

# Materiali da Costruzione

**Progetto Pilota “Oikos e Téchne”**

**a.s. 2010/2011**

**Consumi Energetici del L.S.S. Francesco  
d’Assisi e stima del relativo risparmio con  
impianto fotovoltaico e coibentazione**

# Il Legno



Il legno è stato uno dei primi materiali da costruzione ed ha rappresentato per l'uomo la possibilità di risolvere, per molti secoli, i più complessi problemi strutturali e di produrre una molteplicità di utensili ed oggetti indispensabili alla vita di ogni giorno.

Vantaggi rispetto ad altri materiali:

- facile approvvigionamento
- facile lavorazione
- leggerezza (trasporto e posa in opera)
- impiego per strutture sollecitate
- possibilità di costruire strutture mobili e provvisorie
- facilità di riparazione e sostituzione



**Nel campo dell'architettura, il legno può essere elemento significante, oppure essere impiegato in modo da non apparire: c'è una grande differenza fra la casa nordica, dove muri, pareti, solai, coperture e rifiniture sono costruiti in legno, e la casa mediterranea, dove il legno è l'elemento portante dei solai, dei tetti, ma spesso non in vista, essendo preminente la struttura muraria in pietra o laterizio.**





**In Italia, quindi, il legno nelle costruzioni significa elemento per resistere agli sforzi di flessione (la trave), significa capriata per la coperture e soprattutto infissi di porte e finestre.**

Come materiale da costruzione, oltre agli innegabili pregi sopraelencati, il legno ha il grave difetto di una durata valutabile intorno ai 50-80 anni, a seconda delle condizioni di impiego; certamente molto poco rispetto alla durata secolare della pietra e dei laterizi. Essendo inoltre un materiale combustibile, il pericolo degli incendi ha costituito sempre una minaccia per le costruzioni in legno.



L'uso del legno nelle costruzioni, almeno in Italia, è venuto via via diminuendo con l'introduzione dell'acciaio prima e del cemento armato poi; scompare quasi del tutto per i solai, resta ancora in determinate zone per le coperture. Si è aperto altresì un nuovo campo di applicazione, dove il legno è materia prima: quello dei derivati (compensati, paniforti ecc.) essenziali in tanti settori dell'industria moderna.

# Classificazione dei legnami

In base alla:

-**provenienza** pino, abete, quercia, faggio e acero climi europei; ebano, mogano teak, climi tropicali.

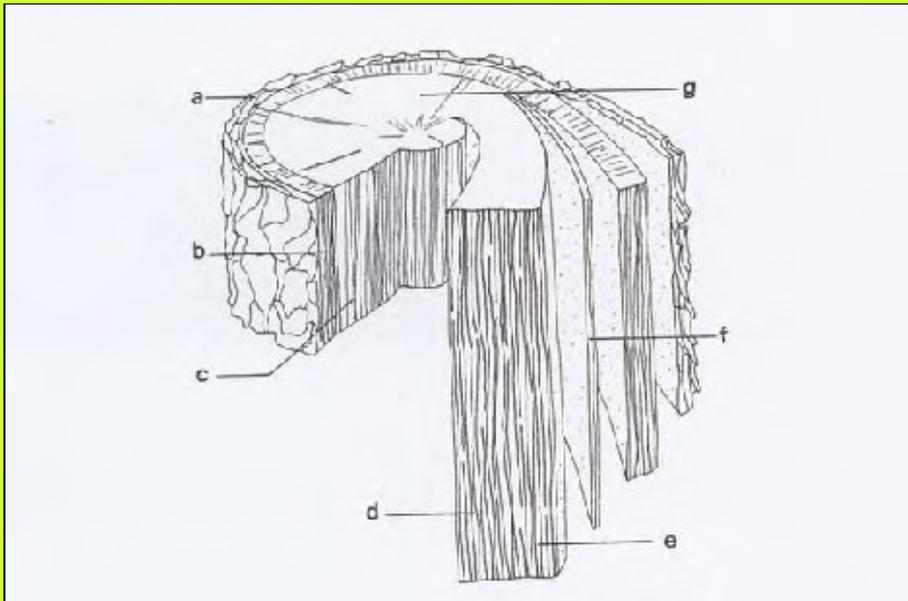
-**Duri** (mogano, quercia, noce) **Teneri** (abete, pino, betulle pioppo)

-**Botanico** in *latifoglie* (pioppo, tiglio, quercia, faggio) e *conifere* (abete, pino, larice, tasso)

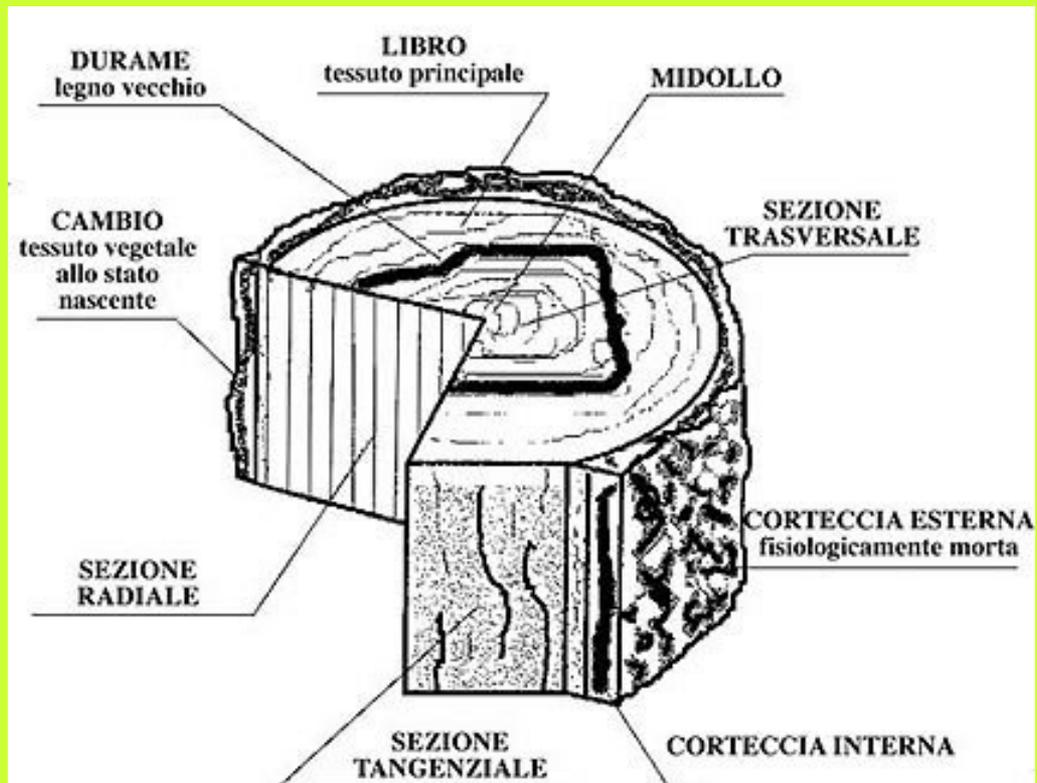
# Caratteristiche Fisiche del Legno

Il legno impiegato nelle costruzioni si ricava dalla parte interna dei grossi fusti degli alberi. È un materiale con struttura complessa non omogenea che si comporta in modo diverso a seconda della direzione dello sforzo.

I fusti si formano per accumulo di anelli, ad ognuno dei quali corrisponde, in genere, un anno di vita della pianta. Negli anelli annuali si può distinguere una zona chiara più tenera, corrispondente alla stagione di accrescimento primaverile, ed una zona più scura e compatta, che si forma nella stagione autunnale, mentre nell'estate e nell'inverno l'accrescimento è praticamente nullo. Il fusto delle conifere è percorso da canali che contengono la resina (essenze resinose).



- a) **Corteccia esterna.** Non ha resistenza è sede di larve e parassiti
- b) **Libro** formato da condotti nei quali discende la linfa
- c) **Anelli di accrescimento**
- d) **Durame** è la parte più interna perfettamente lignificata
- e) **Alburno** legno in formazione ricco di linfa e amidi
- f) **Cambio** è un sottile strato formato da cellule che elaborano i tessuti dell'alburno



# Difetti del Legno

Da un punto di vista tecnologico bisogna fare attenzione ai seguenti difetti:

## ***Imperfezioni di struttura:***

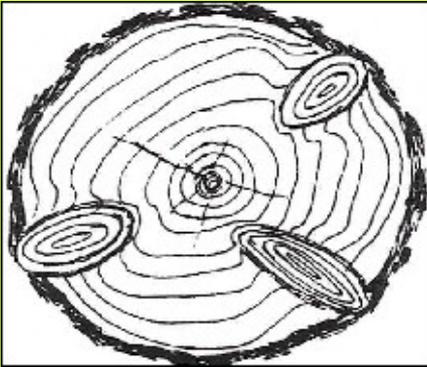
- fusto incurvato;
- fusto cavernoso;
- fusto contorto;
- eccentricità del midollo;
- fibre sinuose e pieghettate ecc.

## ***Danni provocati da vento, neve, errori nel taglio, trasporto, stagionatura:***

- spacchi radiali, dovuti al gelo;
- fenditure longitudinali, che spesso si verificano dopo la riduzione in tavole, a causa di tensioni interne (i “cretti”);
- deformazioni, dovute al ritiro durante la stagionatura.

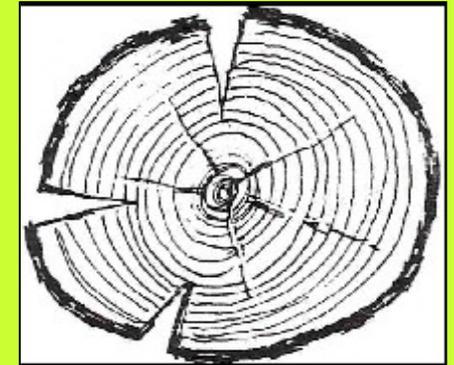
## ***Alterazioni prodotte da animali e funghi:***

- cavernosità prodotte da parassiti (larve di insetti);
- marciume bianco e rosso, dovuto a funghi che attaccano il legno quando è mantenuto in luoghi molto umidi;
- tarlatura, da parte di insetti silofagi (il più comune è il capricorno della casa, poi il tarlo, formiche, vespe del legno e termiti).



**Nodi:** sono i punti di innesto dei rami nel tronco

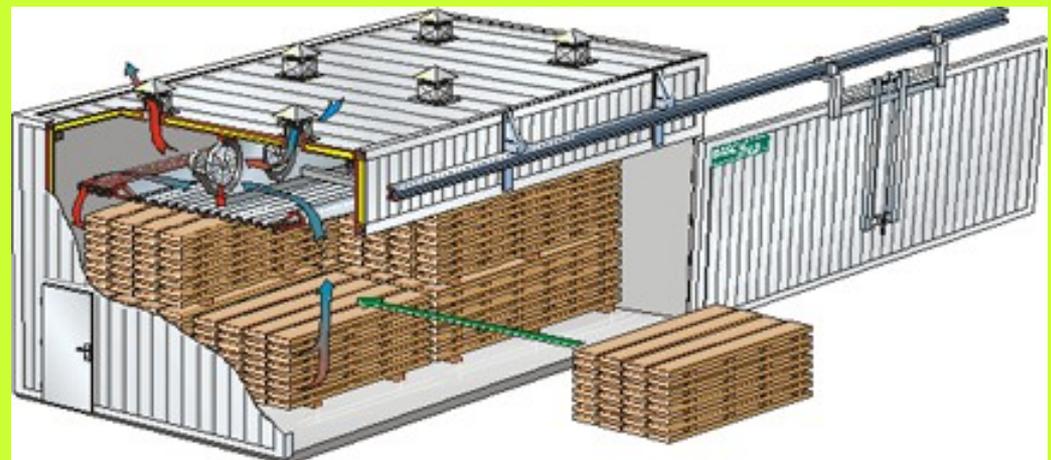
**Fenditure Radiali:** Sono provocate da un rapido essiccamento o da sbalzi di temperatura



