



**PROVE DI QUALIFICAZIONE PER GLI  
ACCIAI DA CARPENTERIA**

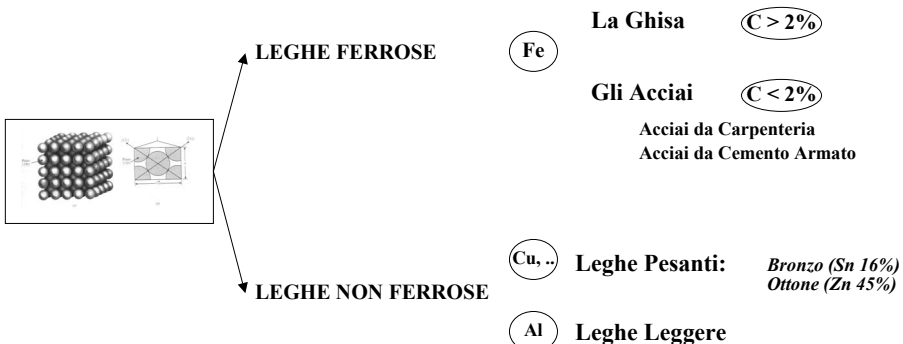
**Prof. Ing. R. Landolfo**

*Anno Accademico 2004-2005*

IL MATERIALE



**CLASSIFICAZIONE DEI  
MATERIALI METALLICI**





## LA GHISA

### DEFINIZIONE

E' una lega Fe-C (con C > 2%)



Riduzione degli ossidi di ferro in **Alforno**

### VANTAGGI

- Resistenza alla corrosione superficiale
- Colabile

### SVANTAGGI

- Fragilità
- Eteroresistente  
Resist. a comp. > Resist. a Trazione.

