasformato in tubo mediante laminazione, estrusione o trafilatura su mandrino. Tale operazione può concludersi con una riduzione della sezione mediante laminazione o trafilatura, a caldo o freddo.

I tubi possono altresì essere fabbricati mediante colata centrifuga.

Tubi saldati (§ 3.10.3)

Tubi fabbricati mediante formatura su profilo circolare di un prodotto piano laminato a caldo o a freddo i cui bordi vengono quindi saldati.

Le saldature possono essere longitudinali o elicoidali.

Fabbricazione dei tubi saldati formati a freddo

Si utilizza un nastro laminato a freddo o a caldo (si può prevedere un decapaggio preliminare) per la formatura a freddo in profilo a sezione circolare e la saldatura longitudinale:

- saldatura per resistenza elettrica
- saldatura per induzione
- saldatura con protezione di gas neutro ed elettrodi in fusibili (TIG)
- saldatura ad arco sommerso sotto usso in polvere

Il tubo tondo così ottenuto subisce in seguito delle operazioni di nitura (raschiatura e eliminazione del cordone di saldatura esterno, raddrizzamento e taglio a lunghezza, ...).

La fabbricazione dei tubi a sezione quadrata o rettangolare avviene per sagomatura di un tubo a sezione circolare attraverso una gabbia di rulli di formatura che agiscono in continuo per ottenere la forma finale desiderata.

Fabbricazione dei tubi saldati formati a caldo

Per questa categoria di prodotti, si utilizza sempre un nastro laminato a caldo. La formatura dal tubo tondo avviene generalmente a freddo come precedentemente con saldatura per induzione, seguito da un riscaldamento in un forno di riscaldamento a tunnel ad una temperatura di circa 1100° C.

Per i prodotti di grandi dimensioni, le niture a caldo consistono in un trattamento termico per la eliminazione delle tensioni interne derivanti dalla formatura a freddo e dalla saldatura. L'operazione si svolge in un forno di rinvenimento ad una temperatura di circa 600° C.

Le operazioni di nitura sono identiche a quelle realizzate sui tubi formati a freddo.

Procedimento utilizzato per i profili di diametro < 244 mm

- srotolamento del nastro
- formatura a freddo del tubo tondo base con saldatura per induzione
- taglio del tubo in pezzi di lunghezza 100 / 120 m
- riscaldamento di normalizzazione e messa a temperatura di laminazione del tubo base
- laminazione-sagomatura in un impianto con rulli per la riduzione per stiramento
- raffreddamento
- nitura

Nota: L'impianto per la riduzione e lo stiramento consente di realizzare diverse dimensioni partendo dallo stesso formato di base e, contemporaneamente, di sagomare le forme dei profili quadrati o rettangolari tramite una serie di rulli.

2. Procedimento utilizzato per i profili di diametro 244 fino a 406.4 mm

- srotolamento del nastro
- formatura a freddo del tubo tondo base con saldatura per induzione
- sagomatura a freddo in continuo per realizzare i profilati tondi, quadrati e rettangolari
- taglio del tubo in pezzi di lunghezza commerciale
- riscaldamento a 600 ° C per la eliminazione delle tensioni di formatura del tubo
- raffreddamento
- finiture

Campi di applicazioni

Classificazione

I tubi saldati formati a freddo o a caldo possono essere utilizzati sia per impieghi strutturali nella costruzione metallica, sotto la denominazione profili cavi sia in impieghi vari sotto la generica denominazione tubi.

I profili cavi rispondono alle richieste di caratteristiche meccaniche minime, in particolare al limite di elasticità e all'allungamento a rottura, e possono essere utilizzati nella costruzione metallica. I tubi, privi delle garanzie di caratteristiche meccaniche minime, sono adoperati in opere di piccole dimensioni o in impieghi vari, esclusa la costruzione metallica.

