

VADEMECUM OPERATORE TERMOIDRAULICO

DESCRIZIONE PERCORSO DEL PRIMO ANNO

Durante il primo anno del percorso per operatore termoidraulico si sviluppano competenze su varie discipline.

Più nel particolare le quattro discipline che rappresentano l'area tecnico-professionale sono:

- Laboratorio idraulico
- Laboratorio elettrico
- Tecnologia
- Disegno

Queste quattro discipline sviluppano i seguenti macro argomenti durante il corso del primo anno, alcuni di questi verranno poi approfonditi nell'arco del triennio.

Laboratorio idraulico:

- Attrezzi e componenti da utilizzare in un impianto in ferro zincato;
- Tecniche di guarnitura;
- Attrezzi e componenti da utilizzare in un impianto in multistrato;
- Procedura di collaudo di un impianto.

Laboratorio elettrico:

- Corrente, misure e tensione
- Circuito in corrente alternata
- Impianti civili a comando diretto e indiretto
- Il circolatore

Tecnologia:

- Acqua potabile
- Fonti e trattamenti dell'acqua
- Problematiche: calcare e legionella
- Stato solido e caratteristiche dei metalli
- I metalli usati nel mondo idraulico
- I polimeri

Disegno:

- Lettura e realizzazione disegno edile;
- Lettura schede tecniche;
- Lettura e realizzazione disegno idraulico;
- Rilievo edile;
- Magazzino e preventivo.

L'allievo, dal punto di vista professionale, alla fine del primo anno: conosce le principali tecniche di montaggio di un impianto idraulico semplice utilizzando il ferro zincato e il multistrato, sa eseguire un semplice circuito elettrico, sa leggere e realizzare un disegno edile e idraulico. Oltre a queste competenze l'allievo sviluppa familiarità con tutte le attrezzature necessarie alla realizzazione di un impianto idraulico ed elettrico.

L'allievo viene formato su tutte le norme di sicurezza, con delle ore dedicate, da rispettare in un ambiente laboratoriale e lavorativo, su tutti i DPI necessari per lavorare in sicurezza e sulle procedure da seguire in caso di incendio o infortunio.

L'acqua



Sezione 1

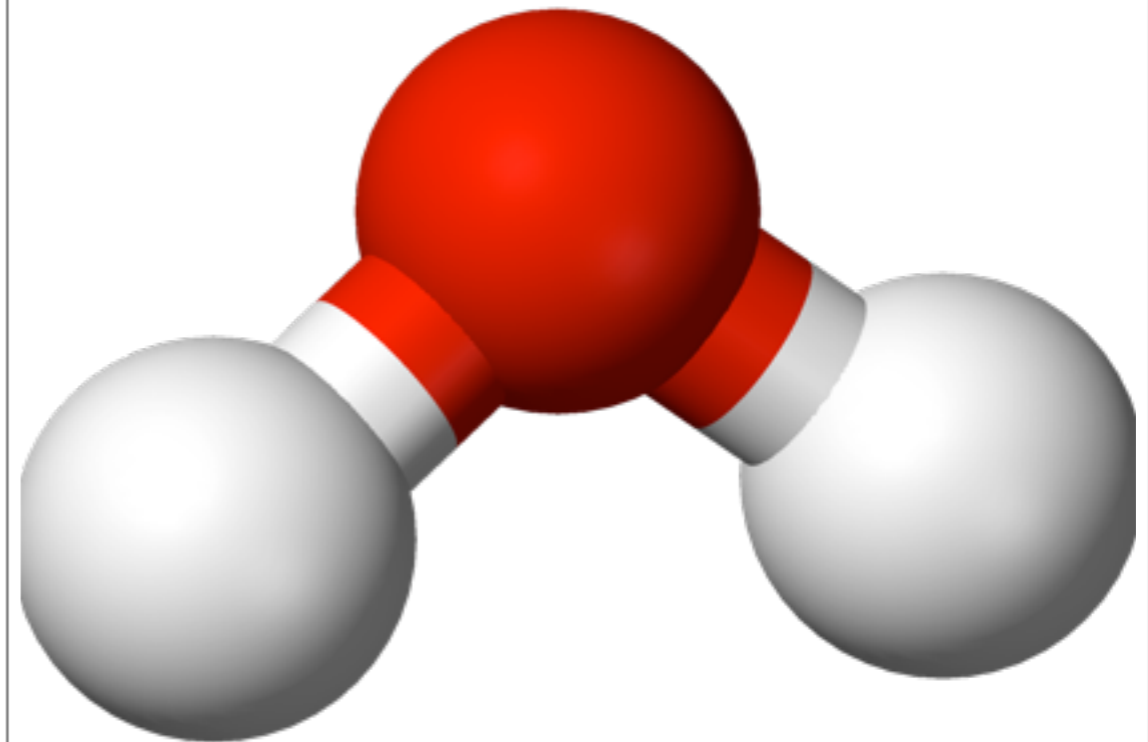
Acqua

Quando si parla di acqua è sempre bene specificare o fare attenzione il contesto nel quale si sta parlando, ad esempio alla domanda "cos'è l'acqua" si può rispondere in diverse maniere che sono tutte corrette a patto che sia chiaro il contesto nel quale si pone la domanda e si fornisce la risposta. Anche in ambito professionale quando si parla di acqua si deve essere consapevoli del fatto che non basta pensare all'acqua come ad un liquido ma che bisogna pensare all'acqua e contemporaneamente alle sue caratteristiche fisiche e chimiche perché sono queste che ne specificano il comportamento all'interno di un impianto.

Per un impiantista idraulico, il contesto nel quale ci si pone quando si parla di acqua è scientifico-tecnologico, diventa quindi importante e naturale chiedersi dal punto di vista scientifico, cioè chimico-fisico, cosa sia l'acqua; per essere più precisi interessa conoscere quali aspetti o caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua è importante considerare nella realizzazione di un impiantista idrico.

L'acqua dal punto di vista chimico è una sostanza che microscopicamente è composta da molecole con formula chimica H_2O , è una molecola formata da un atomo di ossigeno e due atomi di idrogeno.

Galleria 1.1 Struttura chimica dell'acqua



Struttura della molecola di acqua con in evidenza i legami tra i due atomi di idrogeno (sfere bianche) e l'atomo di ossigeno (sfera rossa).



Atomo e Molecola

Con atomo si intende la più piccola parte di un elemento che è in grado di mantenere ancora tutte le qualità, in altre parole se si cerca di dividere ulteriormente l'atomo le caratteristiche chimico fisiche della materia cambieranno inevitabilmente fino ad stravolgerle completamente.

Molecola è la più piccola parte di sostanza che ne mantiene ancora tutte le caratteristiche chimico fisiche, è composta dall'unione di più atomi anche di elementi diversi.

esclusivamente molecole di acqua. Quotidianamente tuttavia quando si parla di acqua si intende qualcosa di più complesso, di miscugli che contengono oltre all'acqua altre sostanze; per meglio precisare questo aspetto facciamo degli esempi:

- l'acqua che acquistiamo nelle bottiglie è un miscuglio omogeneo che contiene acqua (che è la parte principale) e altre sostanze, come i sali minerali o le molecole di ossigeno, che sono in soluzione, in alcuni casi è

Quando si parla di acqua si deve come prima cosa tenere a mente che è una sostanza chimica e quando si ha dell'acqua allo stato liquido si dice che è chimicamente pura solo nel caso in cui nel liquido sono presenti

presente anche dell'anidride carbonica (acqua gassata)

Galleria 1.2 Esempi di analisi chimica dell'acqua in bottiglia



- l'acqua che abbiamo in casa nostra è molto simile all'acqua presente in bottiglia, tuttavia può capitare che, a causa di problemi di vario tipo, contenga anche micro-particelle che non si sciolgono in acqua, in tali casi l'acqua risulta a tutti gli effetti un miscuglio eterogeneo.

Galleria 1.3 Esempio di analisi chimica dell'acqua

Conducibilità	340 µS/cm		2500 µS/cm
Durezza	36 °F		15 – 50 °F
Residuo fisso	245 mg/l		1500 mg/l
Alluminio	Inferiore a 0.020 mg/l		0.200 mg/l
Cloro libero	Inferiore a 0.05 mg/l		0.2 mg/l
Cloruri	Inferiore a 10 mg/l		250 mg/l
Cromo	Inferiore a 0.010 mg/l		0.050 mg/l
Ferro	Inferiore a 0.005 mg/l		0.200 mg/l
Manganese	Inferiore a 0.010 mg/l		0.050 mg/l
Nichel	0.018 mg/l		0.020 mg/l
Nitrati	26 mg/l		50 mg/l
Nitriti	Inferiore a 0.002 mg/l		0.50 mg/l
Piombo	0.005 mg/l		0.010 mg/l
Rame	Inferiore a 0.02 mg/l		1.0 mg/l
Solfati	29 mg/l		250 mg/l

(*) L'asterisco, qualora presente nella colonna "Fuori Parametro", indica che il valore del parametro analizzato supera i limiti di legge.

I risultati riportati sulla seguente scheda sono rappresentativi del solo campione sottoposto a prova.

- l'acqua che si ha nei mari, fiumi pozzi ecc. è sicuramente un miscuglio eterogeneo che contiene sia sostanze disciolte sia sostanze non solubili in acqua.

Anche l'affermazione "l'acqua è pura" merita una precisazione: si dice che l'acqua è pura quando è chimicamente pura mentre l'acqua che nel linguaggio comune viene chiamata pura solo per richiamare la purezza delle sue origini (da una sorgente, da una fonte, da un

ghiacciaio, ecc) ma dal punto di vista chimico è tutt'altro che pura.

Apparentemente queste distinzioni o precisazioni sembrano esagerate in realtà ci permettono di chiarire alcuni concetti di pratica utilità; un semplice esempio è legato alla conducibilità, cioè la capacità dell'acqua di condurre la corrente elettrica: l'acqua è di fatto un cattivo conduttore di corrente elettrica.

Cerchiamo di chiarire questo aspetto. L'affermazione l'acqua è un buon conduttore di corrente è falsa se si intende l'acqua pura mentre è vera se si intende l'acqua con cui interagiamo quotidianamente, tanto per intenderci quella che scorre negli impianti idrici. Questa apparente contraddizione dipende da fatto che la conducibilità dell'acqua aumenta con la presenza dei sali minerali disciolti in essa: nell'acqua pura non ci sono sali minerali e quindi non conduce mentre l'acqua dell'acquedotto contiene sali minerali e quindi conduce bene la corrente elettrica.

L'acqua pura

Di seguito viene proposta una tabella che presenta alcune caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua

Galleria 1.4

TABELLA I. – ALCUNE PROPRIETÀ FISICHE DELL'ACQUA.

Punto di ebollizione (1 atm)	100 °C
Punto di congelamento (1 atm)	0 °C
Tensione di vapore (37 °C, mm Hg)	47,067
Calore specifico (37 °C, cal/g)	0,99797
Calore di evaporazione (37 °C, cal/g)	575,5
Calore di fusione (ghiaccio a 0 °C, cal/g)	79,4
Tensione superficiale (37 °C, acqua contro aria, dine/cm)	70,0
Densità (37 °C, g/ml)	0,99336
Costante dielettrica (37 °C, debye)	74,1
Viscosità (37 °C, poise)	0,006915

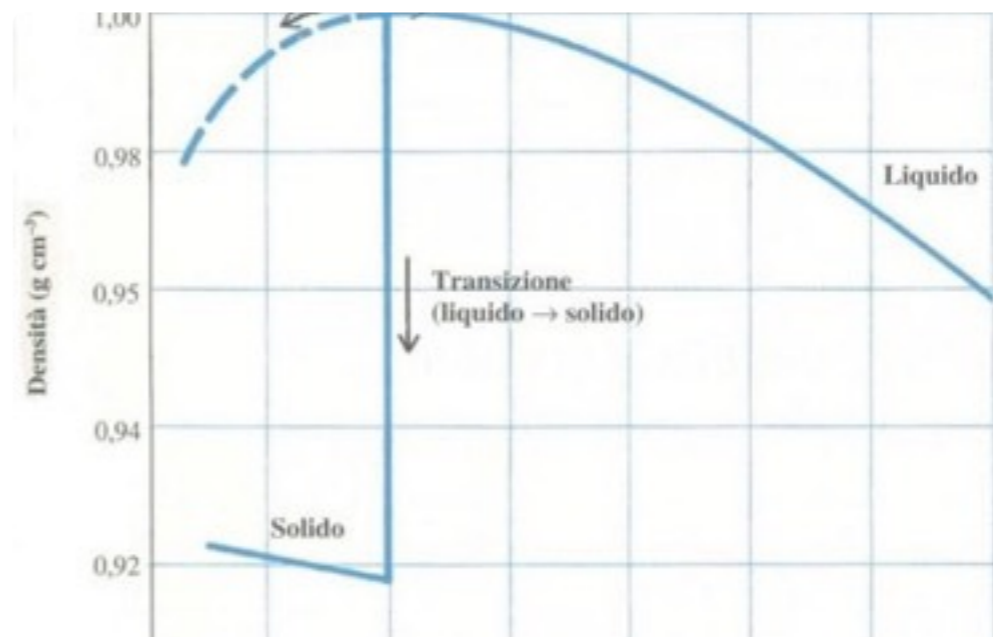
Dati ricavati da Handbook of physics and chemistry, a cura di R. C. Weast, Cleveland 1971-1972²²).

• •

Leggendo queste due tabelle si vede come le caratteristiche dell'acqua dipendono dalla pressione e dalla temperatura a cui si trova l'acqua, infatti ogni proprietà è specificata ad una dei due parametri (pressione o temperatura). Una seconda informazione, che si può derivare da queste tabelle, riguarda le unità di misura utilizzate per le diverse grandezze: possono essere differenti e diventa essenziale poter passare da una unità di misura all'altra.

Tra le proprietà più singolari dell'acqua si ha la variazione della densità al variare della temperatura. La densità dell'acqua è di circa 1000 Kg/m³ ma in realtà questo valore varia al variare della temperatura, di seguito vengono riportati grafici e tabelle che mostrano questa variazione. In alcuni testi anziché parlare di densità (si ricorda essere il rapporto tra massa e volume di una sostanza) si preferisce parlare di del suo reciproco, cioè

Galleria 1.5 Densità dell'acqua



Andamento della densità dell'acqua al variare della temperatura

• •

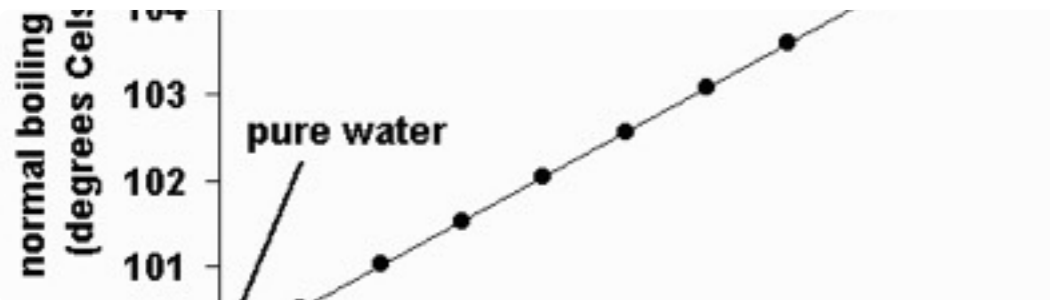
del volume specifico (rapporto tra volume e massa di una sostanza).

L'acqua non pura

Come è già stato spiegato con acqua non chimicamente pura, che d'ora in avanti chiameremo semplicemente acqua, si intende l'acqua che è a disposizione dell'uomo, cioè l'acqua che viene comunemente utilizzata. In altre parole con acqua si intende l'acqua a disposizione in natura e che viene fatta circolare all'interno degli impianti idrici.

dell'acqua pura, si è già parlato della variazione di conducibilità al variare della concentrazione di sali presenti in soluzione. Un'altro esempio: la presenza di soluto nell'acqua tende a aumentarne la temperatura di ebollizione e a diminuirne la temperatura di solidificazione come mostrato nei grafici riportati in figura.

Galleria 1.6 Variazione delle proprietà fisica dell'acqua al variare della concentrazione di soluto.



Aumento della temperatura di ebollizione dell'acqua al variare della concentrazione di saccarosio.

• •

Ovviamente la presenza di sostanze disciolte o sospese in acqua modifica le caratteristiche chimico-fisiche

Soluzione e solubilità

L'acqua che circola negli impianti, che usiamo per bere, lavarci o scaldarci è un miscuglio di più sostanze composto per la maggior parte di acqua pura, le sostanze presenti non sono sospese ma disciolte e il liquido si dice che è una soluzione.

Cerchiamo adesso di chiarire alcuni aspetti che riguardano le soluzioni, aspetti che diventeranno utili nello studio del comportamento dell'acqua, partiamo dalla definizione.

Soluzione: si intende un miscuglio omogeneo tra sostanze differenti miscibili tra loro, si possono avere:

- soluzioni liquide
- soluzioni gassose
- soluzioni solide

Il nome che le soluzioni prendono dipende dallo stato finale che la soluzione assume, generalmente è legato allo stato fisico dell'elemento presente in percentuale

maggiore, questo perché l'aggiunta di un'altra sostanza generalmente in piccola quantità non ne modifica lo stato. Ad esempio una soluzione tra acqua (liquido) e sale (solido) è una soluzione liquida.

Nelle soluzioni le sostanze presenti si distinguono in **solvente**, quella che compare in quantità maggiore e **soluto**, quella che compare in quantità minore; tornando all'esempio dell'acqua salata le due sostanze che compongono la soluzione sono l'acqua (solvente) e il sale (soluto).

Nelle soluzioni si ha un solo solvente ma si possono avere più soluti. L'acqua presente nelle bottiglie ad esempio contiene diversi sali e quindi diversi soluti, leggendo l'etichetta della composizione chimica dell'acqua si vede l'elenco dei principali soluti che contiene.

L'**acqua potabile** è una soluzione ovviamente liquida, contiene diversi soluti molti solidi e alcuni gassosi.

I sali minerali (solidi) vengono disciolti in acqua quando questa viene in contatto con le rocce o la terra attraverso

Una soluzione si dice poco concentrata quando il soluto è presente in piccole quantità, si dice molto concentrata quando è presente in grandi quantità.

Misura della concentrazione di una soluzione

La concentrazione di una soluzione ha diverse unità di misura, senza pensare di classificarle in ordine di importanza ne vengono indicate alcune di quelle che si possono incontrare più facilmente:

Percentuale di massa % m

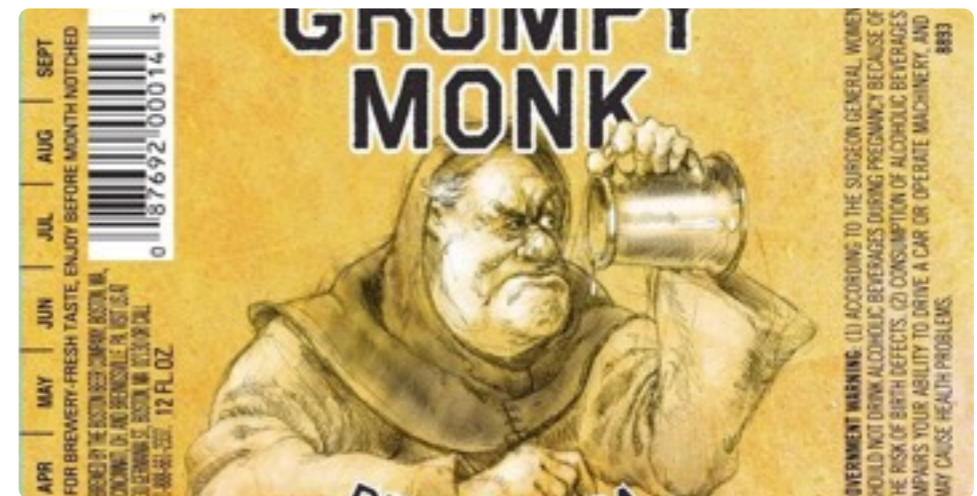
Indica la percentuale in massa del soluto presente rispetto alla massa finale della soluzione. Si incontra generalmente quando il soluto è solido (diventa immediatamente quantificarlo in grammi), se il solvente è liquido si deve valutare il suo peso utilizzando la densità, nel caso dell'acqua 1litro = 1kg.

Percentuale di volume % Vol

Indica la percentuale in volume del soluto presente rispetto al volume finale della soluzione. Si incontra generalmente nelle soluzioni dove sia soluto che solvente sono entrambi liquidi; il classico esempio sono le bevande alcoliche dove la soluzione che si prende in considerazione è tra la bevanda e l'alcool presente, questa concentrazione è infatti presente in % vol (vedi [Galleria 1.7](#)). Se leggendo ad esempio l'etichetta di una bottiglia si trova una concentrazione di alcool del 4,5 % vol,

significa che su 100ml di soluzione (non di solvente!) 4,5ml è alcool o in altri termini su 1l di soluzione 45 ml sono di alcool.

Galleria 1.7 Esempi di situazioni nelle quali la concentrazione di soluto è espressa in % Vol



La concentrazione è indicata sotto alla B di “Belgian”



Massa su volume m/V

Questa unità di misura risulta comoda quando il soluto è solido e il solvente è liquido, generalmente quando si hanno dei sali minerali in acqua si predilige questa unità di misura. A differenza delle altre che esprimono una

percentuale (sono misure adimensionali), questa unità di misura non è adimensionale e può presentare quindi anche dei multipli o sottomultipli: g/l - mg/ml - mg/l - µg/m ecc. La scelta dell'unità di misura più adatta dipende ovviamente dal contesto nel quale ci si trova.

Galleria 1.8 Etichette di alcune acque

Le concentrazioni dei soluti sono riportate nella tabella di destra

• •

Le unità di misura di solito fanno riferimento ad un volume specifico (generalmente 1l o 100ml) mentre nella realtà abbiamo a che fare con differenti volumi, per determinare la quantità di soluto presente conoscendone

la concentrazione si possono usare le percentuali o le proporzioni.

Esempi di utilizzo delle unità di misura

Esempio 1

Leggendo l'etichetta di una bottiglia si può trovare una concentrazione di alcool del 4,5 % vol, questo significa che su 100ml di soluzione (non di solvente!) 4,5ml è alcool o in altri termini su 1l di soluzione 45 ml sono di alcool. Per conoscere quanto alcool ingerisco bevendo una lattina di birra posso usare il calcolo percentuale:

$$x = \frac{330 \cdot 4,5}{100} = 14,85ml$$

Bevendo una lattina di birra ingerisco quindi 14,85 ml di alcool.

Esempio 2

Nell'acqua potabile la maggior parte dei soluti sono solidi e la loro concentrazione è espressa in mg/l, ad esempio se la scritta sull'etichetta di un'acqua riporta la concentrazione del Ca²⁺ a 32mg/l significa che in 1l (1 litro) di soluzione sono contenuti 32mg di Ca²⁺. Volendo conoscere la quantità di calcio contenuta in un

bicchiere di acqua (200ml) si possono usare ad esempio le proporzioni.

N.B.: Poiché la concentrazione è espressa in mg al litro (mg/l) anche il volume di liquido nel bicchiere deve essere espresso in litri.

Equivalenze: 200ml = 0,2l

Proporzione: $0,2 : x = 1 : 32$

si legge: 0,2 litri stanno a x come 1 litro sta a 32mg di Ca^{2+} . Il risultato sarà espresso ovviamente in mg.

$$x = 6,4\text{mg}$$

Per esercitarsi:

- Problema 1: Per ogni etichetta della [Galleria 1.7](#) determinare la quantità di soluto che si assume nel caso in cui si beve 1l (1 litro) di bevanda.
- Problema 2: Per ogni etichetta della [Galleria 1.7](#) determinare la quantità di soluto che si assume nel caso in cui si beve un bicchiere (0,2 litri) di bevanda.
- Problema 3: Stabilire se si ingerisce più alcool bevendo una media (400ml) di birra o un bicchiere di vino, fare riferimento alla [Galleria 1.7](#).
- Problema 4: Per ogni soluto presente sulla prima etichetta della [Galleria 1.8](#) stabilire la quantità di soluto assunto bevendo 1,5l di acqua.
- Problema 4: Per ogni soluto presente sulla seconda etichetta della [Galleria 1.8](#) stabilire la quantità di soluto assunto bevendo 0,8l di acqua.

La solubilità

La soluzione ha luogo quando si ha una certa affinità tra le molecole del solvente e le molecole del soluto, in altre parole la soluzione si ha quando le molecole del solvente interagendo col soluto riescono a scioglierlo separando tutte le molecole e disperdendole. Questo porta due conseguenze:

- La prima è che questa operazione può avvenire più o meno facilmente a seconda della composizione chimica di soluto e solvente, in altre parole non tutti i solventi sono in grado di sciogliere tutti i soluti, ad esempio l'acqua scioglie facilmente il sale mentre non è in grado di sciogliere i grassi (olio), viceversa alcuni solventi sono in grado di sciogliere i grassi ma non altre sostanze. Si ribadisce che questo dipende dalla natura chimica di soluto e solvente.
- La seconda pone un limite alla quantità massima di soluto che un solvente è in grado di sciogliere, questo limite è differente per ogni soluto e prende il nome di solubilità del soluto nella soluzione.

Si definisce quindi solubilità la massima concentrazione di soluto che si può avere all'interno di una soluzio-

ne, è quindi a tutti gli effetti una concentrazione. La solubilità dipende molto dalla temperatura alla quale si trova una soluzione, non si ha una regola specifica ma per una grande parte di soluti aumenta all'aumentare della temperatura.

Quando si aggiunge una quantità di soluto eccessivo che supera la sua solubilità il soluto in eccesso si deposita sul fondo formando un deposito che si chiama precipitato.

Ad esempio se la solubilità di una sostanza a 20°C risulta di 50mg/l significa che la massima quantità di soluto che può essere sciolta in 1l soluzione a quella temperatura è di 50mg, se per lo stesso soluto a 30°C la sua solubilità è di 60mg/l avremo che a questa temperatura la quantità massima di soluto che si può disciogliere in 1l è di 60mg; in entrambe le situazioni se aggiungo ulteriore soluto questo non si scioglierà andandosi a depositare sul fondo del recipiente.

Col termine precipitazione si intende il deposito, sul fondo di un contenitore, del soluto che la soluzione non è più in grado di accogliere.

Durezza e Calcare

Come si detto l'acqua potabile ha al suo interno degli ioni che oltre a specificarne le proprietà organolettiche risultano essenziali per l'uomo, la concentrazione dei diversi ioni è differente per le varie acque e ne specifi-

Galleria 1.9 Esempi di rocce contenenti carbonato di calcio



Marmo



cano la qualità. Uno tra i tanti è lo ione di calcio Ca^{2+}

che non viene aggiunto artificialmente all'interno dell'acqua perché già naturalmente presente. Questo ione è strettamente legato alla presenza di due sali di calcio che sono rispettivamente il Carbonato di Calcio CaCO_3 e il Bicarbonato di Calcio $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, quando questi due sali sono posti in acqua si dissociano andando a liberare lo ione di calcio.

Carbonato di Calcio. In natura è presente all'interno delle rocce e costituisce in tutto o in parte una grande varietà di rocce (marmo, travertino, calcite ecc.), la sua solubilità in acqua è molto bassa 0,014 g/l e nel caso in cui la sua concentrazione aumenti oltre il valore consentito precipita formando un solido di colore biancastro che è parte costituente del calcare.

Bicarbonato di Calcio. Si tratta di un sale di calcio che ha una elevata solubilità in acqua, cioè si può trovare all'interno dell'acqua ad elevate concentrazioni, la sua solubilità è 166g/l (circa 12000 più alta del carbonato di calcio).

La presenza di questi sali di calcio, ma non solo, all'interno dell'acqua viene comunemente identificata col termine di durezza dell'acqua. Per essere più precisi la durezza dell'acqua indica il tenore dei sali di calcio (di-

sciolti in grande quantità in acqua), sali di magnesio (presenti in quantità minore) e di altri sali presenti nella soluzione. Per comodità legheremo il concetto di durezza ai soli carbonati di calcio presenti, i ragionamenti che faremo potranno essere estesi agli altri elementi se necessario.

Scala di durezza dell'acqua.

La durezza dell'acqua è strettamente legata alla formazione del calcare nelle tubazioni o all'interno dei macchinari, più l'acqua è dura e più calcare si può formare. Il tenore del carbonato di calcio e cioè la durezza dell'acqua può essere misurato attraverso delle reazioni chimiche che ne misurano appunto la concentrazione. L'unità di misura più usata è il grado francese (°f) esistono poi anche altre unità di misura, le unità storiche più conosciute sono il grado tedesco (°t) e il grado inglese (°e).

Nel SI invece la misura di riferimento è il mg/l (si tratta di concentrazione!) di seguito viene riportata una tabella con le equivalenze tra le diverse unità di misura.

Ovviamente manca la conversione tra le unità di misura storiche, i diversi gradi, e l'unità di misura del SI,

Figura 1.1 Misura della durezza

	°f	°t	°e
1 °f	1	0,56	0,7
1 °t	1,78	1	1,25
1 °e	1,42	0,8	1

Tabella di conversione tra le differenti unità di misura della durezza dell'acqua

l'unica conversione che si presenta è quella relativa ai gradi francesi:

$$1^\circ\text{f} = 10 \text{ mg/l (di CaCO}_3\text{)}$$

N.B.: L'unità di misura da conoscere ed usare sono i gradi francesi (°f). Da conoscere altrettanto bene sono i mg/l.

Classificazione delle acque

La durezza dell'acqua e la sua relazione con il calcare hanno acquistato un'importanza tale da arrivare ad una classificazione delle acque in base appunto alla durezza.

za; le classificazioni sono differenti, vengono presentate le più significative:

Si fa riferimento ad una classificazione presente nel DECRETO LEGISLATIVO 3 aprile 2006, n. 152 (fa riferimento al CaCO₃)

Classe 1:	< 50 mg/l	< 5°f
Classe 2:	da 50 a 100 mg/l	da 5°f a 10°f
Classe 3:	da 100 a 200 mg/l	da 10°f a 20°f
Classe 4:	> 200 mg/l	> 20°f

Altra classificazione dove i dati sono stati presi dal sito <http://assocasa.federchimica.it/DUREZZAACQUA.aspx>

1^a classe	< 15°f	dolce
2^a classe	da 15°f a 25°f	media
3^a classe	> 25°f	dura

Un'ultima classificazione delle acqua è presa dal sito dell'università di Bergamo

< 7°f	dolcissime
da 7°f a 15°f	dolci

da 15°f a 22°f	dura
da 22°f a 35°f	molto dure
> 35°f	durissime

Come si può vedere ci sono tanti modi per classificare le acque, inutile continuare a cercare nuove classificazioni, diventa evidente come è importante far riferimento non tanto ad una classificazione ma ad un valore numerico della durezza. In altre parole anziché parlare di acqua dura è meglio specificare il valore della sua durezza.

Sono necessarie a questo punto alcune precisazioni che riguardano le diverse classificazioni:

- [Le classificazioni possono essere più o meno dettagliate.](#) Alcuni enti o ambienti di ricerca distinguono l'acqua suddividendo queste classi in più sottoclassi in modo da dettagliare maggiormente la composizione dell'acqua, ad esempio la prima classe si può suddividere in molto dolce e dolce oppure la terza classe si può suddividere in poco dura, mediamente dura, dura o molto dura ecc.

- I valori sono indicativi. I valori possono variare leggermente da una classificazione all'altra ma questo non dovrebbe creare problemi perché all'atto pratico ciò che serve non è il dato esatto, eventualmente lo si potrebbe anche misurare, ma il range del valore.

- Attenzione all'equivalenza tra °f e concentrazioni (mg/l). Alcune fonti affermano che 1°f corrisponde ad avere all'interno della soluzione 10mg di Carbonato di Calcio ogni litro di soluzione, altri affermano che 1°f corrisponde ad avere all'interno della soluzione 4mg di Calcio. Ovviamente le due misure coincidono perché si tratta di due sostanze diverse, da una parte si considera il CaCO_3 e dall'altra il Ca e il rapporto in massa è circa 10:4.

Misura della durezza

Ovviamente esistono appositi strumenti di misura per la durezza dell'acqua, il difetto di queste apparecchiature è il costo.

Esistono poi metodi chimici di valutazione approssimata per la durezza; le sostanze utilizzate cambiano colore quando vengono bilanciate dai sali responsabili della durezza dell'acqua. Il difetto principale è che si può

sbagliare il valore della durezza anche di 1-2°f, è però economico.

Descrizione del metodo chimico di misura della durezza:

- Si prende dell'acqua di cui si vuole misurare la durezza.
- Quando si aggiungono poche gocce del reagente chimico, l'acqua si colora (di blu).
- Continuando ad aggiungere gocce del reagente l'acqua rimane dello stesso colore.
- Quando la quantità del reagente non è più compensata dai sali l'acqua cambia colore.

Più l'acqua è dura e più gocce si devono aggiungere per ottenere il cambio di colore, contando le gocce di reagente aggiunte fino al cambio di colore si può conoscere il valore della durezza.

Perché sono presenti i sali di calcio nell'acqua?

I sali carbonato e bicarbonato vengono "catturati" dall'acqua quando filtrando attraverso il terreno viene a contatto con rocce calcaree (filtrazione naturale) prima di depositarsi nelle falde. La presenza di questi sali disciolti in acqua non dovrebbe essere un problema perché in teoria se ne dovrebbero andare con l'acqua ed è quello che succede quando la temperatura dell'acqua rimane costante (acqua fredda).

Il carbonato è presente nelle rocce e per quello che è stato detto è presente solo in piccolissime quantità in acqua, a questo punto per capire cosa avviene si deve spiegare il ruolo del bicarbonato di calcio $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ e in particolare della sua relazione col carbonato.



Questa reazione è equilibrata e a temperatura ambiente molto sbilanciata a destra cioè la reazione di sintesi avviene molto facilmente. Questa reazione spiega che quando l'acqua (H_2O) attraversa le rocce calcaree (CaCO_3) in presenza di anidride carbonica (CO_2) avviene la reazione e si forma il $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$; questo sale entra facilmente in soluzione con l'acqua (si ricorda che la sua solubilità è molto alta). In conclusione l'acqua contiene poche tracce di carbonato ma una grande quantità di bicarbonato e questi sali stabiliscono in sostanza la durezza dell'acqua.

In che modo questi sali diventano un problema?

I problemi nascono dalla variazione della temperatura dell'acqua (riscaldamento) e dalla differente solubilità tra i due sali di calcio. Ricordiamo che la solubilità del CaCO_3 in acqua è molto bassa e di conseguenza nel-

l'acqua si può accumulare poco carbonato, che si ricorda essere il componente presente nelle rocce, mentre la solubilità del $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ è molto più alta questo porta ad avere molto bicarbonato in acqua.

---- Acqua fredda

Quando la temperatura dell'acqua che scorre scorre all'interno delle tubature rimane quella ambiente non ci sono problemi perché il sale che portato dall'acqua rimane in soluzione e non si crea nessun precipitato: tanto sali entra nella tubature e tanto sale esce.

--- Acqua calda

Il problema sorge quando l'acqua che entra fredda all'interno dell'impianto subisce un aumento di temperatura, in questa situazione la reazione soprascritta si sposta verso sinistra cioè la temperatura favorisce la scomposizione del bicarbonato nelle tre sostanze. Il carbonato che deriva da questa reazione non può essere accolto dall'acqua poiché la sua solubilità è bassa, la conseguenza logica è la formazione di un precipitato che va a formare il calcare.

Attenzione quindi al fatto che la formazione del calcare è stimolata dalla temperatura, in altre parole è un feno-

meno che diventa problematico quando si ha acqua calda sanitaria o acqua per riscaldamento. In conclusione:

Durezza acqua + Temperatura => Calcare

Problemi legati alla durezza dell'acqua

Non tutte le acque sono uguali e subiscono lo stesso trattamento, questo perché non tutte le acque sono usate con lo stesso scopo: l'acqua per riscaldamento o per uso industriale deve essere adatta all'impianto in cui verrà utilizzata, l'acqua per uso sanitario deve essere anch'essa adatta all'impianto ma deve essere anche adatta all'uso e consumo umano.