### APPLICAZIONE

Dalla fine del XVIII



Alla fine del XIX



## ESEMPI DI COSTRUZIONI IN GHISA



E. Labrouste:  
Biblioteca Imperiale di Parigi 1858-1868



G.Eiffel, M. Koechlin: La torre Eiffel  
Esposizione universale di Parigi 1889



## DALLA GHISA ALL'ACCIAIO

### NASCITA dell'ACCIAIO

Nel 1855 ad opera di  
*Bessmer*



l'affinazione della Ghisa

### PRIMI ESEMPI DI STRUTTURE IN ACCIAIO

Ecole du Sacré-Coeur,  
Parigi 1895,  
Hector Guimard



## DALLA GHISA ALL'ACCIAIO

### NASCITA dell'ACCIAIO

Nel 1855 ad opera di  
*Bessmer*



l'affinazione della Ghisa

### PRIMI ESEMPI DI STRUTTURE IN ACCIAIO

Tacoma Building, 1887,  
Chicago





**COPERTURE  
Malpensa 2000**



**PONTI**

Akashi Kaikyo, Giappone: Campata centrale 1991 m - lunghezza complessiva 3991 m



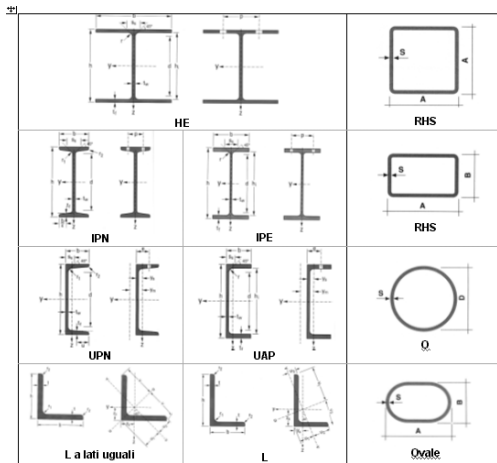


**EDIFICI ALTI**

Jin Mao Building, Shanghai, 421 m

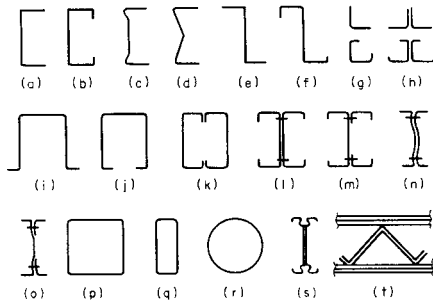


**LAMINATI A CALDO**

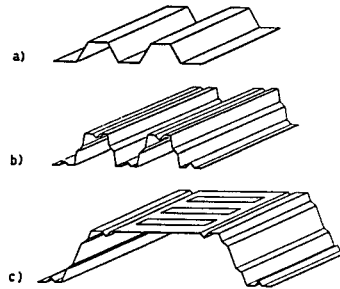




### FORMATI A FREDDO



**Profilati**



**Lamiere Grecate**



### PREROGATIVE DELL'ACCIAIO

#### VANTAGGI

- Elevata resistenza
- Ridotto peso
- Buona duttilità e malleabilità
- Riciclabile

#### SVANTAGGI

- Sensibilità nei riguardi del fuoco
- Sensibilità agli agenti atmosferici
- Deformabilità



ACCIAI DA CARPENTERIA

TIPI

• Acciai Dolci o Non Legati <i>Strutturali</i>	$C < 0.2\%$	<i>Fe360</i> <i>S235</i>	<i>Fe430</i> <i>S275</i>	<i>Fe510</i> <i>S355</i>
• Acciai Microlegati <i>Ad alto limite elastico</i>	$C < 0.2\%$	<i>Trattamenti termici</i> <i>(V), (Mo), (Nb), (B), (Si)</i>		
• Acciai Bassolegati <i>Autopassivanti</i>	$C < 0.2\%$	<i>(Cr), (Ni), (Mn)</i> $< 5\%$		
• Acciai Legati <i>Inossidabili</i>		<i>(Cr), (Ni)</i> $> 5\%$		



PROVE DI QUALIFICAZIONE  
*(Allegato 8 del D.M. Min. LL.PP. 9 Gennaio 1996)*

OBIETTIVI

- Idoneità del *processo produttivo*
- Garantire, su basi statistiche, la *qualità dei prodotti*
- Determinazione delle *proprietà meccaniche*

TIPI DI PROVE

- Prove a Trazione statiche
- Prove di Resilienza urto
- Analisi Chimiche

↓  
Valori Caratteristici  
*frattile inferiore del 5%*

$$f_k = f_m \cdot (1 - k \cdot \delta)$$



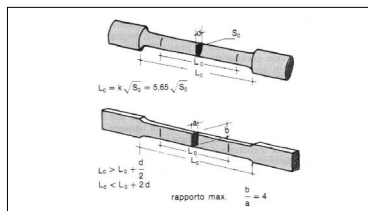
**PROVA A TRAZIONE**



**GEOMETRIA PROVINI**

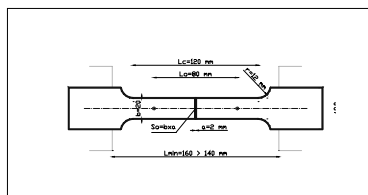
**PROVETTE  
PROPORZIONALI**

Esempi di Provette P.



**PROVETTE NON  
PROPORZIONALI**

Esempi di Provette N.P.





