



**Università  
degli Studi  
di Ferrara**

CONFIDENTIAL

# Appunti

## Metallurgia II

CONFIDENTIAL

**DE**

**Department of Engineering Ferrara**

Via Saragat 1, 44122 Ferrara

<https://de.unife.it/it>

Università degli Studi di Ferrara

Via Ludovico Ariosto, 35 - 44121 Ferrara

<https://www.unife.it/it>

# Revisioni

---

Revisione	Data	Autori	Descrizione
1.0	29.01.2021	XX YY	document created
1.1	06.03.2023	LN	Prima compilazione con modifiche
1.2	15.03.2023	LN	Completamento Capitolo 1

Università degli Studi di Ferrara

[XX] Dr. Name Surname - name.surname@xxx.com  
[YY] Dr. Name Surname - name.surname@xxx.com  
[LN] Lorenzo Nicolè - lorenzo.nicole@edu.unife.it

# Prefazione

---

...

CONFIDENTIAL

# Indice

<b>Prefazione</b>	<b>i</b>
<b>Indice</b>	<b>ii</b>
<b>Elenco delle figure</b>	<b>iv</b>
<b>Elenco delle tabelle</b>	<b>v</b>
<b>1 Classificazione e Designazione degli acciai</b>	<b>1</b>
1.1 La normazione	1
1.1.1 Acciai non legati	3
1.1.1.1 Di Qualità	3
1.1.1.2 Speciali	3
1.1.2 Acciai inossidabili	3
1.1.3 Acciai legati	5
1.1.3.1 di Qualità	5
1.1.3.2 Speciali	5
1.2 La norma UNI EN 10027-1:2016	5
1.2.1 UNI EN 10027-1 gruppo 1:2016	5
1.2.2 UNI EN 10027-1 gruppo 2:2016	9
1.2.2.1 Sottocategoria 2.1	9
1.2.2.2 Sottocategoria 2.2	10
1.2.2.3 Sottocategoria 2.3	10
1.2.2.4 Sottocategoria 2.4	11
1.3 La norma UNI EN 10027-2	12
1.4 Cenni alla normativa AISI	12
1.4.1 Acciai al carbonio o basso legati	14
1.4.2 Acciai legati, ma soprattutto inox	14
1.5 Considerazioni generali	15
<b>2 Acciai per impieghi strutturali</b>	<b>16</b>
2.1 UNI EN 10025-(3-6) Prodotti laminati a caldo	18
<b>A Considerazioni aggiuntive sulla UNI EN 10020</b>	<b>20</b>
A.1 Tipologie di acciai non legati speciali	20
A.2 Tipologie di acciai legati di qualità	20

A.3	Tipologie di acciai legati speciali . . . . .	21
<b>B</b>	<b>Considerazioni aggiuntive sugli acciai da costruzione</b>	<b>22</b>
B.1	Accia effervescenti e calmati . . . . .	22
<b>C</b>	<b>Acronimi</b>	<b>23</b>

CONFIDENTIAL

# Elenco delle figure

---

1.1	Suddivisione acciai in base alla normativa UNI EN 10020:2001 . . . . .	2
1.2	Designazione acciai tramite UNI EN 10027-2 . . . . .	13
1.3	Confronto designazioni . . . . .	14

CONFIDENTIAL

# Elenco delle tabelle

---

1.1	Norme di carattere generale . . . . .	2
1.2	Prospetto I, norma UNI EN 10020:2001 . . . . .	4
1.3	Indicazioni simboli . . . . .	6
1.4	Valori di resilienza . . . . .	6
1.5	Sottogruppo 1.1 vecchia normativa . . . . .	8
1.6	Sottogruppo 1.2 vecchia normativa . . . . .	8
1.7	Sottocategoria 2.1 . . . . .	9
1.8	Sottocategoria 2.2 . . . . .	10
1.9	Fattori moltiplicativi elementi . . . . .	10
1.10	Sottocategoria 2.3 . . . . .	11
1.11	Sottocategoria 2.4 . . . . .	11
1.12	Classificazione acciai su base chimica . . . . .	12

CONFIDENTIAL



# CAPITOLO 1

## Classificazione e Designazione degli acciai

---

### 1.1 La normazione

Per cominciare, è utile osservare come gli enti di normazione descrivono gli acciai. tra l'altro sono tra i prodotti più normati presenti sul mercato industriale. Dapprima:

**UNI** sigla che indica una normativa realizzata dall'Ente nazionale di Unificazione. Ente che norma tutte le attività produttive sul mercato italiano. Inoltre è facente parte del CEN. Difatti applica sul suolo italiano tutte le normative date dallo stesso CEN. Non è ammessa la presenza di normative che siano in contrasto con quelle europee.

**EN** contraddistingue le norma sviluppate dal Comitato Europeo di Normazione (CEN). Le normative EN devono essere percepite da tutti gli stati membri dello spazio economico europeo. Ciò per garantire il libero scambio di prodotti al interno del mercato. Il EN è composto dai principali enti nazionali di normazione degli stati membri nello spazio economico europeo.

**ISO** rappresenta tutte le normative sviluppate dal International Organization for Standardization (ISO). Possono essere un riferimento applicabile per tutto il mondo. Una nazione può decidere se applicare le norma ISO indipendentemente da quanto fatto dal CEN.