Utilizzo	Prestare Attenzione
Acqua sanitaria	Uomo + impianto
Riscaldamento	Impianto

I problemi che la durezza dell'acqua può portare all'uomo sono ancora in fase di studio, infatti non ci sono delle norme che specificano in maniera chiara quale deve essere la durezza dell'acqua o se è meglio bere

un'acqua dolce o dura. In queste valutazioni si deve considerare anche il fatto che l'acqua addolcita subisce un trattamento chimico che ne modifica le proprietà organolettiche.

La durezza dell'acqua all'interno di un impianto può portare alla formazione di calcare con le seguenti problematiche:

Galleria 1.10 La formazione di calcare negli impianti



Sezione di un tubo di acciaio zincato parzialmente ostruito dal calcare



- il calcare riduce la sezione effettiva del tubo aumentando le perdite di carico (perdite di pressione), diminuendo la portata dell'acqua e provocando in alcuni casi il non corretto funzionamento dell'impianto.

- il calcare depositato nei tubi fa da substrato per la crescita e il proliferare della legionella, (in altre parole facilita la formazione della legionella).

- Il calcare è un isolante, di conseguenza la sua presenza riduce lo scambio termico con l'esterno andando ad aumentare i consumi per il riscaldamento.

Possibili interventi

L'acqua che presenta un'elevata durezza deve essere opportunamente trattata in modo da prevenire la formazione del calcare, le norme non forniscono indicazioni specifiche per il consumo umano mentre per l'uso all'interno di apparecchiature quali la caldaia stabiliscono dei valori limite della durezza in modo da evitare la formazione del

calcare.

Nel caso in cui l'acqua di cui si dispone è eccessivamente dura è necessario addolcirla, cioè diminuirne la durezza, le norme prescrivono i trattamenti minimi necessari in base alla potenza della caldaia e alla durezza dell'acqua stessa.

Tra i vari sistemi che cercano di impedire la formazione di calcare ci sono:

Galleria 1.11 Trattamento acque dure



Addolcitore con contenitore del sale a fianco



- gli addolcitori che attraverso uno scambio ionico tra sodio e calcio sono in grado di eliminare buona parte dei sali di Ca presenti addolcendo l'acqua (più costoso)

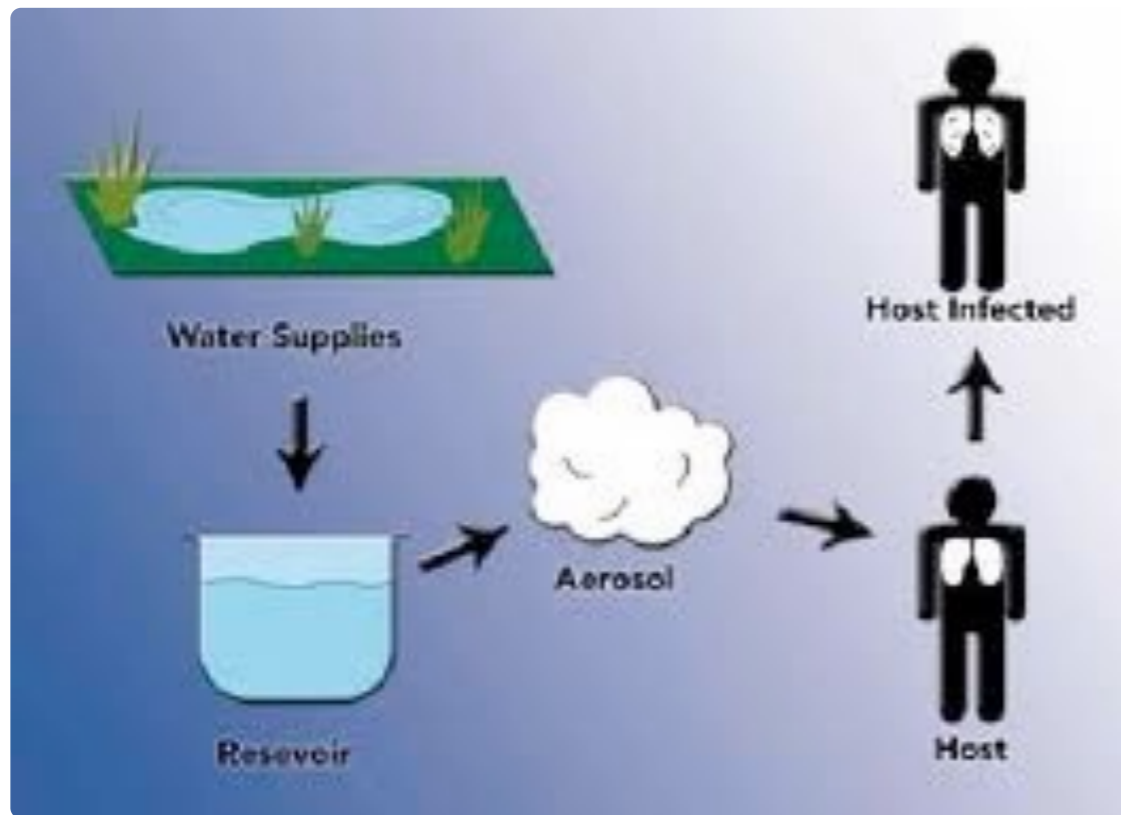
- Dosatori contenenti una resina che attraverso delle reazioni chimiche limita la formazione del calcare, in questo caso però il calcio continua ad essere presente all'interno dell'acqua (meno costoso)

La scelta tra i due metodi è spesso regolamentata dalla normativa.

La legionella

All'interno dell'acqua c'è la possibilità che si vengano a sviluppare dei batteri con seri rischi per la salute umana, in particolare il più insidioso è il batterio della legionella.

Galleria 1.12 La legionella

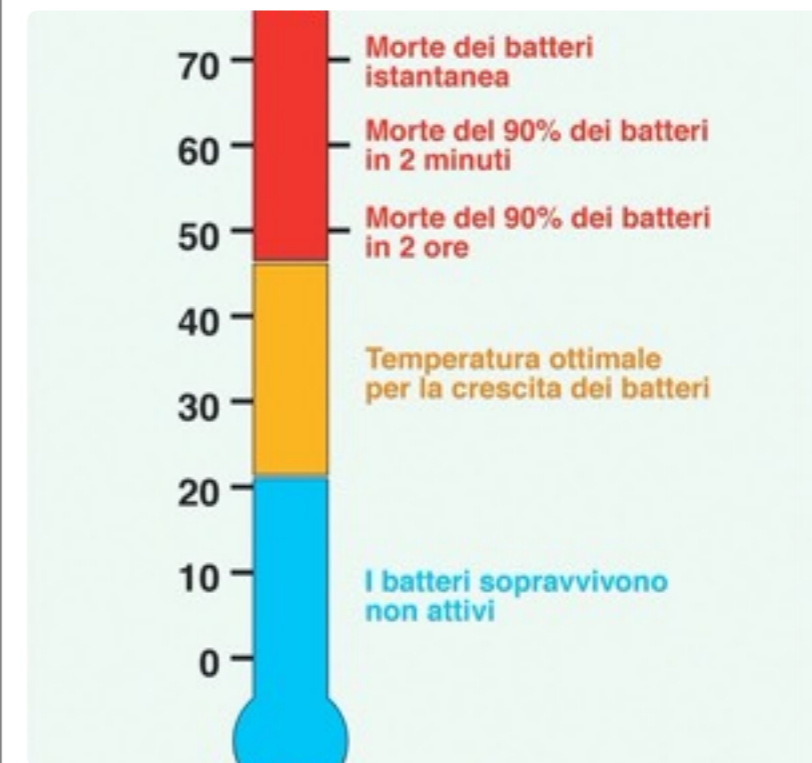


Come avviene il contagio



Questo aspetto apparentemente di pertinenza sanitaria interessa direttamente anche il progettista e l'installatore di reti idriche, infatti nelle **Linee guida per la prevenzione e il controllo della legionellosi -maggio 2015-** (il link per il testo completo delle linee guida è riportato nel box informazioni) al cap 5 **Indicazioni per la progettazione, la realizzazione e la gestione degli impianti**, sono date delle indicazioni atte alla prevenzione della proliferazione e diffusione del batterio.

Galleria 1.13 Comportamento termico della legionella



La legionellosi è una malattia della famiglia delle polmoniti che se non curata per tempo può portare alla morte delle persone.



La legionella non si contrae bevendo l'acqua o per contagio di alcun tipo, è un batterio che si contrae per inalazione, cioè respirandolo.

Le situazioni tipiche di contagio da legionella si hanno quando l'acqua si vaporizza come ad esempio nelle docce, nelle saune, terme ecc, ovviamente questi casi non sono gli unici ma quelli dove la probabilità di contagio è maggiore. Un'altra opportunità di proliferazione del batterio sono gli impianti di condizionamento e di

areazione per i quali non è stata svolta un'opportuna manutenzione.

Questo batterio si sviluppa dove si ha acqua ferma (ristagno), in presenza di ossigeno e con temperature comprese tra 20-50°C:

- se l'acqua è in movimento si ha ovviamente un effetto lavaggio che ne limita lo sviluppo
- quando la temperatura dell'acqua è troppo bassa non riesce a svilupparsi mentre quando la temperatura è troppo alta tende a morire, in alcuni casi infatti per contenere lo sviluppo della legionella si provocano degli innalzamenti della temperatura dell'acqua fino ai 70-80°C (shock termico)

Sempre nelle linee guida approvate in Conferenza Stato-Regioni vengono indicati i vari metodi di controllo della contaminazione del sistema idrico tra i quali è riportato anche lo shock termico già citato in precedenza.

Galleria 1.14 Possibili situazioni di contagio



Panzeri Davide

I materiali

In revisione

Cnos-Fap Sesto San Giovanni



Introduzione

Alcune domande possono introdurci a quello che è lo scopo e la struttura del libro.

Nella costruzione di strutture, macchie o impianti una delle prime domande alla quale si deve rispondere è: quale materiale utilizzo?

Nella storia dell'industria e nello sviluppo della tecnologia che l'ha accompagnata ci sono stati significativi progressi nella fabbricazione di nuovi materiali con caratteristiche sempre migliori. Si pensi ad esempio a quelli che erano i materiali per la costruzione degli impianti idrici di fine 1800 e la vastità di scelte che il mercato oggi propone: tubi in ferro, in acciaio, in plastica ecc.

Che direzione segue lo sviluppo tecnologico?

Ciò che guida le scelte e gli obiettivi dello sviluppo dei materiali ma in generale dello sviluppo industriale sono sicuramente gli interessi privati, dell'azienda e gli interessi sociali.

Quando si parla di interessi privati si intende tutto ciò che ruota attorno al mercato primo tra tutti il guada-

gno dell'azienda e del cliente, se l'azienda ci guadagna sulle spalle del cliente si mette in una posizione di debolezza nel confronto del cliente. Se un nuovo materiale permette di avere un vantaggio per il cliente perché presenta delle caratteristiche migliori, l'azienda può permettersi di farlo pagare di più e guadagnarci.

Con interessi sociali invece si intende tutto ciò che garantisce e protegge la salute delle persone e gli interessi collettivi, come ad esempio la salvaguardia dell'ecosistema, in questo caso un materiale che permette di produrre un inquinamento minore è da preferire anche se ha un costo superiore.

Infine la domanda chiave: qual è il materiale migliore?

La risposta a questa domanda è abbastanza ovvia, non esiste un materiale perfetto in assoluto ma esiste solo un materiale adatto al lavoro che si deve fare.

Tutto dipende infatti dall'applicazione per la quale serve il materiale, trovata l'applicazione si possono ricercare i materiali ottimi per quella applicazione o quelli semplicemente buoni o ancora quelli che possono andare bene anche se non sono i migliori.

Nella scelta tuttavia si hanno dei vincoli in quanto si deve comunque sempre far riferimento alle normative vigenti che stabiliscono il limite alla nostra libertà di scelta. Queste norme oltre a stabilire delle regole se usate correttamente diventa un valido strumento di lavoro che aiuta ad esempio l'installatore nella sua scelta del materiale. Non sempre la scelta del materiale migliore è la scelta corretta, spesso si devono raggiungere dei compromessi con altri fattori quali il costo, i gusti del cliente ecc. Se ad esempio al cliente si propongono due materiali accettati dalla normativa è possibile che la scelta del cliente cada sul materiale meno costoso anche se non risulta quello con caratteristiche migliori.

La conoscenza dei materiali non riguarda solo la scelta ma anche il modo in cui devono essere lavorati, le loro caratteristiche infatti obbligano l'installatore a prestare la massima attenzione quando li maneggia, alcuni materiali se cadono si possono rompere, se per stringere un dado di materiale tenero non uso il sistema o la chiave corrette lo posso rovinare ecc.

La prima parte di questi appunti ha lo scopo di introdurre quelle che possono essere le caratteristiche dei materiali, a questa segue un approfondimento sulle tre famiglie di materiali maggiormente usati nel mondo idraulico vale a dire i materiali metallici, quelli plastici e un breve accenno su quelli ceramici.

La materia

A large-scale photograph of a coal mine's interior. The scene is dominated by massive, dark brown and black piles of coal, some of which are covered with a layer of yellowish-brown dust or sand. The coal is piled high, creating a sense of scale and depth. In the foreground, a yellow locomotive is visible on a set of tracks, providing a sense of scale. The lighting is dramatic, with strong highlights and deep shadows, emphasizing the textures of the coal and the industrial environment.

Tra i vari modi che si hanno di classificare la materia, al momento per i nostri scopi il metodo migliore è quello che introduce due caratteristiche "classiche" della materia facili da osservare la fluidità e la comprimibilità.

Fluidità - è la capacità della materia di essere fluida cioè di cambiare forma a seconda delle condizioni in cui si trova. Esempi di materiale fluido (chiamato semplicemente fluido) sono l'aria, l'acqua, l'olio, l'ossigeno ecc. I materiali non fluidi sono ad esempio il legno, molti metalli, il ghiaccio ecc, che vengono generalmente definiti come materiali solidi.

Comprimibilità - è la capacità della materia di variare lo spazio occupato (volume) a seconda delle condizioni esterne. I materiali comprimibili possono essere l'aria, l'ossigeno, l'anidride carbonica o più in generale quei materiali che definiamo gassosi; i materiali incompressibili possono essere il legno, il metallo, ma anche l'acqua, l'olio ecc.

Si deve precisare che queste caratteristiche non sono legate solo alla natura del materiale ma dipendono fortemente dalle condizioni ambientali nelle quali si trova, in altre parole un materiale è fluido o incompressibile solo perché le condizioni atmosferiche lo permettono.

Alcuni esempi:

- L'acqua è sicuramente un materiale fluido alle condizioni ambientali standard ($T=25^{\circ}\text{C}$ e $p=1\text{Atm}$) ma se viene raffreddata, portata cioè ad una temperatura $< 0^{\circ}\text{C}$ diventa solida e perde la sua fluidità
- l'alcool nelle condizioni atmosferiche standard è incompressibile, cioè non si può variare

Tabella 2.1 Gli stati della materia

	Volume Proprio	Forma propria
Solido	SI	SI
Liquido	SI	NO
Gas	NO	NO

il suo volume, se viene portato ad una temperatura superiore agli 80°C passa allo stato aeriforme e diventa comprimibile.

Nell'esempio precedente si è introdotto lo stato aeriforme (o gassoso) della materia, quando ci si riferisce a questo stato significa che la materia presenta alcune caratteristiche specifiche a cui noi diamo il nome di stato aeriforme. Nello specifico se si parla di gas o di stato aeriforme si intende un materiale che non solo è fluido ma che può anche essere anche compresso. In maniera analoga anche gli altri stati della materia sono identificati da alcune caratteristiche specifiche e perciò si ha:

- **stato gassoso**, si dice per la materia fluida e comprimibile
- **stato liquido**, si dice per la materia fluida e incompressibile
- **stato solido**, si dice per la materia non fluida e incompressibile.

Come è già stato detto e come ci insegna anche l'esperienza lo stato della materia (schematizzato nella Tabel-

la 1) non è fissato ma può cambiare se cambiano le condizioni esterne cioè se cambiano la pressione e la temperatura.

Esempio: La transizione dell'acqua

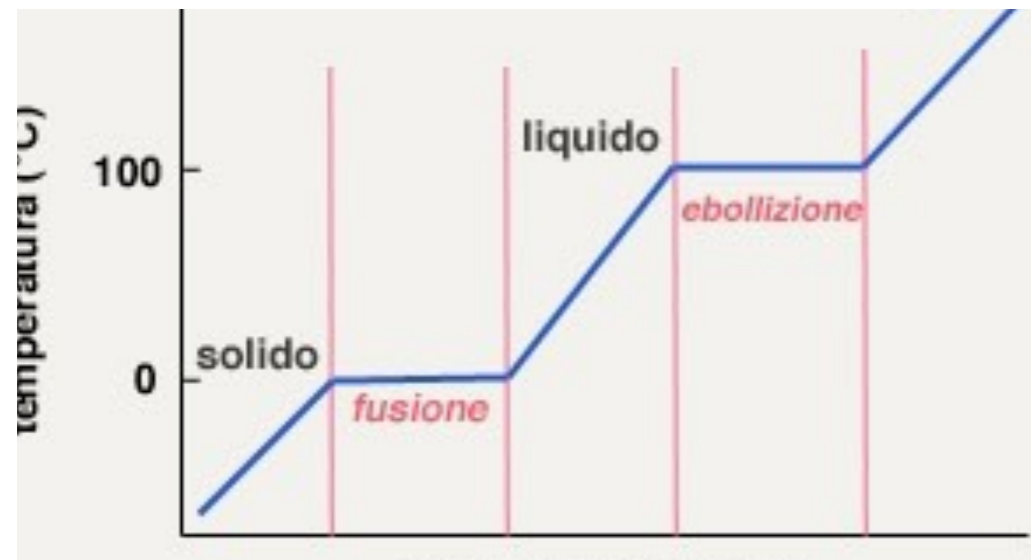
se la temperatura ambientale è inferiore allo 0°C si forma il ghiaccio (solido) scaldando il ghiaccio e portando la temperatura tra 0°C e 100°C si ha lo stato liquido (acqua) mentre alzando ulteriormente la temperatura (>100°C) si forma il vapore (aeriforme).

Un discorso simile a quello fatto per l'acqua vale per molti altri materiali, infatti gli elementi chimici e alcune sostanze hanno un comportamento simile e sono tutti caratterizzati da una curva, come quella mostrata nella Galleria 2.1, chiamata curva di riscaldamento e un'altra chiamata curva di raffreddamento del materiale le quali spiegano il comportamento del materiale in esame al variare della temperatura.

Ovviamente l'esperienza insegna anche che la materia può trovarsi, se le condizioni esterne lo permettono, in

due stati contemporaneamente (banalmente si può avere contemporaneamente un miscuglio di acqua e ghiaccio) e che non tutte le sostanze, a causa di diversi fattori, subiscono questo percorso di trasformazione.

Galleria 2.1 Curve Riscaldamento - Raffreddamento



Curva di riscaldamento dell'acqua.

Asse x - Calore fornito

Asse y - Temperatura (°C)

Fornendo calore il ghiaccio diventa acqua (0°C) che successivamente si trasforma in vapore (100°C)

• •

La materia infatti è molto variegata e non è possibile generalizzarne il comportamento con semplici schemi.

La curva di transizione non sempre è valida

Dallo studio chimico-fisico dei materiali sappiamo che, quando si parla di materia e delle sue trasformazioni, non si può essere troppo generici ma specificare se si tratta di elemento, sostanza (formata da molecole o macrocolecole), miscuglio omogeneo o miscuglio eterogeneo. Queste è ciò a cui ci si riferisce:

Elemento naturale o (sostanza pura). Per questi elementi vale lo schema di transizione solido-liquido-gasoso, sono poco più di 100 e identificano tutti gli atomi presenti in natura; si parla dell'elemento Ferro in riferimento all'atomo di Ferro, si ha l'atomo di idrogeno o l'atomo di ossigeno che individuano l'elemento idrogeno o ossigeno. Al contrario l'acqua non è un elemento (chimico) infatti non esiste l'atomo di acqua! Attenzione però alcune volte si sente parlare dell'elemento acqua e non è un errore perché il contesto nel quale si sta parlando lo permette (in questi casi con la parola "elemento" non si intende l'elemento chimico).

Sostanza (1) (individuata da piccole molecole). L'acqua è una sostanza, è composta a livello molecolare da atomi di diversi elementi (nell'esempio dell'acqua idrogeno e ossigeno) che uniti nelle giuste proporzioni formano una struttura chiamata molecola di acqua H_2O . La sostanza, a livello macroscopico, è formata da tante molecole (dimensioni microscopiche) tutte uguali tra di loro.

Nella pratica è comodo parlare di sostanza anche quando ci si riferisce ad elementi come l'ossigeno, l'idrogeno, l'azoto facendo attenzione a non dimenticare tutte le caratteristiche che l'elemento in quanto strettamente legato al concetto di atomo porta con se.

Si può parlare della sostanza ossigeno riferendoci al gas che respiriamo, in questo caso anche se sappiamo che l'ossigeno è un atomo ciò che respiriamo è la molecola di ossigeno O_2 , e questo vale anche per l'idrogeno o per l'azoto. Solo i gas nobili si trovano nella forma atomica (non hanno quella molecolare), la spiegazione del motivo esula dallo scopo di questi appunti.

Anche per molte di queste sostanze (relativamente semplici) vale lo schema di transizione solido-liquido-gassoso.

Sostanza (2) (formata da macromolecole). Sono sostanze nelle quali l'elemento base è

sempre una molecola ma di grandi dimensioni, questo porta ad un diverso comportamento rispetto alle sostanze più semplici, in questi casi non si può semplicemente parlare di stato solido, liquido o gassoso ma il discorso deve essere ulteriormente approfondito). Delle macromolecole fanno parte i polimeri e molte biomolecole (amidi, proteine, DNA, lipidi).

Queste sostanze sono più complesse, il loro stato fisico e il loro comportamento al variare della temperatura

Galleria 2.2 Miscugli omogenei



Acqua naturale, è un miscuglio



Galleria 2.3 Miscugli Eterogenei



Fumo da incendio



non può essere generalizzato e richiederà un'ulteriore e specifico approfondimento.

Miscugli

Quando si parla di sostanza pura significa che si ha a che fare solo con una sostanza particolare, così ad esempio l'acqua pura è acqua che non contiene al suo

interno nient'altro che molecole di acqua. Nella realtà i miscugli, cioè la "miscelazione" di più sostanze sono molto più diffusi delle sostanze pure

Quando si parla miscugli con la parola miscelazione si possono indicare due risultati differenti che portano alla distinzione tra miscugli omogenei (di questi miscugli fanno parte ad esempio le leghe metalliche), dai miscugli eterogenei come possono essere le schiume, le sospensioni, le emulsioni ecc. Per una spiegazione più esauriente sulla struttura dei miscugli si rimanda ad un corso di scienze.

Per quanto riguarda i miscugli la curva di riscaldamento e di raffreddamento non è uguale a quella delle sostanze in quanto le transizioni di stato non sono così precise e non avvengono per tutte le sostanze contenute all'interno del miscuglio alla stessa temperatura.

Quale materia per l'impiantistica idraulica?

Tra tutti i materiali e tutti i loro stati, al momento si è interessati prevalentemente allo stato solido in quanto è l'unico stato che ci permette di costruire una struttura

in grado di mantenere la forma e di trasportare ad esempio l'acqua. Ovviamente non basta prendere un materiale solido a caso (legno, acciaio, vetro tutti materiali solidi ma molto differenti l'uno dall'altro), la scelta deve essere fatta valutando nei singoli casi quelle che sono le caratteristiche specifiche del materiale. Nel prossimo capitolo verranno presentate, facendo chiaro riferimento allo stato solido, alcune caratteristiche dei materiali.

Caratteristiche del- lo stato solido



Prima di iniziare ad elencare quelle che sono le caratteristiche di un solido si introduce il concetto di forza e degli effetti che derivano dall'applicazione di una forza su un corpo.

Quando si parla di forza si intende una azione (o interazione) tra due corpi, che porta a modificare il loro stato. Risulta comodo pensare che uno dei due corpi applica la forza e l'altro la subisce anche se nella realtà non è così.

Ad esempio, anche se non appartiene al ventaglio di esperienze comuni a tutte le persone, quando un fucile o un cannone "spara" il proiettile si ha una forza anche sul fucile stesso: il rinculo, ovviamente ciò su cui ci si focalizza rimane comunque la forza, applicata sul proiettile, che lo mette in moto.

Effetti di una forza

Ovviamente se si parla di una forza che agisce su un corpo almeno implicitamente si pensa ad un corpo nello stato solido (altrimenti sarebbe difficile trasmettere la forza). Quando una forza agisce su un corpo gli effetti che si possono provocare sono lo spostamento (effetto dinamico) e la deformazione (effetto statico). Nella maggior parte dei casi in cui è presente un effetto dinamico, le forze producono sul corpo anche un effetto statico.

Alcuni esempi: se calcio il pallone ho sia il movimento che la deformazione, quando martello un chiodo in un pezzo di legno ho sia la deformazione del legno che il movimento del chiodo.

Si cerca adesso, anche se molti hanno già chiaro il concetto, di chiarire cosa si intende per "effetto dinamico" e per "effetto statico" precisando con una definizione il loro significato.

Effetto dinamico: il corpo, che subisce la forza, cambia il suo stato o meglio il suo movimento, può aumen-

tarlo cioè andare più veloce, diminuirlo cioè andare più piano, cambiare la direzione, fermarsi o se fermo iniziare a muoversi.

Effetto statico: può essere di due tipi elastico o plastico (spesso questi due effetti si possono avere contemporaneamente).

- Dire che la deformazione subita dal corpo è elastica significa che se la forza viene a mancare (cioè sparisce) il corpo torna ad assumere la sua forma originale, è il classico esempio della molla.
- Con deformazione plastica invece si intende quella deformazione che continua a perdurare (si mantiene) anche se la forza viene a mancare, la plastilina tende a mantenere la nuova forma che gli è stata data, non reagisce alla forza.

Le forze e le caratteristiche dei materiali

Il comportamento dei corpi a seguito dell'azione di una forza dipende sicuramente da come sono fatti (forma, dimensioni ecc.) ma soprattutto dal materiale con cui sono fatti. Il comportamento specifico del materiale dipende dalle sue caratteristiche, infatti con questo termine si intende il modo in cui il materiale reagisce alle sollecitazioni, o forse è meglio dire alle azioni (cioè alle forze) che su di esso agiscono, queste azioni/forze sono provocate da altri corpi o anche dall'ambiente nel quale è immerso il corpo (temperatura, pressione, agenti atmosferici ecc.).

Se si conosce la forza o meglio ancora l'azione che si sviluppa sul materiale si può studiare la caratteristica ad essa associata.

Se si applica una forza in grado di far muovere un corpo, dal suo movimento di può risalire alla sua massa e quindi alla densità del materiale che risulta una sua caratteristica. Se un'altra forza cerca di piegare un corpo si può dal comportamento del corpo quali sono le sue caratteristiche meccaniche (ad esempio la sua flessibili-

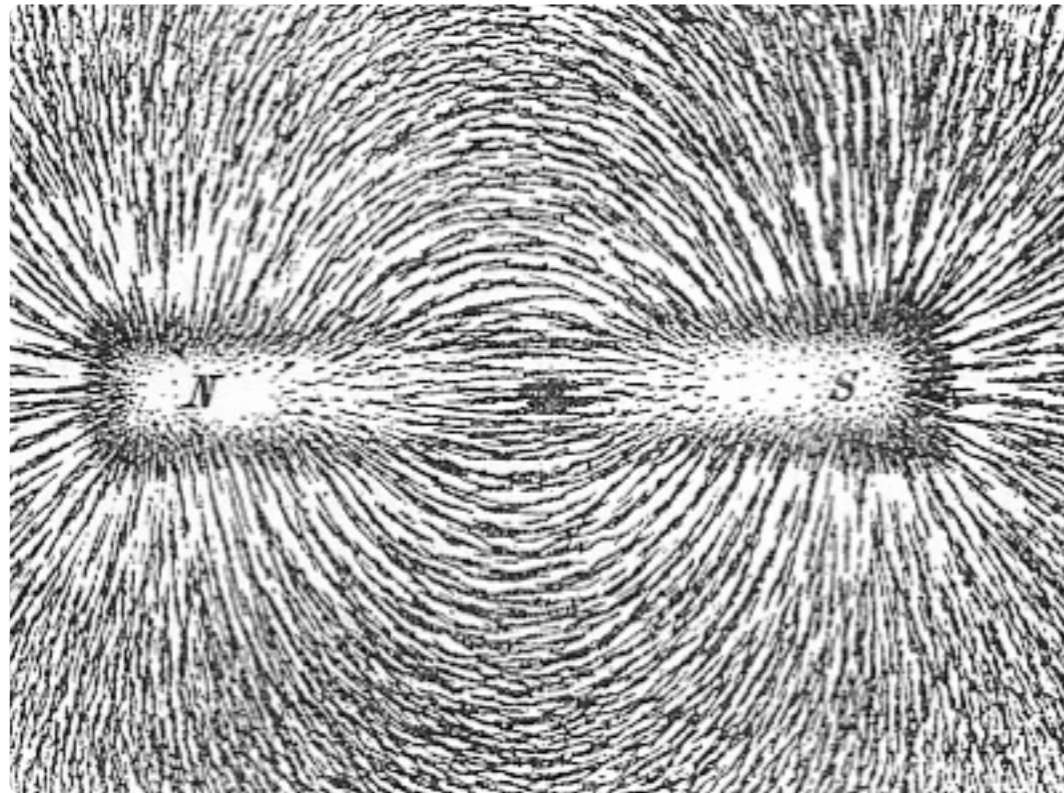
tà o la sua capacità di resistere alle deformazioni). In tutti i casi risultano comportamenti specifici del materiale.

Le caratteristiche da studiare sono numerose ed è per questo motivo che vengono suddivise in diverse famiglie, le più interessanti sono:

- caratteristiche fisiche
- caratteristiche chimiche
- caratteristiche meccaniche
- caratteristiche tecnologiche

Le ultime due famiglie di caratteristiche sono specifiche dello stato solido mentre le prime due famiglie sono più generiche vanno oltre la distinzione tra stato solido, liquido o gassoso.

Galleria 3.1 Azioni sui materiali



Azioni fisiche



Caratteristiche Fisiche

Per avere subito un'idea, si tratta delle caratteristiche che il materiale manifesta quando è soggetto all'azione delle forze presenti in natura come la Forza di Gravitazione Universale (gravità che si traduce in forza peso), la Forza Elettromagnetica (sia nella sua componente elettrica che in quella magnetica) o all'azione del calore (scambio di energia termica tra corpi) e a tutto quello che ne consegue.

Le principali caratteristiche fisiche sono:

Densità (indica come la massa del materiale è concentrata nello spazio).

Questa caratteristica è importante perché ci permette di stabilire il peso del nostro oggetto e verificare che la struttura prevista sia in grado di sorreggerlo. L'unità di misura per il sistema internazionale della densità è il chilogrammo al metro cubo kg/m^3 , altre unità di misura sono:

- il chilogrammo al decimetro cubo kg/dm^3 o chilogrammo al litro kg/l
- il grammo al centimetro cubo g/cm^3 chiamato anche grammo al millilitro g/ml
- il milligrammo al millimetro cubo mg/mm^3 chiamato anche milligrammo al microlitro $mg/\mu l$

Tabella 3.1 Conversione tra le unità di misura della densità

	kg/m^3	kg/dm^3	g/cm^3	mg/mm^3
1 kg/m^3	1	1000	1000	1000
1 kg/dm^3	0,001	1	1	1
1 g/cm^3	0,001	1	1	1
1 mg/mm^3	0,001	1	1	1

Ci sono anche le unità di misura anglosassoni che per brevità non vengono riportate in questi appunti per il semplice motivo che al momento non hanno un'importanza significativa.

Da fare

Cercare almeno 2 unità di misura anglosassoni per la densità e creare una tabella di conversione delle unità che contenga le due unità trovate e almeno una delle unità già riportate in [Tabella 3.1](#)

Calore specifico (indica l'inerzia che un materiale ha nel farsi riscaldare o raffreddare).

Questa caratteristica è importante ad esempio nel valutare il materiale per gli elementi riscaldanti (caloriferi), alcuni materiali si scaldano lentamente ma si raffreddano anche lentamente, altri materiali sono più veloci a scaldarsi ma anche a raffreddarsi. Il calore specifico indica l'energia che si deve fornire ad una certa massa di materiale per poter innalzare la sua temperatura di 1°C. L'unità di misura nel Sistema Internazionale per il calore specifico è il Joule al chilogrammo Kelvin $J/(kg \cdot K)$, si fa notare che in queste unità di misura si può utilizzare indifferentemente per la temperatura il Kelvin

Tabella 3.2 Conversione tra le unità di misura del calore specifico

	J/(g·°C)	kJ/(kg·°C)	kCal/(kg·°C)	Cal/(g·°C)
1 J/(g·°C)	1	1	0,239	0,239
1 kJ/(kg·°C)	1	1	0,239	0,239
1 kCal/(kg·°C)	4,184	4,184	1	1
1 Cal/(g·°C)	4,184	4,184	1	1

(K) o il grado Celsius (°C); nella tabella useremo per comodità il grado Celsius. Altre unità di misura sono:

- chiloJoule per chilogrammo grado Celsius $kJ/(kg \cdot ^\circ C)$
- chilocaloria per chilogrammo grado Celsius $kcal/(kg \cdot ^\circ C)$
- caloria per grammo grado Celsius $cal/(kg \cdot ^\circ C)$

Si dovrebbe a questo punto considerare anche le unità di misura anglosassoni, ma questo viene lasciato come esercizio.

Da fare

Cercare almeno 2 unità di misura anglosassoni per il calore specifico e creare una tabella di conversione delle unità che contenga le due unità trovate e almeno una delle unità già riportate in [Tabella 3.2](#)

Conducibilità termica (indica la tendenza o attitudine che ha un materiale a trasmettere calore).

Nella pratica è importante perché un materiale che trasmette facilmente il calore (ha una elevata conducibilità termica) è utile nel riscaldamento a pavimento ma diventa poco pratico se utilizzato per le tubature (dispersione di calore dalle tubature). Al contrario un materiale con una bassa conducibilità termica diventa interessante ad esempio per l'isolamento termico di un edificio. L'unità di misura per il sistema internazionale è il Watt al Metro per Kelvin $W/(m \cdot K)$. Altre unità di misura sono:

- Chilocaloria all'ora per metro, grado Celsius $kCal/(h \cdot m \cdot ^\circ C)$

Tabella 3.3 Conversione tra le unità di misura della conducibilità termica

	$W/(m \cdot K)$	$kCal/(h \cdot m \cdot ^\circ C)$
1 $W/(m \cdot K)$	1	0,86
1 $kCal/(h \cdot m \cdot ^\circ C)$	1,16	1

Temperatura di transizione di stato (indica la temperatura alla quale una sostanza esegue una transizione di stato).

Le temperature di transizione di stato sono più importanti per i fluidi in quanto costruendo strutture o impianti in particolari condizioni ambientali è necessario valutare la temperatura per evitare transizioni di stato indesiderate. Per ogni transizione di stato esiste una temperatura, quella che ci interessa maggiormente è la temperatura di fusione (o di solidificazione) ma nel caso del-

l'acqua diventa importante anche la temperatura di ebollizione. Per i polimeri esiste più di una temperatura interessante ma questo argomento verrà trattato successivamente. L'unità di misura della temperatura per il sistema internazionale è il Kelvin K . Altre unità di misura possono essere:

- grado Celsius $^{\circ}C$
- grado Fahrenheit $^{\circ}F$

Coefficiente di dilatazione termica (indica la variazione di volume e nel caso specifico del solido di lunghezza che un materiale subisce alla variazione della temperatura).