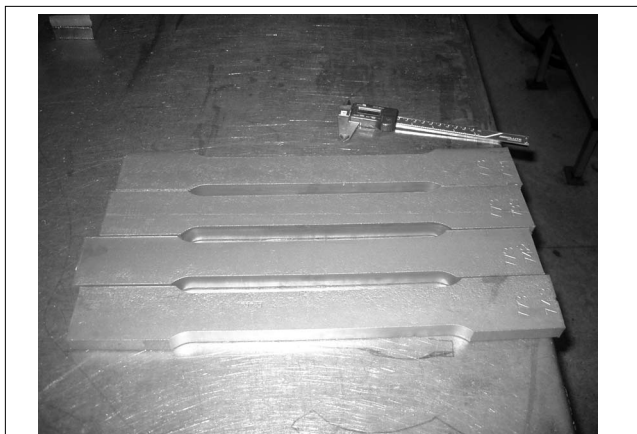
**ESTRAZIONE PROVINI**



**Macchina di Preparazione Provini**



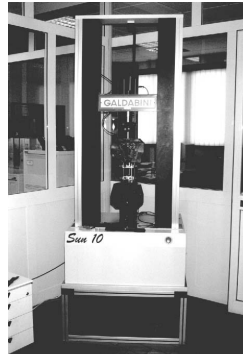
**ESTRAZIONE PROVINI**





**MACCHINA DI PROVA**

Norma di Riferimento  
(EN 10002 Parte I)



**Macchina di Prova della Galdabini (Sun 10)**



**MACCHINA DI PROVA**

Norma di Riferimento  
(EN 10002 Parte I)



**Macchina di Prova Manuale del Laboratorio della  
British Steel**



**MACCHINA DI PROVA**



**LA PROVA**





LA PROVA

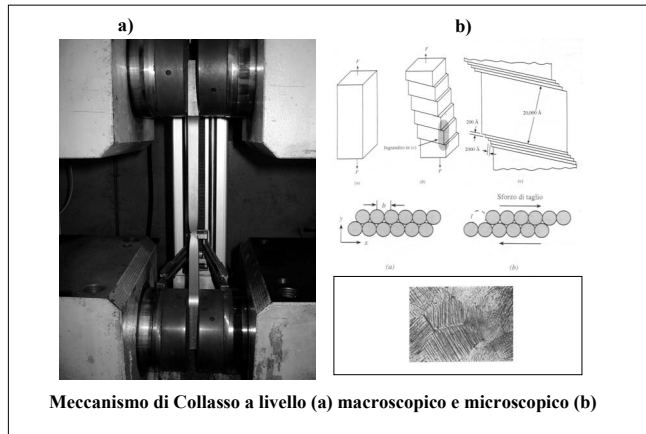


LA PROVA





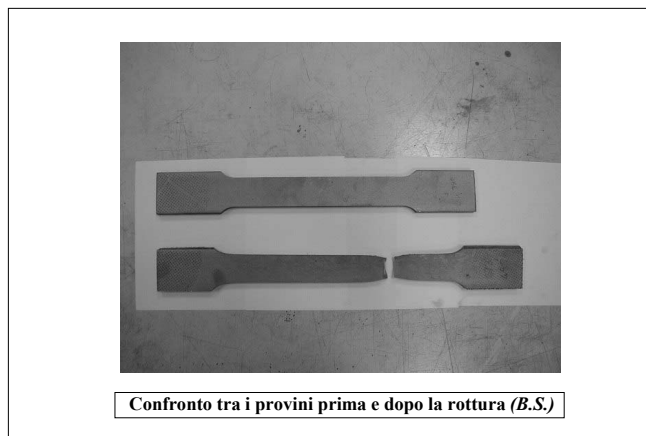
LA PROVA



Meccanismo di Collasso a livello (a) macroscopico e microscopico (b)



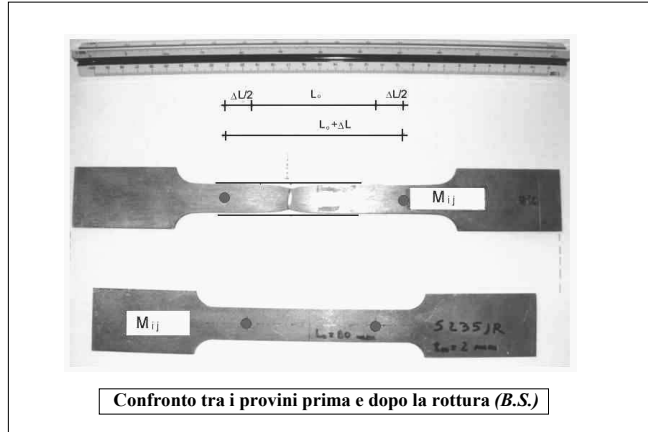
LA PROVA



Confronto tra i provini prima e dopo la rottura (B.S.)