Secondo le normative della CEN le normative hanno lo scopo di:

Stabilire le condizioni tecniche per lo scambio di prodotti e di servizi assicurando il continuo adeguamento allo sviluppo delle tecnologie e dei bisogni del mercato

con lo scopo di eliminare le barriere commerciali, almeno tra gli stati europei.

Una prima classificazione dei tipi di acciai perché esistono tante classi di materiale. Dunque si può pensare ad una divisione in base:

- composizione chimica;
- processo di fabbricazione;
- caratteristiche meccanico-fisiche e di impiego;
- costituenti strutturali;
- ecc...

Non a caso sono stati citati i precedenti aspetti, in fatti le normative vanno a coprire gli aspetti stessi, come mostrato nella tabella 1.1

Secondo la norma UNI EN 10020:2001:

L'acciaio è un materiale il cui *tenore in massa di Ferro (Fe)* è maggiore di quello di ciascuno degli altri elementi ed il cui *tenore di Carbonio (C)* è generalmente minore del 2% e che contiene altri elementi. Un numero limitato di acciai al Cromo (Cr) può avere tenore di carbonio maggiore del 2%, ma tale valore del 2% è il tenore limite corrente che separa l'acciaio dalla ghisa.

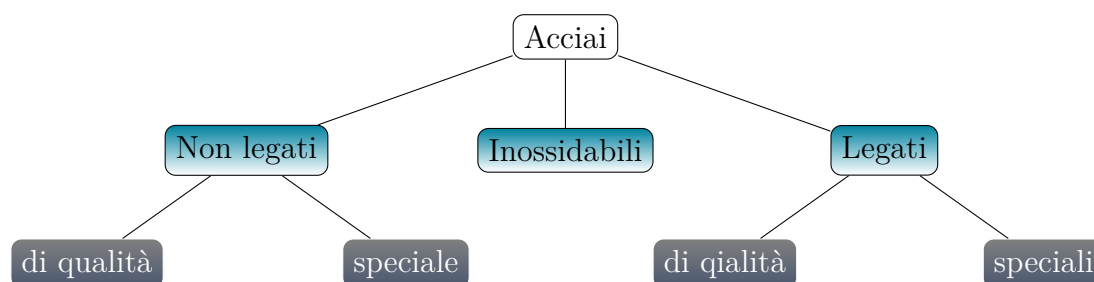
Sempre la stessa norma definisce la classificazione principale degli acciai 1.1.

Dove:

- ■ è la suddivisione per composizione chimica;
- ■ è la suddivisione in base alle caratteristiche meccanico-fisiche della suddivisione chimica.

**Tabella 1.1:** Norme di carattere geneale

<b>UNI EN 10020:2001</b>	Descrizione e classificazione dei tipi di acciaio
<b>UNI EN 10027-1:2016</b>	Sistemi di designazione degli acciai, Designazione alfanumerica
<b>UNI EN 10027-2:2015</b>	Sistemi di designazione degli acciai, Designazione numerica
<b>UNI EN 10025-(1-6):2005</b>	Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali
<b>UNI EN 10079:2007</b>	Descrizione dei prodotti di acciaio (forma, dimensioni, aspetto, stato superficiale)



**Figura 1.1:** Suddivisione acciai in base alla normativa UNI EN 10020:2001

L'appartenenza ad una classe si basa sulla composizione chimica di colata indicata sulla norma di prodotto, prendendo in considerazione il valore minimo. Vediamo ora come vengono suddivise le categorie in base alla norma.

**Acciai non legati** sono gli acciai per cui *Nessuno dei valori limite, rigorosamente fissati dalla norma (tabella 1.2), è raggiunto dai rispettivi tenori degli elementi in lega* (escluso il C).

**Acciai inossidabili** sono acciai contenenti *almeno il 10.5% di Cr e al massimo l'1.2% di C*.

**Acciai legati** sono acciai per i quali *almeno uno dei valori limite è raggiunto dai rispettivi tenori degli elementi in lega* (tabella 1.2) a patto che non siano già appartenenti agli inossidabili.

## 1.1.1 Acciai non legati

### 1.1.1.1 Di Qualità

Sono acciai per i quali, in genere, sussistono prescrizioni riguardanti caratteristiche specifiche, per esempio: tenacità, grossezza e/o formabilità. Non sono destinati a trattamenti termici (al più a ricottura e normalizzazione).

### 1.1.1.2 Speciali

Sono acciai che presentano, rispetto agli acciai non legati di qualità, una maggiore purezza in particolare nei confronti delle inclusioni non metalliche. In genere presentano risposta regolare ai Trattamenti Termici (TT), e nella maggior parte dei casi sono destinati a:

1. trattamento di bonifica,
2. trattamento di tempra superficiale.

Fanno parte di tale classe gli acciai non legati che rispondono a una o più delle seguenti prescrizioni tutte quelle definizioni che rientrano in A.1.