**Cipollature:** Crescita non regolare causata dal gelo o dal caldo eccessivo

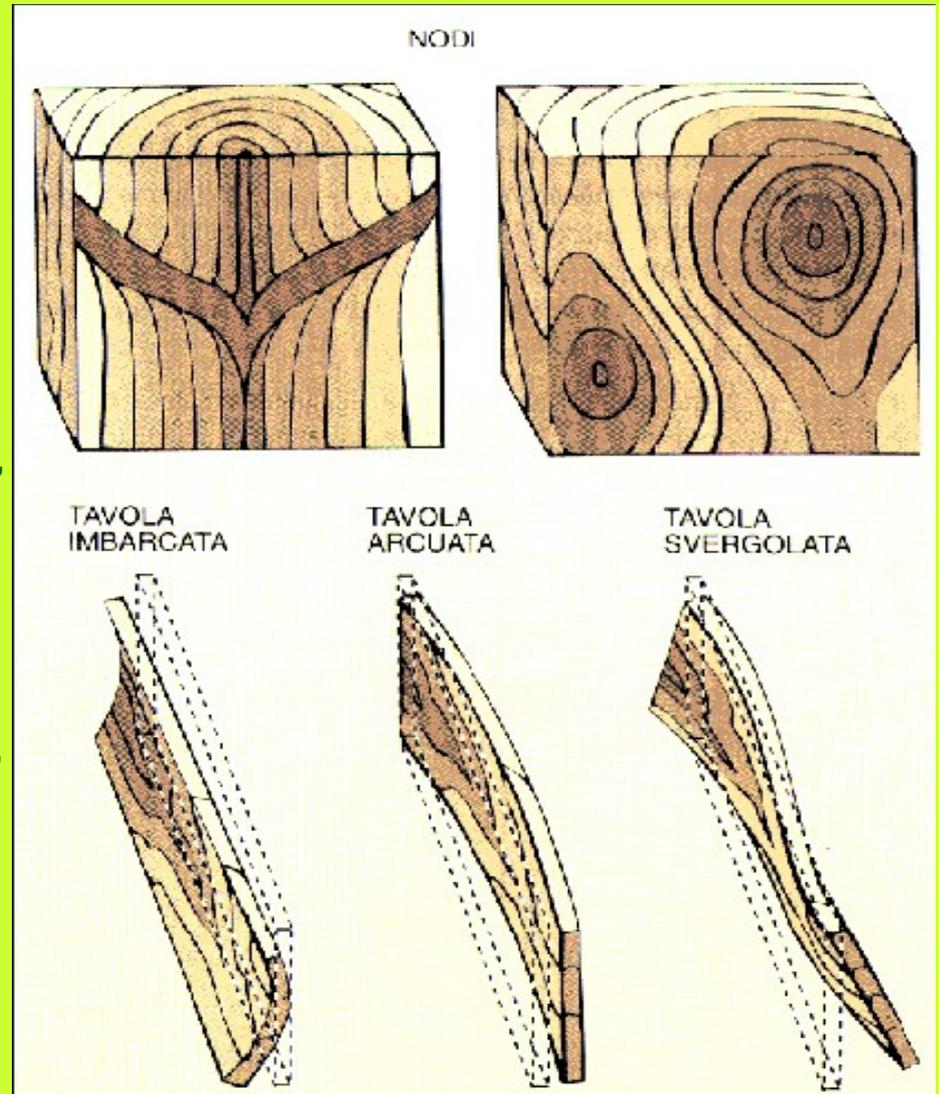
# Umidità del Legno e Stagionatura

Ogni pianta ha nei suoi tessuti una certa quantità di acqua, che in parte è libera nelle cavità cellulari ed in parte combinata con le sostanze costituenti i tessuti della pianta stessa. I tronchi tagliati esposti all'aria perdono la loro umidità e comincia così il processo di stagionatura, che è della massima importanza per il successivo impiego del legname. La stagionatura può essere naturale o artificiale. Generalmente le piante vengono abbattute tra novembre e febbraio quando la secrezione dei succhi vegetali è minima. Le resinose, invece, nel periodo estivo. La percentuale di umidità nel legno è di massima importanza perché determina variazioni notevoli di dimensioni (ritiro) che comportano problemi specialmente nell'impiego per infissi. Inoltre una quantità elevata di umidità favorisce l'attacco di funghi con conseguente necessità di trattamenti speciali.



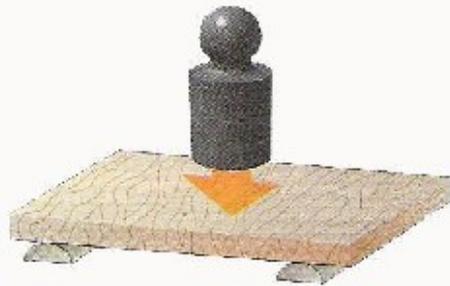
# Deformabilità del Legno

La deformabilità del legno è in funzione del rapporto fra il ritiro radiale e quello tangenziale, che assumono valori diversi per le varie essenze; hanno una bassa deformabilità (circa 1,4-1,5) il noce, il mogano ed il castagno ed una deformabilità normale (1,6-2) il douglas, il teak, l'acero e l'olmo. Altri legni, come il larice, il faggio, il pioppo, l'abete e il leccio, hanno una deformabilità elevata, compresa fra 2 e 3. Gli effetti combinati dei vari ritiri che subisce il legno possono portare su una tavola a deformazioni complessive che, qualora eccessive, la rendono inutilizzabile. Sono molto frequenti spacchi e fessurazioni, limitati spesso alle estremità delle tavole.

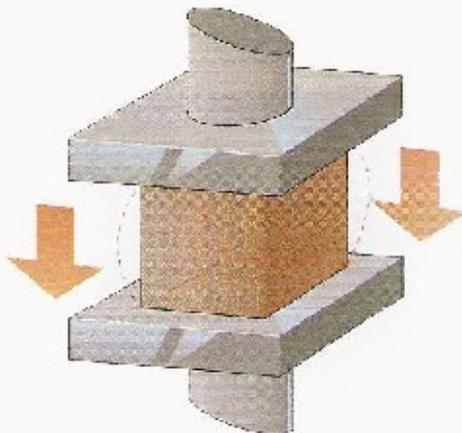


## Caratteristiche meccaniche del legno

Le caratteristiche meccaniche del legno variano entro limiti amplissimi, che dipendono dall'essenza, dal peso specifico secco, dal grado di umidità, dalla direzione delle fibre rispetto alla sollecitazione e dai difetti del legno stesso (nodi, cipollature, ecc.). Le prove si effettuano su campioni ricavati da legno sano e senza difetti.



resistenza alla flessione



resistenza  
alla compressione

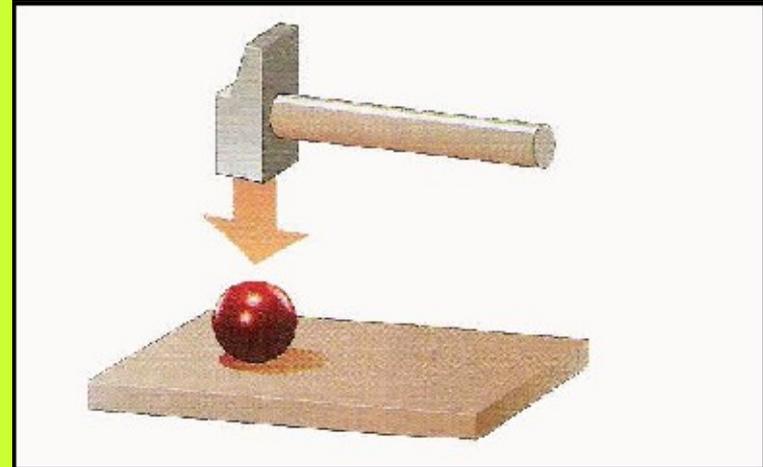
*La **Resistenza** è la proprietà dei legnami di resistere alle forze e alle sollecitazioni che tendono a deformarli senza rompersi. Il legno resiste bene alla compressione e alla trazione se la forza agisce nel verso delle fibre. Alcuni legnami resistono bene alla flessione ma solo se applicata in senso trasversale alle fibre.*

***Compressione perpendicolare alle fibre.** In questo caso i valori del carico di rottura sono molto inferiori a quello assiale; in genere si riducono ad un quinto, con variazioni notevoli in relazione al tipo di legno.*

***Compressione inclinata rispetto alle fibre.** I valori del carico di rottura variano moltissimo in funzione dell'angolo di applicazione del carico.*

***Flessione.** Una trave sottoposta a sollecitazione di flessione si deforma elasticamente, producendo sulle fibre interne uno sforzo di compressione ed uno di trazione. Nelle prove, la rottura avviene prima sul bordo compresso poi su quello teso. Le prove di rottura a flessione vengono effettuate su dei provini di altezza pari a 150 mm..*

**Durezza.** E' la capacità di resistere alla penetrazione di corpi più duri. La durezza è una caratteristica importante per stabilire le difficoltà e le modalità di lavorazione del legno, che può essere spaccato, segato, forato, piallato, raspatto, lisciato ecc. La durezza è funzione diretta del peso specifico e dell'età del legno, mentre diminuisce notevolmente con l'aumento dell'umidità.



<i>Molto duri</i>	<i>Duri o abbastanza duri</i>	<i>Mediamente duri</i>	<i>Teneri</i>	<i>Tenerissimi</i>
Ebano	Acero	Larice	Betulla	Tiglio
olivo	Faggio	Mogano	Abete	Pioppo
	Noce	Castagno	Ontano	Balsa

# Proprietà chimiche del legno

**La conoscenza delle caratteristiche dei principali costituenti della parete cellulare, la cosiddetta ultrastruttura del legno, è di fondamentale importanza per capire molti dei comportamenti fisici e meccanici del materiale, nonché le sue proprietà più intrinseche.**

Basti pensare alla sua anisotropia, cioè alla proprietà di presentare caratteristiche diverse a seconda della direzione anatomica considerata, alla sua igroscopicità (adsorbimento e desorbimento) e al suo comportamento viscoelastico e mecano-sorbitivo.

La parete cellulare è, nel suo complesso, un sistema le cui caratteristiche meccaniche sono particolarmente raffinate: è assimilabile ad un materiale composito in cui una matrice (lignina) tiene unite le microfibrille di cellulosa; l'organizzazione in più livelli dimensionali assicura una serie di caratteristiche (distribuzione delle tensioni, resilienza e capacità di resistere alla propagazione delle fessurazioni) difficili da raggiungere anche nei compositi artificiali più avanzati.

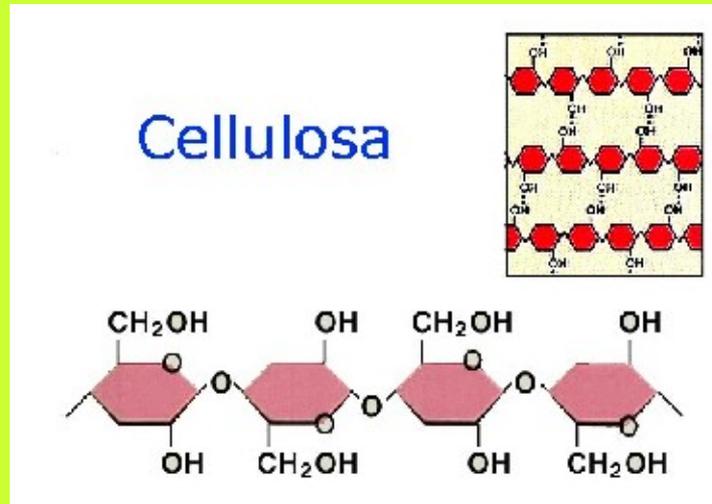
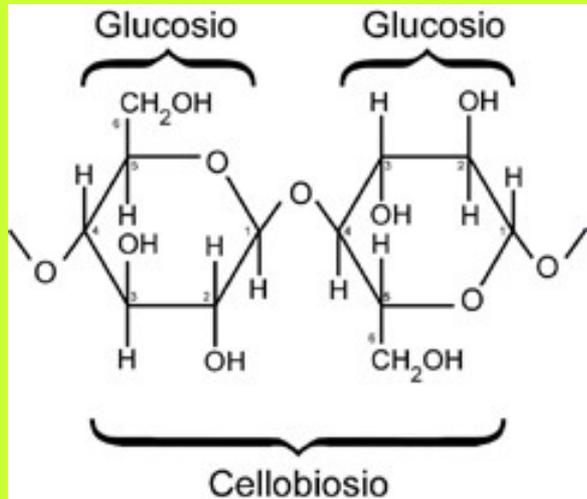
L'ultrastruttura del legno è qualitativamente simile per tutte le specie legnose. In particolare, i costituenti chimici della parete cellulare sono: la **cellulosa**, la **lignina** e le **emicellulose**. A questi componenti strutturali si devono poi aggiungere gli estrattivi e le ceneri che, pur essendo componenti non strutturali, e dunque non contribuendo alle proprietà meccaniche del legno, ne influenzano le altre caratteristiche, altrettanto importanti dal punto di vista tecnologico (ad esempio il colore, la durabilità naturale, la bagnabilità ecc.).

# La cellulosa

La cellulosa è il componente più abbondante nel legno, arrivando a valori del 50% del peso secco. È un polisaccaride para-cristallino chimicamente stabile, non è solubile in acqua ma si idrata facilmente (è infatti da ciò che prende origine l'igroscopicità del legno). Questa sostanza conferisce la **resistenza a trazione** alla parete cellulare, grazie al suo grado di linearità e cristallinità.