LA PROVA



Confronto tra i provini prima e dopo la rottura (B.S.)



INTERPRETAZIONE DELLA PROVA

PARAMETRI DI BASE

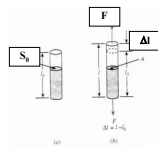
Nominali o Ingegneristici

Tensione

$$\sigma = \frac{F}{S_0}$$

Deformaz

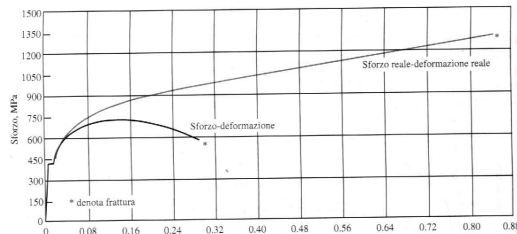
$$\varepsilon = \frac{l - l_0}{l_0}$$



Reali

$$\sigma_r = \frac{F}{S} \quad \varepsilon_r = \int_{l_0}^l \frac{dl}{l}$$

RISPOSTA REALE E NOMINALE  
Legge  $\sigma$ - $\varepsilon$



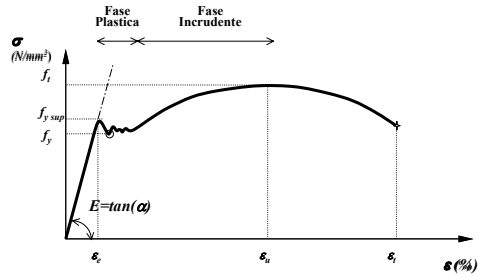


PARAMETRI MECCANICI

PARAMETRI

- Resistenza allo snervamento  $f_y$ ;
- Resistenza a rottura  $f_t$  o  $f_u$ ;
- Modulo di elasticità normale  $E$ ;
- Allungamento percentuale a rottura  $\epsilon_r$ ;
- Strizione percentuale a rottura  $S$ .

RISPOSTA ACCIAI DOLCI

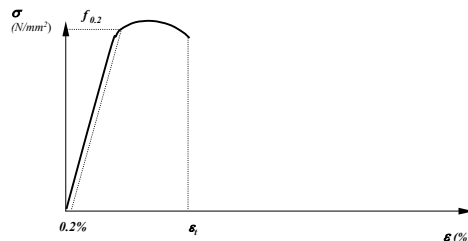


PARAMETRI MECCANICI

PARAMETRI

- Resistenza convenzionale allo 0.2%  $f_{0,2}$ ;
- Resistenza a rottura  $f_t$  o  $f_u$ ;
- Modulo di elasticità normale  $E$ ;
- Allungamento percentuale a rottura  $\epsilon_r$ ;

