

Fenomeni alla superficie di separazione fra sostanze diverse

Quando si deposita una goccia di liquido su una superficie solida, il liquido può

- spargersi sulla superficie (acqua)
- rapprendersi formando una goccia (mercurio)

Questo diverso comportamento dipende dalle intensità relative delle forze di coesione e di adesione

La risultante delle forze di interazione molecolare su una molecola è denominata **forza di coesione**, se si sviluppa fra molecole identiche, **forza di adesione**, se si sviluppa fra molecole diverse.

forze di coesione $\Rightarrow$ tengono insieme le sostanze

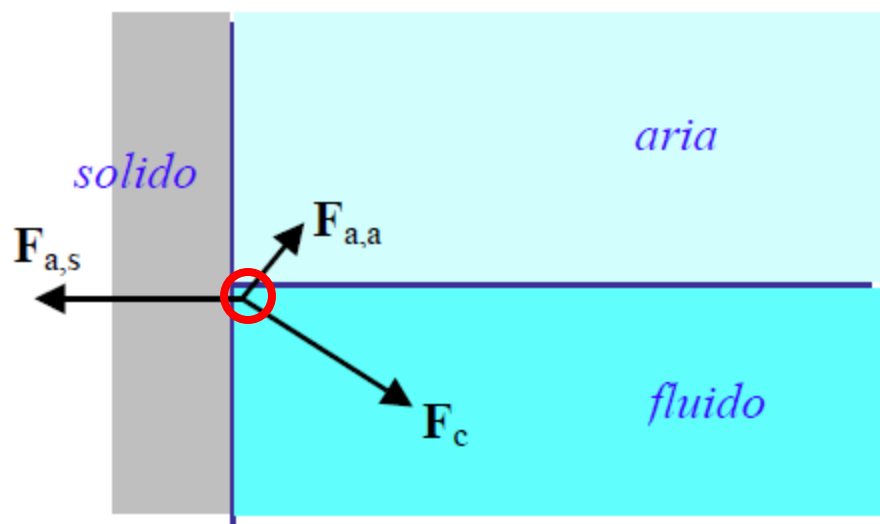
forze di adesione $\Rightarrow$ fanno attrarre sostanze diverse (acqua su vetro)

La condizione di equilibrio di un fluido in presenza di più sostanze è determinata dalla reciproca intensità delle forze di adesione e coesione.

Esempio: fluidi a contatto con la parete solida del contenitore (acqua in un bicchiere a contatto con l'aria) .

Le molecole di un liquido in vicinanza della parete sentono la forza di coesione del fluido F_c diretta verso l'interno del fluido, la forza di adesione liquido-gas $F_{a,a}$ diretta verso l'interno del gas, la forza di adesione liquido-solido $F_{a,s}$ diretta verso l'interno del solido.

La $F_{a,a}$ è così debole da poter essere trascurata.

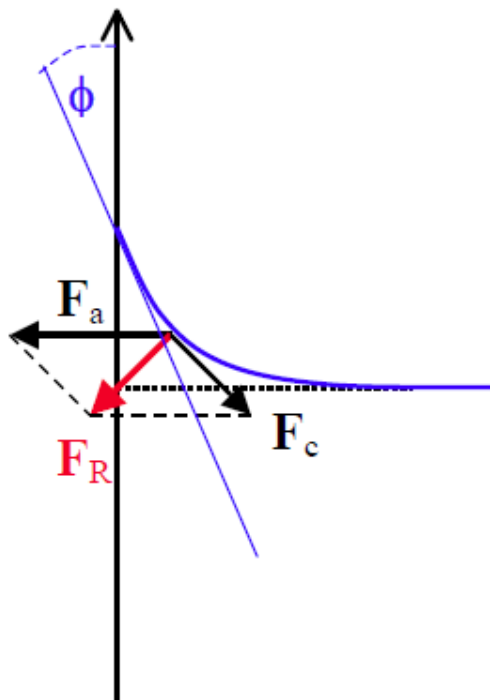


Le restanti due forze, vista la loro direzione e verso, non possono avere risultante nulla $\Rightarrow$ all'equilibrio **la superficie libera del fluido deve essere ortogonale** alla risultante delle forze agenti.