Norme di riferimento

Profili cavi in acciaio per la costruzione

Uni En 10210-1 e 2:

Profili cavi per la costruzione formati a caldo in acciai non legati e a grana fine per impieghi strutturali

Uni En 10210-1

Condizioni tecniche di fornitura

Uni En 10210-2

Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo

Uni En 10219-1 e 2:

Profili cavi per la costruzione finiti a freddo in acciai da costruzione non legati e a grana fine per strutture saldate

Uni En 10219-1

Condizioni tecniche di fornitura

Uni En 10219-2

2 tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo

Altre norme

Uni En 10021

Condizioni tecniche generali di fornitura per l'acciaio e i prodotti siderurgici

Uni En 10024

Prodotti metallici tipi di documenti di controllo

Uni En 10002-1

Materiali metallici - Prove di trazione - Metodo di prova a temperatura ambiente

Uni En 10045-1

Materiali metallici - Prove di resilienza su provetta Charpy - Metodo di prova

**PRESENTAZIONE DELL'INSIEME DEI PRODOTTI TUBOLARI
DESTINATI ALLA COSTRUZIONE METALLICA
E PER IMPIEGHI VARI**

Forma del profilo e dimensioni (mm)	Profili cavi per costruzione metallica	
	Secondo norme Uni	
	EN 10210	EN 10219
	de 21,3 à 1 219	de 21,3 à 1 219
	de 20 à 400	de 20 à 400
	de 50 x 25 à 500 x 300	de 40 x 20 à 400 x 300
		
Fabbricazione	Con/senza saldatura	saldato
Formatatura	Finiti a caldo	finito a freddo
Nastri adoperati	laminé à chaud	laminé à chaud
Grado di acciaio	Secondo norme TS S235 TS S355	UNI EN 10027-1 TS S235 TS S275

3-2 PROFILI CAVI IN ACCIAIO PER COSTRUZIONE

Generalità

Norme di riferimento:

I profili cavi da carpenteria per impieghi strutturali o per altre costruzioni metalliche sono definiti da nuove norme europee.

Per i prodotti formati a caldo:
norma UNI EN 10210-1 e 2

Per i prodotti formati a freddo:
norma UNI EN 10219-1 e 2

Ciascuna di queste norme europee è composta da due parti:

- **parte 1:** condizioni tecniche di fornitura. In essa vengono date le prescrizioni tecniche di fabbricazione e, in particolare, le analisi chimiche degli acciai, le caratteristiche meccaniche garantite e altre proprietà tecnologiche assieme alle condizioni di controllo e di prove dei prodotti finiti.

- **parte 2:** Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo. Questa seconda parte definisce le tolleranze dimensionali e di forme dei profili cavi e fornisce l'insieme delle caratteristiche dimensionali necessarie al calcolo di resistenza dei materiali

Presentazione dei profili cavi per costruzione

I profili cavi per costruzioni sono fabbricati nelle tre forme fondamentali: circolare, quadrata e rettangolare.

Le designazioni sono le seguenti:

CFCHS = profilo cavo circolare finito a freddo

HFCHS = profilo cavo circolare finito a caldo

CFRHS = profilo cavo quadrato o rettangolare finito a freddo

HFRHS = profilo cavo quadrato o rettangolare finito a caldo

Le gamme dimensionali sono simili per i due tipi di prodotti, formati a caldo o a freddo, come viene mostrato nella tabella di presentazione dei profilati tubolari.

Per quanto concerne i tipi di acciai, le due norme presentano delle gamme molto vicine in due categorie metallurgiche differenti:

- **acciai da costruzione non legati**

- **acciai a grana fine.**

La scelta tra questi due tipi di acciai presuppone conoscenze metallurgiche possedute dai soli specialisti. È il motivo per il quale i fabbricanti di profili cavi propongono dei tipi standard in acciaio da costruzione non legati, che rappresenta la loro produzione di base.

Si tratta dei tipi:

S355J2 per i prodotti **formati a caldo**

- **S255JR** per i prodotti **formati a freddo.**

Il comportamento strutturale degli elementi in profilati cavi deve rispondere alla norme di calcolo in vigore e alle raccomandazioni dell'eurocodice 3.

Designazione normalizzata dei profili cavi

Esempio di indicazioni da riportare su un ordine:

20 tonne 12 m lunghezza corrente
HFRSHS EN 10210 S355J2H 100 x 100 x 8

20 tonne 12 m lunghezza corrente
quantità e tipo di lunghezza

HFRSHS: forma del prodotto

EN 10210: norma di riferimento

S355J2H: tipo di acciaio

100 x 100 x 8: dimensioni e spessore

A queste indicazioni di base possono essere aggiunte delle opzioni supplementari previste dalla due norme europee.