Diventa importante quando si costruiscono strutture o impianti che sono soggetti a sbalzi termici come ad esempio ciò che avviene quando si passa dall'estate all'inverno o quando il fluido nell'impianto varia la sua temperatura: se non si considera questo fenomeno e se non lo si quantifica si rischia di creare strutture destinate a rompersi (crollare) o nel caso di impianti creare

danni strutturali agli edifici esistenti. L'unità di misura per il Sistema Internazionale è l'inverso del Kelvin m/K (o equivalentemente $1/^{\circ}C$). Altre unità di misura sono:

- Millimetro su Metro Grado Celsius $mm/(m^{\circ}C)$

Tabella 3.4 Conversione tra le unità di misura del coefficiente di dilatazione termica

	1/K	mm/(m·K)
1 1/K	1	1000
1 mm/(m·K)	0,001	1

Resistività elettrica (è l'inverso della conduttività elettrica e indica l'ostacolo che il materiale offre al passaggio della corrente elettrica).

Può risultare utile quando si lavora con la corrente elettrica nel caso delle tubature è difficile che venga presa in considerazione. Si dice che il materiale è un buon conduttore di corrente elettrica se possiede bassa resi-

stività (alta conduttività) oppure si dice che è un cattivo conduttore di corrente elettrica se presenta alta resistività (bassa conduttività). L'unità di misura della resistività per il Sistema Internazionale l'ohm al metro Ω/m . Altre unità di misura sono

- ohm per millimetro quadrato fratto metro $\Omega \cdot \text{mm}^2/m$

Tabella 3.5 Conversione tra le unità di misura della resistività elettrica

	Ω/m	$\Omega \cdot \text{mm}^2/m$
1 Ω/m	1	1000000
1 $\Omega \cdot \text{mm}^2/m$	0,000001	1

In alcune situazioni è importante sapere come il materiale si comporta in presenza di un campo magnetico e questa è la caratteristica che ne descrive il comportamento. L'unità di misura per il Sistema Internazionale è l'Henry al Metro H/m

Permeabilità magnetica (indica la tendenza di un materiale a magnetizzarsi quando è sottoposto all'azione di un campo magnetico, più è alta la permeabilità magnetica e più il materiale si magnetizza, conduce bene il campo magnetico).

Caratteristiche Chimico - Strutturali

Come le altre caratteristiche anche quelle chimiche sono legate alla struttura atomica dei materiali, in particolare si riferiscono alle interazioni chimiche che avvengono tra materiali. Ogni, con poche eccezioni, materiale ha la capacità di interagire con le altre sostanze svilup-

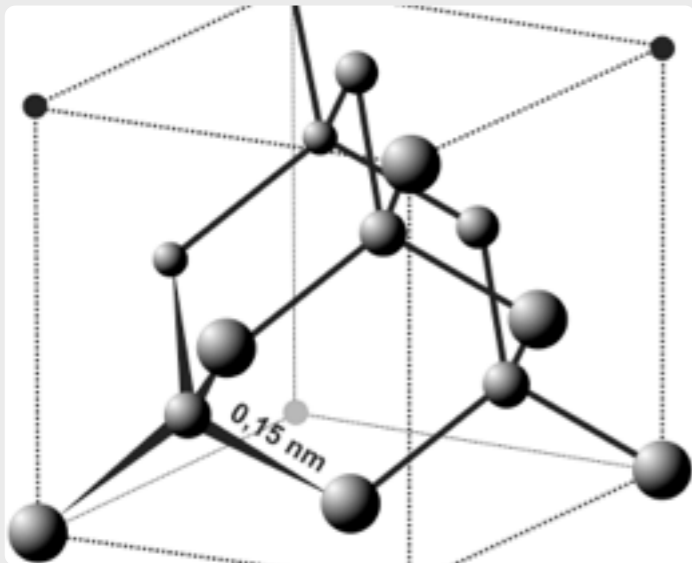
pando reazioni chimiche che sono in grado di modificare la struttura atomica. Tra queste caratteristiche ad esempio si trova la spiegazione al comportamento specifico all'azione degli agenti atmosferici o alle condizioni

ambientale nel quale lavora. Queste caratteristiche sono associate, come già stato detto, alla chimica del materiale cioè da come questo materiale interagisce con gli altri e in ultima analisi dipende da due fattori:

- dagli atomi che lo compongono
- da come questi atomi sono organizzati all'interno della molecola o della struttura solida che il materiale assume.

Un esempio su quest'ultimo punto. Se si pensa a due materiali come la grafite e il diamante ci si accorge che sono tra loro molto differenti: la prima è tenera opaca e poco pregiata, mentre il secondo è molto duro, trasparente alla luce e

Galleria 3.2 Esempi di strutture solide cristalline



Cubica



Galleria 3.3 Grafite e Diamante



Grafite grezza



molto pregiato. Eppure entrambi questi materiali sono formati da carbonio, ciò che fa la differenza è il modo in cui gli atomi di carbonio sono legati tra loro, cioè dalla loro struttura solida.

Nello stato solido il metallo generalmente acquista una struttura cristallina o poli-cristallina.

Con **struttura cristallina** si intende una struttura ordinata dove gli atomi ricoprono una posizione ben definita seguendo la disposizione specifica dettata da quella che è la base del cristallo, si può avere la struttura cubica, cubica a facce centrate, cubica a corpo centrato ecc.

La **struttura policristallina** consiste in una formazione solida dove gli atomi in alcune zone presentano una struttura cristallina e in altre zone una struttura cristallina differente; la si potrebbe definire ordinata a zone.

I comportamenti dei metalli, cioè le loro caratteristiche, dipendono oltre che dall'atomo specifico anche da queste strutture.

Nello specifico si parlerà di queste caratteristiche al momento opportuno.

Caratteristiche Meccaniche

Con questa famiglia si iniziano a introdurre quelle caratteristiche specifiche dello stato solido, cioè quelle caratteristiche che permettono di avere una struttura in

grado di mantenere una forma anche quando sono in azione delle forze.

Queste caratteristiche risultano essenziali per chi lavora con impianti idrici, i materiali infatti, venendo utilizzati nella costruzione di strutture solide devono avere la capacità di resistere alle forze esterne di tipo meccanico quali pos-

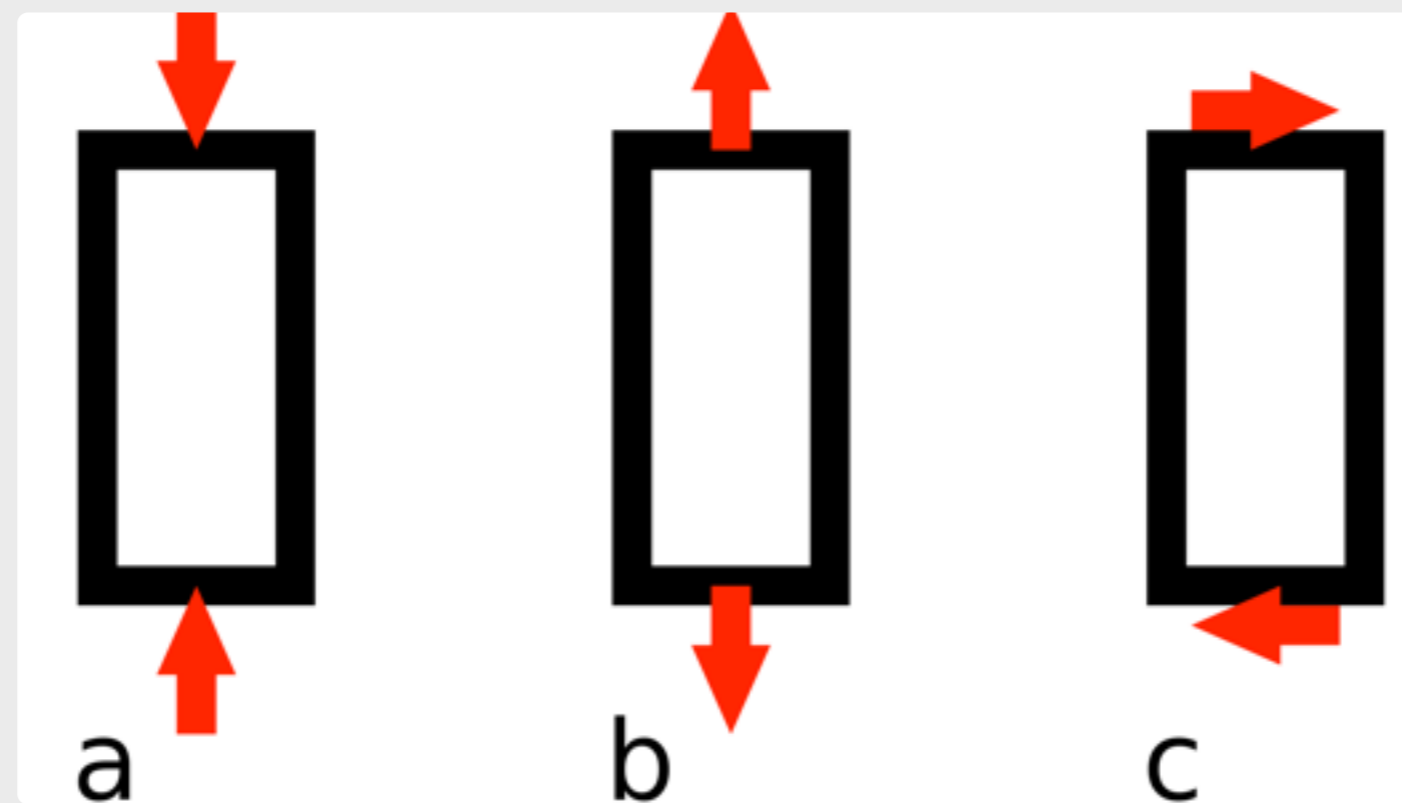
sono essere trazioni, schiacciamenti, torsioni, colpi, vibrazioni ecc. La risposta dei materiali a queste sollecitazioni viene sintetizzata nell'insieme delle caratteristiche meccaniche e vengono valutate sperimentalmente attraverso dei banchi di prova dove si misura il limite di rottura o di deformazione del materiale quando è sottoposto ad una deter-

minata azione.

Le sollecitazioni meccaniche principali alle quali sono collegate (quasi) tutte le altre sollecitazioni:

- Sollecitazione da compressione .
- Sollecitazione da trazione.
- Sollecitazione da taglio.
- Sollecitazione da tor-

Galleria 3.4 Sollecitazioni meccaniche principali



a: Sollecitazione da Compressione. **b:** Sollecitazione da Trazione. **c:** Sollecitazione da Taglio

sione.

Dallo studio di queste sollecitazioni si possono ricavare una serie di caratteristiche del materiale, di seguito si presenta la prova di trazione (semplificata nella descrizione) che può essere utile per capire come si procede allo studio delle caratteristiche meccaniche.

La Trazione

Il test di trazione come tutti i test di resistenza sono porta alla rottura di un materiale e quindi deve essere svolto su pezzi che poi non verranno più utilizzati. Quando si devono eseguire questi test l'azienda ricava dal materiale prodotto un pezzo di dimensioni prestabilite che subirà la prova

Galleria 3.5 Esempi di provini per la prova di trazione



Le diverse dimensioni e forma (cilindrica o laminare) dipendono dalla macchina che esegue il test di trazione

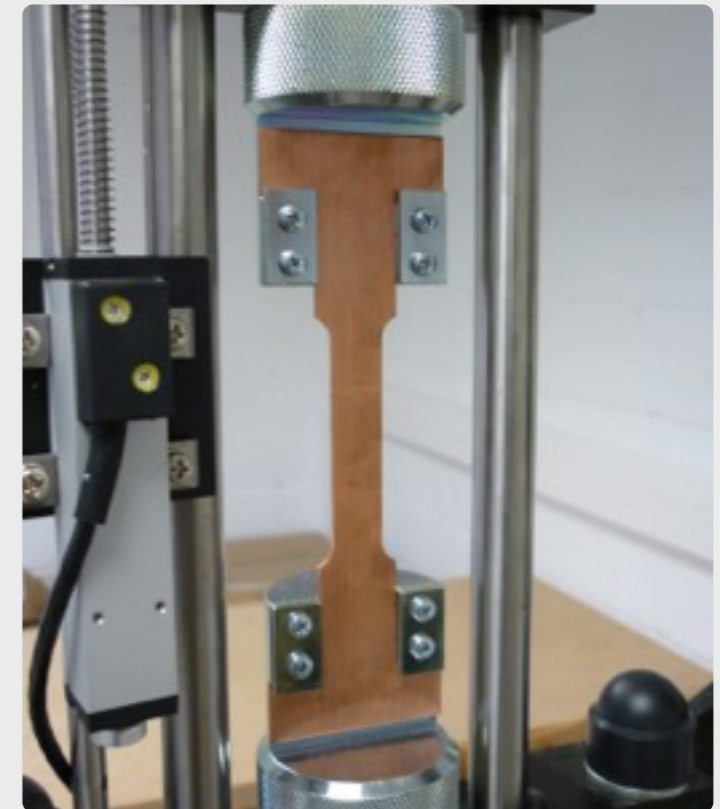
di resistenza, le sue dimensioni e la sua forma dipendono dal test che si deve svolgere e il pezzo così creato viene chiamato provino (si veda la Galleria 3.5).

Il provino viene portato presso un ente certificatore e montato sulla macchina per essere sottoposto alla prova di trazione alla fine del test l'ente rilascia le misure effettuate come prova della resistenza del materiale il quale viene classificato, etichettato (si dichiara quali sono le sue caratteristiche) e immesso sul mercato.

Funzionamento

Quando la macchina, una volta che

Galleria 3.6 Macchine per la prova di trazione



Esempi di macchine usate per la prova di trazione

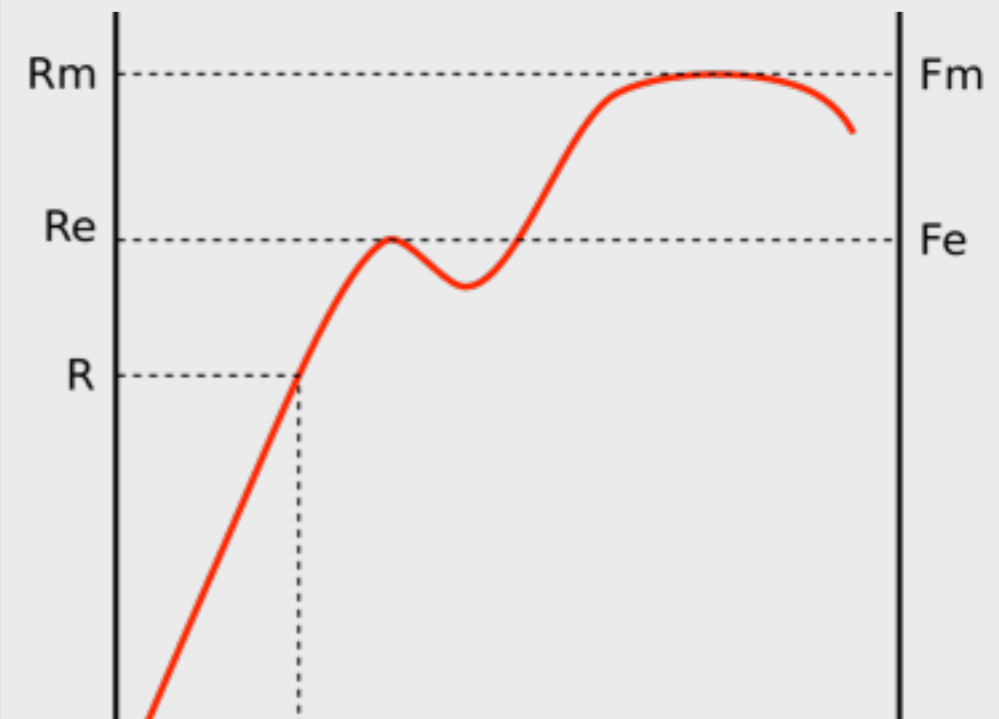


si è montato il provino, viene attivata inizia a esercitare delle forze di trazione alle estremità del provino (in alto una forza che tira verso l'alto e in basso una forza che tira verso il basso) che inizia a deformarsi fino ad arrivare alla rottura: a questo punto la prova può ritenersi conclusa. Le informazioni necessarie si ottengono dal processo di deformazione subito dal materiale e che può essere suddiviso in 4 fasi abbastanza precise e ben definite:

1. Nella prima fase (ELASTICA) il provino (cioè il materiale che viene testato) subisce una deformazione elastica. A causa della forza il provino si deforma allungandosi ma nel momento in cui viene tolta la forza il provino ritorna alle sue dimensioni originali.
2. Nella seconda fase un ulteriore aumento della forza produce nel provino una modifica della sua struttura, un processo chiamato snervamento che lo porta a "rovinare" la sua struttura solida fino a fargli perdere in maniera definitiva la sua forma ma soprattutto le sue caratteristiche meccaniche, in questa fase inizia a formarsi uno strozzamento del provino.

3. A questo segue una fase anelastica cioè un ulteriore allungamento (molto evidente nella zona strozzata) che non può essere più recuperato dal materiale il quale ora mantiene la forma raggiunta
4. La fase finale (fase di ROTTURA) coincide con la rottura del provino, questa rottura avviene generalmente nella zona centrale dello strozzamento.

Galleria 3.7 Esempi pratici per curve di trazione



Curva di trazione generica



Durante tutto il processo la macchina registra le deformazioni subite dal provino, questi dati vengono usati per ottenere le caratteristiche del materiale e vengono rappresentati su un grafico chiamato "Curva di Trazione" del materiale. Alcune informazioni che si possono ottenere da questo grafico sono:

- il modulo di elasticità o modulo di Young del materiale N/m , cioè la forza per unità di superficie (pressione) con la quale il corpo cerca di impedire la deformazione
- il carico di rottura del materiale (N/m^2), cioè la forza (per unità di superficie) alla quale avviene la rottura
- l'allungamento massimo che il materiale può subire (%), si intende l'allungamento subito dal materiale relativamente alla sua lunghezza iniziale
- ...

Caratteristiche meccaniche più significative

Ogni caratteristica meccanica meriterebbe un approfondimento di questo genere, visto il taglio che si vogliono dare a questi appunti ci si limita a elencare semplicemente le caratteristiche andando a evidenziare se necessario alcune loro peculiarità.

Le principali resistenze alla deformazione sono:

- resistenza alla trazione
- resistenza alla compressione
- resistenza al taglio
- resistenza alla flessione
- resistenza alla torsione

Tutte queste caratteristiche indicano banalmente la capacità del materiale di resistere alla sollecitazione indicata. Come è già stato detto da queste prove si possono dedurre altre caratteristiche quali:

- il modulo di elasticità
- il carico di rottura
- l'allungamento dopo la rottura

Altre importanti caratteristiche sono meno intuitive e meritano un approfondimento.

Resilienza: indica la proprietà dei materiali di resistere ad urti o a strappi, un materiale resiliente resiste a sforzi applicati in tempi brevi; in un certo senso si può dire che è l'inverso della fragilità. I materiali che hanno una grande resilienza sono detti tenaci, per avere un esempio si pensi al materiale di cui deve essere fatto un martello o un'incudine deve essere in grado di resistere a grandi sforzi dati in tempi brevi: gli acciai sono generalmente tenaci e hanno quindi buona resilienza. Differentemente i materiali con bassa resilienza vengono detti fragili, hanno però generalmente maggiore durezza e scarso allungamento (la ghisa è fragile). Nella maggior parte dei casi la resilienza dei materiali dipende dalla temperatura, un materiale diminuisce lentamente la sua tenacità al diminuire della temperatura fino a quando si arriva ad una temperatura specifica detta "temperatura di transizione" al di sotto della quale il materiale che prima aveva una grande resilienza diventa improvvisamente fragile.

Durezza: indica la capacità di un materiale di resistere alle deformazioni plastiche; un esempio può essere dato dall'azione di un chiodo su una superficie, la punta del chiodo cerca di incidere la superficie, più il materiale è duro e meno il chiodo riesce a scalfirlo. Questa caratteristica merita un piccolo approfondimento. Sappiamo che i materiali hanno diversa consistenza e diversa durezza (un materiale è più o meno duro di un'altro). Questa caratteristica non è legata solo ai metalli o a materiali plastici o sintetici ma anche ai minerali, uno dei metodi per classificare i minerali in base alla loro durezza lo si deve

Tabella 3.6 Durezza, scala di Mohs

Minerale	Grado Durezza
Talco	1
Gesso	2
Calcite	3
Fluorite	4
Apatite	5
Ortoclasio	6
Quarzo	7
Topazio	8
Corindone	9
Diamante	10

a Mohs: con questo criterio, tra due materiali, si attribuisce maggior durezza a quello che è in grado di scalfire l'altro ma non di esserne scalfito. Con questa idea la scala mette in ordine una serie di minerali ma può essere estesa anche ad altri materiali, in questo elenco il

Galleria 3.8 Minerali usati per definire la scala di durezza



1: Talco

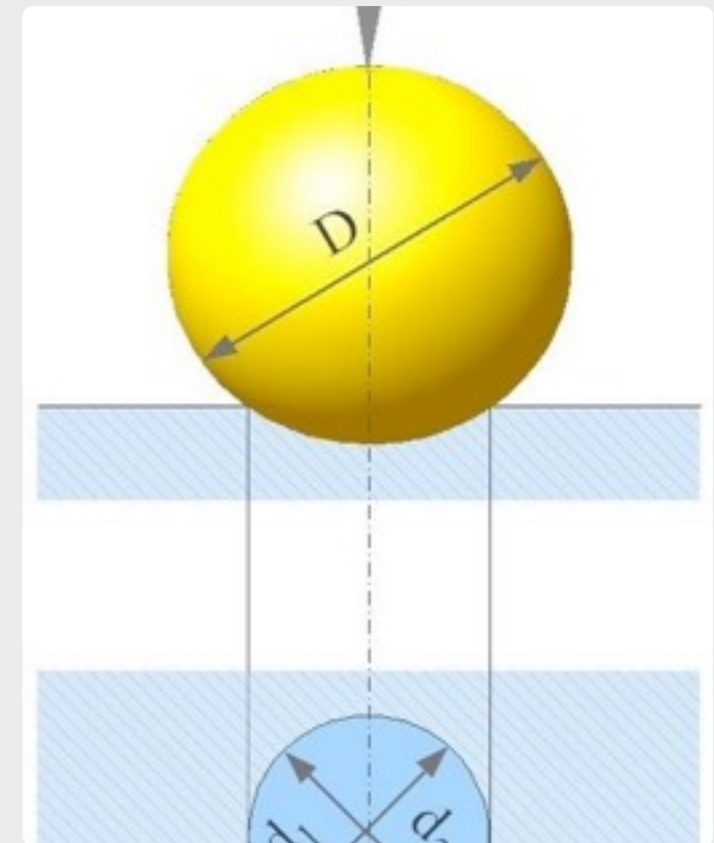
1 di 15

numero tra parentesi indica il grado di durezza dal meno duro il Talco (1) al più duro il diamante (10).

Tuttavia questa scala non è adatta per descrivere la durezza dei materiali da costruzione, in questi casi si adottano delle scale differenti che permettono di eseguire delle misure attraverso dei macchinari, creare dei confronti numerici e stabilire un ordine nella durezza dei materiali.

Per tutti i metodi la prova consiste nell'esercitare su un metallo, attraverso una punta,

Galleria 3.9 Apparati per la misura della durezza



Metodo Brinell, si preme con un corpo sferico sulla superficie del campione e si misura la dimensione del solco lasciato (autore: Lokilech)



una pressione e nel misurare la dimensione dell'impronta che rimane sul materiale. A parità di forza premente più l'impronta è grande e più il materiale è tenero (opposto di duro). Di seguito vengono riportate alcune di queste scale:

- *Brinell*, i penetratori hanno forma o punta sferica (in acciaio temprato o metallo duro)
- *Rockwell*, il penetratore ha forma conica (in diamante) o sferica (carburo di tungstano)
- *Vickers*, il penetratore in diamante ha una punta a forma di piramide retta a base quadrata

Resistenza alla fatica: questa caratteristica si manifesta quando uno sforzo seppur piccolo, e quindi non in grado di produrre rotture si ripete nel tempo. In questi casi l'esperienza e i test hanno mostrato che il materiale sottoposto ad uno sforzo continuo (anche se piccolo) tende ad "affaticarsi" e a rompersi. La resistenza alla fatica indica appunto la capacità, nel tempo, che il materiale ha di resistere a sforzi ripetuti.

Resistenza all'usura: indica la tendenza o capacità che ha un materiale di resistere al deterioramento delle superfici di organi meccanici e non solo, tra loro accoppiati. In altri termini quando due superfici frizionano tra loro tendono ad usurarsi cioè a consumarsi.

Caratteristiche tecnologiche

Come le caratteristiche meccaniche anche queste sono specifiche dello stato solido, in particolare riguardano i processi di lavorazione del materiale. Le caratteristiche tecnologiche sono strettamente legate alle caratteristiche meccaniche, chimico/strutturali e fisiche. Le principali caratteristiche sono:

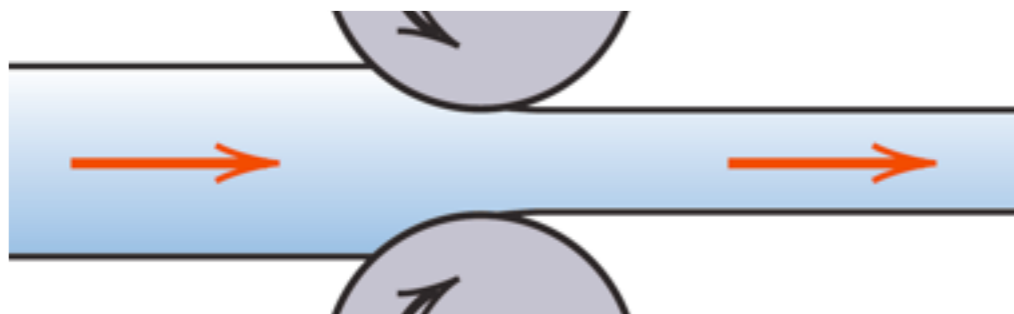
Malleabilità, indica la capacità o tendenza che ha un materiale a lasciarsi ridurre o lavorare in fogli sottili, più

è malleabile e più è possibile ottenere fogli sottili. Il foglio sottile di materiale può essere ottenuto in due modi differenti che identificano a loro volta due caratteristiche leggermente differenti

1. **Laminabilità**, deriva dalla laminatura cioè il processo lavorativo che consiste nello "schiacciare" attraverso due rulli il materiale fino a renderlo sottile
2. **Fucinabilità o stampabilità a caldo**, specifica per la lavorazione a stampi (pressioni) del materiale che in questa maniera viene ridotto a fogli sottili.

Duttibilità o trafilabilità, indica la tendenza di un materiale a farsi ridurre in fili sottili, più il materiale è dutti-

Galleria 3.10 Malleabilità



Laminatura: attraverso dei rulli si "schiaccia" il materiale fino a ridurlo in fogli sottili

1 di 12

Galleria 3.11 Duttilità



La riduzione in fili sottili è uno dei processi di lavorazione dei metalli

• • • • •

le e più risulta facile l'operazione. Questa caratteristica è legata come si poteva immaginare alla malleabilità.

Piegabilità, indica la capacità che ha un materiale di lasciarsi piegare senza rovinare la struttura del materiale stesso (senza rompersi o screpolarsi). Una buona malleabilità è necessaria per la piegabilità, in altre parole un materiale pieghevole è anche malleabile.

Imbutibilità, indica la tendenza che hanno certe lamiere di farsi stampare a freddo per avere dei profili cavi, ovviamente come per la piegabilità questo processo deve avvenire senza sensibili modificazioni del materiale stesso (screpolature o altro). Ad esempio i materiali usati per la fabbricazione delle pentole o delle padelle hanno una buona imbutibilità.

Estrudibilità, indica la tendenza che ha un materiale nell'assumere una determinata forma quando viene spinto attraverso un foro sagomato

Fusibilità, indica la tendenza di un corpo a essere trasformato in una fase liquida mediante la fusione

Colabilità, indica la capacità dei liquidi (o nel caso più pratico di solidi portati a fusione) di riempire una impronta riproducendone esattamente la forma.

Saldabilità, indica la capacità del corpo solido di essere unito ad altri corpi (dello stesso materiale o in rari casi di materiale diverso) attraverso processi di fusione

Galleria 3.12 Caratteristiche tecnologiche



Immagine che riassume alcune caratteristiche tecnologiche dei metalli

quali la saldatura e la brasatura. I due termini saldatura e brasatura indicano due processi sempre di saldatura ma differenti l'uno dall'altro; in realtà esiste anche un ulteriore processo chiamato di saldo-brasatura. Con **saldatura** si intende il processo di unione tra due corpi che attraverso la parziale fusione della zona superficiale con l'aggiunta di piccole gocce del materiale stesso di cui sono formati i corpi. La **brasatura** invece richiede

l'utilizzo di una lega metallica di apporto che si fonde ad una temperatura inferiore rispetto al materiale che si vuole saldare e che nella solidificazione garantisce l'unione tra i due corpi, come leghe di apporto si può avere lo stagno, alcune leghe di argento ecc. Una delle differenze fondamentali tra i due processi è che la saldatura garantisce un'unione che da struttura, cioè in grado di sostenere gli oggetti e permettergli di resistere alle azioni esterne. Nella brasatura la struttura è garantita dai materiali preesistenti mentre il materiale d'apporto funge più da sigillante.

Galleria 3.13 Esempi di saldatura



Saldatura a cannello



Come già emerso da queste poche righe, alcune caratteristiche tecnologiche (di lavorazione) sono tra loro collegate; a volte questo collegamento è evidente altre volte risulta più sottile e meno facile da notare.

Per l'installatore queste caratteristiche risultano utili non tanto per la fabbricazione del materiale ma per la sua lavorazione.

I metalli



Sicuramente tra i vari materiali solidi a cui si può pensare ci sono i metalli. La grande varietà di metalli presenti sul mercato è dovuta al fatto che in natura una grande maggioranza degli elementi (chimici) è classificata come metallo, basta guardare infatti la tavola periodica degli elementi della [Galleria 4.1](#) per rendersene conto: la maggior parte sono metalli, una piccola parte vengono

classificati come non metalli e solo pochi appartengono alla famiglia dei semimetalli. Prima di proseguire è utile chiarire cosa si intende con questi termini.

Metalli: nelle condizioni ambientali standard sono generalmente solidi

(fa eccezione il mercurio), hanno un'aspetto lucente, sono buoni conduttori di elettricità e di calore. Risultano duttili e malleabili

Non metalli: (esattamente il contrario): Di aspetto opaco, cattivi conduttori di calore ed elettricità e almeno la metà di quelli presenti nella tavola periodica degli ele-

menti in condizioni ambientali standard si trova nello stato gassoso (fa eccezione il Bromo che come il mercurio si trova nello stato liquido). Non risultano duttili ne malleabili.

Semimetalli: hanno un comportamento che non li permette di classi-

Galleria 4.1 Tavola periodica degli elementi

1 H																	2 He																	
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne																	
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar																	
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr																	
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe																	
55 Cs	56 Ba											72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn								
87 Fr	88 Ra											104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn														
																		57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu		
																		89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr		

Blu - Metalli. Verdi - Semimetalli. Rossi - Non Metalli

ficare ne come metalli ne come semimetalli, in altri termini alcune caratteristiche li rendono simili ai metalli mentre altre li rendono simili ai non metalli.

La lega metallica

Nonostante il numero dei metalli sia così elevato, l'esperienza ci insegna che in realtà nell'industria vengono usati solo alcuni di essi: Ferro, Alluminio, Rame.; anzi per essere più precisi la tecnologia ha portato l'industria ad utilizzare non tanto gli elementi naturali al 100% ma con aggiunte di additivi che ne modificano (almeno parzialmente) le caratteristiche. In aggiunta a questi metalli si sono sviluppate delle leghe tra materiali metallici nelle quali il materiale in maggiore quantità è sempre (o quasi) uno tra Fe, Al, Cu con l'aggiunta di uno o più elementi che caratterizzano la lega (questi elementi aggiunti possono anche non essere metalli).

A questo punto sono necessarie però due precisazioni:

1. **Cos'è la lega metallica.** La lega metallica è una soluzione omogenea (miscuglio omogeneo) tra due soli-

di di cui almeno uno sia un metallo, l'altro può anche non essere un metallo.

2. **Perché la lega metallica.** La creazione di una lega metallica ha lo scopo di migliorare alcune caratteristiche del materiale a svantaggio di altre, questo non è un grosso problema in quanto si ricorda che lo scopo non è quello di ricercare un materiale perfetto ma è quello di ricercare un materiale adatto alle esigenze costruttive.

Sezione 1

Ferro

Sicuramente tra i metalli più conosciuti e più utilizzati il ferro occupa da anni un ruolo centrale nello sviluppo tecnologico, fin dall'antichità la scoperta e l'uso di questo metallo ha accompagnato lo sviluppo di utensili da lavoro e strumenti che hanno accompagnato l'uomo

nella sua storia. Se si pensa di trovare in natura il ferro puro al 100% (come se fosse una "pepita" di ferro) si rischia di rimanere fortemente delusi. Il ferro puro, cioè il materiale solido composto dai soli atomi dell'elemento Ferro, non è presente in natura, questo metallo lo si trova sempre legato con altri elementi metallici e non solo, si parla infatti di minerali di ferro ([Galleria 4.3](#)), e costituisce circa il 5% in massa della crosta terrestre e il

Galleria 4.2 Presenza del ferro nella crosta terrestre



Corso d'acqua dal colore rossastro dovuto alla presenza del ferro.



Galleria 4.3 Minerali contenenti ferro



Campione di Ematite



34% in massa di tutta la terra (compresa quindi anche la zona al di sotto della crosta terrestre).

Ferro puro

Chiaramente il minerale di ferro non è possibile utilizzarlo così com'è, per l'utilizzo del metallo si deve attraverso processi industriali purificarlo dagli altri elementi "inquinanti" fino a ottenere del ferro molto puro. Il ferro così ottenuto può essere utilizzato direttamente o per creare le leghe di ferro.

Le sue caratteristiche principali sono:

- Ottime proprietà elettriche e magnetiche - il ferro puro viene usato per la realizzazione di nuclei ferromagnetici da utilizzare nelle macchine elettriche
- Grande lavorabilità anche a freddo
- Molto duttile e malleabile
- Ottima saldabilità.

I punti deboli sono:

- Molto sensibile agli agenti atmosferici (arrugginisce facilmente)

- Le sue caratteristiche meccaniche sono qualitativamente inferiori a quelle delle leghe ottenute dal ferro stesso.

Il ferro puro a causa del costo di lavorazione e delle caratteristiche non viene molto utilizzato, tuttavia il materiale è paragonabile ad alcuni acciai (per essere più precisi alcune caratteristiche possono essere paragonate a quelle degli acciai) e quando è vantaggioso usato al loro posto.

Le leghe ottenute dal ferro ereditano in parte le sue proprietà e migliorano quegli aspetti che ne limitano l'uso industriale, oltre ad avere dei processi di lavorazione più economici. Nell'industria metallurgica il ferro viene infatti principalmente utilizzato per creare leghe metalliche, tra cui le principali sono: l'acciaio e la ghisa.

Attenzione che anche quando si sente parlare, a casa o nel mondo del lavoro, di ferro in realtà non si tratta di ferro puro ma di acciaio, cioè di una sua lega.