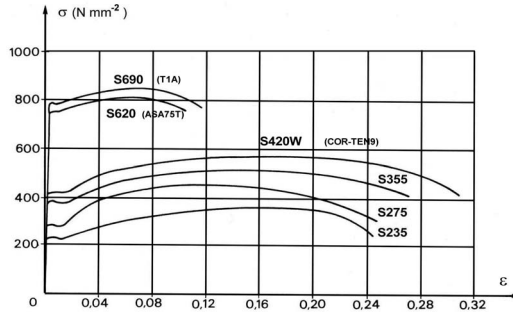
RISPOSTA ACCIAI DURI





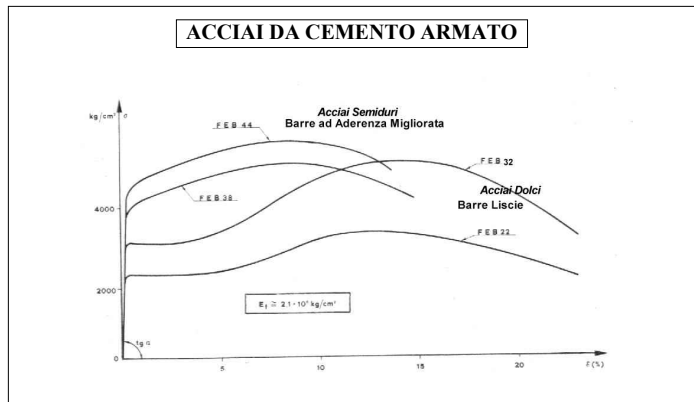
CONFRONTI TRA DIVERSI MATERIALI METALLICI

ACCIAI DA CARPENTERIA



CONFRONTI TRA DIVERSI MATERIALI METALLICI

ACCIAI DA CEMENTO ARMATO





### VALORI DI RIFERIMENTO DELLE PROPRIETA' MECCANICHE

PRINCIPALI PROPRIETA' MECCANICHE MISURATE DA PROVE A TRAZIONE							
PROPR.	ACCIAI DA C.A.				ACCIAI DA CARPENTERIA		
	FeB22k	FeB32k	FeB38k	Feb44k	S235 Fe360	S275 Fe430	S355 Fe510
$f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	215	315	375	430	235	275	350
$f_t - f_u$ (N/mm <sup>2</sup> )	335	490	450	540	360	430	510
$f_t / f_y$	1.56	1.56	1.20	1.26	1.53	1.56	1.47
$E$ (N/mm <sup>2</sup> )	206000	206000	206000	206000	206000	206000	206000
$\epsilon_t - A$ (%)	24	23	14	12	28 ÷ 24	24 ÷ 21	22 ÷ 20
$\gamma$ (KN / m <sup>3</sup> )	78.5	78.5	78.5	78.5	78.5	78.5	78.5
$\alpha$ (°C <sup>-1</sup> )	1·10 <sup>-5</sup>	1·10 <sup>-5</sup>	1·10 <sup>-5</sup>	1·10 <sup>-5</sup>	1·10 <sup>-5</sup>	1·10 <sup>-5</sup>	1·10 <sup>-5</sup>

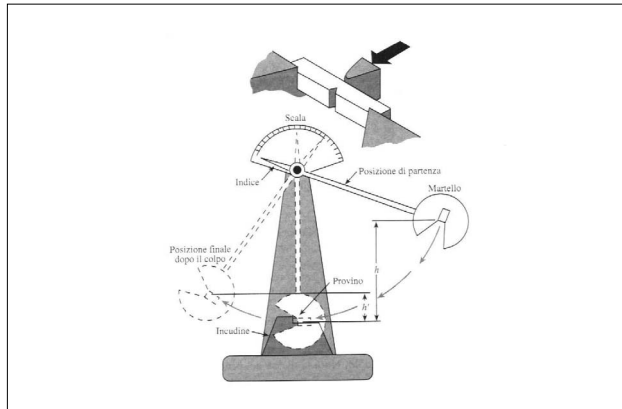
N.B. 1N≅0.1Kg; 1N/mm<sup>2</sup>=1MPa ≅ 10 Kg/cm<sup>2</sup>



### PROVA DI RESILIENZA



**MACCHINA DI PROVA**



**Schema Macchina di Prova (Pendolo di Charpy)**



**MACCHINA DI PROVA**



**Macchina di Prova della British Steel**



**GEOMETRIA PROVINI**



**Macchina per la preparazione dei provini (British Steel)**



**GEOMETRIA PROVINI**



**Pezzo e Provini ricavati (British Steel)**



**GEOMETRIA PROVINI**



**LA PROVA**



**Posizionamento Provino**



**LA PROVA**



**Provino prima e dopo la prova**



**VALORI DI RIFERIMENTO**

PROPRIETA' MECCANICHE DEGLI ACCIAI DA CARPENTERIA MISURATI DA PROVE DI RESILIENZA					
PROP	Grado Livello Saldabilità	Temp. (°C)	S235 Fe360	S275 Fe430	S355 Fe510
Resilienza KV	B	+20	≥ 27	≥ 27	≥ 27
	C	0	≥ 27	≥ 27	≥ 27
	D	-20	≥ 27	≥ 27	≥ 27
	DD	-20	-	-	≥ 40