Si possono avere due casi:

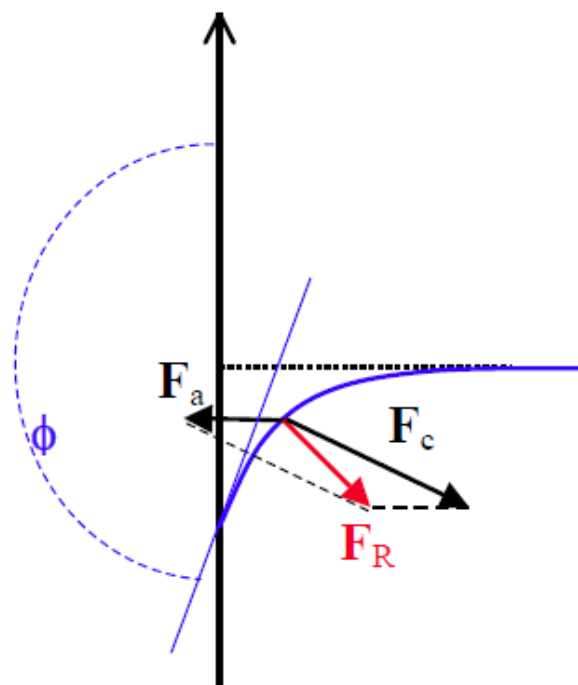
a)

$$|\vec{F}_a| > |\vec{F}_c|$$



b)

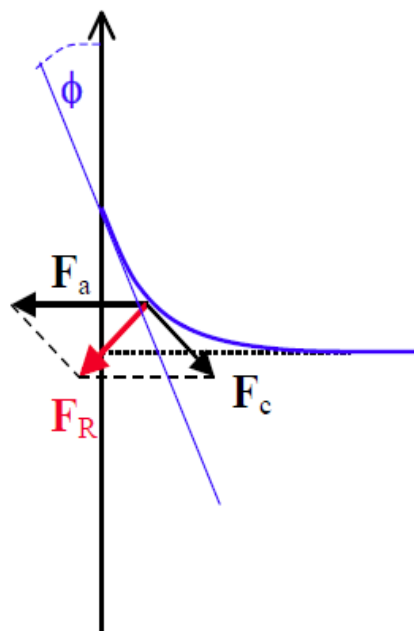
$$|\vec{F}_a| < |\vec{F}_c|$$



ϕ = **angolo di raccordo** (angolo fra la tangente alla superficie del liquido, nel punto di contatto con la parete, e la verticale ascendente)

a)

$$|\vec{F}_a| > |\vec{F}_c|$$



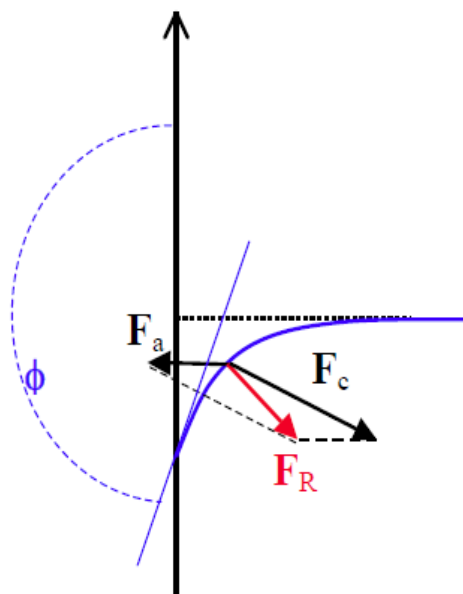
Innalzamento del liquido
lungo la parete $\Rightarrow$

il liquido bagna la parete

ovvero: $0 < \phi < \pi/2$

b)