Sezione 2

Acciaio

Il termine acciaio viene usato per definire una lega metallica Fe/C (Ferro e Carbonio) con un tenore di carbonio che può variare da un minimo di 0,008% fino ad un massimo di circa 2% (2,08%). All'aumentare del tenore,

Tabella 4.1 Classificazione degli acciai in base al tenore di carbonio

	% Carbonio
Extra dolci	0,05% - 0,15%
Dolci	0,15% - 0,25%
Semidolci	0,25% - 0,40%
Semiduri	0,40% - 0,60%
Duri	0,60% - 0,70%
Durissimi	0,70% - 0,80%
Extraduri	0,80% - 0,85%

cioè della quantità, di carbonio presente si hanno delle variazioni nelle caratteristiche meccaniche e tecnologiche della lega. Acciai con basso contenuto di carbonio prendono il nome di acciai dolci mentre quelli con alto tenore di carbonio prendono il nome di acciai duri, la [Tabella 4.1](#) riassume questa classificazione. Consultando fonti differenti si possono avere delle classificazioni dell'acciaio con caratteristiche leggermente differenti, nel complesso tuttavia il concetto di acciaio dolce e duro rimane invariato.

[Alcune informazioni sugli acciai](#)

L'**acciaio dolce** è quello più comune e meno costoso, risulta

- molto malleabile,
- lavorabile con facilità alle macchine utensili,
- facilmente saldabile,
- resistente agli urti

con il difetto di essere

- meno duro,
- meno resistente all'usura

- meno resistente alla corrosione.

L'aumento del tenore di carbonio **migliora la sua resistenza meccanica e la resistenza alla corrosione** di contro però ne **peggiora la malleabilità, la lavorabilità, la saldabilità** ecc.

Ovviamente le differenze tra gli acciai non può essere attribuita esclusivamente alla differenza della concentrazione di carbonio presenti. In tutti gli acciai infatti sono presenti in percentuali differenti altri elementi oltre al carbonio; nella maggior parte dei casi la presenza è voluta e studiata da chi realizza la lega metallica mentre alcune volte questa presenza è inevitabile perché frutto dei processi di lavorazione che il materiale subisce.

Gli acciai che presentano al loro interno altri metalli in piccolissime percentuali, entro il limite stabilito dalla normativa in vigore, vengono chiamati **acciai non legati**. Quelli invece dove il tenore di almeno un elemento "aggiunto" supera il livello indicato dalla normativa vengono detti **acciai legati**, a loro volta si possono dividere in altolegati (almeno un elemento > 5%) e basso-legati (< 5%). Infine se l'elemento alligante principale è

il carbonio e gli altri elementi compaiono come impurezze si parla di acciaio al carbonio ed è questo che viene comunemente chiamato ferro...

Effetto degli alliganti per l'acciaio

Le possibilità in questo campo sono numerose e non è lo scopo di questi appunti presentare una classificazione completa, ne verranno proposti 3 a puro titolo esemplificativo (questa è solo una piccola sintesi di come possono essere classificati gli acciai, per un approfondimento ulteriore si ricorda di far sempre riferimento alla normativa in vigore).

Acciaio al Cromo (Cr): L'aggiunta del cromo ne aumenta la durezza e il limite di elasticità, se si supera la percentuale di circa il 10% diventa acciaio inossidabile.

Acciaio al Nichel (Ni): L'aggiunta di questo alligante modifica il comportamento dell'acciaio alla variazione di temperatura; la percentuale può arrivare anche al 40% e la dilatazione termica del materiale varia sensibilmente al variare della temperatura. Le leghe bimetalli-

che sono spesso fatte con due acciai a differente tenore di nichel (una al 20% e l'altra al 40%).

Acciaio al Cromo e Nichel (Ni-Cr): Migliora tutte le proprietà meccaniche dell'acciaio diminuendo la dilatazione termica e la saldabilità. L'acciaio austenitico (tenore del carbonio < 0.1%) ha il tenore di nichel che può andare dal 18-25% mentre quello del cromo dal 8-20%, di questa famiglia fa parte l'acciaio 18/10 diventato famoso nelle case delle persone.

Possibili trattamenti per l'acciaio.

La qualità della lega ottenuta non dipende solo dalla percentuale degli elementi che la compongono ma anche dai processi di lavorazione che subisce e da eventuali trattamenti (di natura fisica o chimica) a cui viene sottoposta dopo che è stata formata. L'acciaio viene trattato con lo scopo di correggere o migliorare ulteriormente alcune caratteristiche; i trattamenti possono essere:

Termici; si tratta di processi durante i quali l'acciaio viene scaldato e successivamente raffreddato (con tempi-

stiche specifiche) allo scopo di migliorare alcune caratteristiche. Alcuni di questi processi prendono il nome di normalizzazione, tempra, rinvenimento, ricottura ecc.

Superficiali; dove l'acciaio, viene attraverso processi fisici, chimici o elettrochimici, ricoperto con uno strato di materiale protettivo (protegge l'acciaio), i più conosciuti sono:

- la zincatura, l'acciaio viene coperto da uno strato di zinco (nel linguaggio comune si parla di ferro zincato) con lo scopo di proteggere l'acciaio principalmente dalla corrosione galvanica. I processi per depositare lo strato di zinco possono essere sia di natura elettrochimica che termica.
- la nichelatura, l'acciaio viene coperto da uno strato di nichel, questo rivestimento ne aumenta la durezza e la resistenza agli agenti esterni.
- la cromatura, l'acciaio (generalmente con una base di nichel) viene rivestito da uno strato di cromo che ne

migliora ulteriormente la durezza e la resistenza allo sfregamento.

Sezione 3

Ghisa

Con il termine ghisa si intende una lega Fe/C con un tenore di carbonio compreso tra 2,08% e il 6,69% (generalmente si attesta intorno al 4,3%) e spesso contiene anche percentuali di silicio. La grande diffusione della ghisa è dovuta al suo basso costo di produzione, si ottiene dall'altoforno ed è il primo prodotto metallurgico che si può estrarre dal ferro durante la produzione dell'acciaio.

Ci sono differenti tipi di ghisa e poiché risulta una lega di ferro la sua densità (quando si trova allo stato solido) è paragonabile a quella dell'elemento Ferro (si veda la [Tabella 4.2](#)), in realtà è leggermente inferiore a causa della presenza di carbonio.

Classificazione

Una prima semplice classificazione della ghisa può essere fatta in base all'uscita dall'altoforno, si può avere

Tabella 4.2 Densità della Ghisa

Metallo	Densità kg/m ³
Ferro	7800
Ghisa liquida	6200
Ghisa Bianca	7700
Ghisa Grigia	7200
Ghisa Malleabile	7300
Ghisa Sferoidale	7000 ÷ 7400

la ghisa da 1^a fusione (copre dal 80 ÷ 85% della ghisa utilizzata) e la ghisa da 2^a fusione (copre il restante 15 ÷ 20%).

Una classificazione più utile nell'identificazione delle sue caratteristiche è legata al modo in cui il carbonio solidifica all'interno della ghisa, più precisamente il carbonio solidificandosi:

1. si può legare al ferro formando carburo di ferro, più comunemente chiamato **cementite** (dal colore più chiaro), la sua presenza garantisce ad esempio

alla ghisa grande durezza ma anche grande fragilità;

2. può non legarsi al ferro formando della **grafite** (composta solo da carbonio e di colore più scuro), in questo caso ne risulta migliorata ad esempio la lavorabilità.

Queste due differenti formazioni cambiano sensibilmente le caratteristiche del prodotto finale e dipendono dal processo lavorativo, in particolare da:

- composizione chimica (ad esempio la presenza di silicio Si)
- velocità di raffreddamento
- eventuale trattamento della ghisa quando è fusa
- successivo trattamento termico

In particolare la presenza di silicio (Si) e la bassa velocità di raffreddamento sono fattori grafitizzanti (che formano cioè la grafite).

La ghisa viene quindi classificata in base alla presenza di cementite o grafite e in base alla distribuzione della grafite in:

- Ghisa Bianca (cementite),
- Ghisa grigia lamellare (grafite),
- Ghisa sferoidale (grafite),
- Ghisa malleabile (grafite ottenuta dalla ghisa bianca).

Ghisa Bianca

La sua formazione è favorita, tra gli altri fattori, da un basso tenore (bassa percentuale) di carbonio e silicio e da alte velocità di raffreddamento (viene fatta raffreddare velocemente); le sue caratteristiche principali sono:

- è molto dura (più aumenta la quantità di carbonio e più diventa dura) e fragile
- ha un colore bianco/argenteo
- è difficile da lavorare
- ha una buona resistenza ad usura e abrasione

I suoi utilizzi si concentrano fondamentalmente su quelle strutture che possono sfruttare la durezza e la resistenza all'usura come le ruote per carrelli, cilindri di laminazione, piastre per il rivestimento di frantoi ecc.,

strutture poco usate nel mondo idraulico. Un'altro grande utilizzo è per la produzione di della ghisa malleabile che come si vedrà viene usata nel mondo idraulico.

Ghisa Grigia Lamellare

Si chiama così perché solidificandosi la grafite al suo interno si dispone in lamelle e ha l'indubbio vantaggio di essere molto economica. Le sue caratteristiche principali sono:

- Ha una discreta lavorabilità
- Buona colabilità
- discreta resistenza alla compressione
- buona conducibilità termica
- buona resistenza all'usura
- scarsa resistenza alla trazione
- fragilità

Per queste caratteristiche trova largo impiego ad esempio nella produzione di basamenti per macchine utensili, blocchi motore o, pensando al mondo idraulico, di stufe, caldaie e radiatori.

Ghisa Grigia Sferoidale

Si differenzia dalla precedente per come si dispone la grafite al suo interno (si agglomera in sfere), si ottiene da quella lamellare attraverso il processo di sferoidizzazione. Tra le sue caratteristiche più importanti, e differenti rispetto alla lamellare, si ha:

- Buona lavorabilità alle macchine utensili
- Ha delle caratteristiche meccaniche migliori rispetto a quella lamellare (migliora anche la duttilità)

Ghisa Malleabile

Si ottiene dalla ghisa bianca non legata attraverso un processo di ricottura a 950°C per tempi prolungati, con questo trattamento la cementite si trasforma in noduli di grafite. Le sue caratteristiche principali sono:

- Buona lavorabilità alle macchine utensili
- Simile sotto molti aspetti all'acciaio: buone proprietà di resistenza, di duttilità e tenacità (cioè meno fragili)
- Buona fluidità e colabilità (più fluido dell'acciaio)

La ghisa malleabile a sua volta viene suddivisa in ghisa a cuore bianco (o europea) e a cuore nero (o americana) per i diversi trattamenti che subisce.

La sua grande colabilità la rende molto utile nella produzione di piccoli getti con spessori sottili per realizzare parti di macchine o (più importante per l'idraulico) raccordi per tubazioni.

Alluminio

L'alluminio sulla Terra

L'alluminio è il 3^o elemento chimico in ordine di abbondanza presente nella crosta terrestre e tra i metalli è il più presente con un'abbondanza di circa l'8,5%, come metallo tuttavia è stato scoperto solo a metà del 1700.

Risulta poco inerte cioè reagisce facilmente con gli altri elementi in particolare l'ossigeno formando Al_2O_3 , questo è il motivo per il quale non si trova puro in natura ma solo sotto forma di ossido o legato ad altri elementi.

Tra i silicati, si tratta dei minerali più diffusi sulla Terra, lo si trova con una discreta abbondanza nel caolino (componente fondamentale delle ceramiche); un altro minerale nel quale può essere trovato è la bauxite (in percentuale di circa il 50%).

L'ossido puro cristallizzato e viene chiamato corindone, si tratta di un materiale molto duro, sulla scala di Mohs

occupa il 9 grado, subito sotto al diamante. Quando il corindone contiene impurità metalliche prende un colo-

Galleria 4.4 Minerali contenenti alluminio



Caolinite



re caratteristico dipendente dal metallo con cui si lega l'ossido e forma ad esempio il rubino(), zaffiro(), smeraldo, topazio().

Storia dell'alluminio

La sua storia e l'uso dei minerali che lo contengono è molto antica, ad esempio il solfato di alluminio, conosciuto colle allume (da cui è derivato il nome alluminio) veniva utilizzato per la preparazione dei colori. Con lo studio prima dell'alchimia e poi della chimica si è arrivati alla sua scoperta:

- 1750 circa è stato isolato l'ossido di alluminio;
- 1825 sono state ottenute le prime gocce del metallo che ha preso il nome di alluminio;
- 1840 sono state ottenute le prime lamine di alluminio e si è iniziato ad individuare le sue enormi qualità di lavorazione (malleabile e duttile);
- 1850 veniva prodotto anche se con metodi molto costosi, all'epoca a causa di questo costava più dell'oro;
- 1886 si sviluppò un metodo di produzione industriale che ha permesso di produrlo in grandi quantità.

Alcuni dei suoi punti di forza

L'alluminio ha delle caratteristiche che lo posizionano tra i metalli più importanti e più utilizzati a livello mondiale. Queste sono alcune delle particolarità che gli

hanno permesso di farsi strada all'interno del mondo industriale:

- ▶ ha una bassa densità (bassa massa e basso peso), circa 1/3 della densità del ferro;
- ▶ può essere facilmente riciclato e molto dell'alluminio che viene utilizzato anche per produzioni importanti deriva da una seconda vita del metallo;
- ▶ l'alluminio ha caratteristiche chimiche che gli permettono la formazione di molte leghe, riesce infatti a stringere legami con molti (quasi tutti) degli elementi metallici; vista la grande varietà di leghe prodotte le si sono dovute organizzare in diverse "serie" (alluminio della serie 1000, della serie 2000 della serie 5000 ecc.).
- ▶ A contatto con l'atmosfera crea spontaneamente un ossido che crea uno strato protettivo che ne impedisce la corrosione da parte degli agenti atmosferici.

Caratteristiche dell'alluminio

Queste le principali caratteristiche (alcune sono già state citate e in questa fase non verranno riportate):

- ▶ Resistente alla corrosione grazie allo strato di ossido protettivo (questa caratteristica dipende dalla lega utilizzata e quindi dalla serie a cui appartiene l'alluminio).
- ▶ La sua resistenza meccanica dipende molto dalla serie a cui appartiene, ci sono leghe di alluminio meno resistenti mentre ci sono leghe di alluminio che raggiungono valori di resistenza pari a quelle dell'acciaio (con una notevole diminuzione di peso).
- ▶ Alta riflettività della radiazione luminosa, in altre parole riflette facilmente la luce (ha facilitato il suo impiego nella realizzazione dei riflettori).
- ▶ Alta conducibilità termica, adatto alla realizzazione di radiatori e dei dissipatori di calore.

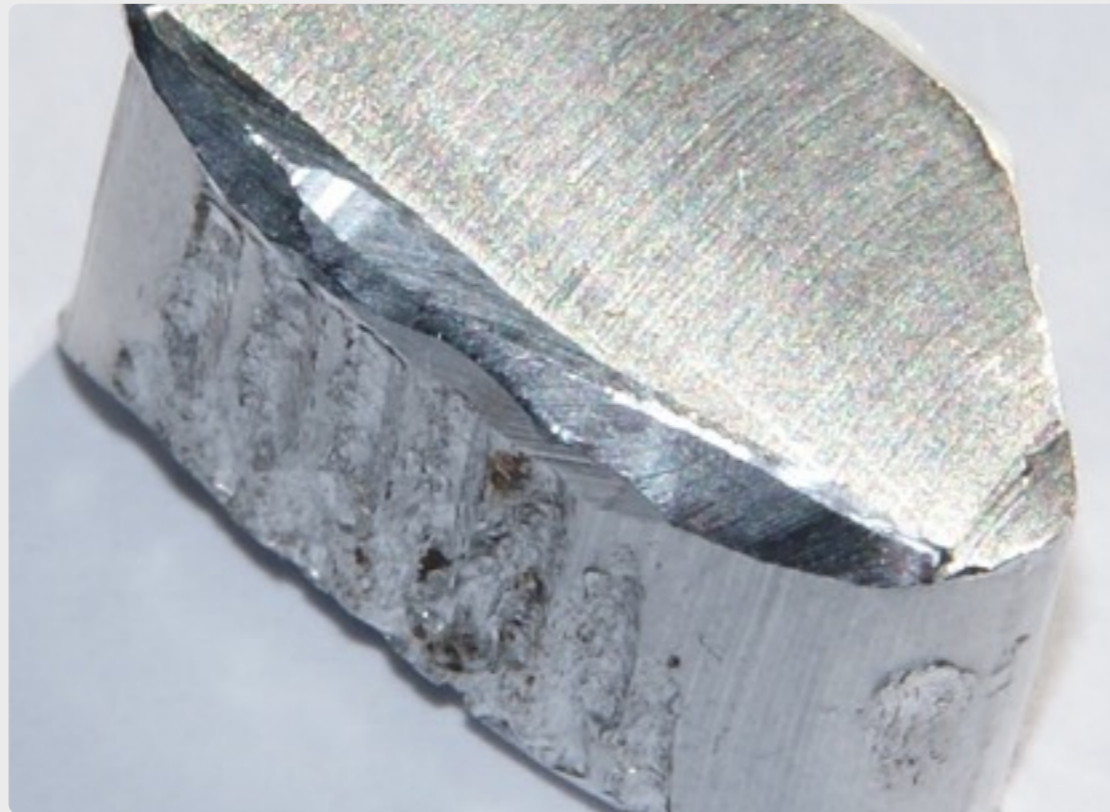
- ▶ Alta conducibilità elettrica, con il suo basso peso e costo minore lo si preferisce al rame nella realizzazione dei cavi elettrici (in particolare quando si hanno grosse sezioni).
- ▶ Amagnetico, cioè non viene magnetizzato. Questa caratteristica fa sì che viene preferito in tutti quei campi in cui si può avere produzione o uso di campi magnetici.

▶Atossico, sia l'alluminio che i suoi ossidi. Grazie a questa caratteristica può essere messo in contatto con i cibi o con l'ambiente nel quale le persone vivono.

▶Duttile e Malleabile, ne garantiscono una grande lavorabilità

▶Buona saldabilità; inizialmente la saldatura dell'allu-

Galleria 4.5 Utilizzo dell'alluminio



Pezzo di alluminio



minio ha creato non pochi problemi a causa dello strato di ossido che lo ricopre, con lo sviluppo della tecnica si sono adottate strategie e macchine che hanno risolto il problema. Al giorno d'oggi la saldatura dell'alluminio, fatta per esempio un arco in atmosfera inerte, può essere facilmente completata, fanno eccezione alcune serie di leghe d'alluminio per le quali la saldatura non risulta un metodo pratico e percorribile di giunzione metallica. Attualmente per l'alluminio si utilizza la saldatura TIG e MIG.

Rame

Come altri elementi metallici il rame è conosciuto fin dall'antichità (si hanno reperti archeologici che risalgono al 8700 a.C., in Europa al 3500a.C.), probabilmente fu il primo metallo lavorato e usato per produrre attrezzi. Divenne ancora più importante e il suo uso diffuso su larga scala con la scoperta della sua lega con lo stagno, la lega formata prese il nome di bronzo. La sua scoperta diede un tale impulso all'evoluzione della tecnica che tutt'oggi si ricorda quell'epoca come età del bronzo (3500a.C. - 1200 a.C.). Questo periodo storico ha preceduto un'altro periodo storico divenuto importante per un motivo simile chiamato età del ferro.

La produzione

Il rame in natura si raramente in forma di pepite, la gran parte di questo elemento è presente all'interno dei minerali e attraverso processi di lavorazione viene raffinato fino ad ottenere un metallo con una purezza che si aggira intorno al 99,90%. Con una purezza di

questo tipo si potrebbe pensare che tutto il rame abbia le stesse caratteristiche, nella realtà questa piccola

Galleria 4.6 Il rame in natura



Cristalli di Rame (Autore: James St. John)



percentuale di impurezze (0,10%) può modificare sensi-

bilmente il suo comportamento. Il rame prodotto industrialmente è fondamentalmente di due tipi:

- Il rame **Cu-ETP** (Electrolitic Tough Pitch), si tratta di rame ottenuto attraverso processi elettrolitici e trattato al tronco di pino. Il codice che lo identifica è il CW004A e normalmente viene chiamato **rame elettrolitico**.
- Il rame **CU-DHP** (Deoxidised High Residual Phosphorus), si tratta di rame completamente disossidato con un'alto contenuto di residuo fosforoso (che ne garantisce la disossidazione). Il codice che lo identifica è CW024A e normalmente viene chiamato rame disossidato.

Tabella 4.3 Tipi di rame prodotti

Lega	Cu+Ag	Bi min.	Pb max.	O ₂ max.	P max.
Cu-ETP	99,90	0,001	0,005	0,04	-
Cu-DHP	99,90	0,001	0,01	-	0,015-0,040

Composizione chimica dei due differenti tipi di rame commercializzati.

I due metalli hanno delle caratteristiche differenti e quindi degli usi differenti, ad esempio il rame DHP a causa della presenza di fosforo diminuisce di circa il 30% la sua conducibilità elettrica. Questo motivo porta a preferire il rame elettrolitico come conduttore per la corrente elettrica. D'altra parte il Cu-DHP, oltre a costare poco rispetto al Cu-ETP, contiene il fosforo che mi-

Galleria 4.7 Lavorazione del rame



Esempio di lavorazione per la purificazione del rame



gliora la deformabilità plastica a freddo e ne aumenta l'attitudine alla brasatura, per questi motivi il rame dissodato viene usato per la fabbricazione di tubi per il mondo idraulico.

Caratteristiche chimiche

Appartiene, guardando la tavola periodica degli elementi, allo stesso gruppo dell'argento e dell'oro, per questo motivo condivide molte caratteristiche con questi metalli preziosi (per molti utilizzi sono queste le caratteristiche che lo fanno preferire agli altri metalli):

- La sua struttura cristallina è cubica a facce centrate.
- Risulta solubile in molti metalli (è in grado di formare facilmente delle leghe).
- Tra le sue caratteristiche si trova una grande resistenza agli acidi (anche forti), resiste bene anche in ambienti fortemente alcalini e in ambienti salini.
- Essendo un metallo nobile, quando viene in contatto (accoppiato) con i metalli meno nobili non subisce corrosione.

- Ha una bassa affinità con l'ossigeno (non reagisce facilmente con l'ossigeno), per questo motivo è scelto nella realizzazione dei tubi per il trasporto dell'ossigeno terapeutico (ospedali)

Caratteristiche fisiche

- elevata conducibilità elettrica (in particolare il Cu-ETP), questa caratteristica insieme a ad altre gli ha permesso di diventare il metallo prevalentemente usato per la realizzazione dei cavi elettrici (almeno in Italia).
- non viene magnetizzato
- elevata conducibilità termica

Caratteristiche meccaniche

- Rispetto all'acciaio è meno duro
- Ha una bassa elasticità
- Bassa resistenza meccanica (si comporta meglio alle basse temperature)
- Elevata resistenza alla corrosione in aria e acqua grazie al sottile strato di ossido che si viene a formare e

in parte lo protegge (lo si poteva dedurre dalle caratteristiche chimiche viste in precedenza).

Caratteristiche tecnologiche

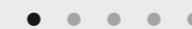
- Il rame è un materiale molto malleabile e duttile da questo ne segue una grande lavorabilità: buona laminatura, trafilatura ed estrusione.
- Può essere giuntato facilmente e in diverse maniere, in particolare ha un'ottima saldabilità; tendenzialmente si utilizza la brasatura dolce o forte, raramente viene saldato.
- Non subisce trattamenti termici di tempratura, tuttavia durante la lavorazione plastica a freddo si provoca un incrudimento del rame, risulta più duro, e difficile da piegare. Per questo motivo può subire un trattamento di ricottura che ha lo scopo di ridare le caratteristiche di lavorabilità che aveva prima dell'incrudimento. Questa ricottura è un processo delicato, fatto in fabbrica e sconsigliato all'utilizzatore del tubo; se non controllato l'eccessivo aumento di tempe-

ratura ne può rovinare irrimediabilmente le caratteristiche.

Galleria 4.8 Raccordi di rame per tubazioni



Esempio di brasatura su un tubo di rame

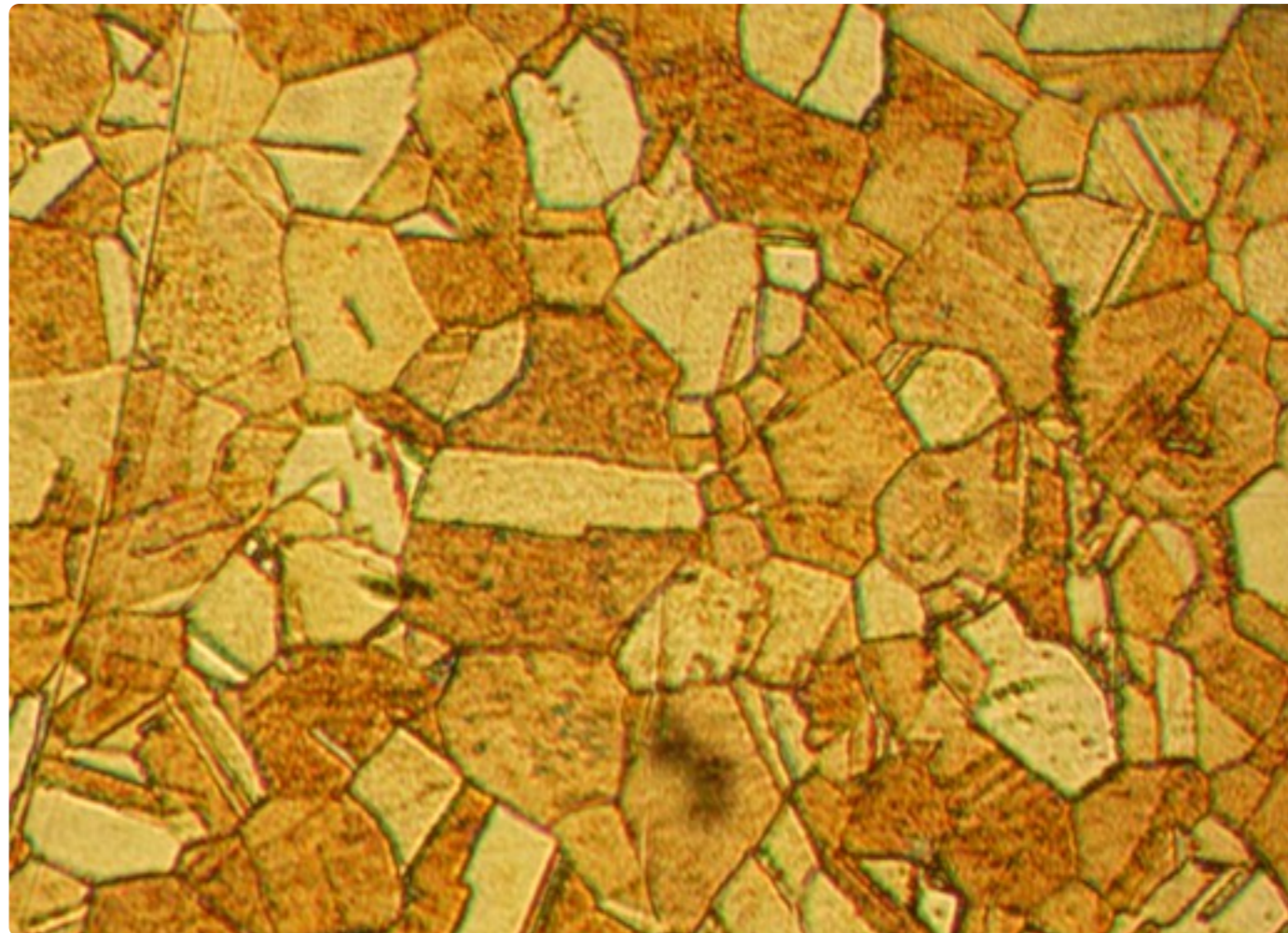


Ottone

Una delle leghe di rame più utilizzate in ambito idraulico è l'ottone, si tratta principalmente di una lega di rame e zinco con l'aggiunta di altri materiali. Si possono ottenere un gran numero di ottoni che presentano caratteristiche differenti, basta infatti che varia la percentuale di zinco presente nella lega o l'aggiunta di altre sostanze come il piombo (Pb) per modificarne le caratteristiche. Non tutti gli ottoni hanno caratteristiche vali-

de da poter essere commercializzati, in particolare tutti gli ottoni che hanno una percentuale di zinco superiori al 50% non presentano caratteristiche interessanti per il loro utilizzo nell'industria.

Galleria 4.9 Ottone



Microstrutture dell'ottone



La struttura chimica dell'ottone è quella di un solido poli-cristallino, cioè un solido dove sono presenti diverse strutture cristalline che poi si legano tra loro, ovviamente in fase di lavorazione questa struttura può essere un punto debole.

L'ottone eredita alcune caratteristiche del rame:

- presenta una grande resistenza alla cor-

rosione

- è in grado di subire deformazioni plastiche senza arrivare al limite di rottura (viene spesso associata ad altre caratteristiche tecnologiche come l'imbutibilità o la formabilità)
- è molto duttile, l'allungamento a rottura dell'ottone è maggiore di quello del rame e aumenta all'aumentare della percentuale di zinco presente
- mantiene una buona tendenza alla saldatura e alla brasatura (fa eccezione la saldatura ad arco che è scadente)

A queste caratteristiche ereditate dal rame si aggiungono delle migliorie portate dalla presenza dello zinco:

- aumento della resistenza meccanica
- durezza maggiore rispetto al rame, l'indurimento aumenta all'aumentare della percentuale di Zn presente (per piccole concentrazioni di Zn l'aumento è lineare)
- diminuisce la sua densità

Ovviamente la presenza dello Zn porta anche a peggiorare alcune caratteristiche specifiche del rame:

- diminuisce la conducibilità elettrica o in altre parole aumenta la sua resistività parte da un valore circa il doppio di quello del rame ed aumenta con l'aumentare dello zinco presente
- diminuisce la conduttività termica



Nobiltà dei metalli, corrosione e rimedi

I fenomeni corrosivi sono importanti perché stabiliscono un limite temporale di utilizzo dei materiali metallici negli impianti termoidraulici.

La corrosione è un fenomeno chimico che avviene in condizioni ambientali particolari e in maniera differente per differenti metalli. Consiste in una degradazione del metallo con la conseguente perdita delle caratteristiche e il necessario intervento di manutenzione da parte dell'idraulico che nella maggior parte dei casi comporta la sostituzione del materiale. Poiché nella maggior parte dei casi l'impianto risulta in funzione e "nascosto", cioè non esterno ma interno a muri/pavimenti, l'intervento tecnico comporta un notevole disagio e costi elevati.

La scelta opportuna del metallo da usare in determinate situazioni permette la realizzazione di impianti in grado di resistere per più tempo all'azione atmosferica e

garantire un maggior ammortizzamento dei costi.

La corrosione pur essendo di differenti tipi dipende sempre da due fattori: il fluido che si trasporta e l'ambiente esterno. In questa fase il fluido trasportato sarà sempre l'acqua potabile (eventualmente quella del riscaldamento) lasciando ad un successivo approfondimento ciò che succede con differenti fluidi trasportati (tra questi differenti fluidi viene inclusa anche l'acqua con

un grado elevato di acidità); per quanto riguarda l'am-

Figura 5.1 Corrosione di tubi



Corrosione dovuta all'azione dell'ambiente atmosferico esterno.

• •

biente esterno si considerano per semplicità delle condizioni atmosferiche standard.

Queste scelte permettono di focalizzare l'attenzione sui fenomeni direttamente collegati agli impianti idrici di uso domestico.

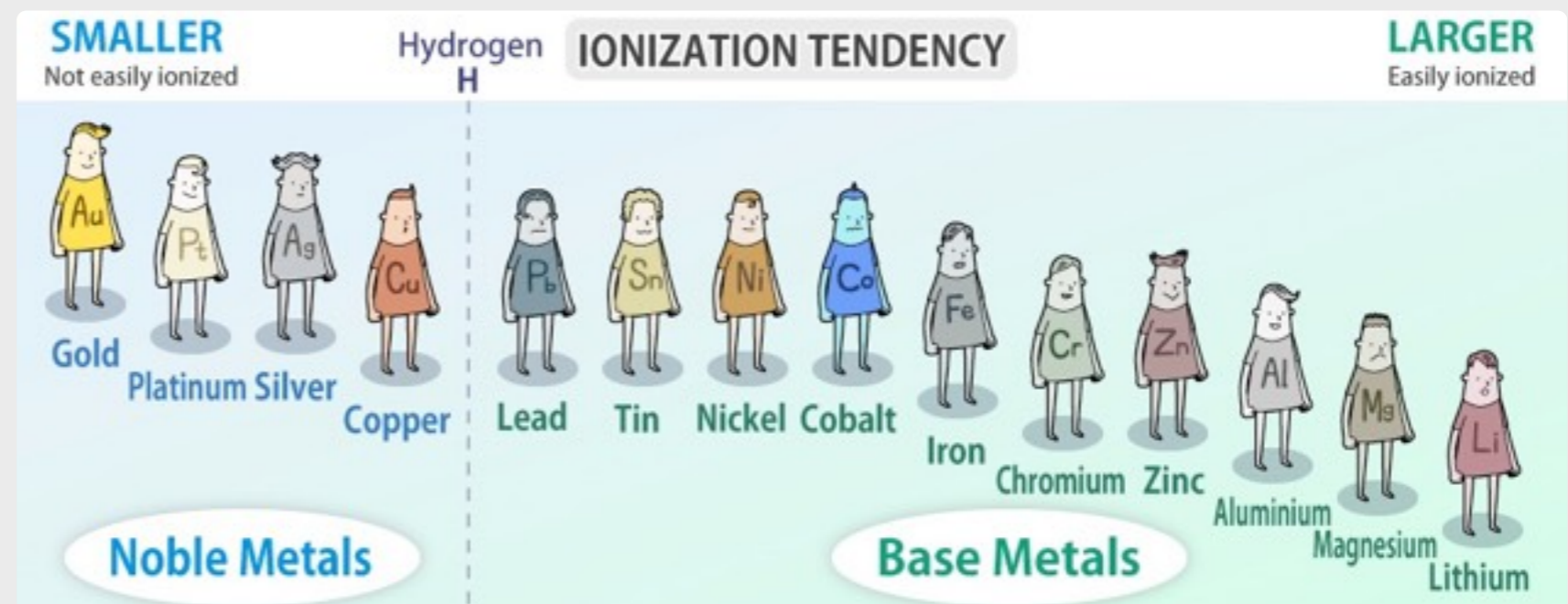
Metalli Nobili e non

I metalli come tutti gli elementi derivano la propria capacità di reagire direttamente dalla struttura atomica degli atomi che li compongono; più in dettaglio, queste caratteristiche, dipendono dalla struttura elettronica dell'orbita di valenza.

Pur avendo un comportamento molto simile tra loro presentano tuttavia delle particolarità che ne distinguono i comportamenti, ad esempio se delle pastiglie di sodio (metallo) vengono aggiunte all'acqua inizia una rea-

zione spontanea, mentre se dell'argento solido viene aggiunto all'acqua non si osserva alcuna reazione. Differenze simili si hanno anche quando la soluzione in cui si immergono i metalli risulta acida; in questo caso in maniera ancora più marcate si osservano metalli che subiscono una corrosione maggiore (più veloce) di altri e metalli che non partecipano ad alcuna reazione chimica. Grazie a questo differente comportamento nei confronti della corrosione i metalli possono essere ordinati

Figura 5.2 Metalli nobili



Rappresentazione della tendenza a ionizzarsi dei metalli che ne caratterizza la nobiltà.

in un elenco che li classifichi in base alla loro capacità di reagire con soluzioni acide.

- Metalli nobili (sono molto pochi) e hanno la tendenza a resistere agli ambienti corrosivi; si parla di metalli nobili con: il platino (Pt), l'oro (Au), l'argento (Ag) e il rame (Cu).
- Metalli non nobili (la maggioranza) sono caratterizzati dalla corrosione in ambiente acido e dalla formazione di idrogeno; alcuni esempi sono: il nichel (Ni), il ferro (Fe), lo zinco (Zn), l'alluminio (Al) ecc.