## 1.1.2 Acciai inossidabili

Sono suddivise in base a due criteri:

### 1. tenore di Nichel:

- $Ni < 2.5\%$
- $Ni > 2.5\%$

**Tabella 1.2:** Prospetto I, norma UNI EN 10020:2001

<b>Elemento</b>	<b>Tenore in % in massa</b>	
Al	Alluminio	0.30
B	Boro	0.0008
Bi	Bismuto	0.10
Co	Cobalto	0.30
Cr	Cromo	0.30
Cu	Rame	0.40
La	Lantanidi (singolarmente)	0.10
Mn	Manganese	1.65
Mo	Molibdeno	0.08
Nb	Niobio	0.06
Ni	Nichel	0.30
Pb	Piombo	0.40
Se	Selenio	0.10
Si	Silicio	0.60
Te	Tellurio	0.10
Ti	Titanio	0.05
V	Vanadio	0.10
W	Tungsteno	0.30
Zr	Zircronio	0.05
-	Altri	0.10

2. caratteristiche particolari:

- resistenza alla corrosione;
- resistenza all'ossidazione a caldo;
- resistenza allo scorrimento.

### 1.1.3 Acciai legati

#### 1.1.3.1 di Qualità

Sono acciai il cui utilizzo è simile agli acciai non legati di qualità, ma che contengono elementi in lega per rispondere ad alcune prescrizioni di impiego. Non sono, di regola, destinati a trattamento termico di bonifica o ad un trattamento di tempra superficiale. Ne fanno parte gli acciai definiti in A.2.

#### 1.1.3.2 Speciali

Sono acciai, diversi dagli inossidabili, che non rientrano tra le categorie definite per gli acciai legati di qualità caratterizzati da:

- regolazione precisa della composizione chimica;
- particolari condizioni di elaborazione e controllo del processo produttivo.

Ne fanno parte gli acciai descritti in A.3.

## 1.2 La norma UNI EN 10027-1:2016

La normativa ha lo scopo di designare univocamente gli acciai disponibili in commercio in base a due modalità: designazione alfanumerica (parte 1) e designazione numerica (parte 2). Inoltre specifica le modalità di nomenclatura degli acciai: specificando le modalità di ottenimento dei nomi per entrambe le parti<sup>1</sup>. Inizieremo dalla prima parte ovvero quella alfanumerica.

### 1.2.1 UNI EN 10027-1 gruppo 1:2016

Nella prima parte della normativa vengono designati gli acciai in base al loro impiego e alle loro caratteristiche meccanico-fisiche. Alla figura 1.3 è rappresentata la modalità di nomenclatura alfanumerica.

Come si vede dalla tabella 1.3 i vari simboli occupano una posizione ben determinata e specifica. C'è da considerare una particolarità tra il simbolo d'impiego e il valore della caratteristica meccanico-fisica specificata per tale categoria.

**In generale** viene specificato il valore di snervamento minimo garantito:  $R_{s,min}$  [MPa].

**Per Y** Viene specificata la tensione minima di rottura:  $R_{m,min}$  [MPa]

**Per M** Viene indicata una proprietà magnetica (descritta dalla normativa).

**Per R** La durezza.

Per quanto riguarda le altre indicazioni, anche in questo caso dipende dal impiego del materiale. Viene riportato un esempio in tabella 1.4.

<sup>1</sup>Come nominare un acciaio non viene deciso dall'azienda che lo produce. Lo stesso ente ha il compito di nominare gli acciai.

**Tabella 1.3:** Indicazioni simboli

<b>W</b> Simbolo iniziale	<b>X</b> Simbolo Impiego	<b>YYY</b> Caratteristiche meccanico-fisiche	<b>ZZ</b> Altre indica- zioni
<b>G</b> : Acciaio per getti	<b>S</b> Impieghi strutturali,	$R_{s,min}$ in [MPa]	Simboli addi- zionali divisi in due gruppi
<b>PM</b> : metallur- gia delle polveri	<b>P</b> Impieghi sotto pressio- ne,	$R_{m,min}$ in [MPa]	
	<b>E</b> Costruzioni meccani- che,	$HBW_{min}$ (adimensionale)	
	<b>D</b> Formatura a freddo,		
	<b>B</b> Cemento armato,		
	<b>Y</b> Cemento armato pre- compresso,		
	<b>R</b> Acciaio per rotaie,		
	<b>M</b> Acciai magnetici,		
	... ..		

**Tabella 1.4:** Valori di resilienza

<b>J</b> min 27J	<b>K</b> min 40J	Resilienza	
		<b>L</b> min 60J	<b>Temperatura</b> [°C]
JR	KR	LR	20
J0	K0	L0	0
J2	K2	L2	-20

**Esempio. 1.2.1: Descrizione acciaio**

Se consideriamo come esempio l'acciaio S355J2, questo sarà:

S un acciaio per impieghi strutturali,

355 avrà valore minimo di snervamento pari a  $R_{s,min} = 355\text{MPa}$ ,

J2 valore di resistenza minima a 27J ad una temperatura di  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Si ricorda che la necessità di aggiungere un valore di riferimento alla resilienza, come mostrato all'esempio 1.2.1, è motivato dal fatto che: il valore di resilienza dipende dalla temperatura di esercizio del materiale in quanto la bassa temperatura tende a cristallizzare il metallo rendendolo più fragile.