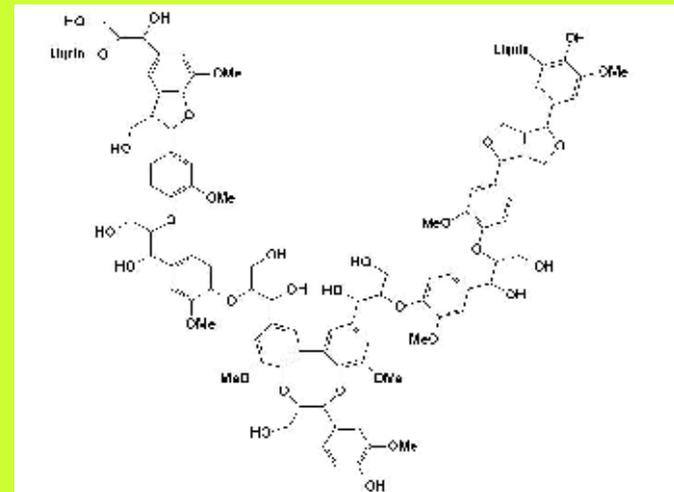
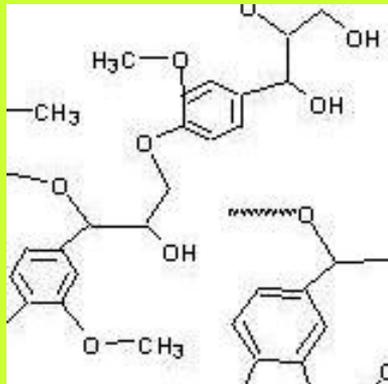
È costituita essenzialmente da cellobiosio polimerizzato, il cellobiosio essendo dato dall'unione di due molecole di glucosio, che si può approssimativamente considerare l'unità elementare della cellulosa. La polimerizzazione del cellobiosio origina delle catene regolarmente ordinate nello spazio, in modo tale da formare un reticolo cristallino caratterizzato da una cella elementare che consta di due molecole di cellobiosio. Le catene di unità di cellobiosio delle celle elementari sono affiancate fra loro in modo da formare fasci filiformi, nei quali, a zone più compatte dette *micelle cristalline* si alternano zone ove le catene sono più libere od *amorfe*. Questo insieme dà luogo alle *fibrille elementari*. Le aree più amorphe sembrano essere posizionate, in senso longitudinale, nella zona di unione tra due fibrille e, in senso trasversale, nella parte periferica della singola fibrilla, zone dove si nota la maggiore reattività degli aggregati.

Le fibrille elementari si uniscono fra loro dando luogo a filamenti piatti, detti *microfibrille* le quali, a loro volta, si uniscono formando le *macrofibrille*.



# La lignina

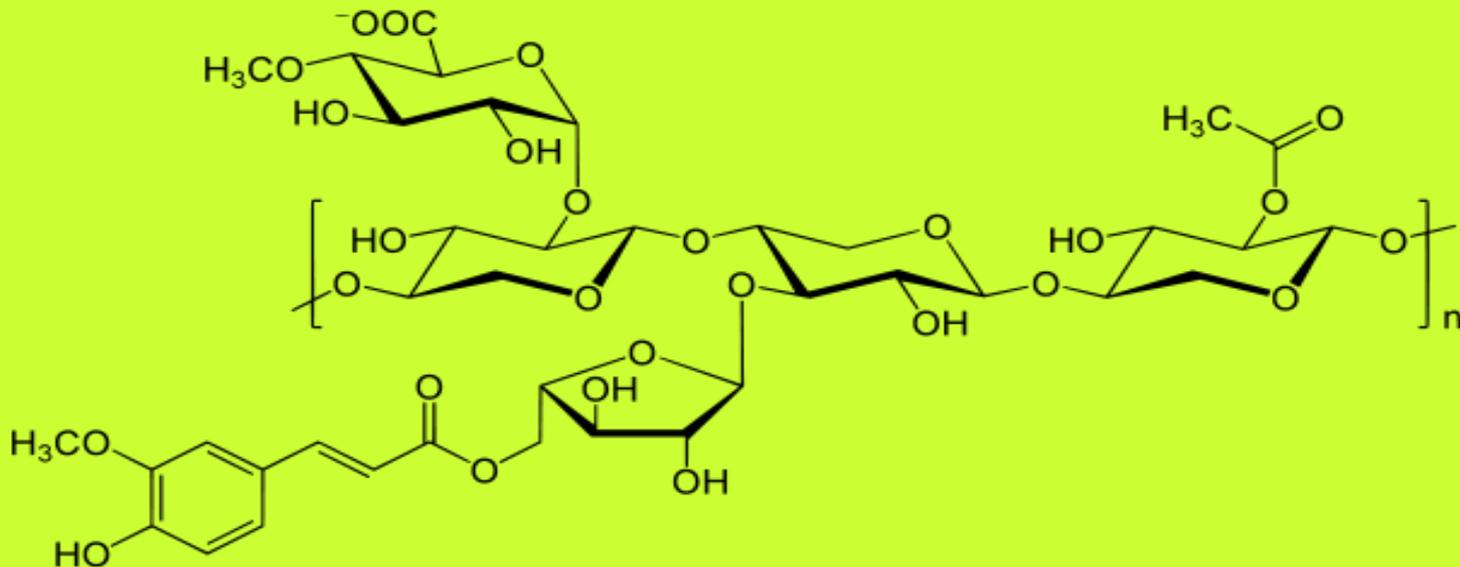
La lignina è un polimero aromatico tridimensionale costituito da derivati del fenilpropano, presente indicativamente per il 26-30% nelle conifere e per il 20-25% nelle latifoglie. E' una sostanza amorfa, rigida, a comportamento termoplastico e di composizione variabile, soprattutto tra le conifere e le latifoglie; viene definita "incrostante" poiché **si depone fra le fibrille cellulose e fra le macromolecole pectiche ed emicellulosiche, conferendo così caratteristiche di rigidità e resistenza a compressione**. La distribuzione percentuale dei costituenti chimici è diversa nei diversi strati della parete cellulare.



# Le emicellulose

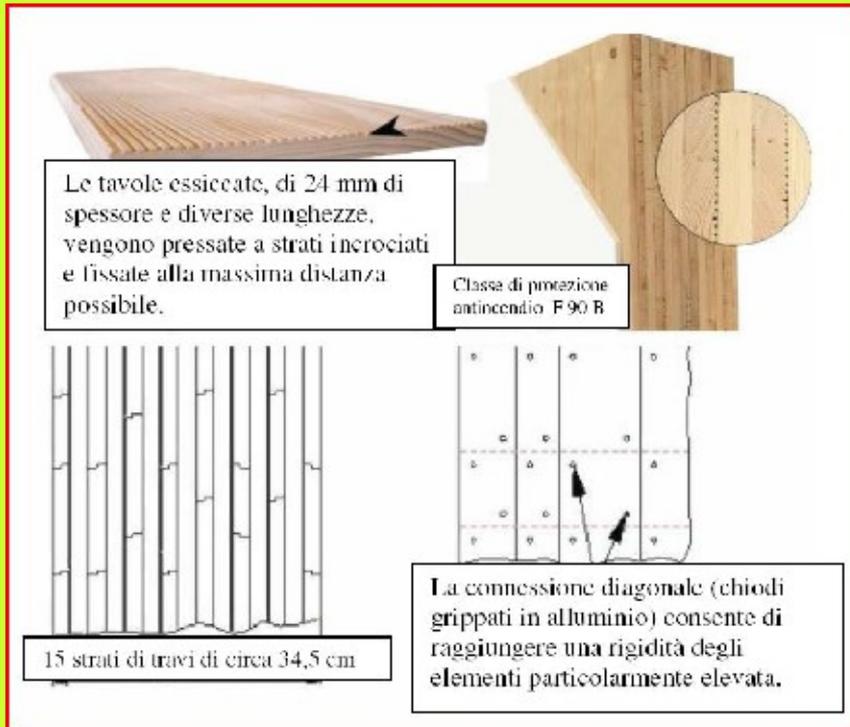
Le emicellulose sono dei polisaccaridi amorfi presenti per il 20-30% del peso anidro, derivanti dall'aggregazione di zuccheri (in particolare: mannosio, xilosio, arabinosio, glucosio, galattosio e ramnosio) e alcuni acidi ma, diversamente dalla cellulosa composta solo di glucosio, possono essere costituite da molecole di diverso tipo. I vari polimeri prendono il nome proprio dai monomeri che li originano e la loro composizione cambia fra conifere e latifoglie, ma anche tra specie diverse.

**Il grado di polimerizzazione delle emicellulose è generalmente inferiore a quello della cellulosa** e le catene non sono disposte tutte in modo tra loro parallelo, ma possono originarsi delle catene laterali disposte perpendicolarmente rispetto all'asse della catena principale. Questo minor livello di organizzazione, caratterizzata da un maggior numero di ossidrilici liberi di legarsi con altre molecole, rende le emicellulose più solubili e soprattutto più igroscopiche, dando un **notevole contributo al comportamento viscoso del legno**. Da qui la sempre crescente importanza che viene riconosciuta a questi polimeri.



# Bioedilizia e Case in legno

Si tratta di pareti spesse e massicce con straordinarie caratteristiche di isolamento garantite dalle proprietà fisiche del legno, elevato accumulo di calore con riduzione dei costi di riscaldamento, stabilità di forma grazie alla struttura a strati incrociati di tavole essiccate.



L'elevata capacità di accumulo di calore di un componente strutturale produce un ambiente con clima equilibrato, poiché impedisce rapidi sbalzi termici causati dall'alternanza giorno-notte o dagli eventi atmosferici. Le pareti più spesse sono pertanto consigliabili proprio per quegli edifici nei quali la struttura massiccia monolitica ha il proprio fulcro. Per quanto riguarda la capacità di accumulo di calore, le pareti in legno massiccio presentano caratteristiche considerevolmente superiori rispetto a strutture paragonabili in muratura. La differenza di fase è l'intervallo di tempo che intercorre tra la comparsa della temperatura massima sulla superficie esterna di un elemento strutturale e il raggiungimento della temperatura massima sul lato interno. Un valore elevato >12 ore è importante per la protezione termica estiva, in quanto impedisce il rapido impatto delle alte temperature negli ambienti interni.

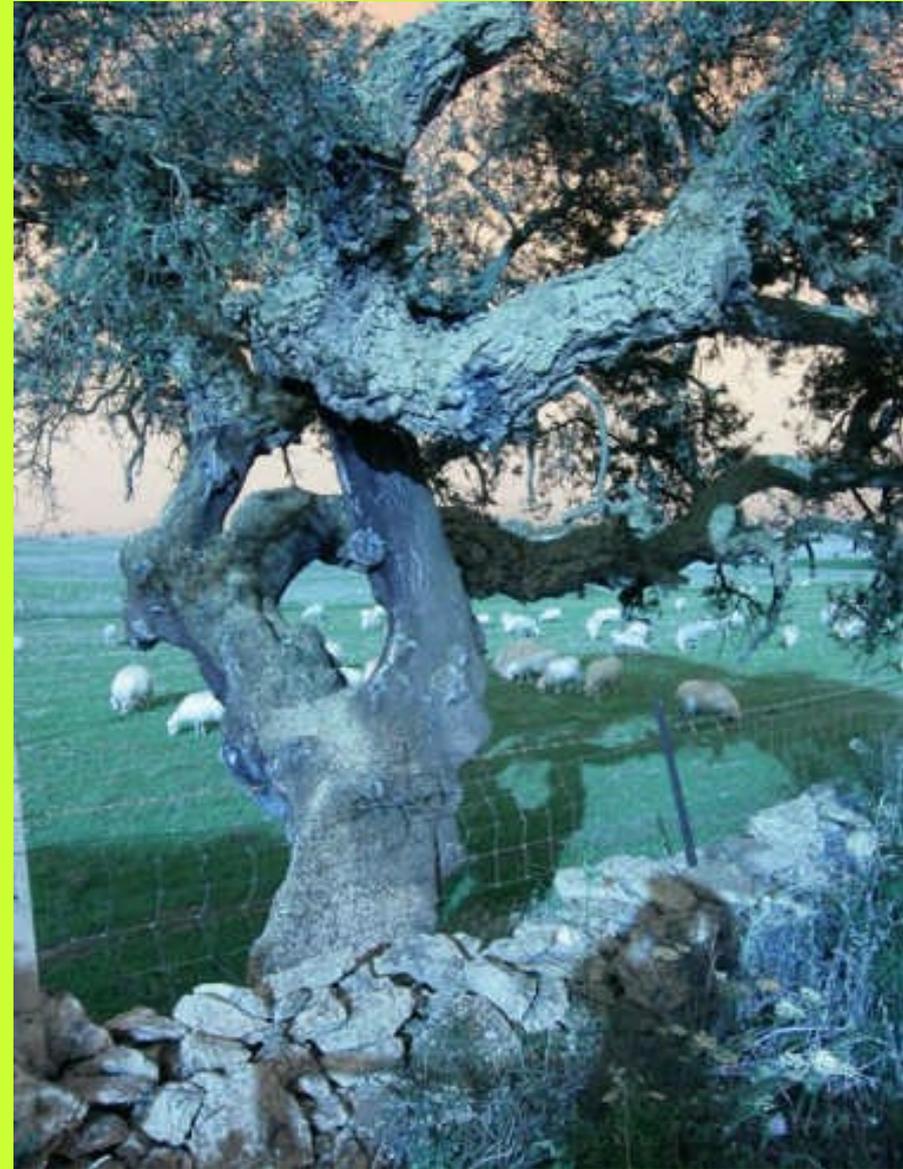
Grazie all'elevata capacità di accumulo, le pareti in legno massiccio con struttura monolitica e un sistema di isolamento termico totale, rispondono molto meglio delle pareti in mattoni. La differenza di fase di tutte le varianti di pareti in legno massiccio è superiore a 12 ore. Per quanto riguarda la differenza di fase è interessante notare che le pareti in legno massiccio di minore spessore con maggiori caratteristiche isolanti, presentano capacità di accumulo del calore e differenza di fase praticamente identiche. Ciò è dovuto anche agli straordinari valori U.

# IL SUGHERO

Il sughero è un materiale naturale che si ricava dalla corteccia di apposite querce che vivono nel bacino del Mediterraneo: in Italia ve ne sono specialmente in Sardegna ed in Sicilia.

E' molto usato in edilizia per le sue qualità isolanti dovute al basso peso specifico.