Non risulta tanto importante la denominazione di metallo nobile quanto, come si vedrà con la corrosione galvanica, il fatto che possono avere delle reattività tra loro molto differenti.

Ossido-Riduzione

Molte reazioni chimiche, comprese quelle che avvengono in soluzione, sono generalmente caratterizzate da uno scambio di elettroni tra le diverse sostanze che reagiscono tra loro. Alcune sostanze cedono elettroni (sostanze che subiscono ossidazione) mentre altre acqui-

stano elettroni (sostanze che vanno incontro a riduzione), in particolare in una reazione di questo tipo si ha sempre una sostanza che subisce ossidazione e una sostanza che si riduce, per questo motivo si chiamano reazioni di ossido-riduzione o redox.

- Le sostanze che perdono elettroni si dice che subiscono ossidazione e vengono chiamate riducenti.
- Le sostanze che ricevono elettroni si dice che vanno incontro a riduzione e vengono dette ossidanti.

Esempi tipici di ossidanti sono l'ossigeno (da cui si deriva il termine) e il cloro, mentre i metalli sono i materiali riducenti o che subiscono ossidazione.

La corrente elettrica nelle reazioni redox

Alcune reazioni redox avvengono spontaneamente altre reazioni devono essere indotte (non avvengono cioè spontaneamente).

Si prenda ad esempio una soluzione che contiene ioni di rame Cu^{2+} (metallo nobile) se nella soluzione viene aggiunto una lastra di zinco Zn (materiale meno nobile) inizia la reazione redox e gli elettroni vengono trasferiti

dallo zinco che si trasforma in ione Zn^{2+} , al rame Cu passa da essere sale a solidificarsi e depositarsi sul fondo. Il contrario non può avvenire, cioè se si immerge una barra di rame Cu in una soluzione contenete sali di zinco Zn^{2+} gli elettroni non possono passare spontaneamente dal rame allo zinco in quanto il rame risulta più nobile.

Regola: in soluzione acquosa due metalli possono reagire fra loro quando il metallo più nobile è in forma ionica e quello meno nobile in forma atomica (in questo modo il metallo meno nobile può cedere elettroni al metallo più nobile).

Durante la reazione redox dell'esempio precedente si crea spontaneamente una corrente elettrica (le cariche che si trasferiscono), nel secondo dei due esempi la reazione può essere indotta fornendo energia al sistema ad esempio attraverso il passaggio di corrente elettrica.

Corrosione atmosferica

La corrosione atmosferica è una reazione di ossidazione che avviene tra un metallo e un ambiente umido.

Il metallo in questi casi subisce l'ossidazione mentre l'elemento ossidante è l'ossigeno presente nell'aria, l'umidità dell'aria o la goccia di acqua permette il passaggio delle cariche elettriche. Se l'acqua o più in generale la soluzione contiene una grande quantità di sali il processo di ossidazione avviene più velocemente.

L'ossidazione che avviene per i diversi metalli ha dei risultati differenti che dipendono dal tipo di metallo o

più precisamente dall'ossido che si viene a formare. L'ossidazione avviene superficialmente e l'ossido può essere poroso o più "compatto". Nel caso in cui l'ossi-

do è poroso lascia spazio all'acqua e all'ossigeno di penetrare negli strati interni e continuare il processo di ossidazione con il continuo deterioramento del materiale, il caso più evidente è la formazione di ruggine per il ferro. Per altri metalli, ad esempio l'alluminio, l'ossido crea uno strato compatto che impedisce all'acqua e all'ossigeno di penetrare gli strati più interni bloccando di fatto l'ossidazione del metallo.

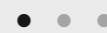
Per evitare che il ferro o altri

metalli subiscano corrosione in alcune lavorazioni i materiali vengono ricoperti con uno strato di materiale

Figura 5.3 Corrosione metallo

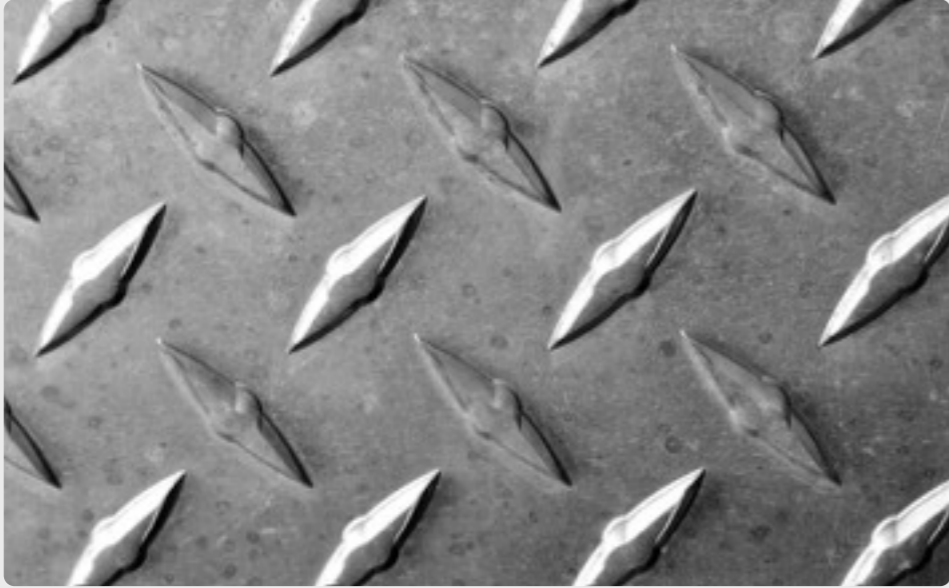


Lastra e bullone arrugginita



protettivo quale lo zinco o il cromo, i rispettivi processi

Figura 5.4 Zincatura



Lastra zincata in grado di resistere all'azione atmosferica, non è in grado di resistere all'azione di sostanze acide.

• • •

prendono il nome rispettivamente di zincatura e cromatura. In particolare la zincatura viene utilizzata per proteggere i tubi idraulici che trasportano acqua fredda sanitaria o acqua per antincendio.

Questi processi elettrochimici non sempre risolvono il problema, nel caso in cui il materiale zincati viene in

contatto con soluzioni acide, ad esempio il terreno, possono incorrere ancora in processi di corrosione.

Un sistema per proteggere materiali che si corrodono è quello di collegarli ad altri materiali meno nobili che

Figura 5.5 Anodo sacrificale



Esempio di anodo sacrificale in zinco

• •

offrono gli elettroni per la reazione redox al posto del materiale da proteggere, per questo motivo si parla di anodo sacrificale: l'anodo sacrificale si corrode al posto del materiale che si vuole proteggere.

Corrosione galvanica

Un secondo tipo di corrosione che coinvolge anche materiali quali l'alluminio, che subiscono corrosione atmosferica, viene chiamata corrosione galvanica.

Si verifica quando due metalli di diversa nobiltà vengono posti in contatto in presenza di una soluzione salina come può essere l'acqua.

La presenza di ossigeno nell'acqua porta all'ossidazione del metallo meno nobile elettrodo negativo, il metal-

lo più nobile forma il polo positivo, il contatto tra i due provoca una corrente elettrica che a lungo andare cor-

rode il metallo meno nobile, il metallo più nobile non viene toccato.

La corrosione galvanica

- dipende dalla dimensione del metallo meno nobile
- dipende dalla differenza di potenziale elettrochimico tra i due metalli, in altre parole dalla loro differenza di nobiltà
- dipende dalla concentrazione di sali all'interno della soluzione salina (acqua)
- è localizzata nella zona di contatto tra i due metalli

Si prendano ad esempio due metalli come l'acciaio inossidabile e l'acciaio zinca-

to che normalmente non si corrodono a contatto con l'acqua, se vengono posti in contatto in presenza di ac-

Figura 5.6 Corrosione galvanica



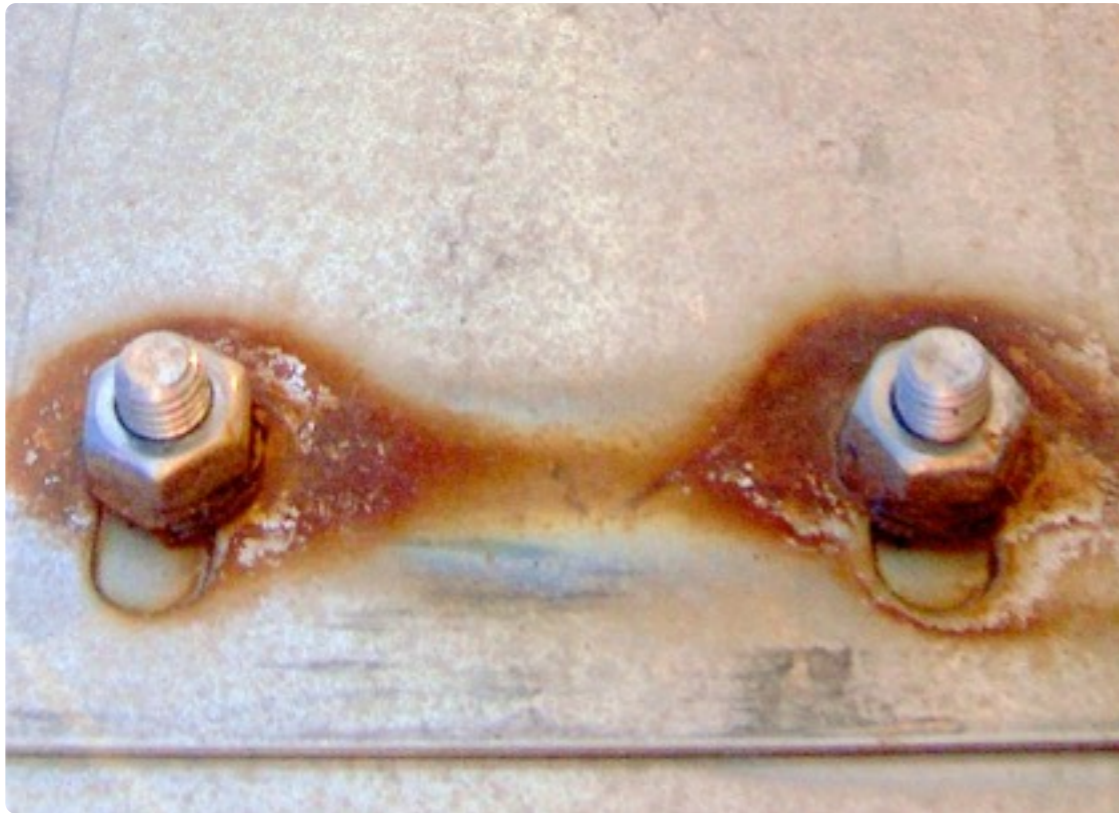
Esempio di corrosione galvanica

• •

qua il metallo meno nobile, in questo caso lo zinco, subirà una corrosione galvanica; si possono avere bulloni di ferro zincato a contatto con una lastra di acciaio inos-

In particolare, nel mondo idraulico, i problemi si possono avere quando metalli come il rame o l'acciaio inossidabile sono posti in contatto con materiali meno nobili, per evitare la corrosione galvanica si cerca di evitare accoppiamenti sfavorevoli o si possono utilizzare giunti dielettrici (isolanti) che interrompono il passaggio della corrente elettrica tra i metalli accoppiati e interrompono la corrosione galvanica.

Figura 5.7 Altri esempi di corrosione galvanica



Viti di acciaio inossidabili su lastra di acciaio zincato

sidabile o il viceversa, dei bulloni di acciaio posti in contatto con una lastra di acciaio zincato.



Materiali sintetici: la "Plastica"

I polimeri sono materiali sintetici ottenuti dalla raffinazione del petrolio, sono differenti, di diversa qualità e presi separatamente o mischiati formano quella che quotidianamente viene chiamata plastica.

La materia prima: il petrolio

La produzione di questi materiali è ovviamente subordinata alla presenza ed estrazione della materia prima: il petrolio. Non si tratta di una sostanza presente nella crosta terrestre come possono essere i minerali o i metalli ma si è generata lungo intere ere attraverso la decomposizione di sostanza organica. Il petrolio che come tutta la materia è a disposizione in quantità limitata si ottiene da giacimenti presenti sotto la crosta terrestre, deve essere estratto, raffi-

nato e successivamente trasformato. Il trattamento che riceve dipende fortemente dalla destinazione d'uso, viene infatti usato non solo per la produzione della plastica ma anche per la produzione di altre sostanze quali ad esempio alcuni combustibili fossili tra i quali il più

famoso è la benzina. L'utilizzo sempre più diffuso del petrolio come materia prima per la lavorazione di materiali ha portato a consumare in pochissimo tempo, se paragonato al tempo necessario al petrolio per formarsi, una parte considerevole delle risorse a disposizione. Se in pochi anni si dovessero finire le riserve di petrolio non ci sarebbe il tempo sufficiente per permettere alla Terra di rior-

Galleria 6.1 Estrazione della materia prima (petrolio)



Schematizzazione della formazione di una sacca di petrolio nel sottosuolo



marlo, questo avrebbe una ricaduta considerevole sull'economia mondiale e su tutta l'industria che si avvale dell'uso delle materie plastiche.

Di che si tratta?

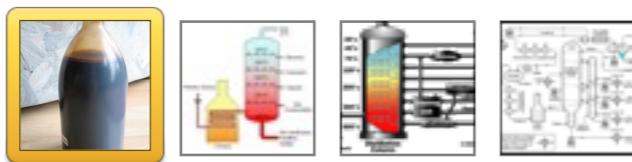
Si tratta di un liquido molto viscoso e meno denso dell'acqua, infatti tende a galleggiare su di essa; è di colore scuro, tendente al nero, e a causa di ciò ha preso il nome di oro nero. Essen-

bb - bbl Il **ba-**
rile
(sim-
bolo **b**, **bb**, **bbl**) è una
unità di misura anglosas-

Galleria 6.2 Il miscuglio chiamato petrolio



Il colore del petrolio greggio



do un liquido viene quantificato, attraverso il suo volume, in barili.

Il petrolio è una soluzione colloidale formata da idrocarburi, non esiste una composizione precisa e ben definita perché ci sono petroli di diversa composizione.

Il petrolio grezzo ricavato dall'estrazione subisce il processo di raffinazione che serve ad otte-

tere sostanze che diventano poi la materia di lavorazione per le industrie che producono combustibile o polimeri (plastica).

Nello specifico, aprendo una piccola parentesi chimica, può dire che il petrolio contiene prevalentemente alcani, idrocarburi aromatici, cicloalcani. Se si dovesse verificare quali elementi chimici (atomi) compongono il petrolio ci accorgerebbe che si ha per lo più Carbonio (C) 80-88% e Idrogeno (H) 10-15% con piccole tracce di ossigeno (O), azoto (N) e alcuni metalli. Sostanzialmente

Raffinazione e Distillazione.

Cerchiamo di evidenziare la differenza tra questi due termini iniziando a chiarire che la distillazione è uno dei pro-

si può semplificare (accettando un minimo di errore) dicendo che il petrolio è un miscuglio di idrocarburi.

Idrocarburi (chimica)

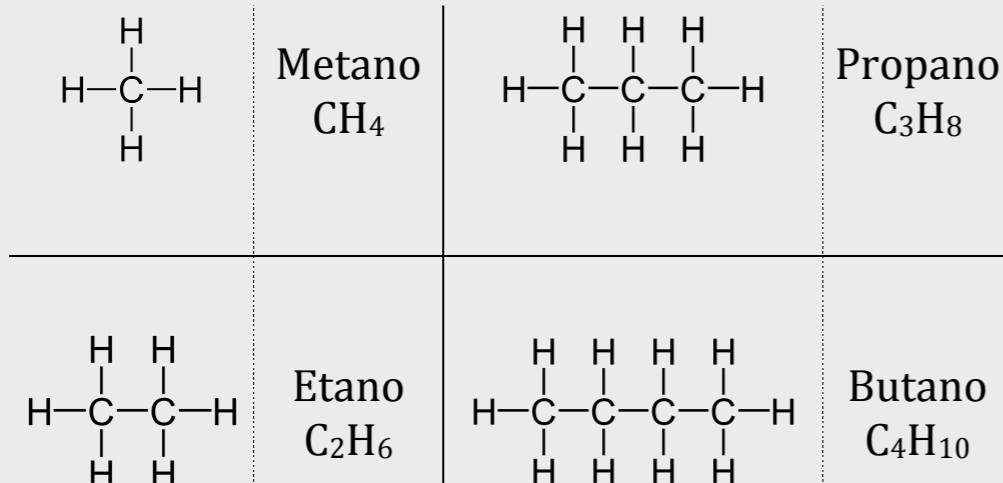
Gli idrocarburi sono molecole formate esclusivamente da atomi di carbonio e idrogeno. Pur essendo solo 2 gli elementi (atomi) che li compongono si può ottenere una grande quantità di molecole con composizione, struttura e dimensioni differenti. Questa grande varietà

di composti è dovuta all'atomo di carbonio il quale presenta 4 siti di legame nell'orbita di valenza.

Ovviamente le regole con le quali questi atomi possono unirsi a formare molecole sono in parte conosciute e in parte argomento di studio della chimica, così come sono dovute alla chimica tutte le conoscenze che permettono attraverso il controllo dei parametri di lavoro

Questa particolarità del carbonio, di avere 4 siti di legame, è importante sia per gli idrocarburi che per tutta la chimica organica (cioè quella parte di chimica che sta alla base di tutta la bio-

Galleria 6.3 Esempi di idrocarburi



Alcune molecole della famiglia degli alcani. La struttura è molto simile e sembra poter proseguire all'infinito aggiungendo sempre 1 atomo di C e 2 atomi di H.

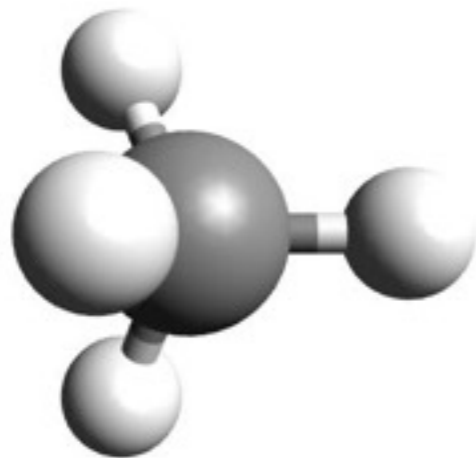
razione (temperatura, pressione, impurezze ecc.) di variare a seconda della necessità le caratteristiche del prodotto commerciale ultimo (nel nostro caso il polimero).

Non essendo la chimica inorganica l'obiettivo di questi appunti si lasciano soltanto alcuni (pochi) esempi di idrocarburi che verranno successivamente richiamati quando si introdurranno i diversi polimeri. Al nome dell'idrocarburo segue la sua formula chimica, nelle imma-

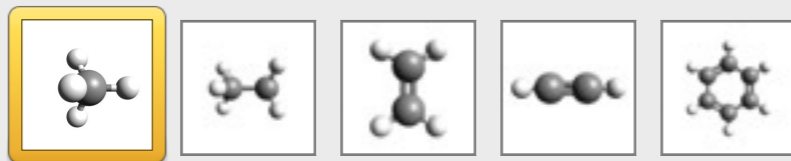
gini che seguono viene rappresentata una struttura 3D (tridimensionale) di queste molecole.

- Metano CH_4
- Etano C_2H_6
- Etere (chiamato anche Etilene) C_2H_4
- Etino (chiamato anche Acetilene) C_2H_2
- Benzene C_6H_6

Galleria 6.4 Idrocarburi: In grigio sono atomi di Carbonio (C) e in bianco atomi di Idrogeno (H)



Metano



Problematiche nell'uso del petrolio

Il petrolio è diventato una materia prima d'importanza tale da influenzare, visto in particolare il suo grande utilizzo, la vita dell'uomo e il suo futuro. Gli aspetti di questa influenza interessano diversi aspetti, di seguito ne vengono riportati alcuni a titolo informativo:

- ▶ è una materia prima non rinnovabile, cioè è destinata in breve tempo ad esaurirsi. Ogni anno si fanno delle stime d'uso che parlano di qualche decina di anni di sfruttamento della risorsa, altri parlano di centinaia di anni, quel che è chiaro a tutti è che siamo vicini all'esaurimento delle scorte.
- ▶ Ha un grande valore commerciale ed è quindi in grado di muovere molto denaro con evidenti interessi economici e finanziari.
- ▶ Attorno al petrolio si muovono molti settori dell'industria e dell'economia e questo attira a se molti interessi economici e politici.

► Problemi ambientali. L'estrazione del petrolio comporta una modifica della bellezza di un territorio con svantaggio per chi abita quelle regioni.

► Ci sono problemi ecologici:

- Se dai pozzi in mare fuoriesce del petrolio o se le petroliere hanno delle perdite si creano delle chiazze oleose sulla superficie del mare

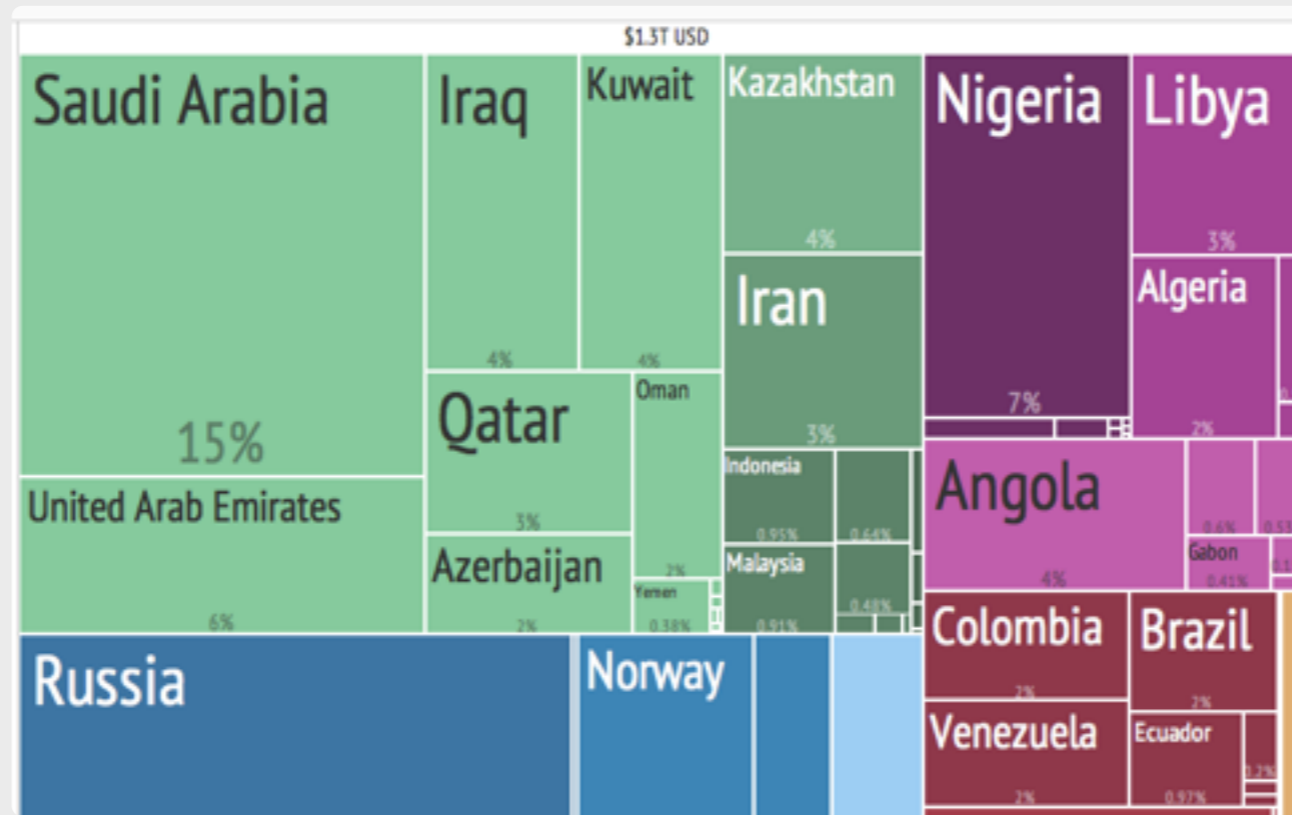
che possono alterare l'ecosistema del luogo o la vita della fauna che sfrutta quel tratto di mare.

- I combustibili derivati dal petrolio come la benzina, il gasolio, il propano ecc... producono gas tossici (monossido di carbonio) e gas inquinanti.

- La plastica prodotta dal petrolio non può essere facilmente riciclata o smaltita e anche questo produce nuovo inquinamento.

Si potrebbe tranquillamente continuare con l'elenco ma non è così essenziale, è importante capire che il mercato del lavoro non ruota solo attorno ad interessi privati!

Galleria 6.5 Il petrolio e il problema ecologico



Esportazioni di petrolio nel 2012 (**Author:**Gordon.silvermanaz123)



Dal Monomero al Polimero

Gli idrocarburi sono la base per ottenere la plastica ma la plastica non è un idrocarburo, per essere più precisi non tutti i monomeri, elementi base per ottenere la plastica, sono idrocarburi. All'interno di alcuni di essi si possono trovare altri elementi differenti dal carbonio (C) e dell'idrogeno (H), due esempi su tutti sono il Fluoro (F) e il Cloro (Cl).

Il materiale "plastica" è strettamente legato al concetto di monomero e di polimero, le due strutture chimiche sono tra loro strettamente legate non solo per l'assonanza nel nome ma soprattutto nel significato stesso del ter-

mine polimero: più monomeri. Si tratta cioè di una struttura che composta da più (da tanti) monomeri chimicamente (saldamente) legati a formare una macromolecola. In altri termini se si pensa al monomero come ad una unità con determinate caratteristiche allora si potrebbe pensare di formare il polimero unendo tra

loro tante di queste unità. Ovviamente i monomeri non sono molecole qualunque ma sono molecole in grado di legarsi tra loro.

Se si volesse approfondire il concetto si potrebbe dire che i monomeri sono strutture semplici (molecole) che presenta al suo interno un gruppo funzionale (una parte della molecola) in grado di legarsi ad altri monomeri. Aggiungendo un monomero alla volta si ottiene una

Galleria 6.6 Monomero e polimero



Nel disegno si vedono rappresentati simbolicamente un generico monomero e il polimero come unione di più monomeri.

• • • •

lunga catena (chiamata polimero) dove il monomero altro non è che un anello della catena.

Si rende infine noto che come i monomeri che formano una catena possono anche essere di tipo differente, in questo caso non si parla più di polimero ma di **copolimero**.

Dal petrolio alla plastica

Tornando al petrolio e alla sua trasformazione allo scopo di ottenere la plastica (cioè i polimeri) si può riassumere il processo evidenziandone i momenti più significativi:

- raffinazione del petrolio allo scopo di ottenere gli idrocarburi;
- trasformazione degli idrocarburi con l'eventuale aggiunta di sostanze specifiche (differenti da C e H) per ottenere il monomero desiderato;
- trasformazione dei monomeri in polimeri (formazione della catena);
- controllo del processo di trasformazione per dotare il polimero delle caratteristiche richieste, in questa

fase si possono ulteriormente aggiungere additivi che valorizzino alcune caratteristiche rispetto ad altre.

Classificazione dei polimeri

Termoplastici: Sono polimeri che a temperatura ambiente si trovano allo stato "solido" ma che se riscaldati acquistano fluidità e possono essere rimodellati e quindi riciclati. Tutta la plastica da riciclo è formata da polimeri termoplastici.

Termoindurenti: Sono polimeri che subiscono un processo di reticolazione chimica o termica che li rende solidi (acquisiscono la forma) e se riscaldati non possono essere riutilizzati come i termoplastici perché durante il riscaldamento subiscono un processo di degradazione termica (carbonizzazione) che rende impossibile il recupero. Fanno parte dei polimeri termoindurenti le resine di vario tipo: epossidiche (), poliuretatiche, melamminiche, ecc., il poliuretano (schiume, spugne, tessuti...), poliammide ecc.

Elastomeri: Sono polimeri che presentano un alto indice di allungamento e una grande elasticità.

Galleria 6.7 Tipologia di Polimeri



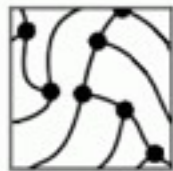
Thermoplastiques

PE, PP, PVC, PS, etc.



Élastomères thermoplastiques (TPE)

TPE styréniques : SBS, SIS, SEBS, etc.
TPO et TPV : mélanges EPDM/PP, ...



Élastomères

NR, SBR, BR, EPDM, etc.



Thermodurcissables

Famiglie dei polimeri con una rappresentazione della loro struttura -**Author:**Cjp24

• •

Struttura dei polimeri

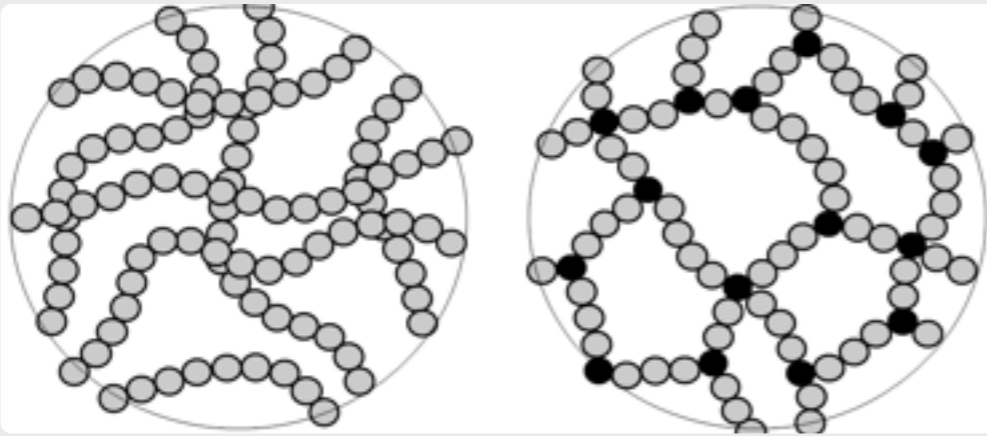
In base alla tipologia di materiale e al processo chimico di fabbricazione il polimero può presentare all'atto

della sua formazione tre strutture (interne) differenti, chiaramente queste strutture andranno in parte a definire alcune caratteristiche del polimero.

Le tre strutture sono:

- lineare: i monomeri si uniscono insieme fino a formare una lunga catena lineare, all'interno di questa catena sono ammessi dei piccoli prolungamenti ma questo non ne modifica la sostanziale struttura lineare. Le catene così ottenute si uniscono poi tra loro con legami più deboli fino a formare l'oggetto.
- ramificata: i monomeri sono uniti in una catena principale dalle quali partono consistenti ramificazioni. Come avviene per i polimeri lineari, queste strutture ramificate si uniscono tra loro con legami più deboli fino a formare l'oggetto.
- reticolata: tutte le catene i polimeri partecipano ad un processo di reticolazione dove vengono uniti tra loro da legami forti andando a creare strutture più rigide.

Galleria 6.8 Catene di polimeri



Sulla sinistra sono rappresentate catene polimeriche lineari mentre a destra sono rappresentate delle catene polimeriche reticolate, i pallini neri sono il punto in cui si uniscono le varie catene.

Confronto coi metalli

Un indubbio vantaggio dei polimeri rispetto ai metalli risiede nella loro grande inerzia chimica, cioè nella loro capacità di resistere agli agenti chimici, ad esempio non soffrono il problema della corrosione sia di tipo atmosferico che galvanico.

Altri vantaggi possono essere:

- il basso costo

- il basso peso, la loro densità è circa 8 volte inferiore a quella del ferro.

Per quanto riguarda lo studio delle caratteristiche meccaniche, i polimeri possono essere sottoposti a prove simili a quelle adottate nel caso dei metalli (prove di trazione ecc.). Confrontando i risultati di queste prove sui polimeri con quelle ottenute sui metalli si osserva

Galleria 6.9 Caratteristiche meccaniche di polimeri

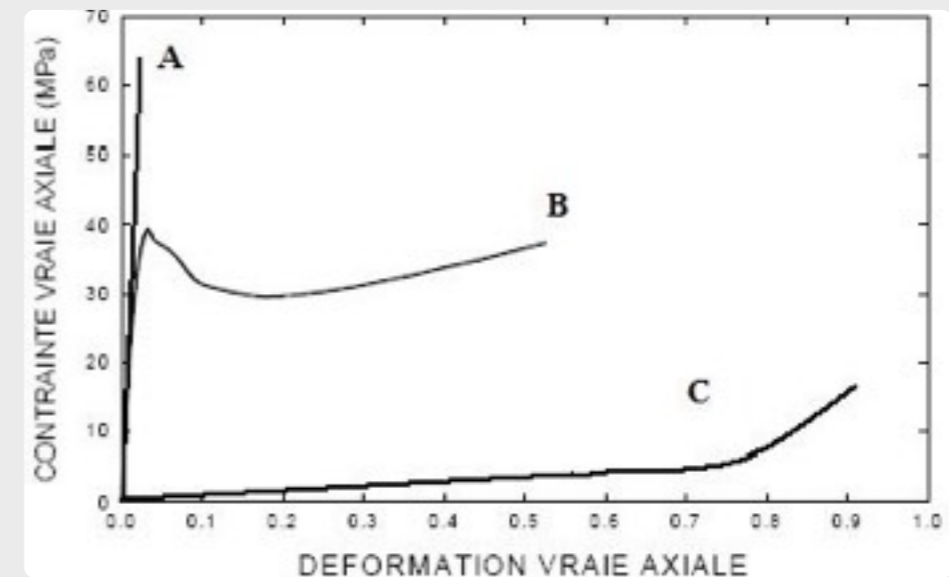


Grafico che mostra la deformazione subita dai polimeri in seguito ad uno sforzo. A-Fibre B-Materiali Termoplastici C-Elastomeri

essenzialmente che i metalli risultano sostanzialmente migliori per quanto riguarda le resistenze meccaniche mentre i polimeri garantiscono ad esempio un allungamento migliore rispetto ai metalli.

Sul mercato tuttavia esistono polimeri sviluppati per settori particolari dell'industria, con caratteristiche migliori di quelle dei metalli. Un esempio su tutti è il Kevlar, un polimero che a parità di massa è circa 5 volte più resistente alla trazione dell'acciaio (viene usato per fabbricare i giubbotti antiproiettile).