Tra le altre cose il metallo appena visto è uno di quei metalli facente parte della normativa UNI EN 10025-2 ovvero per gli acciai *prodotti laminati a caldo per impieghi strutturali*. Giusto per darne un accenno la normativa è divisa in sei parti:

1. Condizioni tecniche generali di fornitura
2. Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali
3. Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato
4. Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termomeccanica
5. Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica
6. Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciai per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento allo stato bonificato

## La normativa precedente: UNI EU 27/77

Sebbene non più in vigore è utile visionare la vecchia normativa, in quanto molte aziende -anche al giorno d'oggi- utilizzano la vecchia nomenclatura. Nello specifico, il gruppo 1, considerato anche nella normativa in vigore, si suddivideva in ulteriori due gruppi:

**Sottogruppo 1.1** Designazione per caratteristiche meccaniche, di cui non si garantiva la composizione chimica.

**Sottogruppo 1.2** Designazione per tipo d'impiego.

Inoltre, la normativa stessa poneva tali prodotti come venduti allo stato grezzo: stato di lavorazione a caldo, senza trattamento termico.

## Sottogruppo 1.1

Alla tabella 1.5 viene rappresentata la designazione degli acciai in base alla vecchia normativa. Le altre indicazioni, generalmente, contenevano il grado di insensibilità alla frattura fragile: indicata con le lettere dalla A alla D in ordine crescente di insensibilità; il simbolo dell'elemento chimico contenuto in bassi tenori; numeri da 1 a 3 che ne indicavano il grado qualitativo crescente.

### Esempio. 1.2.2: Sottogruppo 1.1

- Fe360
- Fe410Pb
- FeG450
- FeE355
- Fe410D
- Fe490-2

## Sottogruppo 1.2

Alla tabella 1.6 è rappresentata la vecchia nomenclatura degli acciai secondo il loro impiego.

### Esempio. 1.2.3: Sottogruppo 1.2

FeP03 era noto come acciaio in lamiera sottile per imbutiture (P) con grado di qualità 03

**Tabella 1.5:** Sottogruppo 1.1 vecchia normativa

Fe	Simbolo iniziale	Caratteristica meccanica	Altre indicazioni
	<b>G</b> per acciaio per getti	$R_{m,min}$ Caratteristica a rottura in MPa $R_{s,min}$ Caratteristica a snervamento in MPa solo preceduta da <b>E</b>	

**Tabella 1.6:** Sottogruppo 1.2 vecchia normativa

Fe	Lettera	Numero di due o più cifre
	Indice d'impiego	È una specifica relativa al prodotto e ne indica il grado di qualità



## 1.2.2 UNI EN 10027-1 gruppo 2:2016

Altre categorie di acciai, sempre classificandone il loro impiego sono:

1. Acciai non legati con tenore medio di  $Mn < 1\%$
2. Acciai non legati con tenore medio di  $Mn > 1\%$ , acciai non legati per lavorazioni meccaniche ad alta velocità ("autmoatici"), acciai legati (no HS) con tenori di massa di ciascun elemento in lega  $< 5\%$
3. Acciai legati (No HS) il cui tenore in massa di almeno un elemento in lega sia  $> 5\%$
4. Acciai rapidi HS.

### 1.2.2.1 Sottocategoria 2.1

Sono acciai non legati con tenore in massa di  $Mn < 1\%$

Alla tabella 1.7 è riportato la designazione degli acciai per questa sottocategoria.

#### Esempio. 1.2.4: Sottocategoria 2.1

C10 acciaio da carbo-cementazione  
C40, C80, C120  
C35E

**Tabella 1.7:** Sottocategoria 2.1

C	%C $\times$ 100	Altre indicazioni
Se necessario <b>GC</b> se acciai per getti		<b>E</b> zolfo massimo stabilito <b>R</b> zolfo in un dato intervallo <b>U</b> Acciaio ottimizzato per utensili <b>S</b> Acciaio ottimizzato per molle ... ..

### 1.2.2.2 Sottocategoria 2.2

Acciai non legati con tenore medio di Mn > 1%, acciai non legati per lavorazioni meccaniche ad alta velocità ("automatici"), acciai legati (no HS) con tenori in massa di ciascun elemento in lega < 5%. Alla tabella 1.8 viene riportata la formula

I numeri relativi ai diversi elementi devono essere separati da trattini (non sempre vengono specificati tutti).

#### Esempio. 1.2.5: Esempi di nomenclatura 2.2

35CrNiMo4-2-3	0.38%	Carbonio
	1%	Cr
	0.5%	Ni
	0.3%	Mo
34CrMo4	0.34%	Carbonio
	1%	Cr

### 1.2.2.3 Sottocategoria 2.3

Acciai legati (No HS) il cui tenore in massa di almeno un elemento in lega sia > 5%. Nomenclatura è rappresentata in tabella 1.10.