Viene, a tal proposito, venduto in lastre sottili pochi centimetri (uno, due, tre) e posto soprattutto nelle camere d'aria costruite nelle tamponature di edifici in cemento armato. Ha molti altri materiali concorrenti di tipo espanso da resine (polistirolo, poliuretano, resine poliviniliche e fenoliche), ma riesce a mantenersi ai primi posti per scelta per alcune peculiarità che lo contraddistinguono: oltre ad essere di origine naturale non è attaccabile da insetti di qualunque genere, si mantiene inalterato nel tempo e presenta anche una elegante superficie da poter essere lasciata a vista.



# CARATTERISTICHE TECNOLOGICHE

Il sughero per l'edilizia viene quasi esclusivamente venduto in pannelli di circa cm.50 x 100 e dello spessore principalmente da due o tre centimetri. Questi sono composti da trucioli pressati e fatti con la corteccia meno pregiata (maschio) dell'albero, mentre quella più raffinata è utilizzata per costruire piastrelle da pavimento o altre applicazioni dove sia necessario il materiale compatto naturalmente.

La massa specifica va dai 60 kg/mc ai 270 con un coefficiente di conduzione termica, alla temperatura di 20° di 0,033-0,048 kcal/hm°C. E' un buon valore isolante, di poco superiore a quello della lana di vetro o di altri materiali ottenuti per espansione di resine (più è basso tale valore e migliore è il comportamento isolante del materiale).

Presenta una resistenza alla diffusione del vapore d'acqua tra 2 e 40 (si consideri che l'aria ha un fattore di resistenza alla diffusione uguale a 1). In questo caso resistono meglio gli espansi da resine o il vetro cellulare e meno gli altri isolanti, ma il valore è sicuramente molto buono, anche se è comunque necessaria la barriera al vapore nel caso di isolamento anticondensa o per le celle frigorifere.



## **Pregi**

I pregi del sughero sono molteplici e non solo per l'uso di un materiale naturale, biodegradabile in caso di rimozione, per nulla tossico e riproducibile secondo un ciclo di una decina d'anni da parte delle querce da sughero, ma anche per le sue caratteristiche intrinseche. E' leggero, isolante, impermeabile, ignifugo, respinge topi ed insetti, anche bruciando non sprigiona gas tossici ed è inattaccabile da funghi, batteri e tarli. Può essere riciclato e non inquina in nessun caso l'ambiente: nè la nostra casa, nè il territorio.

## **Difetti**

E' necessaria la barriera al vapore per l'anticondensa (ma non è l'unico materiale isolante a richiederla), può essere tagliato a pezzi solo con la sega elettrica (diversamente si sbriciola), è un pò più pesante dei materiali espansi da resine o della lana di vetro (presenta perciò qualche problema se deve essere posto in opera nell'intradosso di un solaio ove occorrono appositi tasselli con qualche difficoltà nell'operazione). Inoltre, quando va posto a vista, deve essere trattato. Costa un pò in più a parità di resa isolante.

# Case in legno e Terremoti



Oggi in Italia vige l'obbligo di progettare gli edifici con criteri antisismici severi, ma sino al 1962 non esisteva alcuna legge in materia, neppure per le zone a maggior rischio di terremoto.

Una struttura antisismica viene calcolata per resistere sia ai convenzionali carichi statici, che alle forze che vengono generate durante i terremoti, di tipo dinamico, in particolare di "trazione".

Assolutamente basilare è il ruolo delle fondazioni che devono permettere di "ammortizzare" le sollecitazioni, disperdendole nel terreno, come se il fabbricato fosse adagiato su di una "zattera".

Intuitivamente un edificio antisismico si deve "deformare" durante un terremoto, con effetti del tutto "reversibili", così come è evidente che una struttura rigida corre il rischio di danneggiarsi gravemente, sino ad arrivare al crollo vero e proprio.

Le grandi strutture in Giappone vengono costruite in cemento armato opportunamente calcolato per resistere a sismi di intensità distruttiva, ma la stragrande maggioranza delle abitazioni è realizzata interamente in legno. Si tratta di edifici per loro natura estremamente elastici, in grado di deformarsi sotto l'azione di terremoti anche devastanti senza subire danni.

**Il legno è un materiale ugualmente resistente a trazione e compressione (al contrario del laterizio o del cemento che soffrono le forze di trazione), prestandosi ottimamente all'impiego in zone ad accentuato rischio sismico, soprattutto impiegato per edifici a destinazione abitativa.**

**Pensiamo alle notevoli capacità portanti delle grandi strutture in legno lamellare che vengono impiegate oramai in molti edifici ove sia necessario coprire grandi spazi senza pilastri, come impianti sportivi o per lo spettacolo.**

<http://www.youtube.com/watch?v=pI3tMQ20mzs>

**Per comprendere sino in fondo le capacità di resistenza del legno di fronte al terremoto, il video testimonia il test antisismico a cui è stata sottoposta una struttura in legno realizzata per il progetto "Sofie" dall'Istituto per la valorizzazione del legno e delle specie arboree del Cnr (Ivalsa) di San Michele all'Adige in provincia di Trento.**

**Alla fine del 2007 l'Istituto nazionale di ricerca sulla prevenzione disastri (Nied) di Miki (Giappone) l'ha sottoposto, con successo, alla simulazione del terremoto di Kobe (magnitudo 7,2 sulla scala Richter), che nel 1995 provocò la morte di oltre seimila persone.**

**Se consideriamo la notevole altezza del prototipo e che si tratta di una struttura interamente di legno possiamo capire sino in fondo le potenzialità di questo materiale. La tecnica costruttiva qui impiegata consiste nell'utilizzo di pannelli lamellari di legno massiccio di spessore variabile dai 5 ai 30 centimetri incollati a strati incrociati.**

<http://www.youtube.com/watch?v=wLZc8yvcLzQ>



# I Metalli

METALLI																		NON METALLI					GAS NOBILI VIII A
IA		II A		METALLI DI TRANSIZIONE										III A	IV A	V A	VI A	VII A	2 He				
1 <b>H</b> Idrogeno 1,0079																		2 <b>He</b> Elio 4,0026					
3 <b>Li</b> Litio 6,941	4 <b>Be</b> Berillio 9,01218											5 <b>B</b> Boro 10,81	6 <b>C</b> Carbonio 12,011	7 <b>N</b> Azoto 14,0067	8 <b>O</b> Ossigeno 15,9994	9 <b>F</b> Fluoro 18,998403	10 <b>Ne</b> Neon 20,179						
11 <b>Na</b> Sodio 22,98976	12 <b>Mg</b> Magnesio 24,305											13 <b>Al</b> Alluminio 26,981538	14 <b>Si</b> Silicio 28,0855	15 <b>P</b> Fosforo 30,97376	16 <b>S</b> Zolfo 32,06	17 <b>Cl</b> Cloro 35,453	18 <b>Ar</b> Argon 39,948						
19 <b>K</b> Potassio 39,0983	20 <b>Ca</b> Calcio 40,08	21 <b>Sc</b> Scandio 44,9559	22 <b>Ti</b> Titanio 47,88	23 <b>V</b> Vanadio 50,9415	24 <b>Cr</b> Cromo 51,996	25 <b>Mn</b> Manganese 54,938	26 <b>Fe</b> Ferro 55,847	27 <b>Co</b> Cobalto 58,9332	28 <b>Ni</b> Nichel 58,71	29 <b>Cu</b> Rame 63,546	30 <b>Zn</b> Zinco 65,38	31 <b>Ga</b> Gallio 69,723	32 <b>Ge</b> Germanio 72,63	33 <b>As</b> Arsenico 74,9216	34 <b>Se</b> Selenio 78,96	35 <b>Br</b> Bromo 79,904	36 <b>Kr</b> Kriptone 83,80						
37 <b>Rb</b> Rubidio 85,4678	38 <b>Sr</b> Stronzio 87,62	39 <b>Y</b> Yttrio 88,9058	40 <b>Zr</b> Zirconio 91,22	41 <b>Nb</b> Niobio 92,9064	42 <b>Mo</b> Molibdeno 95,94	43 <b>Tc</b> Technecio 98*	44 <b>Ru</b> Rutenio 101,07	45 <b>Rh</b> Rodio 102,9055	46 <b>Pd</b> Palladio 106,4	47 <b>Ag</b> Argento 107,868	48 <b>Cd</b> Cadmio 112,41	49 <b>In</b> Indio 114,82	50 <b>Sn</b> Stagno 118,71	51 <b>Sb</b> Antimonio 121,75	52 <b>Te</b> Tellurio 127,6	53 <b>I</b> Iodio 126,9045	54 <b>Xe</b> Xenone 131,29						
55 <b>Cs</b> Cesio 132,9054	56 <b>Ba</b> Bario 137,33	57 <b>La</b> Lantanio 138,9055	72 <b>Hf</b> Hafnio 178,49	73 <b>Ta</b> Tantalio 180,9479	74 <b>W</b> Wolframio 183,85	75 <b>Re</b> Reniio 186,2	76 <b>Os</b> Osmio 190,2	77 <b>Ir</b> Iridio 192,22	78 <b>Pt</b> Platino 195,08	79 <b>Au</b> Oro 196,9665	80 <b>Hg</b> Mercurio 200,59	81 <b>Tl</b> Tallio 204,37	82 <b>Pb</b> Piombo 207,2	83 <b>Bi</b> Bismuto 208,9804	84 <b>Po</b> Polonio 209*	85 <b>At</b> Astatio 210*	86 <b>Rn</b> Radone 222*						
87 <b>Fr</b> Francio 223*	88 <b>Ra</b> RADIO 226*	89 <b>Ac</b> Attinio 227,0277	104 <b>Unq</b> Ununquadio 261*	105 <b>Unp</b> Ununpentio 262*	106 <b>Unh</b> Ununsextio 263*	107 <b>Uns</b> Ununseptio 264*	108 <b>Uno</b> Ununoctio 265*	109 <b>Une</b> Ununennio 266*	110 <b>Uun</b> Unbihio 267*	111 <b>Uuu</b> Untrio 268*													
serie dei lantanidi		58 <b>Ce</b> Cesio 140,12	59 <b>Pr</b> Praseodimio 140,9077	60 <b>Nd</b> Neodimio 144,24	61 <b>Pm</b> Promezio 145*	62 <b>Sm</b> Samarzio 150,4	63 <b>Eu</b> Europio 151,96	64 <b>Gd</b> Gadolino 157,25	65 <b>Tb</b> Terbio 158,9254	66 <b>Dy</b> Dizimio 162,50	67 <b>Ho</b> Olivio 164,9304	68 <b>Er</b> Erbio 167,26	69 <b>Tm</b> Terbomio 168,9340	70 <b>Yb</b> Itrio 173,04	71 <b>Lu</b> Lutecio 174,96								
serie degli attinidi		90 <b>Th</b> Torio 232,0381	91 <b>Pa</b> Protattinio 231,0369	92 <b>U</b> Uranio 238,0289	93 <b>Np</b> Neptunio 244*	94 <b>Pu</b> Plutonio 244*	95 <b>Am</b> Americio 243*	96 <b>Cm</b> Curio 247*	97 <b>Bk</b> Berkeleyo 247*	98 <b>Cf</b> Californio 251*	99 <b>Es</b> Einsteinio 252*	100 <b>Fm</b> Fermio 257*	101 <b>Md</b> Mendelevio 258*	102 <b>No</b> Nobelio 259*	103 <b>Lr</b> Lawrencio 260*								

47 <b>Ag</b> Argento 107,868	numero atomico	simbolo	nome dell'elemento	massa atomica
---------------------------------------	----------------	---------	--------------------	---------------

		
metalli	caratteristiche intermedie	non metalli

\* I valori tra parentesi indicano il numero di massa dell'isotopo più stabile.

Sono materiali instabili ricavati da minerali che li contengono. I metalli hanno la tendenza ad alterarsi a contatto con l'atmosfera, con l'acqua e con gli elementi corrosivi dell'ambiente.