Significato della definizione dell'acciaio:

S355J2H

S: acciaio per impieghi strutturali

355: carico unitario di snervamento minimo
(N/mm²)

J2: resilienza (energia di rottura)
27 J minimo a - 20 ° C

H: profilo cavo

Queste designazioni sono conformi al sistema di designazione degli acciai della norma UNI EN 100271-1 e al CR 10260 del CEN (Comitato Europeo di Normalizzazione).

Marcatura dei profili cavi

Le norme UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 impongono l'obbligo di marcare i profili cavi con un procedimento adeguato e durevole quale la marcatura con vernice, con punzonatura o con l'applicazione di un'etichetta adesiva.

La marcatura deve fornire:

la designazione abbreviata dell'acciaio
la marca o il nome del produttore.

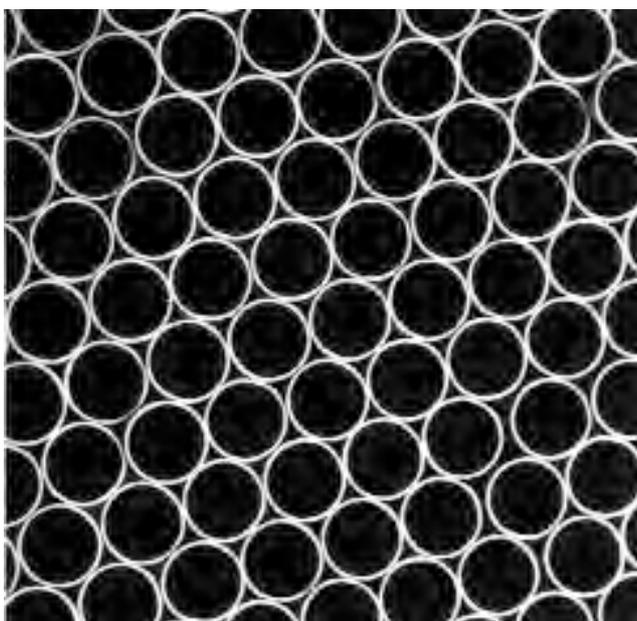
Esempio:

EN 10210 - S355J2H
Marca di fabbrica o Nome del Produttore

Per i prodotti forniti in fasci (per quelli di piccole dimensioni) la marcatura può essere indicata su un'etichetta ben legata al fascio.

Disponibilità dei prodotti

I programmi di fabbricazione dei produttori evolvono in continuazione per seguire le richieste della clientela: si consiglia pertanto di verificare la disponibilità dei prodotti presso i produttori o i rivenditori.



CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI PROFILI CAVI IN ACCIAIO NON LEGATO

Tipi di acciaio	Carico unitario di snervamento R_{eH} minimo N/mm ²		Resistenza a trazione R_m N/mm ²		Allungamento % minimo A	Resilienza	
	t ≤ 16 mm	16 < t ≤ 40 mm	t < 3 mm	3 ≤ t ≤ 40 mm		T °C	J
NF EN 10027-1					%		
S235JRH	235	225	360-510	340-470	26	20	27
S275J0H	275	265	430-580	410-560	22	0	27
S275J2 H	275	265	430-580	410-560	22	- 20	27
S355J0H	355	345	510-680	490-630	22	0	27
S355J2H	355	345	510-680	490-630	22	- 20	27

Nota: I valori degli allungamenti indicati in questa tabella corrispondono ai prodotti formati a caldo. Per i prodotti formati a freddo gli allungamenti garantiti devono essere ridotti di due punti percentuali.

**TOLLERANZE DIMENSIONALI E DI FORMA
UNI EN 10210 E 10219**

CARATTERISTICHE E PROFILI CIRCOLARI

Caratteristiche	Profili circolari	
	formati a caldo	formati a freddo
Dimensioni esterne D, h, b	+ 1 % con min. $\pm 0,5$ mm e max ± 10 mm	+ 1 % con min. $\pm 0,5$ mm e max ± 10 mm
Spessore t	- 10 %	<ul style="list-style-type: none"> • $D \leq 406,4$ mm $t \leq 5$ mm ± 10 % $t > 5$ mm $\pm 0,50$ mm • $D > 406,4$ mm ± 10 % con max. ± 2 mm
Ovalizzazione O $\frac{D_{\max} - D_{\min.}}{D} \times 100$	2 % max D nominale si $D/t < 100$	2 % max D nominale si $D/t < 100$
Concavità, convessità		
Difetto di squadratura		
Raggio esterno di curvatura R		
Avvitamento V		
Linearità	0,20 % della lunghezza totale	0,20 % della lunghezza totale
Massa M	± 6 % sulle lunghezze individuali	
Lunghezza corrente L	compresa tra 4 000 e 16 000 mm	
Lunghezza approssimata L	$L \geq 4 000$ mm 0 a + 150 mm	$L \geq 4 000$ mm 0 a + 50 mm
Lunghezza esatta L	<ul style="list-style-type: none"> • $2 000 \leq L < 6 000$ 0 a + 10 mm • $L > 6 000$ mm 0 a + 15 mm 	<ul style="list-style-type: none"> • $L \leq 6 000$ mm 0 a + 5 mm • $6 000 < L \leq 10 000$ 0 a + 15 mm • $L > 10 000$ mm 0 a + 5 mm + 1 mm/m