**Tabella 1.8:** Sottocategoria 2.2

%C × 100	Simboli elementi in lega	Concentrazione degli elementi in lega
Se necessario <b>G</b> per gli acciai per getti	In ordine decrescente di quantità	Moltiplicati per il rispettivo fattore (vedi tabella 1.9)

**Tabella 1.9:** Fattori moltiplicativi elementi

Elementi chimici	Fattore moltiplicativi
Cr, Co, Mn, Ni, Si, W	4x
Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr	10x
Ce, N, P, S	100x
B	1000x

**Tabella 1.10:** Sottocategoria 2.3

<b>X</b>	<b>%C × 100</b>	<b>Simboli elementi in lega</b>	<b>Concentrazione degli elementi in lega</b>
Se necessario <b>GX</b> per acciai da getto o <b>PMX</b> per metallurgia delle polveri		In ordine decrescente di quantità	Senza fattori moltiplicativi

**Esempio. 1.2.6: Esempi di nomenclatura 2.3**

X5CrNi18-8	0.05% 18% 8%	Carbonio Cr Ni
------------	--------------------	----------------------

**1.2.2.4 Sottocategoria 2.4**

Acciai rapidi (HS).

Gli acciai super-rapidi sono caratterizzati da 4 numeri **in quello specifico ordine: W, Mo, V, Co.**

Gli acciai rapidi e semi-rapidi sono caratterizzati da 3 numeri **sempre nello specifico ordine: W, Mo, V.**

**Esempio. 1.2.7: Esempi di nomenclatura 2.4**

HS7-4-2-5	7% 4% 2% 5%	Tungsteno Molibdeno Vanadio Cobalto
-----------	----------------------	--

**Tabella 1.11:** Sottocategoria 2.4

<b>HS</b>	<b>Concentrazione degli elementi in lega</b>
Se necessario <b>PMHS</b> per metallurgia delle polveri	Nell'ordine: W, Mo, V, Co

## 1.3 La norma UNI EN 10027-2

Vediamo da subito la nomenclatura per tali tipi di acciai alla tabella 1.12.

Il numero del gruppo, nel caso degli acciai, è **1**. Altri numeri sono impiegati per altri tipi di metalli e leghe:

1. Acciai,
2. Metalli pesanti escluso l'acciaio (rame e leghe di rame)
3. Metalli leggeri (alluminio e leghe, Magnesio e leghe, ecc...)
4. ...
5. Ghise
6. fino a 9 materiali.

Alla figura 1.2 sono riportati i codici identificativi dei vari gruppi di acciai.

### Esempio. 1.3.1: Esempi di designazione numerica

**1.0037** acciaio non legato equivalente al S235JR

**1.4306** acciaio inossidabile equivalente al X2CrNi19-11

**1.4401** acciaio inossidabile equivalente al X4CrNiMo17-12-2

Di seguito, alla figura 1.3, viene riportato un confronto tra le varie modalità di designazione tra le normative.

## 1.4 Cenni alla normativa AISI

La designazione americana degli acciai deriva dal lavoro congiunto della American Iron and Steel Institute (AISI) e della Society of Automotive Engineers (SAE). Vediamo di seguito il distinguo tra le varie categorie di acciai.

**Tabella 1.12:** Classificazione acciai su base chimica

N.	XX	YY(ZZ)
Numero di gruppo del materiale	Numero del gruppo dell'acciaio	Numero sequenziale in lega

Numeri di gruppo degli acciai - UNI EN 10027/2

Acciai non legati				Acciai legati							
Di base	Di qualità		Speciali	Di qualità	Speciali						
					Utensili	Diversi	Inox	Impieghi strutturali e costr. meccaniche			
00	90		10 Caratter. fisiche particolari		20 Cr	30	40 Ni<2,5%	50 Mn-Si-Cu	60 Cr-Ni Cr 2÷3%	70 Cr Cr-B	80 Cr-Si-Mo Cr-Si-Mn-Mo Cr-Si-Mo-V Cr-Si-Mn-Mo-V
	01	91	11 $R_m < 500$ [N/mm <sup>2</sup> ] C<0,5% Costruz.		21 Cr-Si Cr-Mn Cr-Mn-Si	31	41 Ni<2,5% Mo	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
	02	92	12 $R_m < 500$ [N/mm <sup>2</sup> ] C>0,5% Costruz.		22 Cr-V Cr-V-Si Cr-V-Mn Cr-V-Mn-Si	32 Rapidi con Co	42	52 Mn-Cu Mn-V Si-V Mn-Si-V	62 Ni-Si Ni-Mn Ni-CU	72 Cr-Mo Mo<0,35% Cr-Mo-B	82 Cr-Mo-W Cr-Mo-W-V
	03	93	13 Costruz. mecc. C<0,12% $R_m < 500$ [N/mm <sup>2</sup> ]		23 Cr-Mo Cr-Mo-V Mo-V	33 Rapidi senza Co	43 Ni>2,5%	53 Mn-Ti Si-Ti	63 Ni-Mo Ni-Mo-Mn Ni-Mo-Cu Ni-Mo-V Ni-Mn-V	73 Cr-Mo Mo>0,35%	83
	04	94	14 C 0,12÷0,25% $R_m 400 \div 500$ [N/mm <sup>2</sup> ]		24 W Cr-W	34	44 Ni>2,5% Con Mo	54 Mo Nb-Ti-V W	64	74	84 Cr-Si-Ti Cr-Mn-Ti Cr-Si-Mn-Ti
	05	95	15 C 0,25÷0,55% $R_m 500 \div 700$ [N/mm <sup>2</sup> ]		25 W-V Cr-W-V	35 Acciai per cuscinetti	45 Aggiunte speciali	55 B Mn-B Mn<1,65%	65 Cr-Ni-Mo Mo<0,4% Ni<2,%	75 Cr-V Cr<2,%	85 Acciai da nitrurazione
	06	96	16 C>0,12% $R_m > 700$ [N/mm <sup>2</sup> ]		26 W a eccez. di 24, 25, 26	36 Magnetici senza Co	46 Ni Per alte temperature	56 Ni	66 Cr-Ni-Mo Mo<0,4% Ni 2÷3,5%	76 Cr-V Cr>2,0%	86
	07	97	17 Alto tenore di P o di S		27 Ni	37 Magnetici con Co	47 Refrattari Ni<2,5%	57 Cr-Ni Cr<1,0%	67 Cr-Ni-Mo Mo<4,% Ni 3,5÷5% o Mo>0,4%	77 Cr-Mo-V	87 Non trattabili termicamente presso l'utilizzatore
			18 Utensili	08 98	28 Altri	38 Caratter. fisiche particolari	48 Refrattari Ni>2,5%	58 Cr-Ni con Cr 1÷1,5%	68 Cr-Ni-V Cr-Ni-W Cr-Ni-V-W	78	88
			19	09 99 Altri impieghi	29	39 Caratter. fisiche particolari, Ni	49 Resistenti ad alte temperature	59 Cr-Ni con Cr 1,5÷2%	69 Cr-Ni a eccez. da 57 a 68	79 Cr-Mn-Mo Cr-Mn-Mo-V	89