Sono usati allo stato puro o in leghe (combinati con altri elementi)

Il metallo puro è ottenuto attraverso procedimenti termici o elettrochimici e poi processi di affinazione. Poi viene fuso in:

- lingotti
- Prodotti lunghi (fili, barre, tubi, profilati,...)
- Lamiere



Ematite

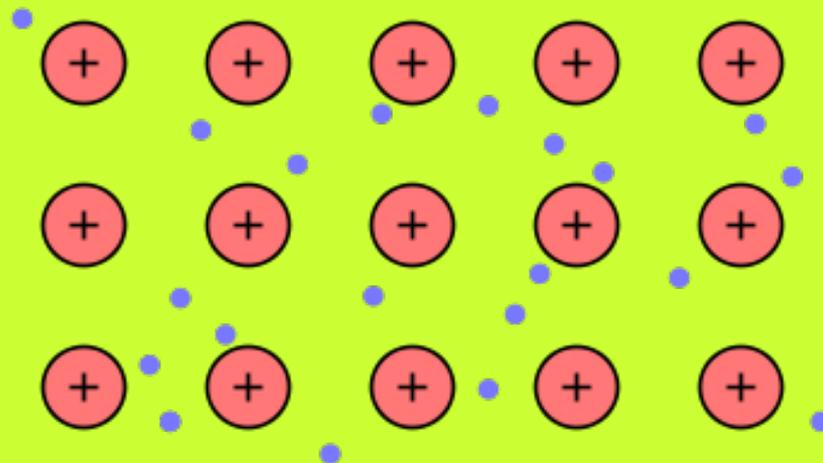


Ferro

## Il legame metallico

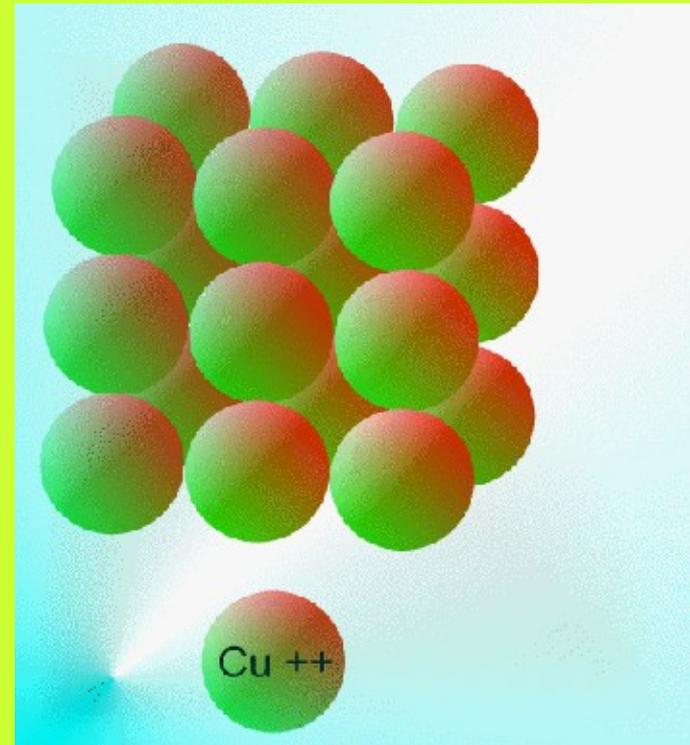
Si ha con elementi a bassa energia di ionizzazione per messa in comune tra tutti gli atomi degli elettroni di valenza con formazione di una serie di ioni positivi tenuti insieme da un "mare" di elettroni.

Gli elettroni messi in comune sono liberi di muoversi all'interno di tutto lo spazio occupato dall'insieme di atomi e quindi di condurre la corrente elettrica.



# Caratteristiche dei solidi Metallici

- Temperatura di fusione generalmente alta
- Elevata densità
- Buona conducibilità termica ed elettrica
- Lucentezza al taglio



- La conducibilità termica ed elettrica dei metalli è spiegabile con il fatto che gli elettroni di valenza che fanno parte della nuvola elettronica che avvolge il reticolo sono liberi di muoversi.
- L'elevata densità dei metalli si deve all'impacchettamento compatto; gli atomi si dispongono in modo da lasciare il minor spazio vuoto possibile; in tal modo ogni atomo è circondato da altri sei.



- La malleabilità e duttilità si devono alla struttura del reticolo cristallino dei metalli; tirando o piegando il reticolo infatti le forze che legano i vari ioni e la nuvola che li avvolge rimangono invariate.
- Le alte temperature di fusione sono una conseguenza della forza del legame metallico che rende il reticolo difficile da rompere.



# **Il rame è un materiale naturale con proprietà fisico-chimiche di assoluta eccellenza che lo rendono unico**

**Le molteplici e specifiche proprietà fisico-chimiche del rame sono i fattori chiave alla base del successo di questo materiale e del suo ampio e diversificato utilizzo.**

**Nella tavola periodica degli elementi il rame si colloca nello stesso gruppo dell'oro e dell'argento e con questi metalli spartisce molte caratteristiche, al punto da essere definito se non proprio un metallo nobile, sicuramente un “quasi” nobile.**

**I suoi parametri in termini di affidabilità, durata, sicurezza, lavorabilità, tutela della salute umana, sostenibilità ambientale, costituiscono una garanzia per le industrie utilizzatrici e per la collettività in generale.**

**L'elevatissima conduttività elettrica del rame (seconda, in natura, solo a quella del più costoso argento) è assolutamente premiante per il suo utilizzo nell'industria elettrica ed elettronica.**

**L'eccellente conduttività termica, la resistenza al calore ed alla pressione, le proprietà antibatteriche e l'affidabilità rendono il rame il materiale di riferimento per gli impianti di riscaldamento, dell'acqua potabile, del condizionamento/ refrigerazione e del gas.**

**Le caratteristiche estetiche del rame (va anche ricordato che il rame è, insieme all'oro, l'unico metallo “colorato”), la durata, la resistenza alla corrosione e le prestazioni meccaniche costituiscono un fattore critico sia per le sue applicazioni in edilizia-architettura, ma anche per quelle riguardanti la componentistica meccanica, i mezzi di trasporto, i beni di consumo, la monetazione, l'industria marittima, ecc.**

**La combinazione di tutte queste caratteristiche, rendono, di fatto, il rame un metallo insostituibile, specialmente se il rame viene considerato nel suo senso più esteso insieme alle molteplici leghe di rame**



# In lega con altri metalli, il rame potenzia ulteriormente le sue già eccellenti caratteristiche di partenza

Il rame, in combinazione con altri metalli, si caratterizza anche per l'attitudine alla formazione di leghe (oltre quattrocento) che ne modificano il colore e ne esaltano le prestazioni in termini di caratteristiche-chiave:

- durata nel tempo,
- resistenza all'usura e alla corrosione,
- lavorabilità agli utensili (in particolare al tornio).

Le leghe più diffuse sono l'ottone (rame e zinco), il bronzo (rame e stagno) e il cupro-nickel (rame-nickel), ma negli ultimi anni si è moltiplicato lo sviluppo di leghe speciali complesse, incorporanti, in maniera composita, anche altri elementi, quali nickel, silicone, ferro, magnesio, argento, alluminio, berillio, cromo, zirconio, tellurio.

In un certo senso, nelle leghe di rame tutte le molteplici qualità del rame puro costituiscono una solida base di partenza, poi amplificata e declinata in una molteplice varietà di leghe, in grado di rispondere alle altrettanto molteplici esigenze di utilizzo di un mondo che si evolve.



# Rame, materiale sostenibile

**Il rame è una materia prima interamente riciclabile e quindi una RISORSA RINNOVABILE per il nostro futuro**

La durata ossia la pratica indistruttibilità del rame ne consente il **riciclo integrale** al termine della vita utile dei prodotti che lo contengono, senza alcuna perdita in termini prestazioni.

Al termine della vita utile dei prodotti in rame, il **metallo** in essi contenuto mantiene infatti perfettamente **integre le proprie caratteristiche chimico-fisiche** e può essere quindi interamente riciclato diventando **nuova risorsa**, con notevoli vantaggi in termini di economia delle risorse naturali mondiali.

Si stima che circa l'80% del rame estratto da sempre sia, dopo essere stato ri-fuso e lavorato più volte, tutt'ora in uso, con evidenti vantaggi in termini di sfruttamento non aggressivo delle risorse minerarie potenzialmente disponibili.



# Le Leghe

Sono materiali composti da un metallo base (in percentuale elevata) unito intimamente a due o più elementi chimici (*alliganti*) nella maggior parte dei casi anch'essi metallici (un'importante eccezione è l'acciaio, costituito da un elemento metallico, il ferro, legato con un elemento non metallico, il carbonio).



IL ferro puro non esiste in commercio. Il prodotto chiamato ferro contiene al max 0,008% di carbonio. L'acciaio ha come componente principale il ferro e un tenore di carbonio minore del 2% oltre ad altri elementi

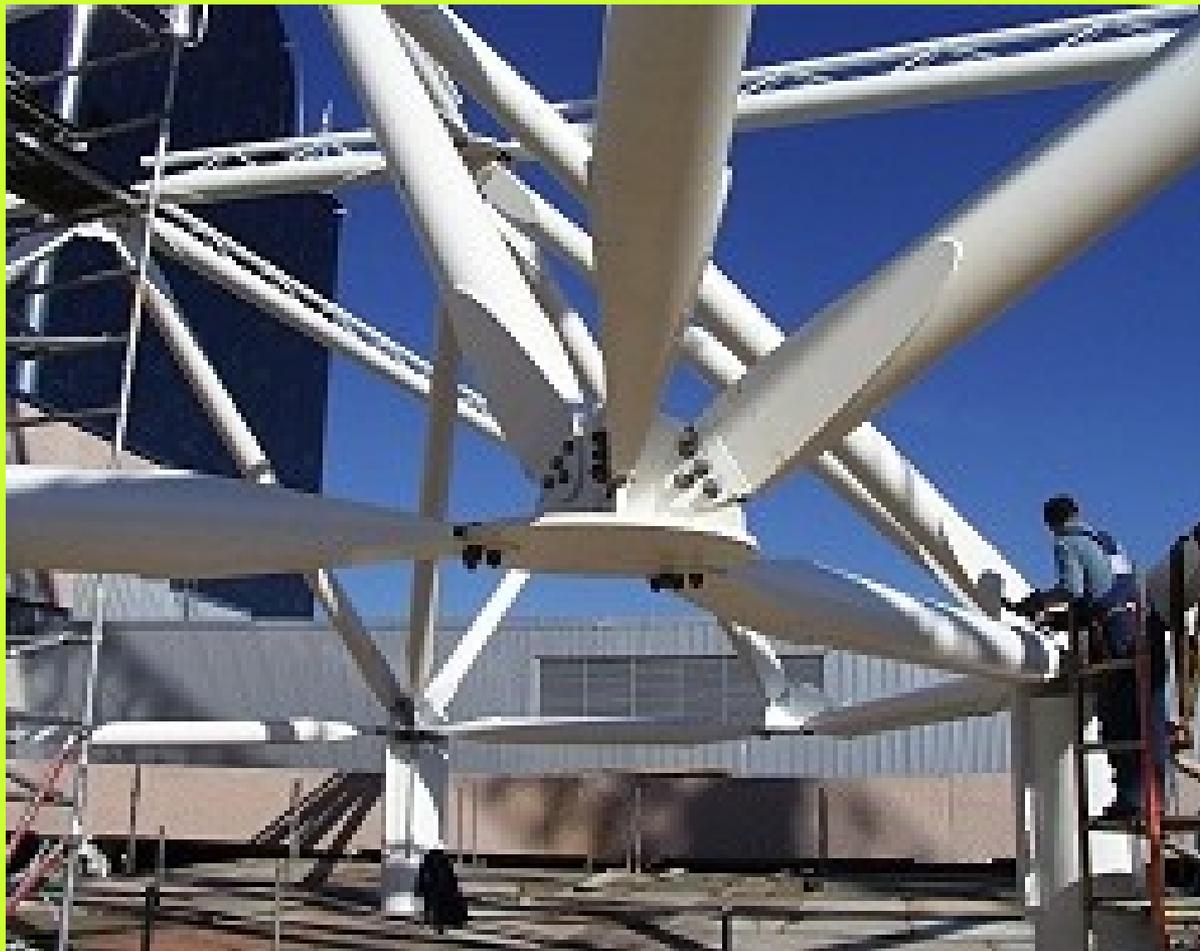
L'aggiunta di piccole o piccolissime quantità di un elemento legante produce notevoli alterazioni delle proprietà, principalmente:

**Resistenza meccanica**

**Resistenza alla corrosione**

**Lavorabilità**

**Saldabilità**



**L'ACCIAIO**

Vengono definiti *acciai* le leghe ottenute dalla fusione di minerali di ferro, carbonio e altri elementi, importanti per l'elevata resistenza meccanica. Il tenore del carbonio determina le proprietà dei diversi acciai.

L'aggiunta di carbonio forma una soluzione solida che è ghisa se contiene dal 2 al 6% di carbonio e altre impurità, è acciaio quando il carbonio è contenuto tra lo 0,3 e l'1,7%.

Alla lega di ferro e carbonio possono essere aggiunti altri elementi:

- *silicio*, conferisce un'elevata resistenza, riduce la saldabilità;
- *rame*, ostacola la corrosione;
- *manganese*, aumenta la durezza, diminuisce l'elasticità;
- *cromo*, aumenta la durezza, non riduce l'elasticità.

L'impiego di materiali metallici nella costruzione di edifici risale alla preistoria.

Nel V sec. a. C. vengono utilizzate grappe di ferro per l'ancoraggio dei grandi conci squadrati nella costruzione dei templi, una tecnica in seguito adottata dai Romani.

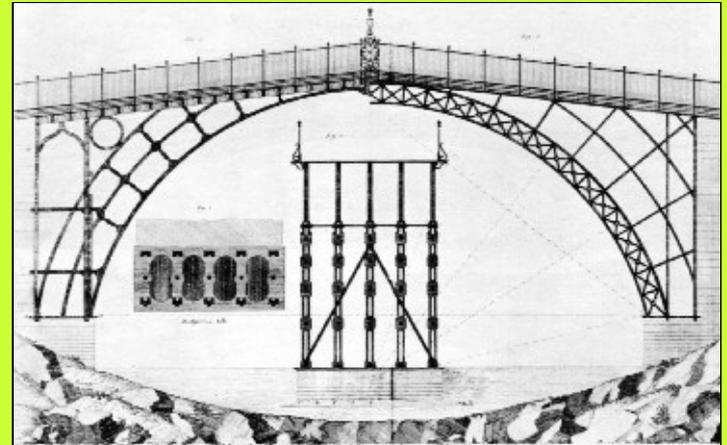
Durante la costruzione della Chiesa di S. Sofia a Costantinopoli (532-537 D.C.) in prossimità delle grandi volte vengono impiegati tiranti di ferro.