I tecnopolimeri

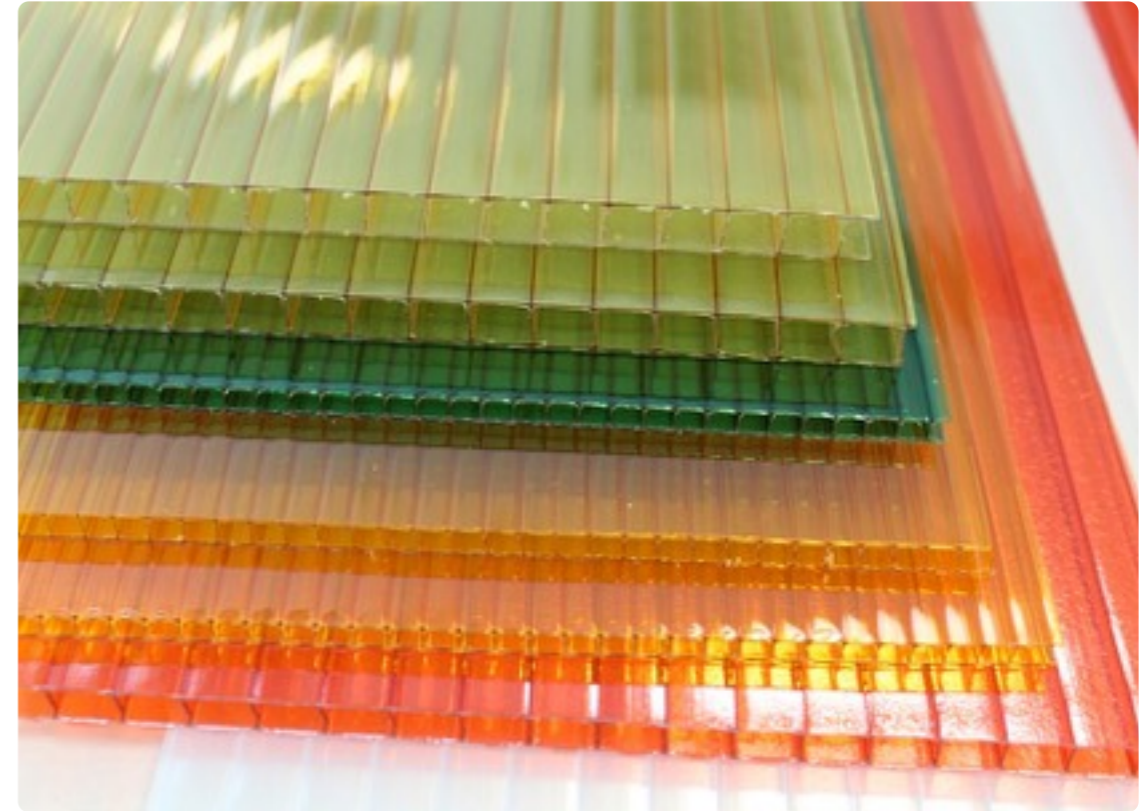
Nello sviluppo della tecnica si sono ottenuti attraverso processi di lavorazione sempre più raffinati dei polimeri con caratteristiche meccaniche sempre migliori che hanno preso il nome di tecnopolimeri o polimeri per l'ingegneria.

Tra questi polimeri si può trovare il

- policarbonato PC
- acrilonitrile butadiene stirene ABS
- polietilene tereftalato PET

- politetrafluoroetilene PTFE

Figura 6.1 Tecnopolimeri



Lastre di policarbonato



Caratteristiche dei polimeri

Si ricorda che alcune caratteristiche dei materiali dipendono dalla struttura che assume lo stato solido, per i metalli le strutture più significative sono quella cristallina e quella policristallina. Nel caso dei polimeri lo stato solido può essere caratterizzato da 3 strutture differenti:

- struttura cristallina: gli atomi occupano lo spazio disponendosi ordinatamente;
- struttura amorfa: gli atomi si legano tra loro in maniera completamente disordinata;
- struttura semicristallina: il polimero in alcune zone presenta una struttura cristallina mentre in altre zone presenta una struttura amorfa.

Comportamento termico dei polimeri, la temperatura di transizione vetrosa T_g .

La prima differenza tra i polimeri e le altre strutture deriva proprio dalla loro struttura amorfa. Mentre nella

struttura cristallina si ha il passaggio diretto tra lo stato fuso e la struttura cristallina (la fusione è il processo inverso) con le strutture amorphe si ha uno stadio intermedio tra il materiale fuso e il materiale solido: lo stato gommoso. Un fluido amorfo se viene raffreddato passa prima attraverso uno stato gommoso, si tratta di uno stato liquido molto rigido ad elevata viscosità, per poi

Tabella 6.1 Temperatura di transizione vetrosa per alcuni polimeri

Polimero	T_g (°C)
PoliEtilene Alta Densità - HDPE	-90
PoliEtilene Bassa Densità - LDPE	-110
PoliVinilCloruro - PVC	84
PoliPropilene - PP	-17
PoliTetraFluoroEtilene - PTFE	-122
PoliEtilenTereftalato - PET	74
PoliButilene - PB	-20
Acrolinitrile Butadiene Stirene - ABS	105

arrivare allo stato solido amorfo (stato vetroso). La temperatura alla quale avviene la transizione tra lo stato **gommoso** e lo stato solido (vetroso) si chiama temperatura di transizione vetrosa T_g (glass temperature).

La temperatura di transizione vetrosa è fondamentale per l'uso delle plastiche, infatti mentre al di sopra di questa temperatura il materiale mantiene delle buone caratteristiche elastiche e plastiche, al di sotto di questa temperatura il materiale diventa rigido e fragile (stato vetroso). Confrontandosi con la si può notare che polimeri come il PVC, ABS (usati nel mondo idraulico) alla temperatura ambientale di circa 25°C risultano nello stato vetroso quindi duri ma fragili (un urto un po' troppo violento li può rompere) mentre polimeri come il polietilene, il polipropilene, il politetrafluoroetilene e il polibutilene alla temperatura ambientale si trovano nello stato gommoso, cioè meno rigidi ma con maggiore plasticità ed elasticità.

Temperatura di distorsione termica HDT

All'aumento della temperatura i polimeri cristallini diventano liquidi (cioè fluidi) e perdono la loro forma,

questa temperatura viene indicata con T_m (melting temperature).

Tabella 6.2 Temperatura di fusione

Polimero	T_m (°C)
PoliEtilene Alta Densità - HDPE	135
PoliEtilene Bassa Densità - LDPE	110
PoliVinilCloruro - PVC	220,305*
PoliPropilene - PP	179
PoliTetraFluoroEtilene - PTFE	327
PoliEtilenTereftalato - PET	264
PoliButilene - PB	135
Acrolinitrile Butadiene Stirene - ABS	105

* La temperatura dipende molto dal tipo di PVC

Più importante della temperatura di fusione è la temperatura di distorsione termica HDT (Heat Deflection Temperature) cioè la massima temperatura alla quale il polimero è in grado di resistere ad una sollecitazione per

un breve periodo. Per i polimeri completamente amorfi è circa uguale al valore della temperatura di transizione vetrosa, per i polimeri semicristallini il suo valore si trova tra la T_g e la T_m .

In altre parole questo valore stabilisce la massima temperatura di utilizzo del polimero e come si può vedere dalla tabella si hanno valori che nel complesso sono

Tabella 6.3 Temperatura di distorsione termica

Polimero	HDT (°C)	
	p=0,45MPa	p=1.8Mpa
PoliEtilene Alta Densità	85	60
PoliEtilene Bassa Densità	40	30
PoliVinilCloruro	57	54
PoliPropilene	100	70
PoliTetraFluoroEtilene	70	45
PoliEtilenTereftalato	75	65
PoliButilene		
ABS	88	68

nell'ordine di grandezza della temperatura dell'acqua calda: nella scelta delle tubazioni si deve considerare anche questo fattore.

Nella fase di solidificazione dei polimeri si possono aggiungere delle sostanze o additivi che ne modificano le caratteristiche non solo quelle termiche ma anche altre caratteristiche, ciò che serve verrà presentato nella descrizione dei singoli polimeri.

Riciclaggio dei polimeri e della materia in generale

I polimeri termoplastici, a differenza dei termoindurenti ad esempio, se riscaldati possono essere portati a fusione e in qualche modo riutilizzati. Questo fatto of-

Galleria 6.10 Lorem Ipsum dolor amet, consectetur



Simbolo generico del riciclo



fre la possibilità di riutilizzare la plastica già formata ed evitare di produrne altre, ovviamente poiché da un punto di vista industriale è necessario garantire alcune caratteristiche del materiale prodotto è necessario non mischiare per quanto possibile non mischiare i polimeri quando vengono riutilizzati.

La plastica commercializzata viene, per questi motivi, etichettata con il simbolo di riciclo, come quello mostrato in [Galleria 6.10](#), che al suo

interno riporta il nome del polimero specifico; la marcatura viene riportata in rilievo sulla plastica e serve tra l'altro per identificare il tipo di plastica e il modo in cui deve essere riciclata o smaltita.

Figura 6.2 Simbolo del PET



PoliEtilene Tereftalato

Un esempio su tutti è il marchio presente sulle bottiglie dell'acqua, riporta al suo interno il nome della plastica usata: PET PoliEtilene Tereftalato (si veda la [Figura 6.2](#)).

Un sistema di riconoscimento simile (simbolo più codice) si ha anche, ad esempio, per il cartone dove cambia ovviamente il codice di riferimento e per il metallo.

Galleria 6.11 Simboli per il riciclo



Simbolo per il riconoscimento della carta (paper)

••

Polimeri per l'idraulica



I polimeri come è già stato detto sono entrati nella vita delle persone a 360°, trovano impiego in innumerevoli applicazioni e il continuo sviluppo delle loro caratteristiche porta ad un ampliamento del loro uso. Il loro uso spazia dai semplici sacchetti di plastica alla montatura degli occhiali da sole, dallo scatolame di vario tipo dai tessuti sintetici quali il pile a tessuti tecnici come il Kevlar.

Nel mondo idraulico la plastica viene utilizzata per tubature di vario genere, e per la fabbricazione di guarnizioni, o componenti (ad esempio valvole) ecc.

Il motivo di questa sua rapida diffusione è dovuto ovviamente ad alcune caratteristiche che in situazioni pratiche l'hanno fatta preferire ai metalli, di seguito viene riportato un elenco di queste caratteristiche:

- **Leggerezza:** la plastica è più leggera del metallo (di tutti i metalli usati nella fabbricazione), mediamente ha una densità simile a quella dell'acqua ($d = 1000\text{kg/m}^3$).

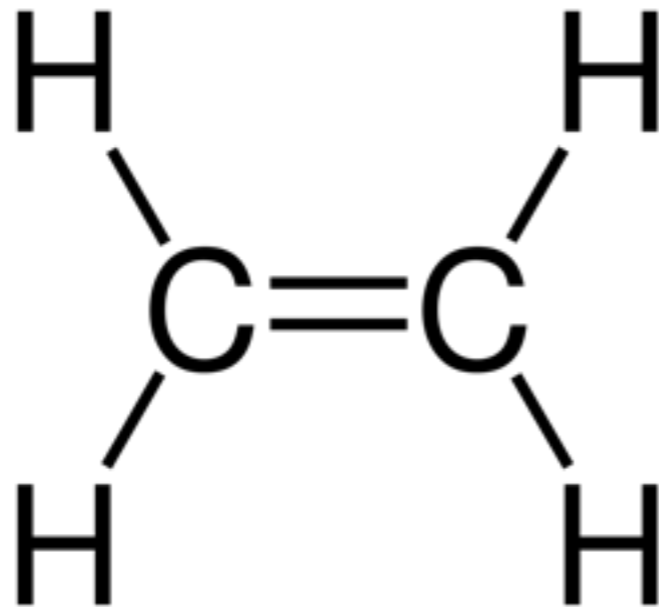
- **Chimicamente inerte:** non arrugginisce, resiste alla corrosione, può essere facilmente interrato senza preoccuparsi dell'azione corrosiva delle sostanze presenti nel terreno.
- **Basso coefficiente d'attrito:** non oppone grande resistenza al movimento del materiale stesso o di liquidi all'interno di esso, utile per esempio nella fabbricazioni di parti costitutive delle valvole o negli scarichi sia di sostanze liquide che solide

PE - PoliEtilene

Il polietilene PE è probabilmente la plastica più utilizzata, tanto per fare degli esempi i classici sacchetti di plastica sono fatti in polietilene. Si ottiene dalla polimerizzazione dell'etilene, allo stato solido presenta un colore bianco/trasparente e la temperatura di transizione vetrosa è inferiore ai -80°C , di conseguenza trovandosi nello stato gommoso ha un'elevata tenacità, è in grado di resistere ad urti e strappi (in altre parole non è fragile).

La sua **densità** è molto bassa, circa 900 kg/m^3 , inferio-

Galleria 7.1 PoliEtilene



Struttura dell'etilene, monomero dal quale si ricava poi il polietilene.

• • • • •

re a quella dell'acqua, di conseguenza rispetto ai metalli permette la realizzazione di strutture particolarmente leggere.

Altro grande vantaggio è la capacità di resistere all'azione degli agenti atmosferici, non subisce corrosione, può essere interrato senza problemi. Risulta un materiale atossico e può essere utilizzato per il trasporto dell'acqua potabile.

Tra le caratteristiche tecnologiche del PE ha senso ricordare la buona saldabilità che permette di giuntare tra loro pezzi di tubo senza la necessità di raccordi o altro, con un evidente risparmio economico.

Questi sono i principali motivi che hanno permesso la diffusione del PE nella realizzazione di tubazioni dedicate al trasporto di fluidi (sia liquidi che gas).

HDPE e LDPE

Dalla lavorazione dei derivati del petrolio, controllando la velocità di raffreddamento o il processo di lavorazione, è possibile ottenere due PE differenti:

► Il **polietilene a bassa densità PEBD** individuato anche con la sigla **LDPE** (Low Density PolyEthylene) composto prevalentemente da polimeri ramificati. Presenta un'elevato coefficiente di allungamento (fino al $550 \div 600\%$); una bassa temperatura di distorsione HDT, il che gli impedisce di essere utilizzato ad esempio con l'acqua calda, la sua resistenza alla trazione risulta, tra i vari polietilene, la più bassa. Il codice di riciclo è il 4

Galleria 7.2 LDPE



Bottiglia in LDPE



► Il **polietilene ad alta densità PEAD** individuato anche con la sigla **HDPE** (High Density Polyethylene) composto prevalentemente da polimeri lineari. La sua resistenza meccanica è superiore a quella del LDPE (circa il doppio) ma ha un coefficiente di allungamento decisamente inferiore ($20 \div 120\%$). La sua temperatura di distorsione HDT è superiore a quella

Galleria 7.3 HDPE



Tubi di polietilene



del LDPE anche se così com'è non viene usato per il trasporto dell'acqua calda.

Al polietilene "puro" che sia esso del tipo LDPE o HDPE vengono aggiunte sostanze allo scopo di migliorarne le caratteristiche. I tubi di PE per gli impianti idrici sono di colore nero, il colore naturale, come è già stato detto, è bianco/trasparente. La spiegazione di questa differenza risiede nel fatto che nella produzione dei tubi si aggiunge il nerofumo una sostanza che oltre a fornirgli il colore caratteristico lo protegge dai raggi ultravioletti impedendone la degradazione.

Altre tipologie di polietilene

PEX con questa sigla si intende il polietilene reticolato, cioè un polietilene nel quale attraverso processi fisici o chimici si creano tra le macromolecole dei legami chimici (cross-linked) che formano un reticolo tridimensionale, da qui il nome. Il processo di reticolazione utilizzato caratterizza la tipologia del PEX ottenuto, in [Tabella 7.1](#) si riportano le diverse tipologie di PEX.

Alcuni dei vantaggi del PE reticolato rispetto al HDPE risultano:

Tabella 7.1 Tipologie di PEX

Nome	Tipo di processo	Agente reticolante
PEX-a	Chimico	Perossidi*
PEX-b	Chimico	Silani**
PEX-c	Fisico	Raggi Beta
PEX-d	Chimico	Azocomposti***

*Sono composti chimici contenenti un legame covalente semplice O-O

**Sono composti del silicio

***Sono composti di azoto caratterizzati da un gruppo funzionale caratterizzato dal doppio legame N=N

- aumenta la massima temperatura di utilizzo
- si riduce la deformazione sotto carico (creep)
- aumenta la resistenza chimica

- aumenta la resistenza ai raggi ultravioletti
- aumenta la resistenza all'abrasione
- aumenta la resistenza all'urto
- aumenta l'insensibilità all'intaglio ed abrasione.

Figura 7.1 Tubo in PEX



PERT con questa sigla ci si ad

un'altra tipologia di PE trattato in modo che risulti in grado di sopportare temperature di esercizio più alte rispetto al semplice PE, la sigla significa PolyEthylene Rised Temperature, come il PEX viene utilizzato al posto del PE classico grazie alle migliori caratteristiche.

Il multistrato

Il tubo in multistrato è molto usato nell'impiantistica idraulica, non si tratta di un tubo composto esclusiva-

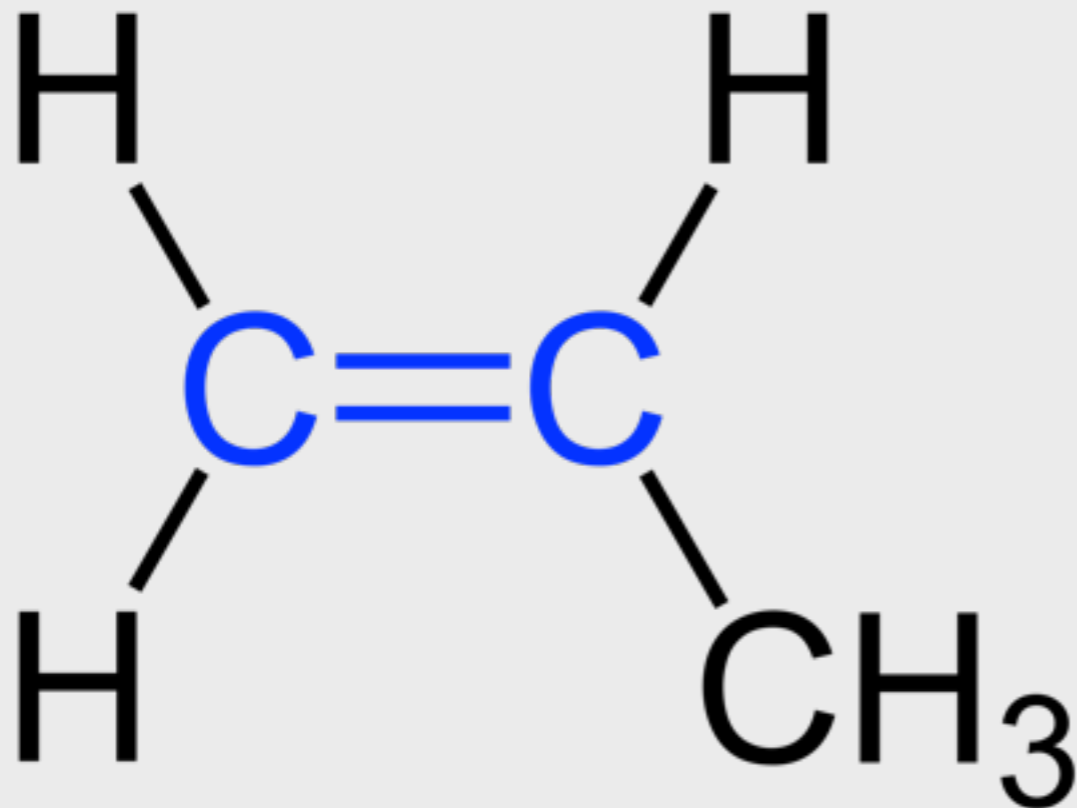
mente di PE ma come dice la parola stessa è composto di differenti strati (per la precisione 5 strati) di cui i due esterni sono in PE, la parte centrale è in alluminio il che gli fornisce maggiore resistenza meccanica aumentando la plasticità del tubo e quindi la sua lavorabilità manuale e tra alluminio e PE uno strato di adesivo. ??????? il PE è più elastico dell'alluminio, la presenza di quest'ultimo ne diminuisce l'elasticità a vantaggio della plasticità??????

Il multistrato che si trova in commercio è ottenuto utilizzando il PEX o il PE-RT, questo garantisce al tubo delle caratteristiche migliori.

PP - PoliPropilene

Il polipropilene PP è un polimero scoperto a metà del XX secolo (1954 circa) grazie all'importante contributo dell'ingegnere italiano Giulio Natta che grazie a questi lavori vinse il premio Nobel per la chimica nel 1963.

Figura 7.2 Il polipropilene PP



Molecola del monomero Propilene

• • • •

Deriva dalla polimerizzazione del propilene, presenta in origine un colore biancastro e nonostante abbia un costo maggiore del PE presenta alcune caratteristiche che in taluni casi lo fanno preferire al PE.

Ha una densità di circa 900kg/m³, quindi come tutti i polimeri ha in grande vantaggio della leggerezza.

Caratteristiche chimiche

Ha una grande resistenza agli agenti chimici in particolare agli alcali; questa capacità si mantiene anche all'aumentare della temperatura, fino oltre i 100 riesce a resistere all'azione di soluzioni acquose che contengano sali acidi o acidi forti.

Caratteristiche meccaniche

Nel complesso ha una maggiore resistenza alle abrasioni ed è più resistente e rigido rispetto al PE anche se questo si ripercuote sulla capacità di resistere agli urti, risulta infatti più fragile (il metro di paragone è sempre il PE).

Rispetto ai tecnopolimeri invece ha basse resistenze meccaniche: trazione, flessione, compressione, abrasione ecc.

Caratteristiche tecnologiche

Meno lavorabile del PE presenta però come l'altro polimero una buona saldabilità, caratteristica molto vantaggiosa nel mondo idraulico.

Per il resto risulta molto simile al PE.

Comportamento termico

Le sue caratteristiche termiche probabilmente lo differenziano maggiormente rispetto al PE e spesso sono quelle che fanno preferire uno o l'altro polimero nella scelta delle tubazioni.

Innanzitutto ha una maggiore temperatura di fusione rispetto al PE, e una maggiore HDT, questo permette di utilizzare il PP anche per acqua calda senza dover ricorrere al multistrato.

A temperature più basse soffre di più del PE, ha infatti una maggiore temperatura di transizione vetrosa T_g

che lo porta ad un comportamento vetroso (più fragile a temperature di qualche grado sotto lo 0°C).

La temperatura di lavoro entro la quale riesce a garantire le caratteristiche chimiche e meccaniche è da $-5^\circ\text{C} \div +95^\circ\text{C}$.

Additivi

Come il PE può subire un processo di colorazione, i tubi in PP per gli impianti sono generalmente di colore verde o blu.

Allo scopo di migliorarne le caratteristiche si possono aggiungere degli additivi a differenza del PE sul mercato esiste fondamentalmente (si parla di tubi) un solo tipo il PP-R, dove la R sta per Random.

PVC - PoliVinilCloruro

Il polietilene è il materiale che deriva dalla polimerizzazione del Cloruro di Vinile, il materiale così ottenuto risulta un materiale che non presenta delle caratteristiche tali da utilizzarlo come materiale per tubazioni. Presenta tuttavia il grande vantaggio di legarsi facilmente ad altre sostanze (additivi) che ne migliorano decisamente le proprietà.

Tra gli additivi che vengono utilizzati col PVC si hanno:

- agenti plastificanti, che gli forniscono una maggiore flessibilità;
- stabilizzanti termici, gli permettono di prevenire la degradazione termica durante il processo di lavorazione;
- lubrificanti, prevengono l'adesione alle superfici metalliche;
- riempitivi, come il carbonato di calcio CaCO_3 che permettono di abbassare i costi di produzione;

- pigmenti, servono per dare colore, opacità e aumentare la resistenza del materiale agli agenti atmosferici.

Figura 7.3 PVC-U



Simbolo di marcatura e riciclaggio del PVC

Le principali caratteristiche del polivinilcloruro sono:

- alta resistenza meccanica (52÷62Mpa)
- fragilità strutturale

- buona resistenza di distorsione al calore HDT (da 57 a 82 °C alla pressione di 0,45MPa)
- elevata resistenza ai solventi
- autoestinguente (adatto come guaina per i cavi elettrici)

Sul mercato si possono trovare due diverse tipologie di PVC, il PVC-P e il PVC-U.

PVC-U. Si tratta di un PVC rigido al quale possono essere aggiunte resine gommose allo scopo di aumentarne la resistenza all'urto. Viene utilizzato per:

- pannelli ondulati
- profilati
- condotte forzate per acqua (e industria chimica)
- tubi di scarico e di drenaggio
- raccordi
- grondaie
- porte e finestre

PVC-P. Si tratta di PVC plastificato, risulta più morbido, flessibile e ha maggiore estensibilità.

Viene usato per:

- mobili
- tappezzeria auto
- isolamento fili elettrici

Figura 7.4 PVC-P e PVC-U



Rotolo di PVC-P



PTFE - PoliTetraFluoroEtile- ne

Il politetrafluoroetilene PTFE è un tecnopolimero sviluppato per ricercare migliorie in alcune delle caratteristiche dei polimeri tradizionali; comunemente viene chiamato Teflon, nome più semplice da pronunciare e ricordare. Il monomero da cui si ricava è molto simile all'etilene con la sola differenza di avere atomi di fluoro che sostituiscono gli atomi di idrogeno.

La densità del PTFE è molto alta se paragonata alla densità degli altri polimeri (il fluoro dopotutto ha un peso molecolare decisamente superiore a quello

dell'idrogeno) e vale $2130 \div 2190 \text{ kg/m}^3$ e ha una elevata temperatura di fusione (circa 327°C).

Le caratteristiche che gli hanno permesso una grande diffusione nell'industria, e di conseguenza nell'impiantistica termo-idraulica, sono le seguenti:

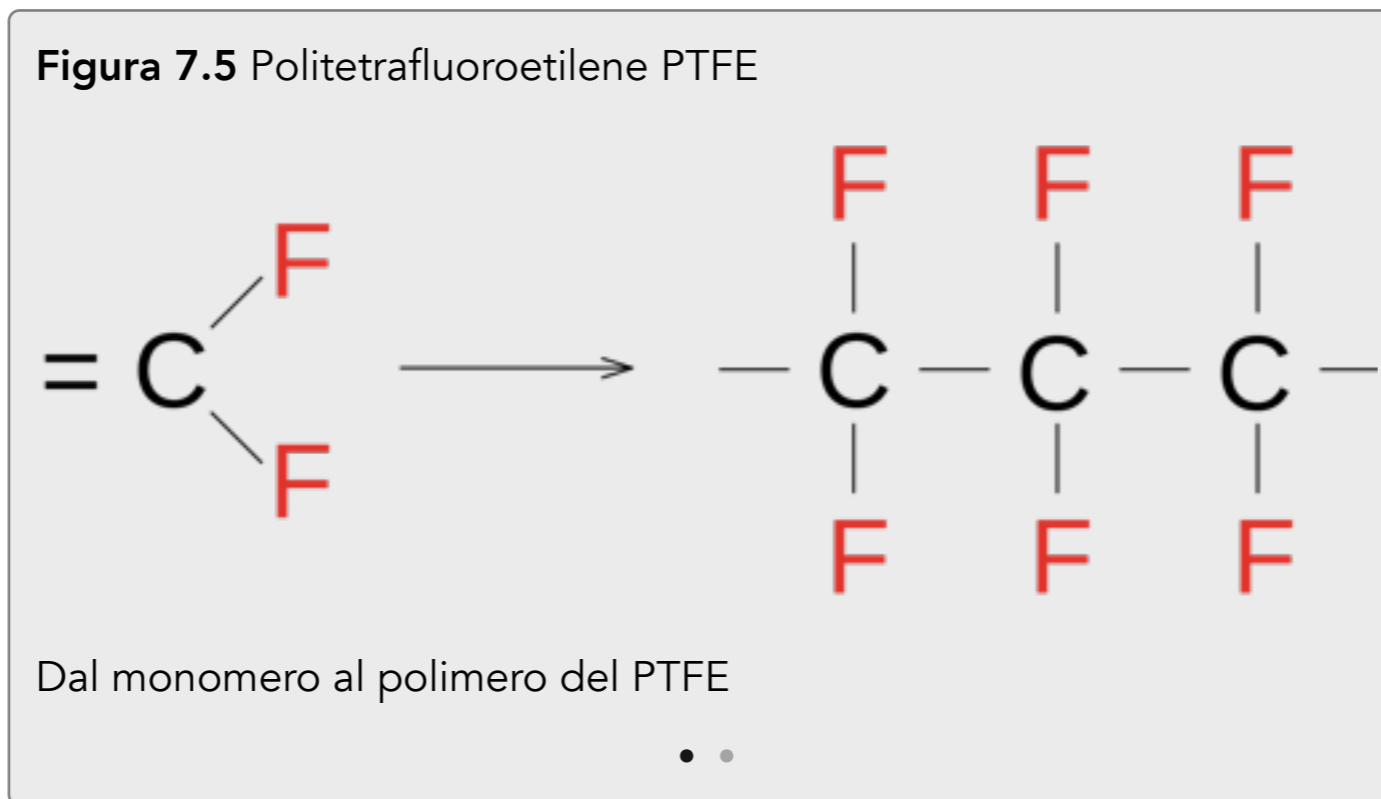
- alta resistenza agli urti

- bassa resistenza alla trazione

- bassa resistenza all'usura

- le sue proprietà meccaniche rimangono praticamente invariate al variare della temperatura (da $-200 \div +260^\circ\text{C}$)

- ha un basso coefficiente d'attrito (molto scivo-



loso)

Il teflon viene utilizzato in diversi settori industriali e anche nell'impiantistica termoidraulica, alcune delle applicazioni del teflon sono:

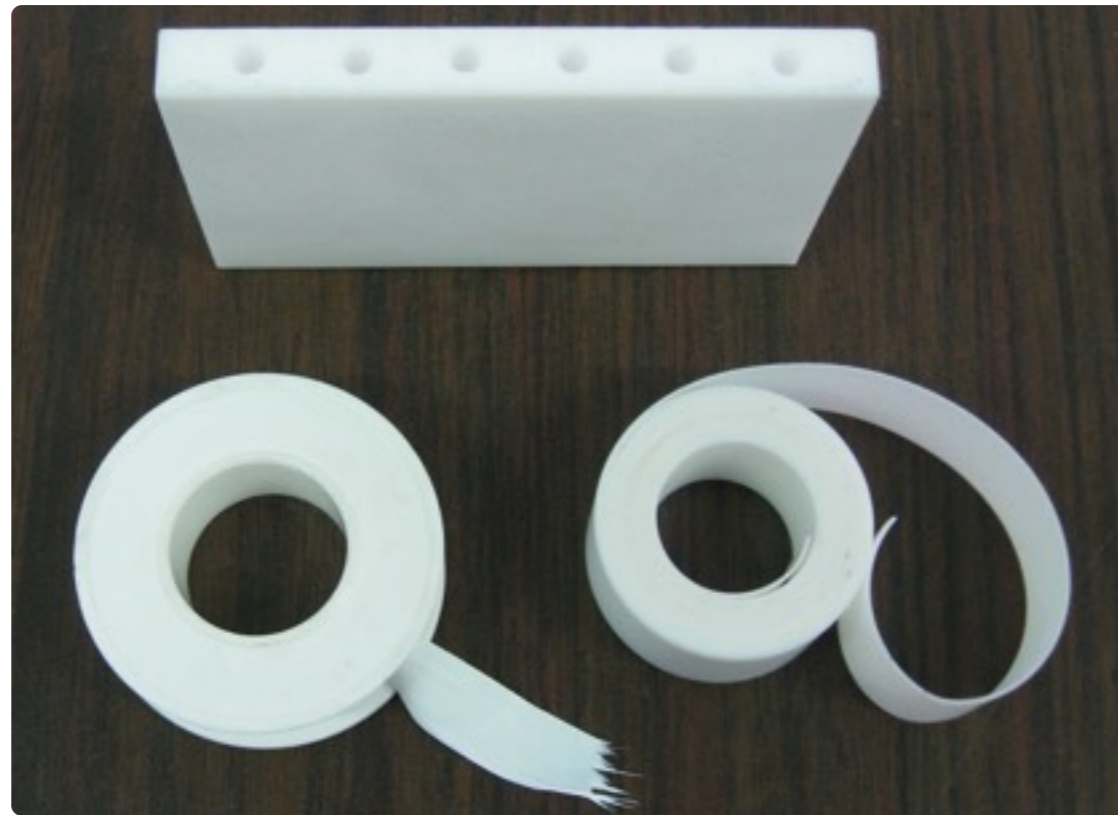
- per tubazioni
- per parti di pompe chimicamente resistenti
- come isolante per cavi ad alte temperature
- come nastri o rivestimenti antiaderenti
- in alcune situazioni come protesi per il corpo umano (grazie alle sue caratteristiche non viene rigettato dall'organismo).

Per migliorare le sue caratteristiche meccaniche si utilizzano riempitivi come le fibre di vetro. I composti con riempitivi vengono usati per la

produzione di guarnizioni, guarnizioni sigillanti, o-ring, cuscinetti ecc.

Una classica applicazione del teflon è il rivestimento antiaderente di cui vengono dotate le padelle per cucinare (risulta infatti atossico).

Figura 7.6 Oggetti in PTFE



ABS - Acrilnitrile Butadiene Stirene

Come il PTFE è un tecnopolimero, la particolarità di questo materiale è che deriva dall'unione di 3 differenti polimeri allo scopo di sfruttare le caratteristiche migliori di ogni polimero, tra le caratteristiche per cui viene scelto presenta una buona resistenza all'impatto e facilità nella lavorazione.

I polimeri che lo compongono formano il suo nome, in particolare:

- Acrilnitrile: aumenta la resistenza termica, la resistenza chimica e la tenaci-

tà dell'ABS.

- Butadiene (è un elastomero): garantisce al polimero una buona resistenza agli urti.
- Stirene: fornisce la lucentezza superficiale, buona rigidità e facilità di lavorazione.

Le principali applicazioni del polimero sono:

- tubi di drenaggio, scarico e sfogo per gli edifici
- paraurti di auto e fasce laterali
- macchine da ufficio
- alloggiamento e custodie per computer
- scocche per telefonini
- condutture elettriche
- stampe 3D.

Figura 7.7 Usi dell'ABS



Il materiale di cui è fatto il flauto è ABS



PB - PoliButilene

Il polibutilene è un polimero che durante la prima fase di raffreddamento risulta gommoso e completa il raffreddamento (solidificazione) con un aumento tra le altre cose della rigidità e del modulo di elasticità.

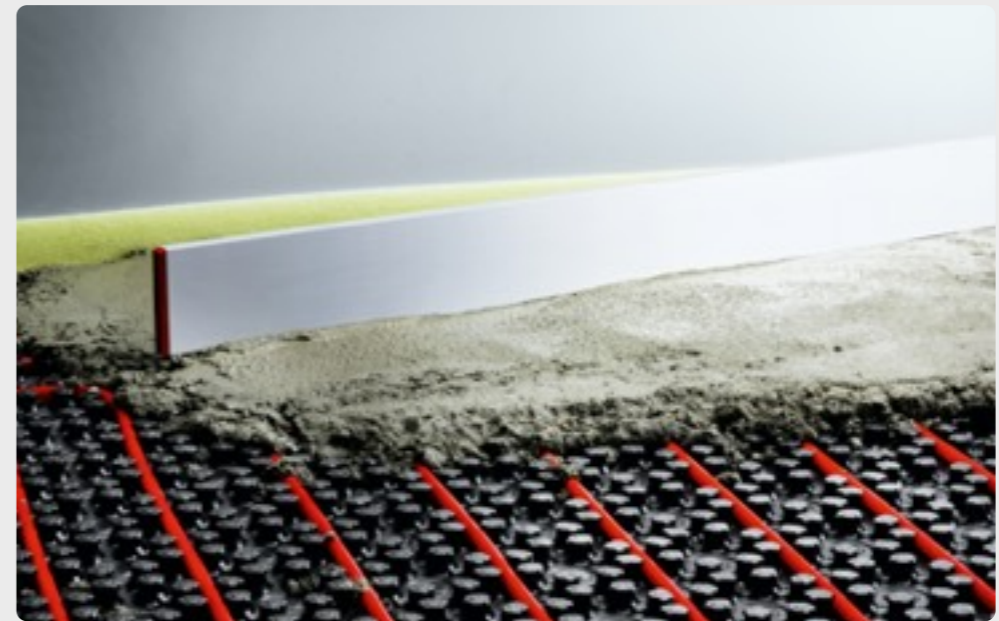
Presenta una densità di circa $910 \div 930 \text{ kg/m}^3$ e le sue caratteristiche meccaniche sono intermedie tra le caratteristiche del polietilene PE e del polipropilene PP. Per quanto riguarda le altre caratteristiche il polibutilene presenta:

- un'elevata resistenza nel tempo;
- ottimo comportamento nella resistenza all'abrasione;
- è fisiologicamente inerte (adatto per entrare in contatto con gli alimenti o acqua potabile);
- brucia facilmente, di conseguenza deve essere stabilizzato utilizzando degli additivi

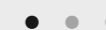
- alta resistenza agli acidi non ossidanti (), oli, grassi, alcool, idrocarburi alifatici (metano, butano, etilene, acetilene).