Figura 1.2: Designazione acciai tramite UNI EN 10027-2

### Alcune designazioni equivalenti per acciai da costruzione

EN 10027-1	EN10027-2	EU 27
S185	1.0035	Fe 320
S235JR	1.0037	Fe 360 B
S235J0	1.0114	Fe 360 C
S235J2G3	1.0116	Fe 360 D
S275JR	1.0044	Fe 430 B
S275J0	1.0143	Fe 430 C
S275J2G3	1.0144	Fe 430 D
S355JR	1.0045	Fe 510 B
S355J0	1.0553	Fe 510 C
S355J2G3	1.0570	Fe 510 D
E295	1.0050	Fe 490
E335	1.0060	Fe 590
E360	1.0070	Fe 690

Figura 1.3: Confronto designazioni

#### 1.4.1 Acciai al carbonio o basso legati

Sistema numerico di 4 o 5 cifre: le prime due indicano la classe di appartenenza dell'acciaio. Le ultime due, o tre, indicano la  $\%C \times 100$ .

##### Esempio. 1.4.1: Esempio designazione AISI

10XX(X) acciai solo C

41XX(X) acciai al Cr-Mo

Può esserci una lettera di prefisso indicante il processo di fabbricazione

#### 1.4.2 Acciai legati, ma soprattutto inox

In questo caso si parla di una sigla a tre cifre con eventuale aggiunta delle lettere. La prima cifra indica la classe, le altre due indicano una lega specifica.

**Esempio. 1.4.2: Esempi Norma AISI****2XX** acciai austenitici Cr-Mn-Ni**3XX** Inox austenitici Cr-Ni**4XX** Inox martensitici o ferritici Cr

## 1.5 Considerazioni generali

la normativa UNI EN 10027 non è sempre esaustiva: possono esserci dei casi in cui alcuni acciai non possano essere rappresentati tramite una sola stringa alfanumerica. Si è osservato che diversi sono i punti di vista secondo i quali gli acciai possono essere classificati *è evidente che non è possibile istituire una classificazione degli acciai che tenga conto di tutti questi aspetti.*

Ai fini pratici è indispensabile riferirsi alle applicazioni, pertanto si preferisce classificare gli acciai in 5 grandi categorie, suddivise a loro volta in classi.

- **Acciai da costruzione di uso generale**: acciai destinati a sopportare in opera sollecitazioni statiche o dinamiche senza rompersi o deformarsi oltre a limiti determinati.  
In genere sono descritti dalla 1.2.1.
- **Acciai speciali da costruzione**: acciai destinati ad applicazioni più impegnative, nelle quali esplicano soprattutto la funzione di resistere a carichi statici e dinamici. In generale appartengono alle sottocategorie 1.2.2.1 e 1.2.2.2 alcuni particolari casi anche alla 1.2.2.3 perché nessun elemento in lega supera la soglia del 5% di tenore.
- **Acciai inossidabili**: acciai destinati a resistere a determinate condizioni lavorative in ambienti corrosivi. Appartengono alla 1.2.2.3.
- **Acciai da utensili** destinati alle lavorazioni di tutte le classi di materiali. Appartengono a diverse classi a seconda di quale sia la loro applicazione, dunque si trovano in: 1.2.2.2, 1.2.2.3 e 1.2.2.4
- **Acciai per usi particolari**: acciai caratterizzati dal fatto che il loro impiego è determinato da alcune loro singolari proprietà. Ad esempio: acciai per impieghi a basse temperature, acciai refrattari, acciai con particolari proprietà elettriche o magnetiche ecc...