Nel 1720 Abraham Darby riuscì a lavorare il minerale di ferro con il coke di carbon fossile.

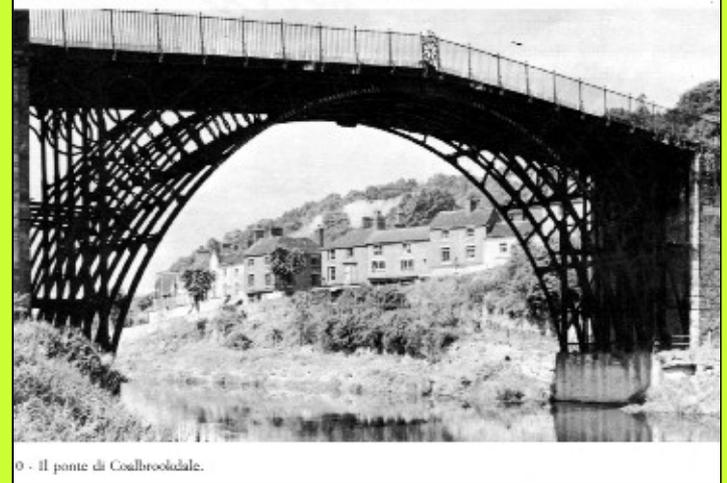
Intorno al 1780, la cultura architettonica si orienta verso la cosiddetta “*linea tecnologica*”, ravvisabile nella bellezza della semplice struttura. Si realizzano le prime opere a carattere prevalentemente ingegneristico, in larga misura *ponti*.

La “*Scienza delle costruzioni*” consente nuove forme architettoniche; dalle soluzioni strutturali *isostatiche* si passa a quelle *iperstatiche*.

Nelle grandi opere si prescelgono le strutture reticolari con le quali si affronta il problema delle grandi coperture.



Il ponte sul Severn a Coalbrookdale (1777; Rondeler, tav. 157).



0 - Il ponte di Coalbrookdale.

**Ponte sul Severn, P. Darby**



Il Cristal Palace di J. Paxton (1851), considerato l'esempio emblematico della *tecnologia dell'acciaio*.

La Torre Eiffel, realizzata per l'Esposizione del 1889, è l'esempio più significativo dell'uso dell'acciaio finalizzato alla sola *forma*.



Il Guarantee Building realizzato nel 1895 da L. Sullivan, esponente della *Scuola di Chicago*, sancisce l'uso dell'acciaio su scala industriale.

## Le innovazioni del XX Secolo

W. Gropius, Fabbrica Fagus, Alfred an der Leine (1911).



In tale edificio, l'innovazione è nella facciata in acciaio e vetro e nei rapporti tra facciata e struttura che avviarono la cosiddetta *estetica industriale* del Werkbund.



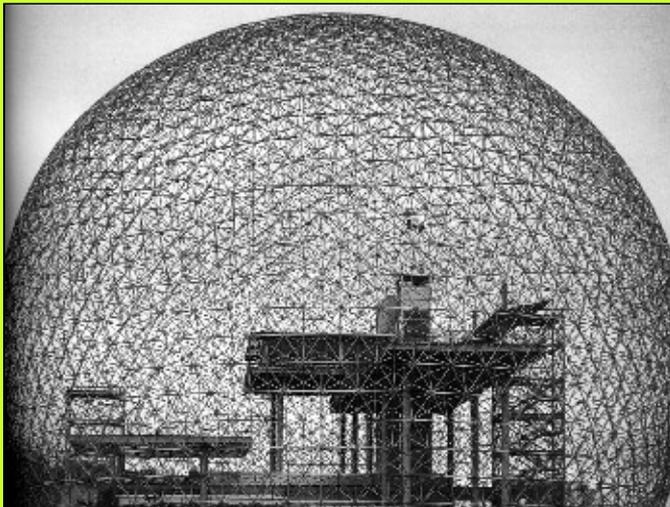
Mies Van de Rohe, Seagram Building, New York (1956).

L'impiego strutturale dell'acciaio si perfeziona con L. Mies Van de Rohe che utilizza elementi standardizzati in acciaio da comporre modularmente.

## Le strutture spaziali

All'inizio del novecento si studiano le prime *strutture tridimensionali*. Si assiste alla realizzazione di costruzioni innovative in acciaio, da parte di B. Fuller e K. Wachsmann.

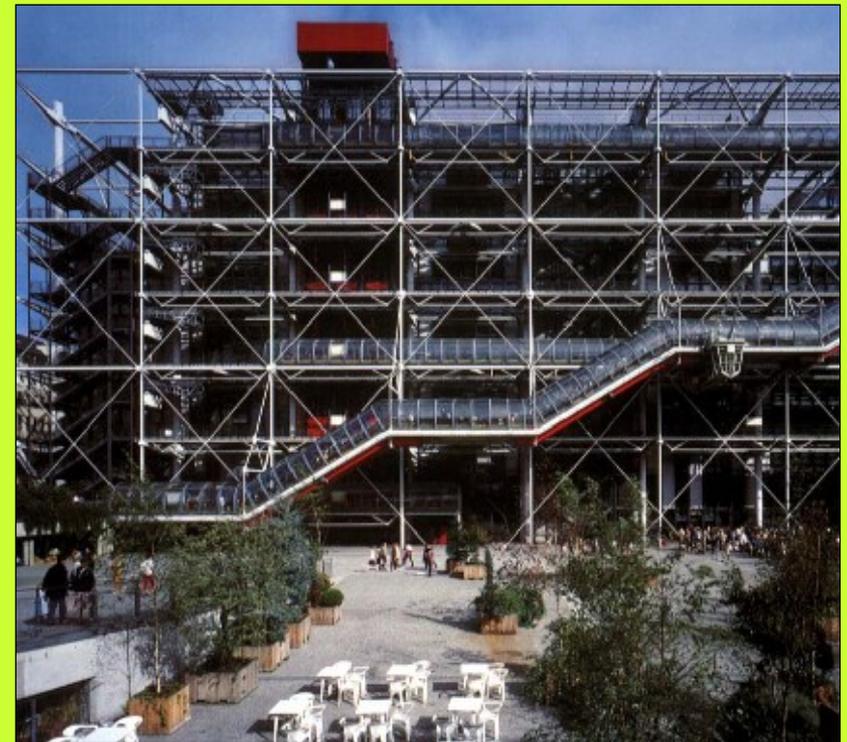
Caratteristiche di queste strutture sono la *versatilità* e la *modularità*, che consentono la realizzazione di opere effimere, smontabili e semoventi.



**B. Fuller, Cupola Geodetica, Montreal, (1967)**

## Gli anni 80

Differenti risultano le tendenze negli anni '80: l'acciaio è trattato per singoli pezzi, ognuno dei quali vive una vita *propria* ed una *collettiva* nell'insieme della struttura.



**R. Piano, Centre Pompidou, Parigi (1971-78)**

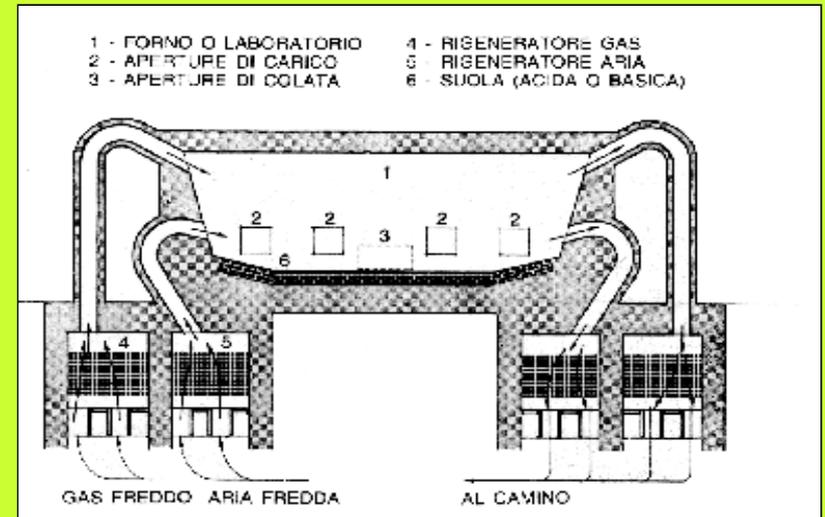
# Processo di produzione

La gran parte della ghisa prodotta in altoforno serve per produrre l'acciaio.

Questa *trasformazione* è detta *affinazione*; si compie in forni Martin-Siemens in cui vengono introdotti *ghisa liquida, rottami di ferro e scoria basica*.

Una serie di reazioni impoveriscono la ghisa del carbonio (*decarburazione*) trasformandola in acciaio.

In alternativa ai forni Martin-Siemens, si utilizzano i convertitori, che insufflano aria od ossigeno nella ghisa liquida, separando impurità e carbonio.



La lega decarburata viene disossidata, attraverso piccole quantità di alluminio, silicio o manganese, che si combinano con l'ossigeno e formano scorie facilmente eliminabili; quindi colata nelle lingottiere in cui si verifica il raffreddamento e la solidificazione.

## Raffreddamento

Il raffreddamento avviene in modo rapido sulle parti esterne del lingotto e più lentamente in quelle interne. La struttura interna del materiale risulterà, pertanto, disomogenea.

Questo inconveniente può essere eliminato attraverso:

- ricottura* (800-1000°C), per eliminare differenze di composizione chimica;
- ricottura* (700°C), per aumentare resilienza e lavorabilità.

Una fucinatura a caldo trasformerà i lingotti in elementi *sbozzati*, con forme adatte a subire successive *lavorazioni plastiche*.

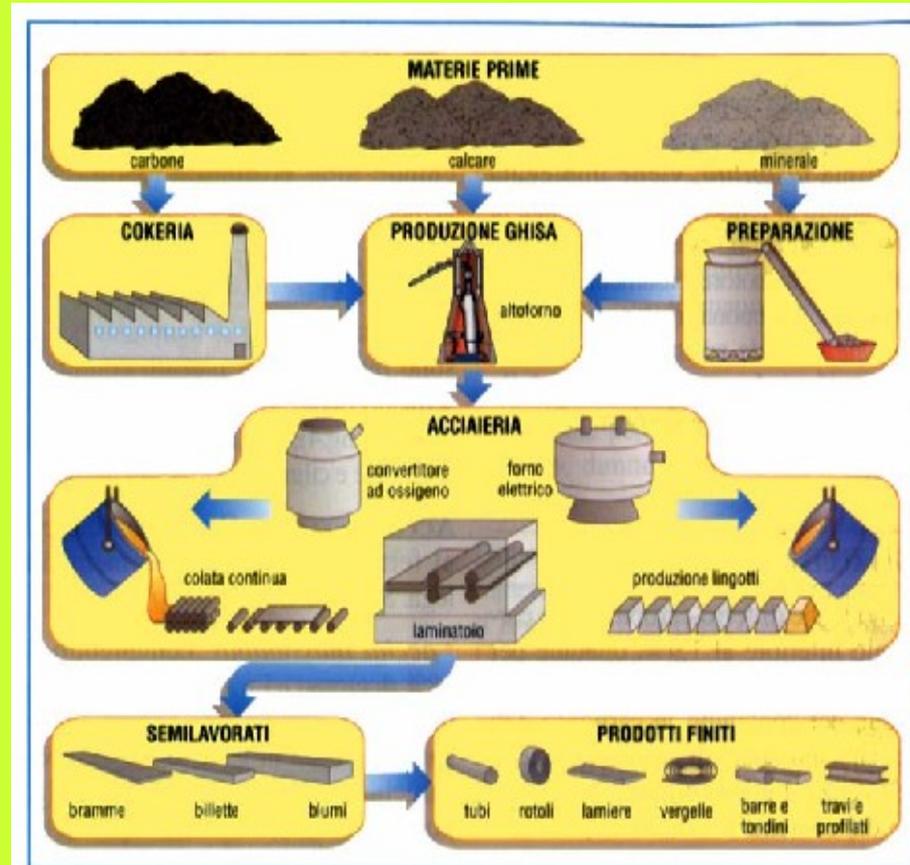
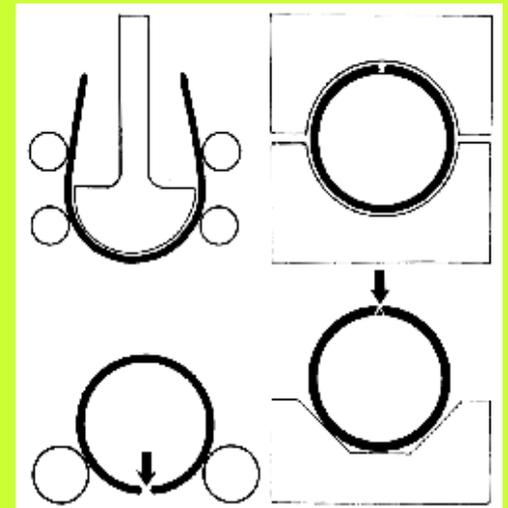
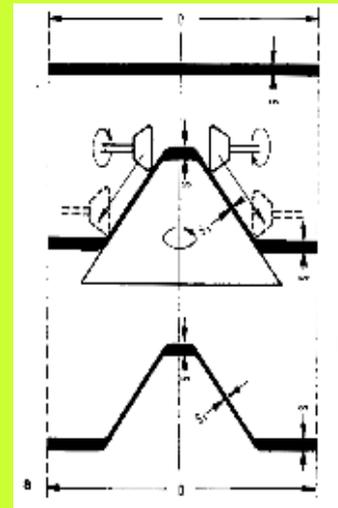
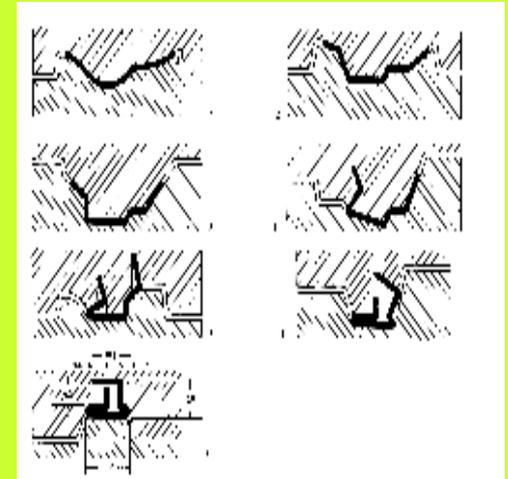
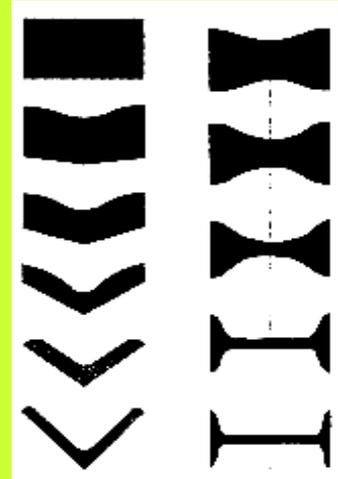


Figura 1 Le fasi di lavorazione in un centro siderurgico.