Nel mondo idraulico viene utilizzato prevalentemente come polimero per la formazione di raccordi o di tubi ad esempio nella realizzazione di impianti radianti a pavimento.

Figura 7.8 Polibutilene



Pavimento radiante realizzato con tubo il PB



A detailed view of a complex industrial hydraulic system. The image shows a dense network of metal pipes, valves, and a large central valve handle. The system is constructed from various materials, likely steel and cast iron, and is set against a dark, industrial background. The lighting highlights the metallic textures and the intricate connections of the machinery.

Materiali usati nel mondo idraulico

Impiego dei materiali principali

Acciaio (ferro)

- Tubazioni antincendio
- Tubi per acqua
 - Riscaldamento (tubo nero)
 - Acqua potabile (tubo zincato)
- Termoarredi

Ghisa

- Basamenti caldaie
- Caloriferi
- Raccordi (gomiti, T, ecc) per tubu in acciaio zincato
- Corpi valvole

Acciaio inossidabile

- Valvolame
- Tubazioni per il gas

- Corpi caldaia (es.: condensazione)
- Tubazioni per usi particolari
- Collettori
- Scambiatori di calore

Alluminio

- Caloriferi
- Raccorderie gas
- Componentistica per scaldabagno (caldaie) lato gas
- Caloriferi
- Corpi caldaia (in lega col silicio Si)

Rame

- Tubazioni di vario genere
 - Gas
 - Ossigeno
 - Acqua non potabile
 - Acqua calda per riscaldamento a radiatori e a pavimento
 - Refrigeranti

- Scambiatori di calore per scaldabagni e caldaie

Ottone

- Raccorderie rame - acciaio
- Corpi valvola
- Raccordi rame
- Rubinetterie

Polietilene PE (tubo nero)

Vengono saldati

- Gas (marcato giallo)
- Acqua fredda (marcato di blu)
- Per l'antincendio nelle tratte interrate (si utilizzano poi raccordi PE-Acciaio saldati)

Polietilene LDPE

- Irrigazione

Polivinilcloruro PVC (Tubo grigio)

Non si saldano ma si incollano

- Tubazioni per acqua da esterno (casi particolari)
- Scarichi

Polipropilene PP (tubo verde o blu)

Vengono saldati

- Acqua sanitaria (calda e fredda)
- Acqua per riscaldamento

Polibutene PB ()

- Riscaldamento a pavimento

Multistrato (tubo bianco)

- Acqua sanitaria (calda e fredda)
- Riscaldamento a radiatori o a pavimento

Politetrafluoroetilene PTFE

- Come nastro per guarnire i tubi
- Come tubo per utilizzi particolari a temperature elevate (>100)

Acrilonitrile Butadiene Stirene ABS

- Corpi di valvole

Classificazione dei materiali per uso

Tubazioni per acqua fredda sanitaria

- Acciaio (ferro) zincato
- Polietilene HDPE (nero con righe azzurre)
- Polipropilene PP (verde o blu)
- Multistrato

Tubazioni per acqua calda sanitaria

- Acciaio (ferro) zincato
- Polietilene HDPE (nero con righe azzurre)
- Polipropilene PP (verde o blu)
- Multistrato

Tubazioni per gli scarichi

- Polietilene PE (tubo nero - Geberit)
- Polivinilcloruro PVC (tubo grigio)

Tubazioni per riscaldamento a radiatori

- Polipropilene PP (verde o blu)
- Acciaio (ferro), tubo nero
- Multistrato

Tubazioni per riscaldamento a pavimento

- Rame
- Multistrato (tubo bianco)
- Polibutilene PB (tubo generalmente rosso)

Tubazioni antincendio

- Polietilene PP (tubo nero) nelle parti interrate
- Acciaio zincato nelle parti esposte

Raccordi per multistrato

- Ottone

Raccordi per rame

- Ottone
- Alluminio

Raccordi per acciaio

- Ghisa

- Ottone

Radiatori

- Ghisa
- Acciaio (termoarredi)
- Alluminio

Corpo valvole

- Ghisa
- Ottone
- ABS

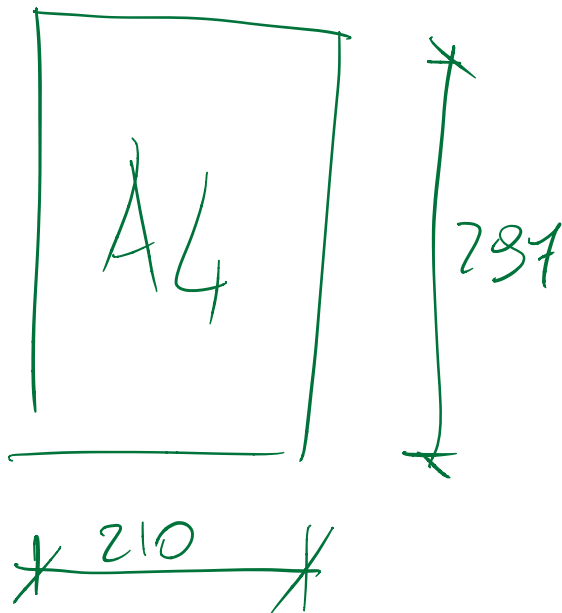
Tabelle

	Densità	Calore specifico Kcal/kg	Conducibilità termica W/m•K	Coefficiente di dilatazione termica 10⁻⁶ 1/°C
Aria secca (300K-1Atm)	1,225	240	0,026	/
Acqua	1000	1	0,60	
Ghiaccio	916,8	0,5	2,20÷2,50	
Rame	8930	0,095	390	16,6
Ferro	7870	0,12	79	10,8
Acciaio	7500÷8000	0,12	12÷30	11
Ghisa	7200	0,13	62	10,7
Alluminio	2700	0,21	220	23,4
Ottone	8220	0,094	111	19,3
HDPE	950	0,43	0,38	180
PP	930	0,48	0,15	23
PVC	1400	0,215	0,15	80
PTFE	2180	0,31	0,4	14
ABS	1060	0,334	0,15	50

		Elasticità N/mm ²	Carico N/mm ²	Allungamento
	Aria			
	Acqua			
	Ghiaccio			
Metalli	Rame	122000	200	
	Ferro	200000	400	
	Acciaio	200000	500÷1100	
	Ghisa	120000	125÷400	
	Alluminio	70000	220	
	Ottone	100000	210	
Polimeri	PE	700	22	50
	PP	1400	35	70
	PVC	3200	58	15
	PTFE	550	20	250
	ABS	2500	50	20

Diametro dei tubi

Tubo	DN	Diametro tubi in acciaio (mm)	Diametro tubi in PE, PVC (mm)
1/2"	15	21,3	20
3/4"	20	26,9	25
1"	25	33,7	32
1"1/4	32	42,4	40
1"1/2	40	48,3	50
2"	50	60,3	63
2"1/2	60÷65	76,1	75
3"	80	88,9	90-110
4"	100	114,3	110-125
5"	125	139,7	125-140
6"	150	168,3	160-180
8"	200	219,1	200-225
10"	250	273	250-280



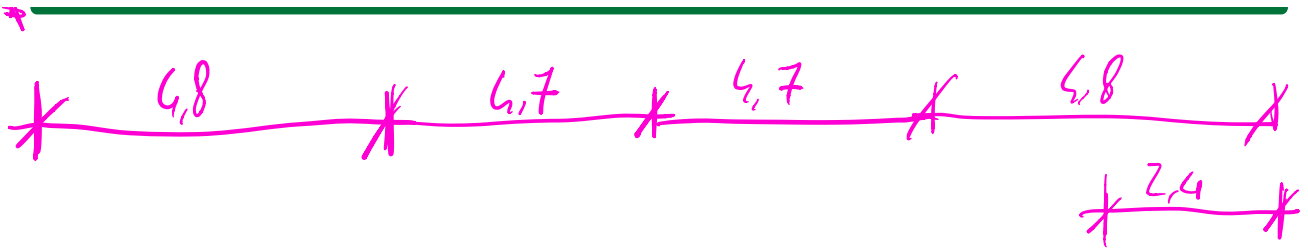
A3 420 x 297
 A2 420 x 594
 A5 210 x 148

IL CARTICCIO SERVE PER DARE LE INFORMAZIONI AL CLIENTE RIGUARDO:

- I MIEI DATI
- I DATI DEL DISEGNO
- I DATI DEL CLIENTE

LA SQUADRATURA È UN RITOCADRO, CHE FACIO ALL'INTERNO DEL FOGLIO, CHE DA MI ORDINE AL DISEGNO E DA I LIMITI ALLE DIMENSIONI DEL DISEGNO STESSO. LA SQUADRATURA VA TRACCIATA AD 1 CM DA OGNI LATO DEL FOGLIO, UTILIZZANDO LA LINEA PESANTE.





SCALE

LA SCALA È UNA CARATTERISTICA DEL MIO DISEGNO CHE MI PERMETTE DI RIPORTARE UN OGGETTO SUL MIO FOGLIO DI DIMENSIONI STANDARD (A0, A1, A2, ...). IN BASE AL DOVER RIMPICCIOLIRE O INGRANDIRE IL MIO DISEGNO SCEGLIERÒ SE UTILIZZARE UNA SCALA DI RIDUZIONE OPPURE DI INGRANDIMENTO.

SCALA **1:1** → IO STO DISEGNANDO CON LE DIMENSIONI REALI

SCALA **1:100** → IO STO DISEGNANDO CON DELLE DIMENSIONI INFERIORI RISPETTO ALLA REALTÀ

SCALA **10:1** → IO STO DISEGNANDO CON DELLE DIMENSIONI MAGGIORI RISPETTO ALLA REALTÀ

SCALA DI RIDUZIONE

1) 55 m 1:100 0,55 m 55 cm

2) 20 m 1:10 2 m 200 cm

PER CONVERTIRE UN VALORE DALLA REALTÀ AD UNA SCALA DI RIDUZIONE, DIVIDO IL VALORE DI PARTENZA PER IL NUMERO CHE STA ALLA DESTRA DEI DUE PUNTI.

$$1) \frac{55}{100} = 0,55$$

$$2) \frac{20}{10} = 2$$

SCALA DI INGRANDIMENTO

$$1) 6 \text{ mm} \quad 10:1 \quad 60 \text{ mm}$$

$$2) 3,5 \text{ mm} \quad 100:1 \quad 350 \text{ mm}$$

PER CONVERTIRE UN VALORE DALLA REALTÀ AD UNA SCALA DI INGRANDIMENTO, MOLTIPLICO IL VALORE DI PARTENZA PER IL NUMERO ALLA SINISTRA DEI DUE PUNTI.

$$1) 6 \times 10 = 60$$

$$2) 3,5 \times 100 = 350$$

UNITÀ MISURA PER LE DISTANZE (S.I.)

0,001 0,01 0,1 1 10 100 1000
Km hm dam m dm cm mm

metro (dmm cmm mmm)

$$1'000 \text{ Km} = 1'000'000 \text{ m}$$

$$1 \text{ km} = 1'000 \text{ m}$$

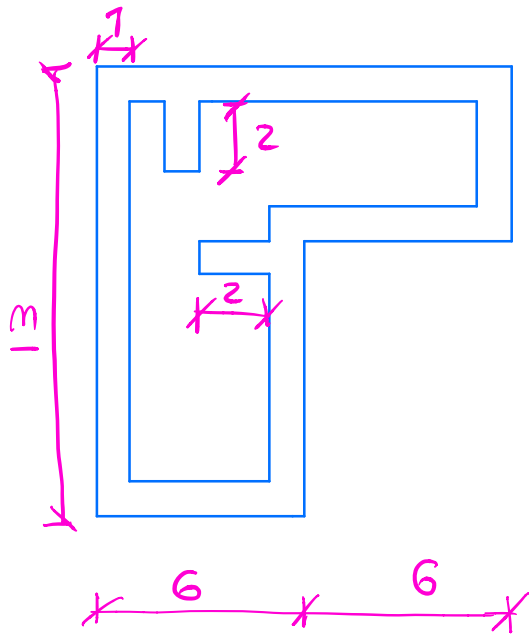
$$100 \text{ dam} = 10'000 \text{ dm}$$

$$1'000 \text{ dm} = 10 \text{ dam}$$

$$100 \text{ cm} = 0,01 \text{ hm}$$

$$10 \text{ mm} = 0,0001 \text{ km}$$

ESERCIZIO SULLE SCALE DA FARE SU CARTA MILLIMETRATA



MISURE IN METRI
SUL FOGLIO DI CARTA
MILLIMETRATA ESECUO IL
DISEGNO IN SCALA 1:100

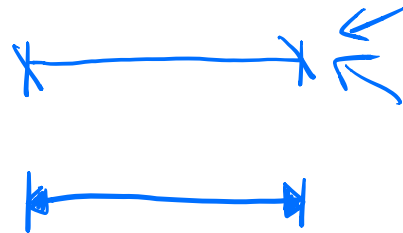
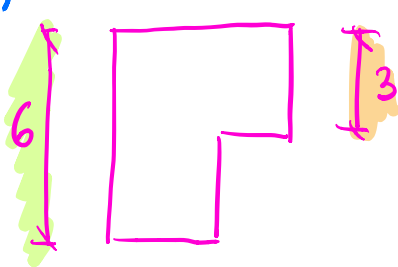


TIT: ESERCIZIO SCALE

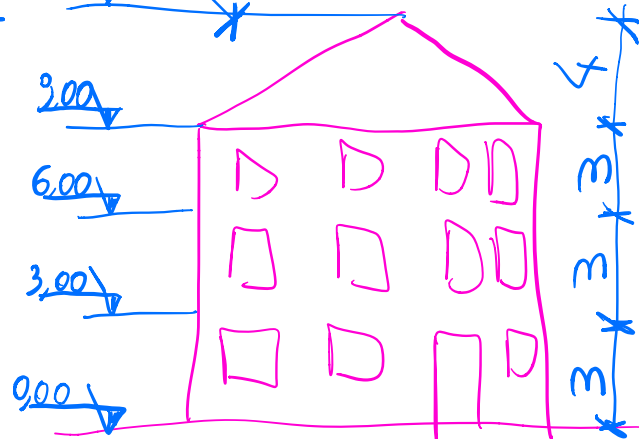
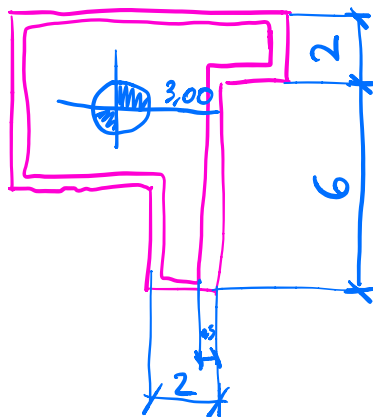
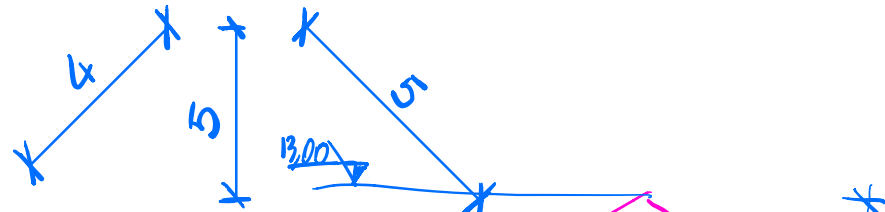
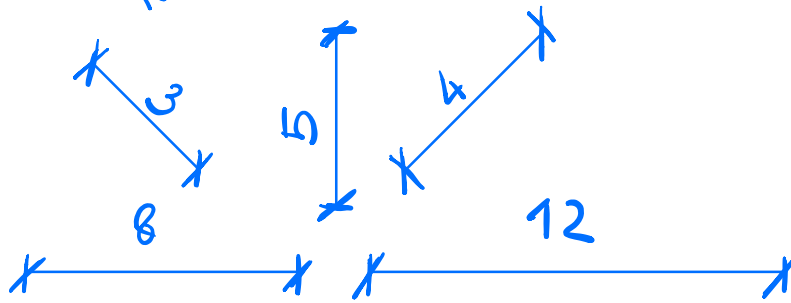
QUOTE (QUOTATURE)

DEFINISCO LE DIMENSIONI DI ALCUNE PARTI DELLA FIGURA. QUANDO IO INSERISCO LE QUOTE DI UNA FIGURA, IO SCRIVENDO SEMPRE LE MISURE REALI.

Ci sono **QUOTE PARZIALI** (INDICANO LE DIMENSIONI DI ALCUNE PARTI DEL DISEGNO) E POI LE **QUOTE TOTALI** (INDICANO LE DIMENSIONI DI ALCUNI SEGMENTI CHE CORRONO PER TUTTA LA LUNGHEZZA DELLA FIGURA).



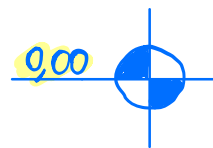
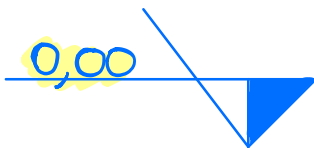
ORIENTAMENTO QUOTE



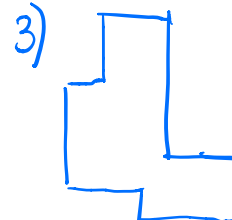
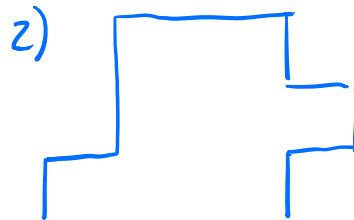
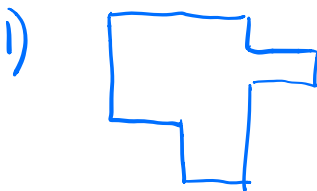
QUOTE ALTIMETRICHE

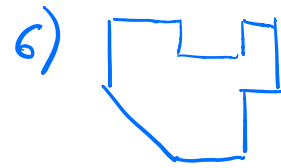
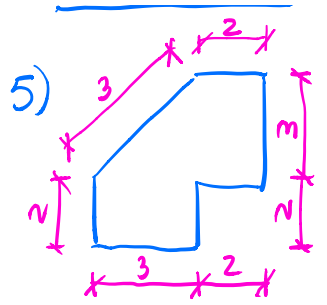
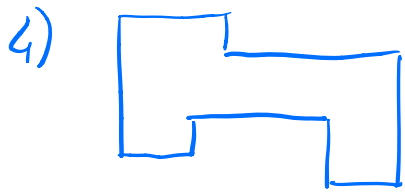
DI FRONTE

DAU'ALTO

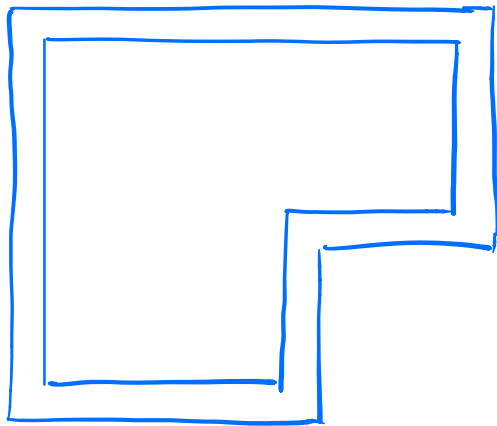


ESERCIZI:

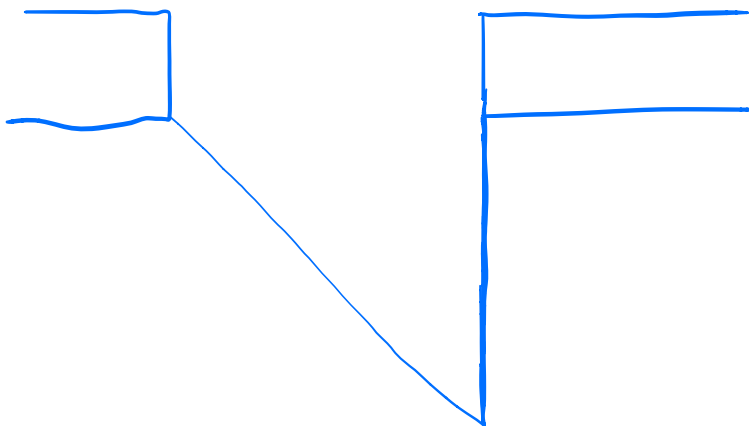




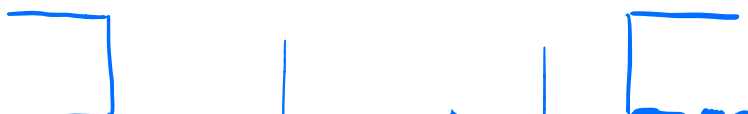
PARTI DI UNA PIANTA

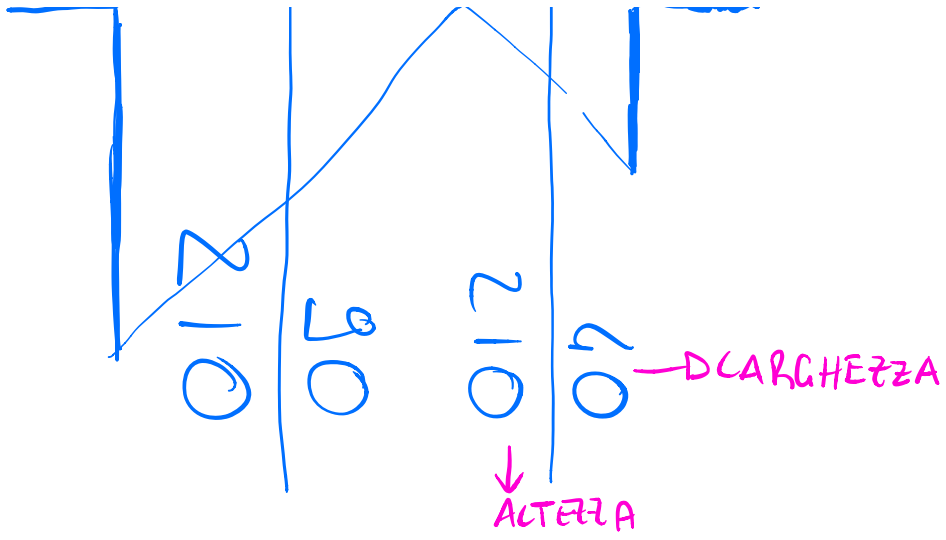


PORTA 1 BATTENTE

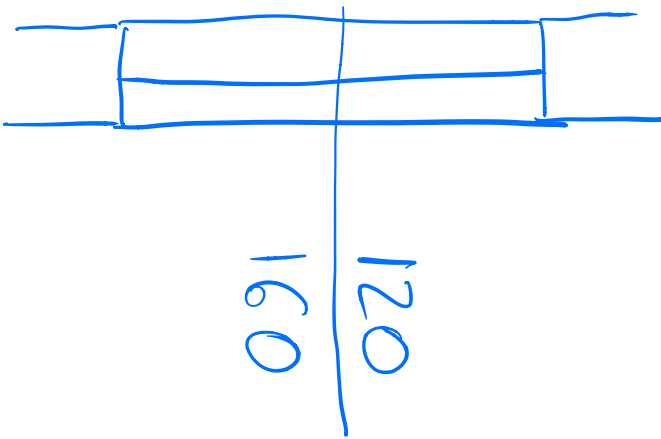


PORTA A 2 BATTENTI

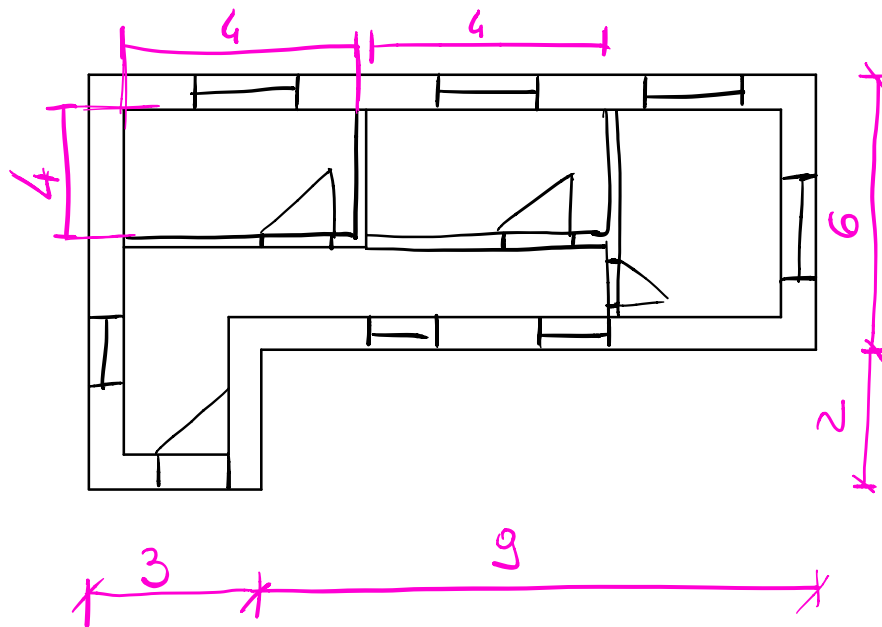




FINESTRA



ESERCIZIO:



SCALA 1:50

DIMENSIONE
FINESTRE:

- 3q L: 180 cm
H: 160 cm

- 2q L: 120 cm
H: 160 cm

- PORTE: L: 90 cm
H: 210 cm

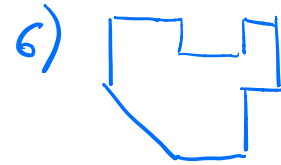
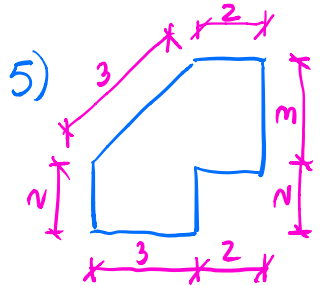
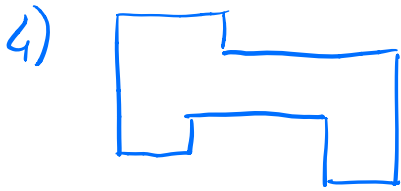
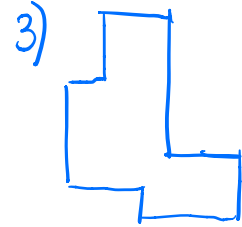
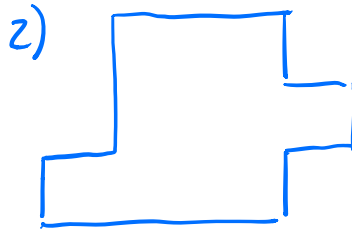
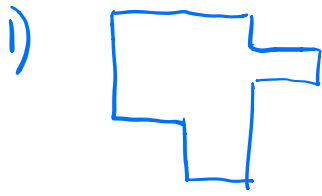
- MURR ESTERNI
L: 40 cm

- MURR INTERNI
L: 15 cm

$$\frac{3 \text{ m}}{50} = 0,06 \text{ m} = 6 \text{ cm}$$

$$40 \text{ cm} = 0,40 \text{ m} \rightarrow \frac{0,40}{50} = 0,8 \text{ cm}$$

ESERCIZI:



DOMANDE VARIANTE:

1) SAPENDO CHE UN FOGLIO A4 HA COSE DIMENSIONI 210×297 -
RICAVA LA MISURA DI UN FOGLIO A2 E UN FOGLIO A5 -

2) SPIEGA IN COSA CONSISTONO LE SCALE DI INGROSSAMENTO
E RIDUZIONE - FATTI UN ESEMPIO PER TIPO - RISOLVI LE SEGUENTI
TRASFORMAZIONI DI SCALA -

$25 \text{ cm} \rightarrow$ SCALA $1:100$

$42 \text{ cm} \rightarrow$ SCALA $3:1$

$37 \text{ cm} \rightarrow$ SCALA $1:10$

$15 \text{ cm} \rightarrow$ SCALA $8:1$

LA MISURA INDICATA È QUELLA IN SCALA REALE (1:1), SCRIVI LA
MISURA DOPO LA TRASFORMAZIONE -

3) A COSA SERVONO LE QUOTE? CHE CARATTERISTICHE DEVONO AVERE
LE QUOTE? INDICA QUI SOTTO COME SCRIVO LE QUOTE DI PORTE
E FINESTRE E COSA INDICANO I NUMERI -

4) IDENTIFICA I SIMBOLI DISEGNATI QUI SOTTO.



5) A COSA SERVE IL CARTIGLIO? CHE INFORMAZIONI CI POSSO
MOVARE DENTRO? DISEGNARE UNO QUI SOTTO ANCHE SENZA
RISPETTARE LE MISURE.

6) A COSA SERVE LA SEZIONE IN UN DISEGNO EDILIZIO?
IN COSA CONSISTE ESEGUIRE UNA SEZIONE?

7) ESEGUI IL RIDISEGNO DI QUESTA PIANA DI UN
APPARTAMENTO IN SCALA 1:100. PER PRENDERE LE
MISURE UTILIZZA IL RIGHELLO.

DISEGNO DI IMPIANTI TERMIDRAULICI:

SIMBOLOGIA NECESSARIA:

 = VALVOCA A SFERA

 = TERMOSIFONE

 = CALDAIA

M _____ = TUBO DI
MANDATA

C1
 = COLLETTORE

 = VALVOCA DI INTERCETTAZIONE

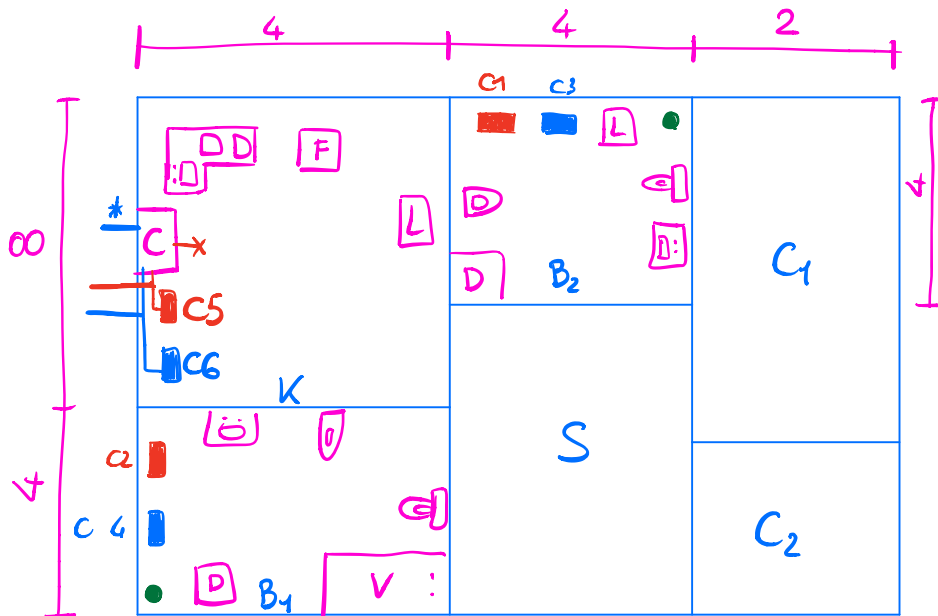
 = IDENTIFICAZIONE FAN COIL/VENTIL.

R _____ = TUBO DI RITORNO

INFORMAZIONI UTILI:

- I VARI SANITARI O COMPONENTI DEVONO ESSERE DISEGNATI RAPPRESENTANDO PIÙ O MENO LA LORO FORMA REALE
- IL PERCORSO DEI TUBI DEVE ESSERE CONGRUENTE CON LA POSIZIONE DI MURI E PILASTRI
- I COLLETTORI DEVONO ESSERE UNO PER LA CALDA E UN PER LA FREDDA
- LE MANDATE DEVONO ESSERE IDENTIFICATE IN BASE AL LORO SCOPO

TAVOLA 6:



* ACQUEDOTTO → LINEA RISCALDAMENTO

INSERIRE GLI ELEMENTI SANITARI NEI BAGNI COSÌ DIVISI:

B_1 = LAVABINO, WATER, BIDET, VASCA, DOCCIA

B_2 = LAVABINO, WATER, BIDET, LAVATRICE, DOCCIA

IN CUCINA INSERIRE:

K = LAVABINO, CALDAIA, FRIGORIFERO, LAVASTOVIGLIE

INSERIRE LE VARIE TUBAZIONI PER COLLEGARE ACQUEDOTTO E CALDAIA AI COLLETTORI E I COLLETTORI AI VARI COMPONENTI.

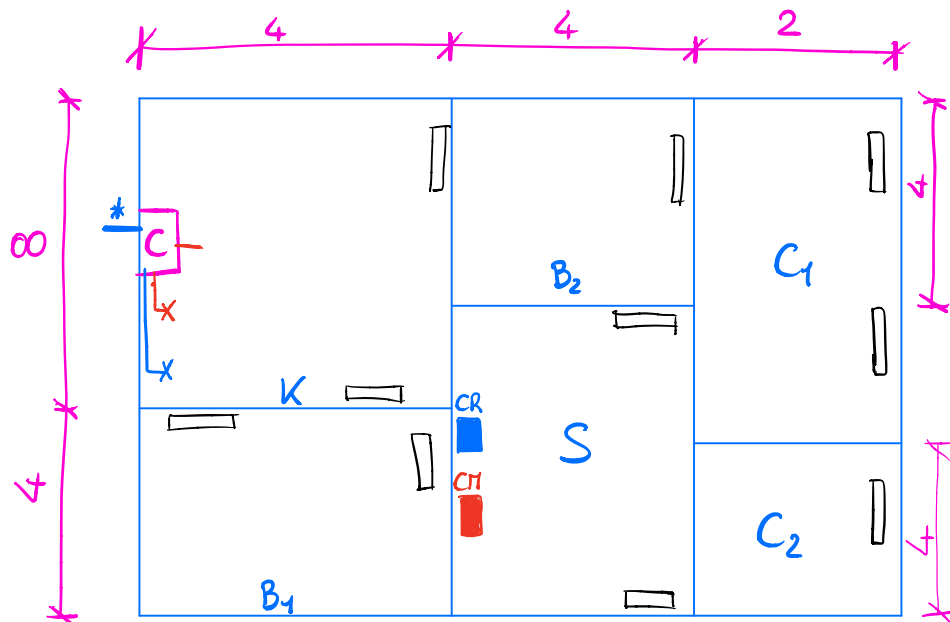
GLI UNICI COMPONENTI DI CUI MANUTENERE LA POSIZIONE SONO LA CALDAIA, TUTTI I COLLETTORI E LE COLONNE (PALINO VERDE).

TUTTI I COMPONENTI POSSONO ESSERE DISEGNATI SEMPLIFICATI

RAPPRESENTANDOLI COME QUADRATI DA $1\text{cm} \times 1\text{cm}$ OPPURE $0,8\text{cm} \times 0,8\text{cm}$.

NELLA PARTE VUOTA DEL FOGLIO INSERIRE I m DI TUBO NECESSARI.

TAVOLA COMPITI ESTIVI





PARTENDO DALLA CALDAIA STIPERIRE LE TUBAZIONI PER COLLEGARE IL COLLETTORE CON I TERZOSIFONI. NELLA PARTE VUOTA DEL FOGLIO FARE IL COLTIO DEI METRI DI TUBAZIONE NECESSARIA. I TERZOSIFONI VANNO RAPPRESENTATI COME RETTANGOLI DA 1cm x 0,3 cm. I COLLETTORI DI MANDATA + RITORNO SONO DA COLLEGARE AD OGNI TERZOSIFONE. I TERZOSIFONI SONO INDICATI IN NERO.