$$|\vec{F}_a| < |\vec{F}_c|$$

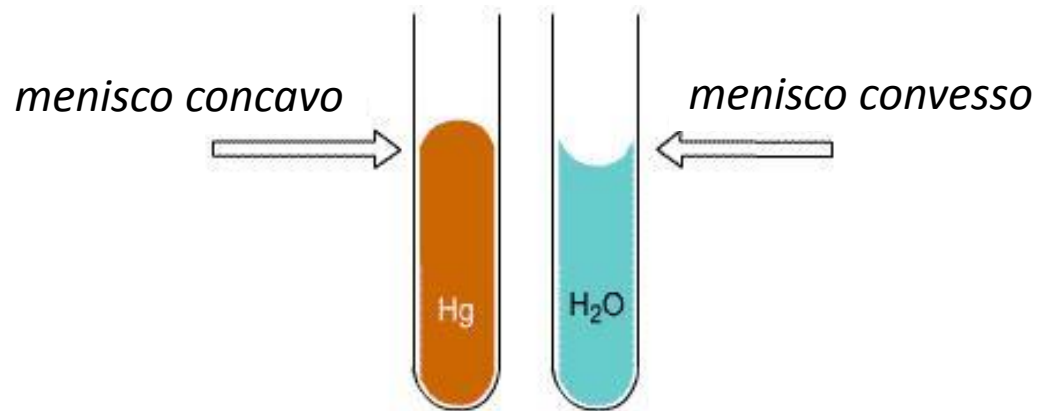


Allontanamento del liquido
dalla parete $\Rightarrow$

il liquido non bagna la parete

ovvero: $\pi/2 < \phi < \pi$

L'angolo di raccordo ϕ dipende dalla coppia liquido-solido



Bagnabilità

Perché un tessuto asciuga bene l'acqua mentre un altro sembra rifiutarla?
Perché l'acqua si raccoglie in grosse gocce su di una superficie unta e forma invece un film aderente su di una superficie pulita?

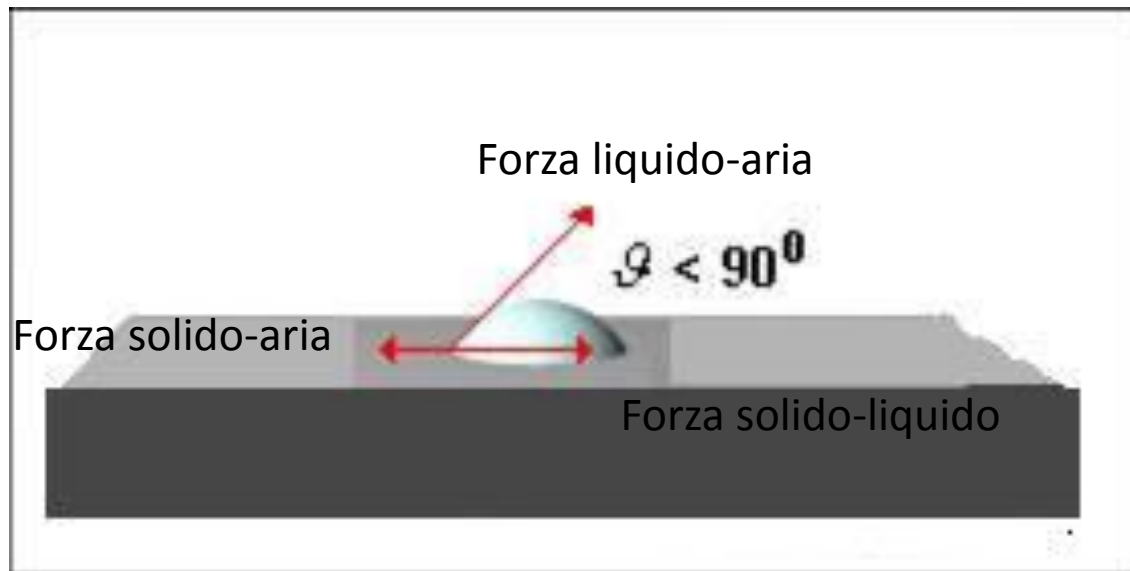
Una goccia di un liquido che venga deposta su di una superficie solida vi aderisce in modo maggiore o minore a seconda della natura del liquido e di quella del solido.

Anche questo fenomeno dipende dal bilanciamento fra forze di coesione e forze di adesione.

Quando le forze di adesione sono grandi rispetto alle forze di coesione, il liquido tende a bagnare la superficie, quando invece le forze di adesione sono piccole rispetto a quelle di coesione, il liquido tende a "rifiutare" la superficie. A questo proposito si parla di bagnabilità fra liquidi e solidi.

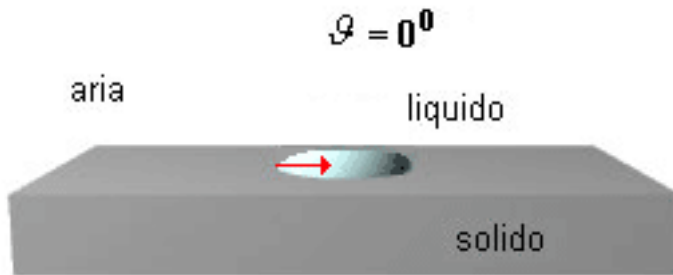
Per esempio, l'acqua bagna il vetro pulito, ma non bagna la cera.