## Lavorazioni

- *Fucinatura a freddo* (elementi cilindrici, poligonali);
- *fucinatura a caldo* (elementi cavi);
- *stampaggio*;
- *laminazione*;
- *profilatura* (elementi a T, doppio T, L, U);
- *punzonatura* (semilavorati curvi);
- *formazione di tubi*;
- *piegatura*;
- *trafilatura*.



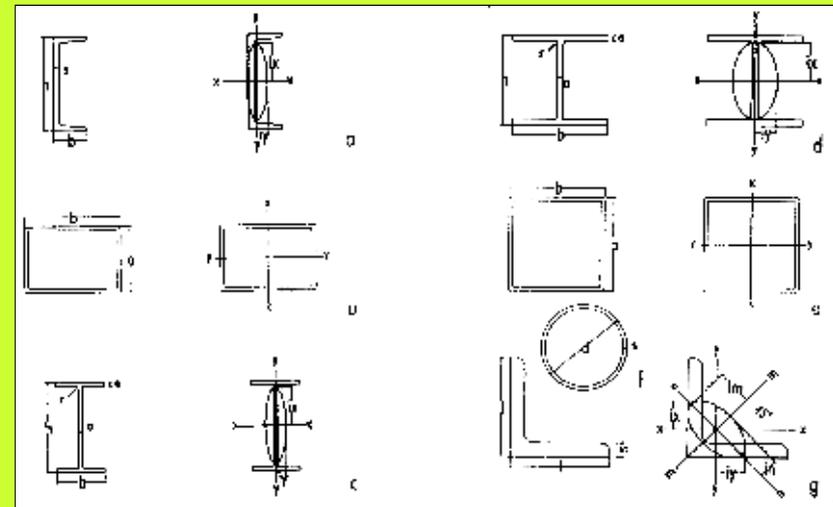
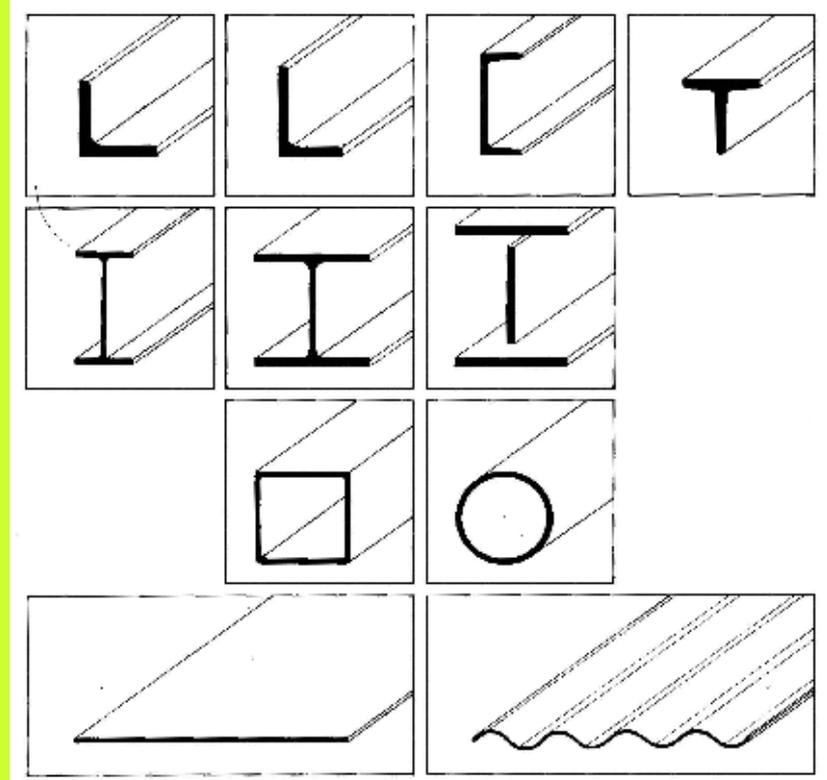
I pezzi finiti si ricavano:

- per colata dell'acciaio in sabbia;
- dai semilavorati per ulteriore lavorazione plastica;
- attraverso asportazione di materiale.

Distinguiamo i semilavorati in base alle sezioni:

- semilavorati a sezione quadrata;
- semilavorati a sezione rettangolare;
- semilavorati appiattiti;
- sbozzati per profilati;
- semilavorati per tubi senza saldatura.

Gli acciai da carpenteria (impiego strutturale) sono detti profilati o putrelle; hanno sezione trasversale a doppio T (serie NP-IPE-HE), a T, ad L, a C ecc. Possono essere variamente combinati per la formazione di strutture composte.



# Caratteristiche

## Meccaniche

Le principali caratteristiche meccaniche dell'acciaio sono: *modulo elastico*, *resistenza a trazione*, *durezza*, *resilienza*.

- Il *modulo elastico* dell'acciaio è compreso tra 20.000 e 21.000 kg/mm<sup>2</sup>.
- L'acciaio presenta *elevata resistenza a trazione* ed agli sforzi longitudinali o trasversali (flessione, taglio, torsione).
- La *resistenza meccanica* a rottura degli acciai non è elevata; gli acciai speciali presentano, invece, valori del carico di rottura più elevati ed hanno migliori prestazioni grazie all'aggiunta, nella lega, di manganese, silicio ecc.

## Tecniche

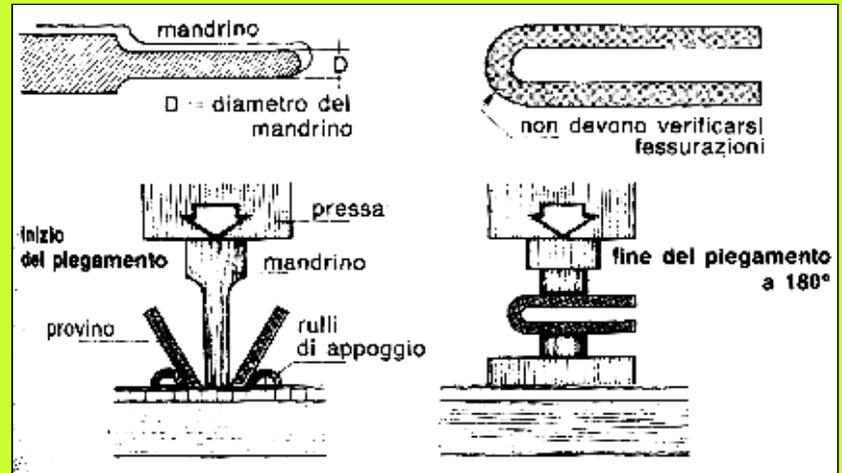
Le principali caratteristiche tecniche dell'acciaio sono:

- *comportamento al fuoco*: l'acciaio non brucia e non conduce il fuoco;
- *isolamento termico*: l'acciaio ha un'elevata conduttività termica, quindi produce: perdita di calore per riscaldamento; formazione di condensa sulle superfici fredde dell'acciaio.
- *isolamento acustico*: l'acciaio presenta un buon isolamento acustico.

## Tecnologiche

Le principali caratteristiche tecnologiche dell'acciaio sono:

- *saldabilità*
- *plasticità*
- *lavorabilità*
- *fusibilità*
- *temperabilità*.



Gli acciai utilizzati nelle costruzioni sono tutti saldabili; superato il limite dello 0,3% di carbonio, diminuiscono *saldabilità* ed *allungamento percentuale*.

La deformazione dell'acciaio si distingue in: *deformazione a caldo* e *deformazione a freddo* (prova di piegamento).

La plasticità a caldo può essere definita dal comportamento dell'acciaio in caso di fucinatura e laminatura (prove di ricalcatura a caldo e di snervamento a torsione a caldo).

# Classificazione

*Acciai comuni*: composti da ferro, carbonio e da tracce di altri componenti.

In base al contenuto di *carbonio* e alla *durezza di tempra* si classificano in:

- *extradolci*: utilizzati per lamiere, tubi, bulloni;
- *dolci*: utilizzati per chiodi, ferri da costruzione;
- *semiduri*: utilizzati per componenti di macchine;
- *duri*: utilizzati per rotaie, cavi metallici, tondini per c.a.;
- *extraduri*: utilizzati per coltelli, seghe, molle.

Si hanno materiali *teneri e plastici* se il contenuto di carbonio è molto basso, *duri e fragili* se il contenuto è elevato.

- *Acciai di base non legati*: non è richiesta alcuna prescrizione di qualità che comporti precauzioni speciali durante il processo produttivo.
- *Acciai di qualità non legati*: non sono richieste regolarità di risposta ai trattamenti termici.
- *Acciai speciali non legati*: vengono sottoposti ad un trattamento di tempra superficiale; presentano una purezza superiore.
- *Acciai legati o speciali*: contengono, oltre al ferro ed al carbonio, silicio, manganese, nichel, cromo, che conferiscono particolari caratteristiche meccaniche/chimiche. Sono detti *debolmente* o *fortemente legati*, a seconda della percentuale degli altri elementi.

# Impieghi

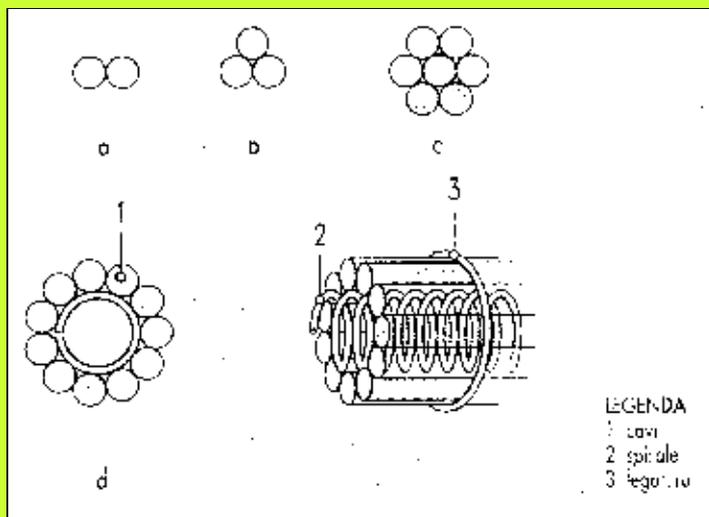
Gli acciai vengono utilizzati:

- nelle opere di *carpenteria metallica*;
- nel *cemento armato*;
- nel *cemento armato precompresso*;
- nelle *opere in lamiera*;
- per *impieghi vari*.

Le attuali *norme* classificano gli *acciai da carpenteria* in:

- *acciaio tipo I* (extra dolce, dolce o ferro), indicato con i simboli Fe37 e Fe45, facilmente saldabile e con un elevato limite di snervamento.
- *acciaio tipo II* (semiduro e duro), indicato con i simboli da Fe52 a Fe65 e di scarsa saldabilità.
- *acciai denominati Ex-ten, Mar-Ten e Triten*, consentono di ottenere strutture con peso limitato poiché possiedono un elevato limite di snervamento; con l'aggiunta di rame e cromo assumono una discreta resistenza all'ossidazione (CorTen, Itacor e patinabili).

Gli acciai da *cemento armato* vengono prodotti per *trafilatura* in barre tonde e lisce o ad aderenza migliorata; hanno diametri variabili da 4mm a 34mm.



Gli acciai da *precompresso*, sono acciai speciali prodotti *a freddo* in fili di circa 2÷3mm di diametro, di elevata resistenza a rottura, in seguito avvolti ad elica (trefoli).