# CAPITOLO 2

## Acciai per impieghi strutturali

---

Tra gli acciai per impieghi strutturali, si possono trovare sicuramente gli acciai per uso comune e gli acciai per costruzioni speciali: ciò per via della grande varietà di prodotti che si possono produrre in questo ambito. Giusto per avere un'idea di massima: gli acciai per uso comune ricoprono circa l'80% della produzione per questa categoria. Parliamo di acciai che sono designati, in generale, tramite la lettera 'S' secondo la normativa 1.2.

In generale sono forniti come prodotti piani e lunghi. Possono uscire in diverse forme di finitura:

- allo stato di lavorazione a caldo;
- allo stato normalizzato o bonificato;
- ecc...

I prodotti sono normati dalla UNI EN 10149 che è la norma prodotto di riferimento.

Come accennato esiste una normativa sulla definizione dei prodotti in acciai, distinguendo tra

- Prodotti piani:
  - larghi piatti,
  - lamiere,
  - nastri,
  - lamiere profilate (nervate, ondulate)
- Prodotti lunghi:
  - verghe,
  - filo,
  - barre,
  - ecc...



La composizione chimica si riferisce all'analisi di colata, se non diversamente specificato dalla normativa. In generale sono descritte le wt.% massime dei vari elementi in lega, tra cui anche il carbonio, salvo specificarne diversa presenza di una piccola quantità di qualche elemento. La norma, di solito, specifica il raggiungimento di alcune proprietà meccaniche tra cui: valori minimi di  $R_s$  o  $R_m$  ed eventuali caratteristiche utili al fine della costruzione come la saldabilità. Quando è prevista zincatura per immersione a caldo di un acciaio, deve esserne garantita l'idoneità: in genere tutti gli acciai possono subire questo tipo di finitura superficiale. Però acciai adatti riescono a formare delle fasi di precipitato di zinco che garantiscono resistenza maggiorata alla corrosione ambientale. Altri, non particolarmente adatti a tale trattamento, tendono a formare delle fasi di precipitato molto irregolari e grossolane che limitano, o addirittura peggiorano, la resistenza alla corrosione.

Tipicamente, la zincabilità dipende dal contenuto in lega del Si. Allora si possono avere diverse situazioni:

$Si < 0.03\%$  si è in una situazione cautelativa, sicuramente si ha una buona zincatura.

$0.03\% < Si < 0.12\%$  È comunque zincabile, ma non ha le stesse caratteristiche di resistenza alla corrosione del primo caso. Si definiscono, dunque, delle classi di zincabilità.

$Si > 0.3\%$  La sequenza delle fasi di zincatura non è garantita, dunque anche la resistenza all'atmosfera non è garantita. Può migliorare la resistenza alla corrosione in maniera marginale.

Tra l'altro è opportuno ricordare che tale trattamento tende ad infragilire il materiale. Fenomeno esaltato dal invecchiamento.

Inoltre sono riportati all'appendice B.1 la definizione degli acciai calmati ed effervescenti.

Come già accennato per questa tipologia di acciai: spesso è richiesto il soddisfacimento del requisito di saldabilità. Viene definito un acciaio saldabile se:

**2.0.1 Definizione (Saldabilità):** *Un acciaio può essere considerato saldabile se può essere sottoposto a tale processo costruttivo con le normali tecniche di cantiere senza necessità di trattamenti termici post-saldatura.*

Inoltre, vale la pena ricordare che più un acciaio è temprabile, più questo sarà meno saldabile. Questo perché un acciaio fortemente temprabile forma più facilmente strutture rigide ma fragili. Dunque un processo di saldatura, dal punto di vista del materiale, può essere considerato come una tempra con raffreddamento in aria. In genere viene definito un parametro di carbonio equivalente detto CEV. Si considera, con opportune eccezioni, saldabile un acciaio con  $CEV < 0.5$ . Questo parametro non è risolutivo: qualsiasi acciaio si può saldare. Aumenta la probabilità di formare delle strutture fragili nella zona termicamente alterata ZTA. In questi casi bisogna ricorrere a tecniche di saldatura più avanzate.

## 2.1 UNI EN 10025-(3-6) Prodotti laminati a caldo

Riprendendo la normativa UNI EN 10025 già citata al capitolo 1.2. Si ricorda che tale normativa è dedicata a *prodotti laminati a caldo per impieghi strutturali* e che è divisa in sei parti.

1. Condizioni tecniche generali di fornitura
2. Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali
3. Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato
4. Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termomeccanica
5. Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica
6. Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciai per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento allo stato bonificato

Sono compresi nella normativa acciai di tipo **S** garantendone il valore minimo di snervamento garantito e l'indice di resilienza come indicato dalla 1.2. In più la norma definisce ulteriori sigle per indicare l'appartenenza di tali acciai ad una ben specifica parte della normativa:

- +**AR** indica As Rolled ovvero acciaio grezzo da laminazione;
- +**N** acciaio proveniente da laminazione normalizzata;
- +**M** acciaio proveniente da laminazione termomeccanica;
- +**W** acciaio a migliorata resistenza atmosferica;
- +**Q** acciaio ad alto valore di snervamento allo stato bonificato.