**INTERPRETAZIONE DELLA PROVA**

**PARAMETRI**

Lavoro Speso Durante la Prova  
(*J*)

$$\Delta E = E_0 - E = W \cdot (H_0 - H)$$

Resilienza *KV*  
(*J/cm²*)

$$R = \frac{\Delta E}{A_0}$$

**RISPOSTA AL VARIARE DELLA TEMPERATURA**



**INTERPRETAZIONE DELLA PROVA**

**PARAMETRI**

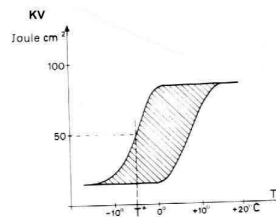
Lavoro Speso Durante la Prova  
(*J*)

$$\Delta E = E_0 - E = W \cdot (H_0 - H)$$

Resilienza *KV*  
(*J/cm²*)

$$R = \frac{\Delta E}{A_0}$$

**RISPOSTA AL VARIARE DELLA TEMPERATURA**



**Influenza della Temperatura Sulla resilienza KV**

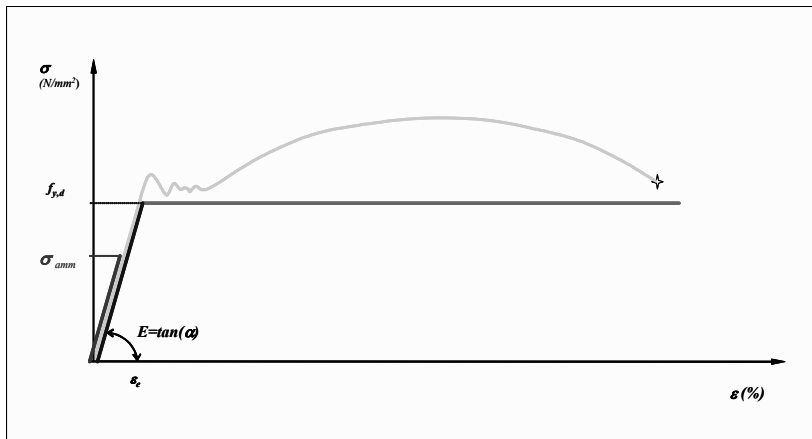


## ANALISI CHIMICHE

LIMITI DI COMPOSIZIONE CHIMICA DEI PRINCIPALI ACCIAI DA CARPENTERIA						
	Grado	Carbon. C (%)	Mangan. Mn (%)	Silicio Si (%)	Fosforo P (%)	Zolfo F (%)
S235	B	≤ 0.24			≤ 0.055	≤ 0.055
	C	≤ 0.22			≤ 0.050	≤ 0.050
S275	D	≤ 0.22			≤ 0.045	≤ 0.045
	B	≤ 0.26	≤ 1.6	≤ 0.60	≤ 0.050	≤ 0.050
S355	C	≤ 0.24	≤ 1.6	≤ 0.60	≤ 0.050	≤ 0.050
	D	≤ 0.22	≤ 1.6	≤ 0.60	≤ 0.045	≤ 0.045

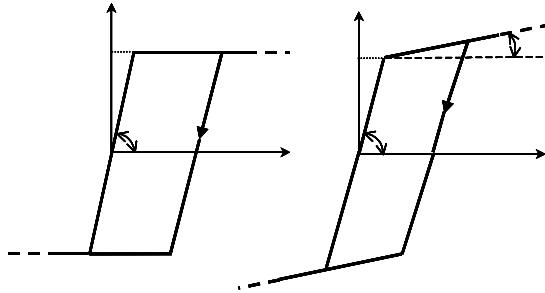


## IL MODELLO MECCANICO





**IL MODELLO MECCANICO**



Modelli di materiale impiegati per gli acciai da costruzione



**IL CERTIFICATO**