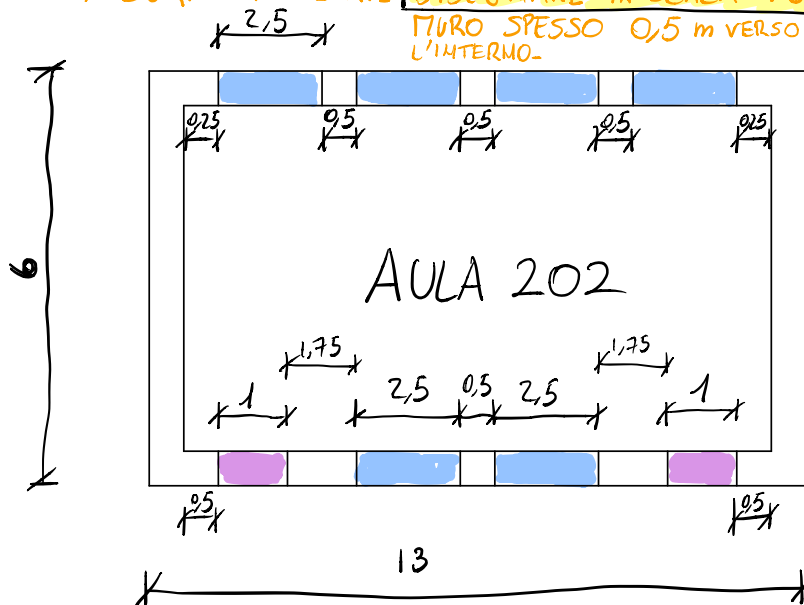
TAVOLA 1

UTILIZZARE LA SIMBOLOGIA VISTA IN CLASSE PER MURI, PORTE e FINESTRE. MISURE IN METRI. **DISEGNARE IN SCALA 1:50.**

MURO SPESSO 0,5 m VERSO L'INTERNO.

 = FINESTRE

 = PORTE



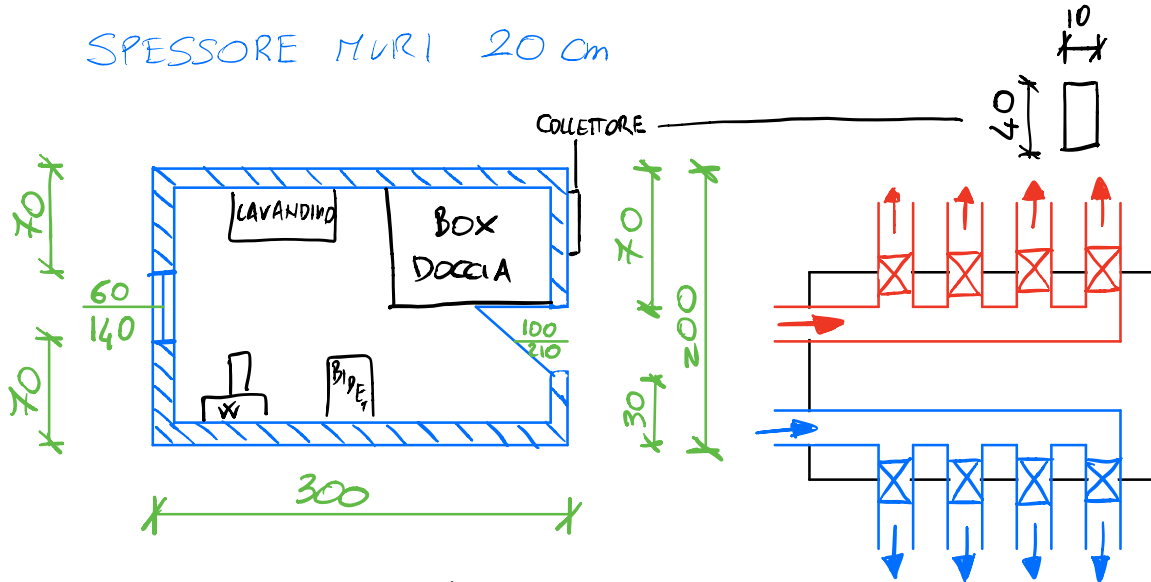
NELLA PARTE IN BASSO A SINISTRA INDICARE:

NOME, COGNOME, CLASSE, DATA, SCALA e TAV. n°

TAVOLA 5 - BAGNO APPARTAMENTO

SCALA 1:20

SPESSORE MURI 20 cm



ELEMENTI DA INSERIRE (CERCARE LE MISURE DEI SINGOLI ELEMENTI SUGLI APPUNTI):

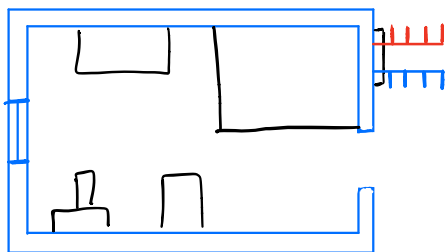
- | | |
|-----------------------|-------|
| - BIDET | C + F |
| - BOX DOCCIA (50x120) | C + F |
| - COLLETORE | - - |
| - LAVANDINO | C + F |
| - WATER | - F |

ESEGUIRE IL CALCOLO DEI mq CALPESTABILI:

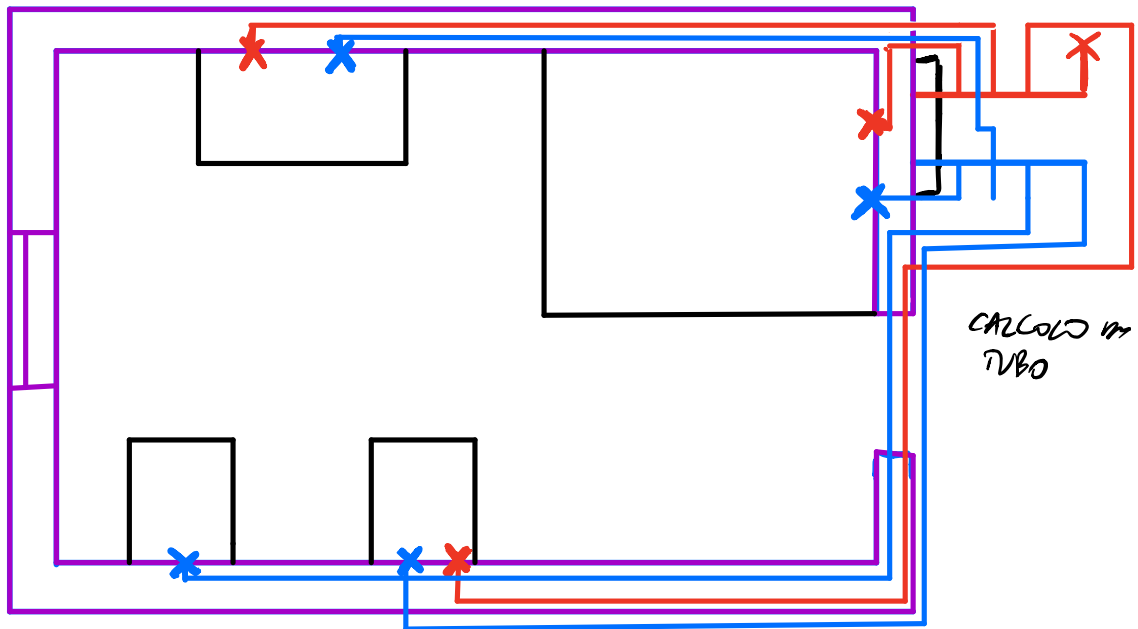
300 cm → 3 m 200 cm → 2 m 20 cm → 0,2 m

3 - 0,4 = 2,6 m 2 - 0,4 = 1,6 m $mq = 2,6 \cdot 1,6 = 4,16 \text{ m}^2$

SU UN ALTRO FOGLIO DI CARTA MILLIMETRATA RIFARE IL DISEGNO COME RIPRODOTTO SOTTO:



LE TUBAZIONI CHE ESCONO DAL COLLETORE SONO DA ESEGUIRE UTILIZZANDO LA PENNA ROSSA e BLU.



QUANTO TUBO MI OCCORRE \rightarrow m.

CONTO IL NUMERO DI "X" CHE HO MESSO \rightarrow

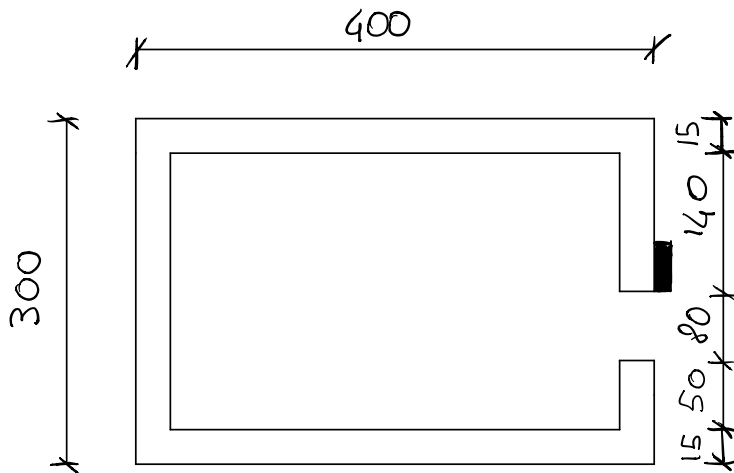
NOME	QUANTITÀ	PREZZO	TOT
TUBO 1/2"	--- m	4€	
VALVOA SFERA	---	3,5€	
TOT.			---

$$17 : 20 = 13 \text{ cm}$$

$$300 : 20 = 12 \text{ cm}$$

$$13 \cdot 20 = 360 \text{ cm} \rightarrow 3,6 \text{ m}$$

TAVOLA 6 - BAGNO CIECO



- ESEGUIRE IL CALCOLO DEI METRI DI TUBO NECESSARI ED ESEGUIRE UN CALCOLO DEL COSTO TOTALE DEL TUBO.

- ATTACCHI ACQUA ELEMENTI DA INSERIRE:

• BIDET	C	F
• DOCCIA	C	F
• LAVANDINO	C	F
• WATER	-	F
• VASCA	C	F

ESEMPIO CONVERSIONE SCALA:

1:40

$$15 \text{ cm} \rightarrow \frac{15}{40} = 0,375 \rightarrow 0,40 \text{ cm}$$

$$80 \text{ cm} \rightarrow \frac{80}{40} = 2,00 \rightarrow 2 \text{ cm}$$

$$140 \text{ cm} \rightarrow \frac{140}{40} = 3,50 \rightarrow 3,5 \text{ cm}$$

- SCALA 1:40.
- SPESSORE MURO 15cm.
- IPOTIZZARE UNA NUOVA COSTRUZIONE, I TUBI POSSONO PASSARE NEL PAVIMENTO.
- CALCOLARE i mq.
- POSIZIONARE ALL'INTERNO DEL BAGNO: BIDET, DOCCIA, LAVANDINO, WATER e VASCA.
- POSIZIONARE GLI ATTACCHI DI ACQUA CALDA e FREDDA PER OGNI SANITARIO.
- ESEGUIRE IL DISEGNO DELLE TUBAZIONI DI ACQUA CALDA E FREDDA PARTENDO DAL COLLETTORE. (■) INSERIRE STACCHI SUFFICIENTI DAL COLLETTORE IN BASE AGLI ELEMENTI DA INSERIRE.

ELEMENTI CUCINA

LAVANDINO		F	C
FRIGORIFERO		F	
CALDAIA/SCALDABALNO	G	F	
LAVASTOVIGLIE		F	
LAVATRICE		F	
FREEZER		F	
FRIGORIFERO			
PIANO COTTURA	G		
DEPURATORE		F	
FRIGORIFERO			
FORNO	G		

DIMENSIONI ELEMENTI (mm)

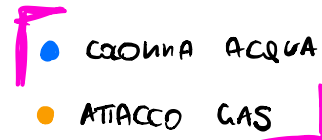
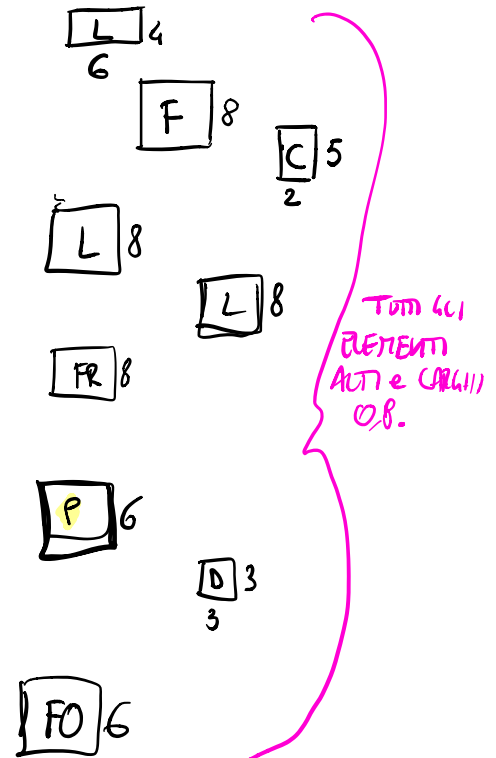
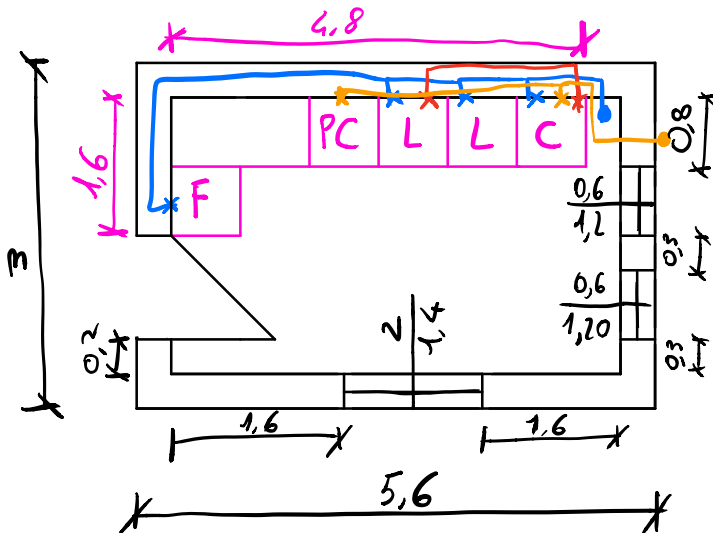


TAVOLA 7 - CUCINA

SCALA 1:50 MURO = 0,2
PESSE-



- SOLITO CALCOLO DEI mq
- CALCOLO METRI TUBO, CONTEGGIO GOMITI, CONTEGGIO VALVOLE e TEE
- PREVENTIVO:

TUBO H ₂ O	4€/m
TUBO GAS	8€/m
VALVOLE	7€/cad
GOMITI	3€/cad
TEE	35€/cad
- FARE CARTICLINO

TUBO H₂O: 3 m (FREDDA + CALDA)

TUBO GAS: 3 m

VALVOLE: 8

GOMITI: 6

TEE: 4

COMP.	Q. TA'	COSTO U.	COSTO TOT.
TUBO H ₂ O	3 m	4 €/m	36 €
TUBO GAS	3 m	8 €/m	24 €
VALVOLE	8	7 €/cad	56 €
GOMITI	6	3 €/cad	18 €
TEE	4	3,5 €/cad	14 €
TOT			168 €

RILIEVO:

IL RILIEVO È LA MISURAZIONE DI UN DETERMINATO AMBIENTE / APPARTAMENTO IN TUTTO DA POTERLO DISEGNARE E SUCCESSIVAMENTE UTILIZZARLO PER ESEGUIRE PREVENTIVI / LISTE MATERIALE.

GLI STRUMENTI NECESSARI PER ESEGUIRE UN RILIEVO SONO:

- METRO A NASTRO / METRO DA PUNTORE / BINDELLA / DISTANZIOMETRO
- FOGLIO DI CARTA / TABLET
- PASTIGLIA / PENNA

LE ATTENZIONI DA AVERE MENTRE FACCIAMO UN RILIEVO SONO:

- TENERE IL METRO DIRITTO
- SEGNARE LA POSIZIONE E DIMENSIONE DEGLI ARREDI / SANITARI
- SEGNARE LA POSIZIONE E DIMENSIONE DI PORTE E FINESTRE
- ESEGUIRE SOMME E DIFFERENZE (ALLA FINE DEL RILIEVO) PER VERIFICARE LE MISURE (ERRORE INFERIORE A 5 cm)

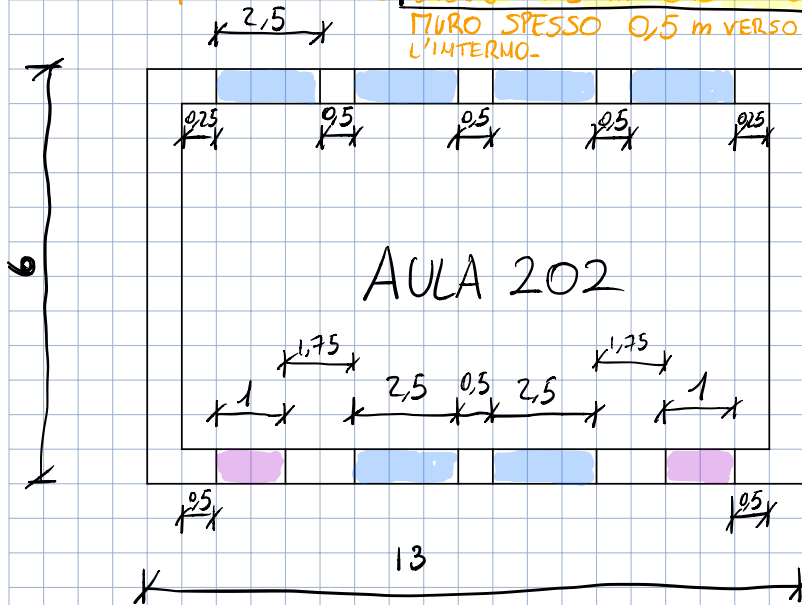
STEP DA SEGUIRE NELLA REALIZZAZIONE DEL RILIEVO:

- ESEGUIRE UNO SCATTO DEL LOCALE DA MISURARE (MURI, PORTE, FINESTRE e MOBILI)
- MISURARE LE LUNGHEZZE DEI MURI, LE DIMENSIONI DI PORTE E FINESTRE, SPESSORE DEI MURI, DIMENSIONI DEI MOBILI E ALTEZZA DEL LOCALE
- VERIFICA DELLE MISURE PRESE
- REALIZZARE "IN BELLA" IL DISEGNO

TAVOLA 1

UTILIZZARE LA SIMBOLOGIA VISTA IN CLASSE PER MURI, PORTE e FINESTRE.
MISURE IN METRI. **DISEGNARE IN SCALA 1:50.**

MURO SPESSE 0,5 m VERSO L'INTERNO.



■ = FINESTRE

■ = PORTE

NELLA PARTE IN BASSO
A SINISTRA INDICARE:

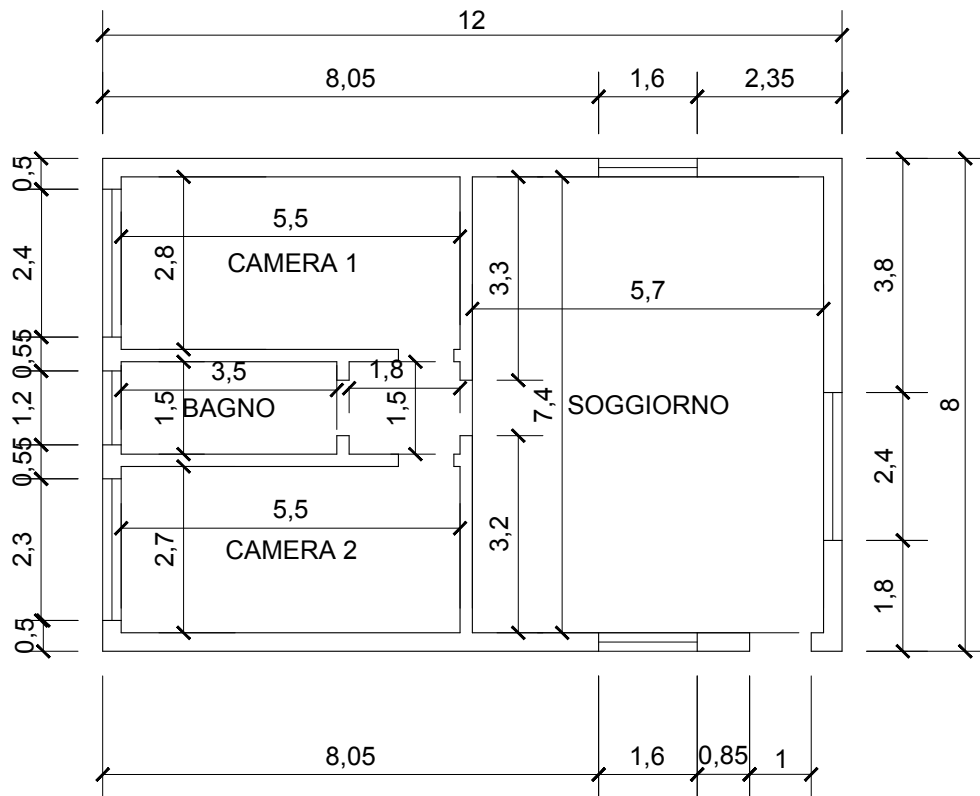
NOME, COGNOME, CLASSE,
DATA, SCALA e TAV. n°

TAVOLA 2 - SCALA 1:50

Ridisegnare questo appartamento in scala 1:50.

Tutti i muri esterni hanno spessore 30cm, i muri interni hanno spessore 20cm. Le porte interne hanno una larghezza di 90cm e una altezza di 210cm. Tutte le finestre hanno una altezza di 180cm. Inserire le quote di porte, finestre, dimensioni totali dell'appartamento e una per ogni stanza.

PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION



PRODUCED BY AN AUTODESK STUDENT VERSION

TAVOLA 3 - Condominio - SCALA 1:100

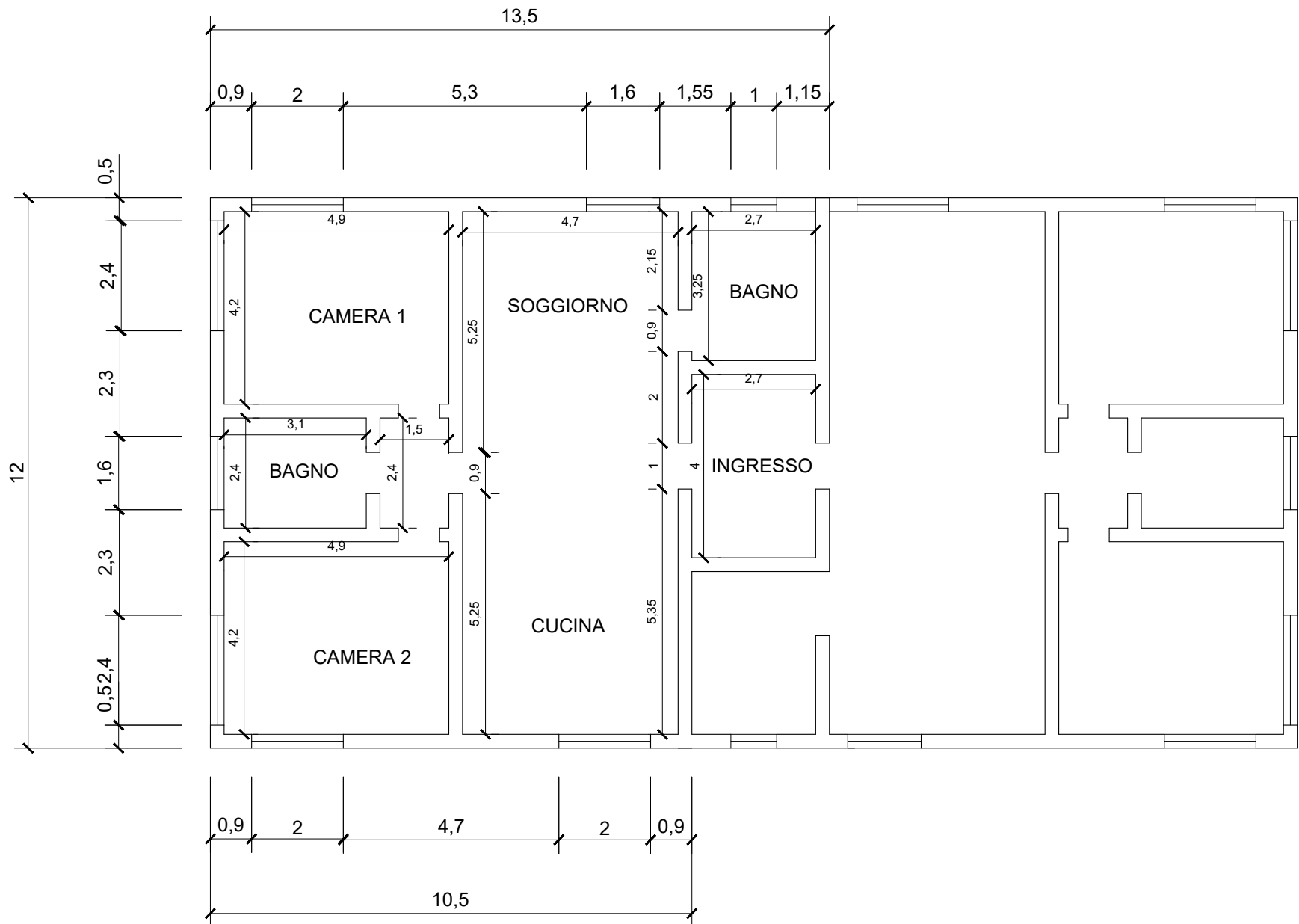
Ridisegnare questo piano di condominio in scala 1:100.

Tutti i muri hanno spessore 30cm. Le porte interne hanno una larghezza di 90cm e una altezza di 210cm. Tutte le finestre hanno una altezza di 180cm. Inserire le quote di porte, finestre, dimensioni totali dell'appartamento e una quota per ogni stanza.

Eeguire il calcolo dei metri quadri di ogni locale, indicare il valore sotto il nome del locale.

L'appartamento di destra è speculare a quello di sinistra, le dimensioni sono le stesse.

REALIZZATO CON UN PRODOTTO AUTODESK VERSIONE PER STUDENTI

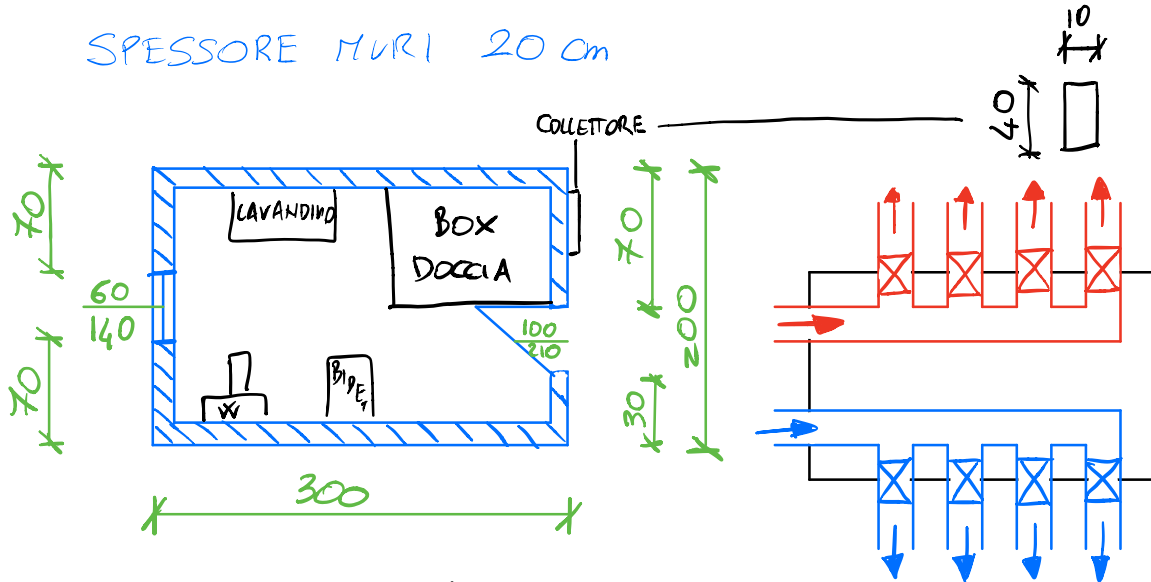


REALIZZATO CON UN PRODOTTO AUTODESK VERSIONE PER STUDENTI

TAVOLA 5 - BAGNO APPARTAMENTO

SCALA 1:20

SPESSORE MURI 20 cm



ELEMENTI DA INSERIRE (CERCARE LE MISURE DEI SINGOLI ELEMENTI SUGLI APPUNTI):

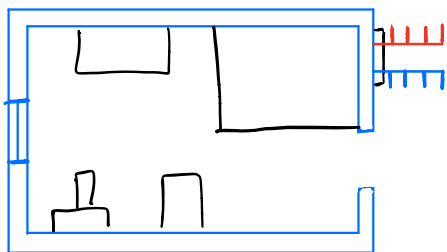
- | | |
|-----------------------|-------|
| - BIDET | C + F |
| - BOX DOCCIA (50x120) | C + F |
| - COLLETORE | - - |
| - LAVANDINO | C + F |
| - WATER | - F |

ESEGUIRE IL CALCOLO DEI mq CALPESTABILI:

300 cm → 3 m 200 cm → 2 m 20 cm → 0,2 m

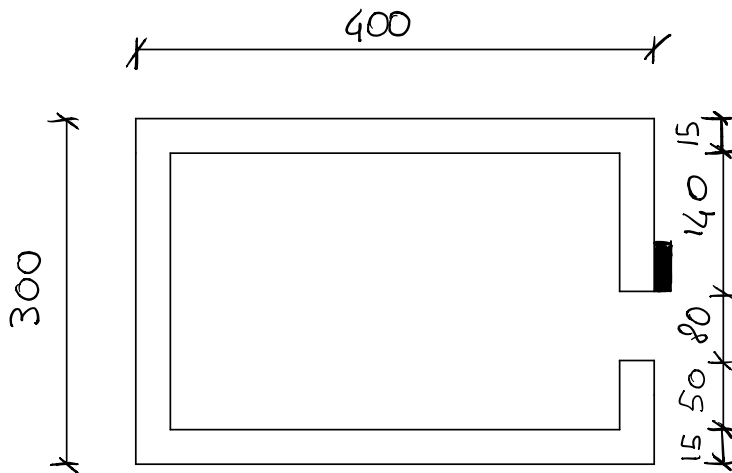
3 - 0,4 = 2,6 m 2 - 0,4 = 1,6 m $mq = 2,6 \cdot 1,6 = 4,16 \text{ m}^2$

SU UN ALTRO FOGLIO DI CARTA MILLIMETRATA RIFARE IL DISEGNO COME RIPRODOTTO SOTTO:



LE TUBAZIONI CHE ESCONO DAL COLLETORE SONO DA ESEGUIRE UTILIZZANDO LA PENNA ROSSA e BLU.

TAVOLA 6 - BAGNO CIECO



• ESEGUIRE IL CALCOLO DEI METRI DI TUBO NECESSARI ED ESEGUIRE UN CALCOLO DEL COSTO TOTALE DEL TUBO.

• ATTACCHI ACQUA ELEMENTI DA INSERIRE:

- | | | |
|-------------|---|---|
| • BIDET | C | F |
| • DOCCIA | C | F |
| • LAVANDINO | C | F |
| • WATER | - | F |
| • VASCA | C | F |

• SCALA 1:40.

• SPESSORE MURO 15cm.

• IPOTIZZARE UNA NUOVA COSTRUZIONE, I TUBI POSSONO PASSARE NEL PAVIMENTO.

• CALCOLARE i mq.

• POSIZIONARE ALL'INTERNO DEL BAGNO: BIDET, DOCCIA, LAVANDINO, WATER e VASCA.

• POSIZIONARE GLI ATTACCHI DI ACQUA CALDA e FREDDA PER OGNI SANITARIO.

• ESEGUIRE IL DISEGNO DELLE TUBAZIONI DI ACQUA CALDA E FREDDA PARTENDO DAL COLLETTORE (■) INSERIRE STACCHI SUFFICIENTI DAL COLLETTORE IN BASE AGLI ELEMENTI DA INSERIRE.

ESEMPIO CONVERSIONE SCALA:

1:40

$$15 \text{ cm} \rightarrow \frac{15}{40} = 0,375 \rightarrow 0,40 \text{ cm}$$

$$80 \text{ cm} \rightarrow \frac{80}{40} = 2,00 \rightarrow 2 \text{ cm}$$

$$140 \text{ cm} \rightarrow \frac{140}{40} = 3,50 \rightarrow 3,5 \text{ cm}$$

ELEMENTI CUCINA

LAVANDINO	F	C
FRIGORIFERO	F	
CALDAIA/SCALDABALNO	G	F
LAVASTOVIGLIE	F	
LAVATRICE	F	
FREEZER	F	
FRIGORIFERO		
PIANO COTTURA	G	
DEPURATORE	F	
FRIGORIFERO		
FORNO	G	

DIMENSIONI ELEMENTI (mm)

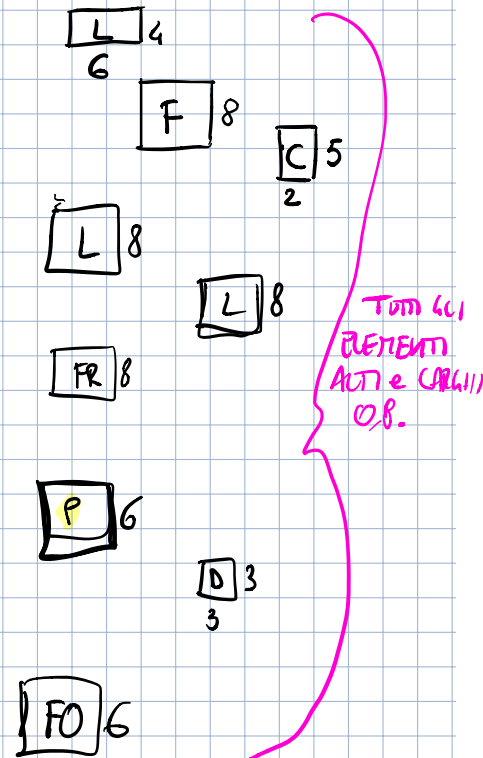
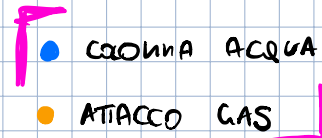
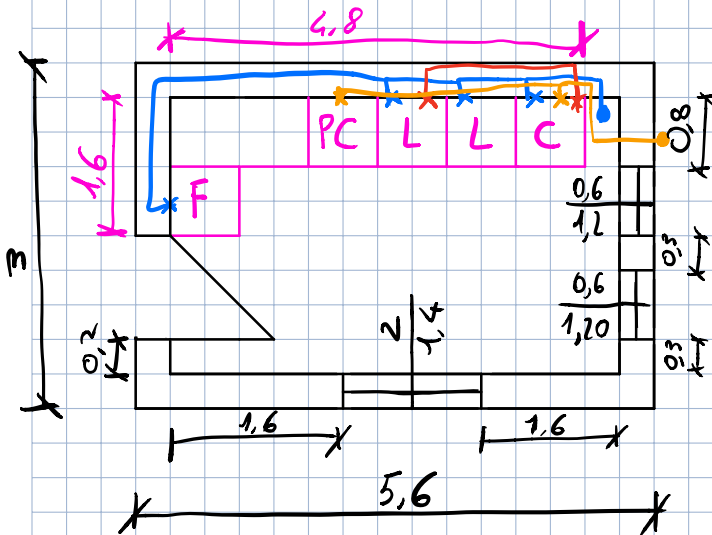


TAVOLA 7 - CUCINA

SCALA 1:50 MURO = 0,2
PESSE-



- SOLITO CALCOLO DEI mq
- CALCOLO METRI TUBO, CONTEGGIO GOMITI, CONTEGGIO VALVOLE e TEE
- PREVENTIVO:

TUBO H ₂ O	4€/m
TUBO GAS	8€/m
VALVOLE	7€/cad
GOMITI	3€/cad
TEE	35€/cad

• FARE CARTIGLIO