TOLLERANZE DIMENSIONALI E DI FORMA
UNI EN 10210 E 10219

PROFILI QUADRATI E RETTANGOLARI

Caratteristiche	Profili quadrati e rettangolari	
	formati a caldo	formati a freddo
Dimensioni esterne D, h, b	$\pm 1\%$ con min. $\pm 0,5$ mm	<ul style="list-style-type: none"> • $h, b < 100$ mm $\pm 1\%$ con min. $\pm 0,5$ mm • $100 < h, b \leq 200$ $\pm 0,8\%$ • $h, b > 200$ mm $\pm 0,6\%$
Spessore t	- 10 %	<ul style="list-style-type: none"> • $t \leq 5$ mm $\pm 10\%$ • $t > 5$ mm 0,50 mm
Ovalizzazione O $\frac{D_{max} - D_{min.}}{D} \times 100$		
Concavità, convessità	1 %	0,8 % max. avec 0,5 mm min.
Difetto di squadratura	$90^\circ \pm 1^\circ$	
Raggio esterno di curvatura R	$R \leq 3 t$	<ul style="list-style-type: none"> • $t \leq 6$ mm $R = 1,6$ à $2,4 t$ • $6 < t \leq 10$ mm $R = 2,0$ à $3,0 t$ • $10 \text{ mm} < t$ $R = 2,4$ à $3,6 t$
Avvitamento V	2 mm + 0,5 mm/m di lunghezza	
Linearità	0,20 % della lunghezza totale	0,15 % della lunghezza totale
Massa M	$\pm 6\%$ sulle lunghezze individuali	
Lunghezza corrente L	compresa tra 4 000 e 16 000 mm	
Lunghezza approssimata L	$L \geq 4\ 000$ mm 0 a + 150 mm	$L \geq 4\ 000$ mm 0 a + 50 mm
Lunghezza esatta L	uguale ai profili circolari	

TABELLA DEI SIMBOLI E NOTAZIONI

Definizione dei simboli	Unità	Simboli
Dimensioni dei prodotti tubolari		
Asse di forte inerzia		YY
Asse di debole inerzia		ZZ
Diametro esterno	mm	D
Altezza o dimensione maggiore	mm	h
Larghezza	mm	b
Spessore	mm	t
Raggio di curvatura d'angolo esterno	mm	R
Raggio di curvatura d'angolo interno	mm	r_i
Lunghezza	mm	L
Caratteristiche dimensionali		
Momento d'inerzia	cm ⁴	$I_y - I_z$
Modulo di resistenza elastico	cm ³	$W_{el.y} \quad W_{el.z}$
Modulo di resistenza plastico	cm ³	$W_{pl.y} \quad W_{pl.z}$
Raggio d'inerzia	cm	$i_y \quad i_z$
Momento d'inerzia torsionale	cm ⁴	I_t
Costante di torsione	cm ³	C_t
Area della sezione a taglio	cm ²	A
Altre caratteristiche		
Massa per metro lineare	kg/m	M
Superficie da verniciare	m ² /t m ² /m	
Lunghezza nominale per ton	m/t	

Nota : I simboli e le notazioni di questa tabella corrispondono alle raccomandazioni dell' Eurocodice 3 per il calcolo delle strutture in acciaio. Le norme UNI EN 10210 e 10219 propongono dei simboli diversi per alcune caratteristiche : per esempio T, H, B al posto di t, h, b. Inoltre gli assi geometrici principali sono XX e YY mentre negli Eurocodici gli assi principali sono YY e ZZ, mentre XX è l'asse longitudinale.