Fra i prodotti di acciaio in *forma di lamiera* vi sono le lamiere “grecate” e quelle “ondulate”.

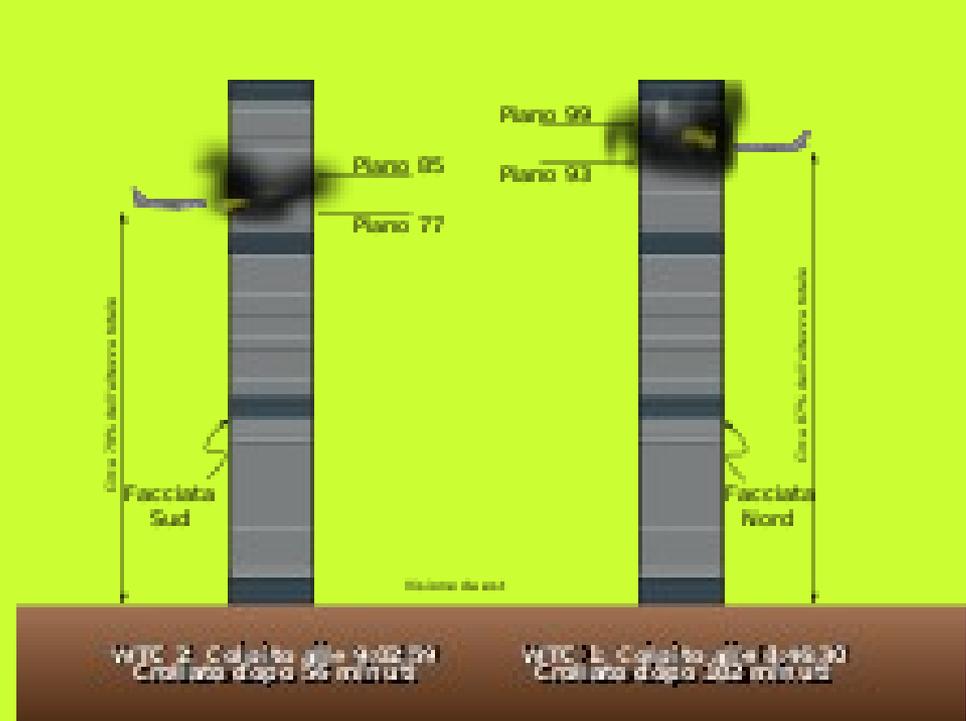
# Acciaio e fuoco

L'acciaio è un materiale *non combustibile*, tuttavia le sue proprietà meccaniche variano sensibilmente in funzione della temperatura.

Si definisce *resistenza al fuoco* di un elemento strutturale la sua *attitudine a conservare: stabilità "R", tenuta "E", isolamento termico "I" (REI)*.

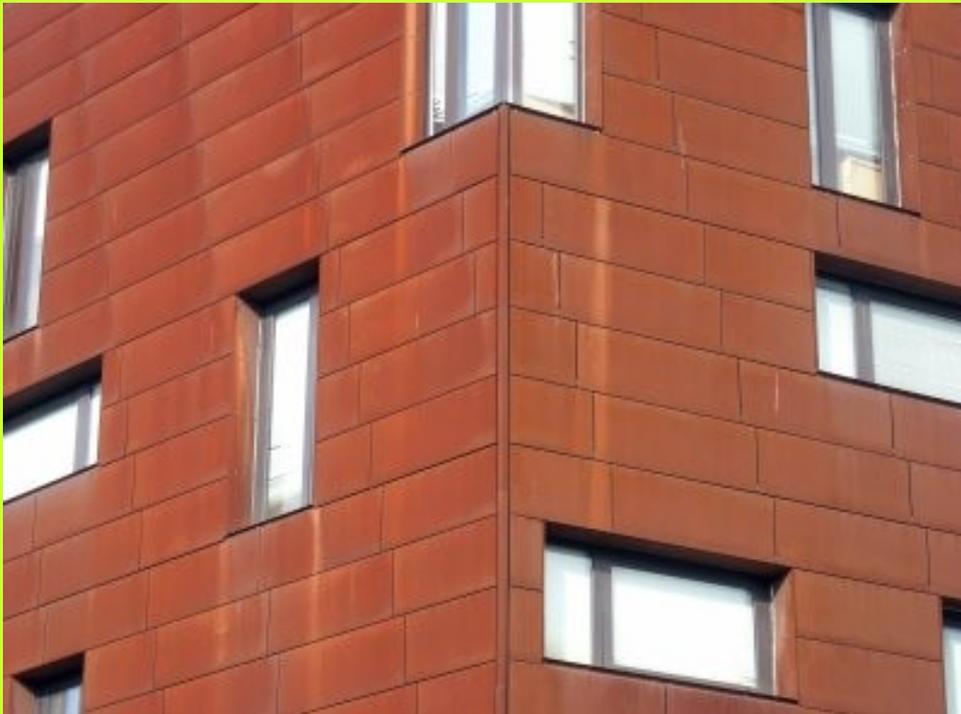
•L'intervallo di tempo in cui un elemento strutturale sottoposto all'azione del fuoco non viene danneggiato è definito "*durata di resistenza al fuoco*".

L'11 settembre 200, in seguito ad attacchi terroristici, le Torri del World Trade Center crollarono. Il *National Institute of Standards and Technology* promosse delle investigazioni sulle cause del collasso dei tre edifici, successivamente allargando le indagini sulle misure per la prevenzione del collasso progressivo, chiedendosi ad esempio se la progettazione aveva previsto la resistenza agli incendi e se era stato effettuato un rafforzamento delle strutture in acciaio. Il rapporto riguardo WTC 1 e WTC 2 fu terminato nell'ottobre 2005, mentre l'indagine sul WTC 7 è stata pubblicata il 21 agosto 2008: il crollo dell'edificio è stato causato dalla dilatazione termica, prodotta dagli incendi incontrollati per ore, dell'acciaio della colonna primaria, la numero 79, il cui cedimento ha dato inizio ad un collasso progressivo delle strutture portanti vicine.<sup>[18]</sup>



# Acciaio ed ossidazione

L'acciaio esposto agli *agenti atmosferici* è soggetto a *corrosione*, fenomeno che si genera per il *contatto con l'acqua* o a causa dell'*umidità* presente nell'aria; risulta necessario, quindi, porsi il problema della sua *protezione*.



Edificio con acciaio  
passivato

# Cemento Armato

*Il **calcestruzzo armato** o **conglomerato cementizio armato** (solitamente ed erroneamente chiamato anche **cemento armato**, ma tale termine non dovrebbe essere usato) è un materiale usato per la costruzione di opere civili, costituito da calcestruzzo (una miscela di cemento, acqua, sabbia e aggregati, cioè elementi lapidei, come la ghiaia) e barre di acciaio (armatura) annegate al suo interno ed opportunamente sagomate ed interconnesse fra di loro.*

*È un materiale utilizzato sia per la realizzazione della struttura degli edifici (ovverosia dell'ossatura portante) o di manufatti come ad esempio, i muri di sostegno dei terrapieni.*

*Come l'acciaio, anche il calcestruzzo armato può essere realizzato in stabilimento per produrre elementi prefabbricati; in genere travi e pilastri, ma è in uso anche la produzione di pannelli ed elementi con anche funzioni decorative. La produzione in stabilimento permette di avere un miglior controllo sulla qualità del calcestruzzo, ma, essendo più costosa, viene utilizzata con regolarità quando le condizioni climatiche del cantiere sono proibitive (non a caso la prefabbricazione si è sviluppata moltissimo in *Russia*), o quando gli elementi da produrre richiedono dei controlli rigorosi, come può essere il caso di alcune tecnologie con le quali viene realizzato il cemento armato precompresso.*



***Il calcestruzzo armato sfrutta l'unione di un materiale da costruzione tradizionale e relativamente poco costoso come il calcestruzzo, dotato di una notevole resistenza alla compressione ma con il difetto di una scarsa resistenza alla trazione, con l'acciaio, dotato di un'ottima resistenza a trazione. Quest'ultimo è utilizzato in barre (che possono essere lisce, ma la legge le impone ad aderenza migliorata, con opportuni risalti) e viene annegato nel calcestruzzo nelle zone ove è necessario far fronte agli sforzi di trazione.***

***Le barre hanno diametro variabile commercialmente da 5 mm a 32 mm e possono essere impiegate sia come "armatura corrente" o longitudinale, sia come "staffe", ovvero come barre che racchiudono altre barre (in genere di maggior diametro) a formare una sorta di "gabbie" opportunamente dimensionate secondo le necessità d'impiego. In generale, vengono prodotte barre fino ad una lunghezza massima di 14 m a causa di problemi di trasporto. Le barre si possono presentare anche sotto forma di reti elettro saldate (nei diametri da 5 a 10 mm) a maglia quadrata con passi variabili da 10 a 20 cm e vengono, in questo caso, impiegate per armare solette o muri in elevazione.***

***La collaborazione tra due materiali così eterogenei è spiegata tenendo presenti due punti fondamentali:***

***Per aumentare l'aderenza tra i due materiali da qualche decennio al posto delle barre lisce di acciaio vengono utilizzate barre ad aderenza migliorata, cioè barre sulle quali sono presenti dei risalti.***



# Acciaio e Terremoti

**Il materiale “acciaio” è dotato di una notevole duttilità intrinseca, che consente allungamenti a rottura sempre superiore al 20% e quindi sembrerebbe l'ideale in situazioni dove sono richieste elevate deformazioni plastiche.**

ma si possono verificare delle condizioni particolarmente severe per la concomitanza di un'elevata velocità di applicazione del carico in presenza di basse temperature (Gioncu & Mazzolani, 2002). Queste condizioni, che peraltro sono molto rare, si sono verificate eccezionalmente durante il terremoto di Kobe, dando luogo a fenomeni di rottura fragile. A Kobe erano le 6 del mattino in inverno e le colonne scatolari di un edificio multipiano si sono fessurate lontano dai collegamenti saldati.



Basti pensare che in alcuni edifici di recente costruzione e di moderna concezione nel centro direzionale di Kobe le scosse sussultorie dotate di un'elevata velocità di propagazione hanno determinato il crollo dei pilastri di un piano intermedio che è letteralmente scomparso, senza vistosi spostamenti laterali



**L'eccezionalità del terremoto di Kobe non ha tuttavia offuscato l'immagine del Giappone come modello di politica di prevenzione anti-sismica, che ha sviluppato immediatamente e sistematicamente dopo il terremoto che distrusse Tokyo nel 1923. Attraversando il Giappone di oggi si rimane colpiti dall'uso massiccio della carpenteria metallica negli edifici e nei ponti ( Mazzolani, 2006).**

**Nel caso degli edifici, non solo industriali, ma anche per civile abitazione o per uffici, la struttura di acciaio è presente in oltre il 60% dei casi e questo nonostante il fatto che in Giappone il legno è ancora il primo materiale da costruzione nell'edilizia residenziale di uno o due piani.**

**A Tokyo sono stati costruiti negli anni 80 e 90 numerosi edifici di grande altezza, fino a 300 m, tutti rigorosamente in acciaio, che utilizzano tipologie moderne con schemi resistenti a telaio e a controventi eccentrici**



# In Italia

Soluzione tecnologica con strutture in acciaio e in pannelli in legno



La sicurezza antisismica è assicurata da una sottostruttura di fondazione e da dispositivi di isolamento a elevata deformabilità con una sovrastruttura libera di muoversi nel piano.

Le abitazioni poggeranno su una grande piattaforma di cemento armato, montata sopra isolatori sismici: piastre flessibili che fungeranno da ammortizzatore nel caso di una scossa, per attutire l'impatto. L'isolamento sismico permette a un edificio di resistere ai terremoti anche di tipo distruttivo. Per isolare una costruzione dal terremoto, la condizione ideale è di sostenerla su un cuscino d'aria, cosicché i movimenti del terreno non vengano in alcun modo trasmessi. Nella realtà, si inseriscono tra la costruzione e le sue fondazioni degli isolatori sismici. La creazione delle piastre è preceduta dagli scavi cui segue il getto di "magrone" che crea un piano orizzontale e pulito su cui posare l'armatura con barre d'acciaio e i basamenti di collegamento dei pilastri, per poi eseguire il getto del calcestruzzo della piastra di fondazione. A questo punto vengono montati i pilastri e su di essi gli isolatori sismici su cui verrà realizzata la piattaforma che costituirà il basamento delle nuove abitazioni sismo-isolate.

La piastra ha uno spessore di 50 cm ed una superficie complessiva di 1.200 mq. La costruzione sovrastante si sviluppa su tre piani e ha una superficie abitabile idonea a ospitare 70/80 persone.



# Bibliografia e Fonti

-Tecnologia delle Costruzioni

Koenig, Furiozzi, Brunetti Ceccarelli Ed. Le Monnier

-Il Legno e i suoi impieghi chimici

Veriano Vidrich Ed. Agricole

-Portale della Ricerca Scientifica e della Pratica Forestale

-Portale della Protezione Civile

-Progetto C.A.S.E.

-Dipartimento di Analisi e Progettazione Strutturale Università degli Studi di Napoli “Federico II” prof. Mazzolani

-<ftp://pc30.architettura.unirc.it/Quattrone%20Danila%20-%20Materiali%20per%20l'architettura%2009/Acciaio.ppt>

-[www.kme.com](http://www.kme.com)