**Esempio. 2.1.1: Esempio**

Acciaio UNI EN 10025-2: S235J0C+N ovvero:

**S** acciaio per impieghi strutturali

**235** resistenza allo snervamento minima garantita in MPa

**J0** resilienza garantita maggiore di 27J ad una temperatura di 0°C

**C** acciaio adatto per la formatura a freddo

**N** acciaio allo stato normalizzato

La norma definisce anche quali siano le informazioni che devono essere cedute al committente:

- quantitativo da fornire;
- forma del prodotto e numero della norma per dimensioni e tolleranze;
- Dimensioni nominali e tolleranze dimensionali di forma;
- Designazione dell'acciaio;
- Tipi di documenti di controllo;
- Requisiti aggiuntivi di controllo e prova e tutte le operazioni richieste.

# APPENDICE A

## Considerazioni aggiuntive sulla UNI EN 10020

---

### A.1 Tipologie di acciai non legati speciali

Di seguito sono riportati quali acciai rientrano in questa classe.

1. acciai che presentano un valore minimo di resilienza allo stato bonificato;
2. acciai che presentano un valore stabilito di profondità di penetrazione di tempra o di durezza superficiale allo stato temprato, bonificato o indurito superficialmente.
3. acciai per i quali sono prescritti tenori particolarmente ridotti di inclusioni non metalliche.
4. acciai con tenore massimo di S e P  $\leq 0.020\%$  su analisi di colata.
5. resilienza  $\geq 27J$  a  $-50^\circ$  su provini Charpy a V in senso longitudinale.
6. acciai per reattori nucleari con limitazioni su tenori di Cu  $\leq 0.10\%$ , Co  $\leq 0.05\%$  e V  $\leq 0.05\%$ .
7. acciai che presentano conduttività elettrica  $\geq 9Sm/mm^2$ .
8. acciai per cemento armato precompresso.
9. acciai indurenti per precipitazione con C  $> 0.25\%$  con struttura di ferrite-perlite, con aggiunta di micro-leganti come Nb e V (sotto ai limiti del prospetto 1.2).

### A.2 Tipologie di acciai legati di qualità

1. Acciai saldabili a grano fine per impieghi strutturali, che rispondano contemporaneamente alle seguenti prescrizioni:
  - $R_{s,min} < 380MPa$  ( $s < 16mm$ );
  - valore degli elementi in lega inferiori a valori imposti rigorosamente dalla norma;

- acciai con valore minimo di  $KV \leq 27J$  (provetta Charpy, intaglio a V,  $-50^\circ$ ).
2. acciai che contengono solo Si (o Si e Al) come elementi in lega, con prescrizioni riguardanti la limitazione delle perdite magnetiche e/o dei valori minimi dell'induzione magnetica;
  3. acciai per rotaie, per parancole e armature di miniere;
  4. acciai legati per i quali il Cu è il solo elemento prescritto;
  5. acciai legati per prodotti piani laminati a caldo o a freddo destinati a operazioni severe di deformazioni a freddo e contenenti elementi affinanti il grano quali B, Nb, Ti, V e/o Zr;
  6. acciai bifasici

## A.3 Tipologie di acciai legati speciali

1. per costruzioni meccaniche, per apparecchi a pressione, e/o con caratteristiche fisiche particolari;
2. acciai rapidi, acciai da utensili;
3. acciai per cuscinetti e altri acciai per usi particolari;

# APPENDICE B

## Considerazioni aggiuntive sugli acciai da costruzione

---

### B.1 Accia effervescenti e calmati

Durante la colata, ci possono essere delle formazioni di ossidi di carbonio per via dell'alta reattività tra ossigeno e carbonio appunto. Ciò provoca la presenza di impurità decisamente grandi all'interno del materiale colato. Per eliminare la probabilità di tali formazioni, che ovviamente intaccano le prestazioni meccaniche dell'acciaio, si inseriscono in colata degli elementi ad alta reattività con l'ossigeno per poterlo estrarre in fase di raffreddamento del colato. Tali sono:

**Acciai effervescenti** acciai a cui, durante la colata, **non** vengono aggiunti elementi. Per cui presentano dispersione di CO all'interno, sotto forma di bolle - da cui il nome effervescente. Il vantaggio è il costo decisamente inferiore rispetto ai successivi e non presentano ritrazione in fase di raffreddamento.

**Acciai calmati** acciai a cui vengono inseriti durante la colata elementi ad alta reattività con l'ossigeno, tipo Al, Si o Mn. I quali legano l'ossigeno e lo portano in superficie per via della minore densità. Da ciò si forma una schiuma che può essere eliminata agilmente prima del raffreddamento del colato. Grazie a questa tecnica si ha un maggiore controllo sul tenore del carbonio presente in lega.

Al giorno d'oggi, gli acciai venduti sono tutti calmati. È imposto solo per alcune normative: dunque gli acciai effervescenti si possono ancora trovare sul mercato. Il punto è che il loro utilizzo è molto limitato per via della poca affidabilità nelle caratteristiche meccaniche.

# APPENDICE C

## Acronimi

---

<b>AISI</b>	American Iron and Steel Institute
<b>CEN</b>	Comitato Europeo di Normazione
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization
<b>SAE</b>	Society of Automotive Engineers
<b>TR</b>	Technical Report
<b>TT</b>	Trattamenti Termici
<b>UNI</b>	Ente nazionale di 'UNI'ficazione

CONFIDENTIAL