La **bagnabilità** è completamente descritta dall'angolo di contatto,
definito come:
l'angolo formato dall'incontro dell'interfaccia liquido-aria con
l'interfaccia liquido-solido

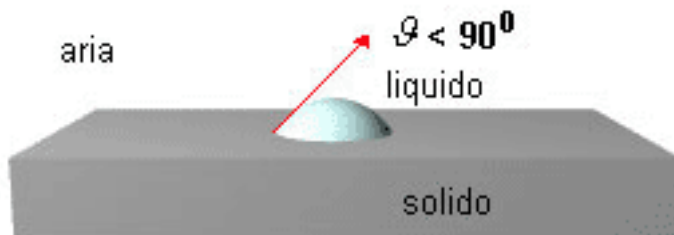


Rappresentazione delle forze superficiali agenti su una goccia di liquido depositata su una superficie solida.

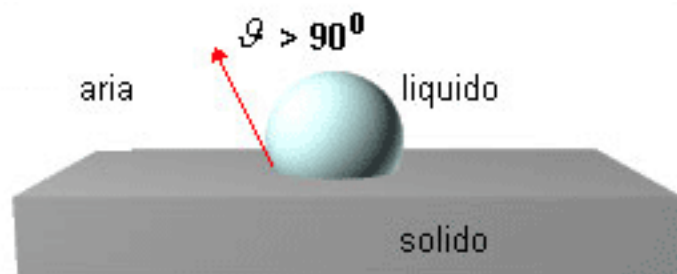
Alla condizione di equilibrio l'angolo di contatto assume valore compreso fra 0° e 180° .



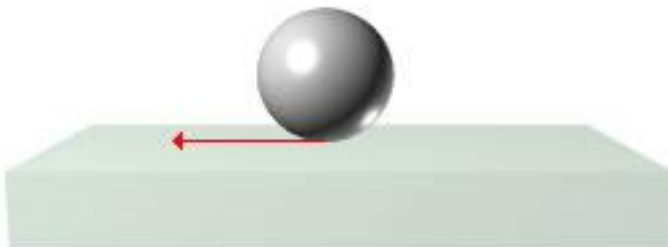
la bagnabilità è **massima** quando $\theta = 0$ ed è dovuta ad una bassa tensione superficiale del liquido, ad una bassa tensione interfacciale e ad una grande tensione superficiale del solido. È quello che si verifica, per es., quando l'olio si spande sul vetro.



la bagnabilità è **parziale** quando $\theta < 90^\circ$



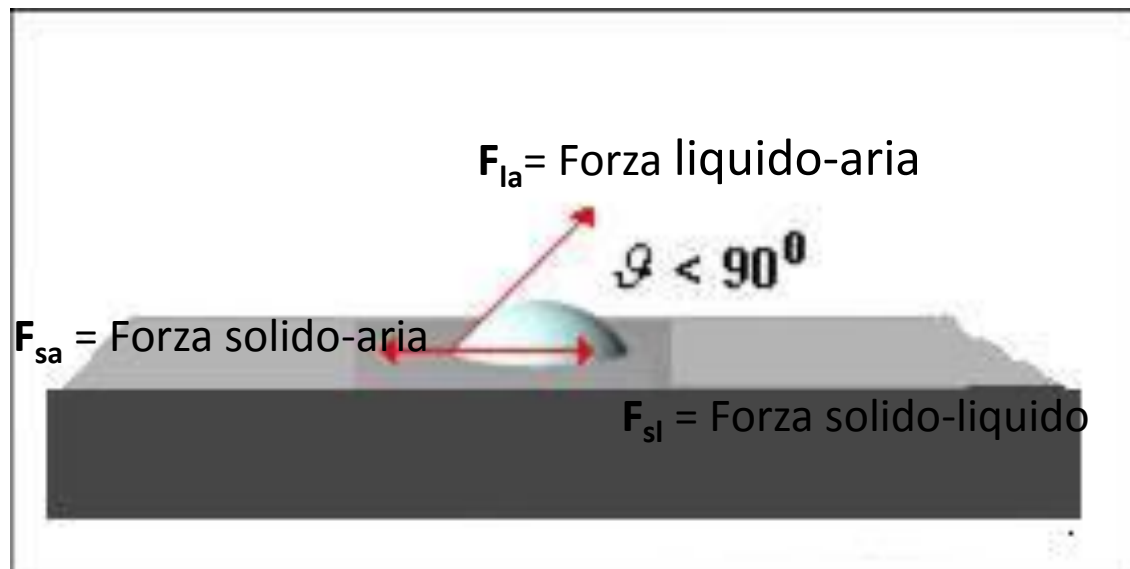
la bagnabilità è **scarsa** quando $\theta > 90^\circ$



non si ha bagnabilità quando $\theta = 180^\circ$. Un esempio si ha nel caso di mercurio su vetro.

Il bilancio delle forze all'interfaccia è descritto
dalla **EQUAZIONE DI YOUNG**:

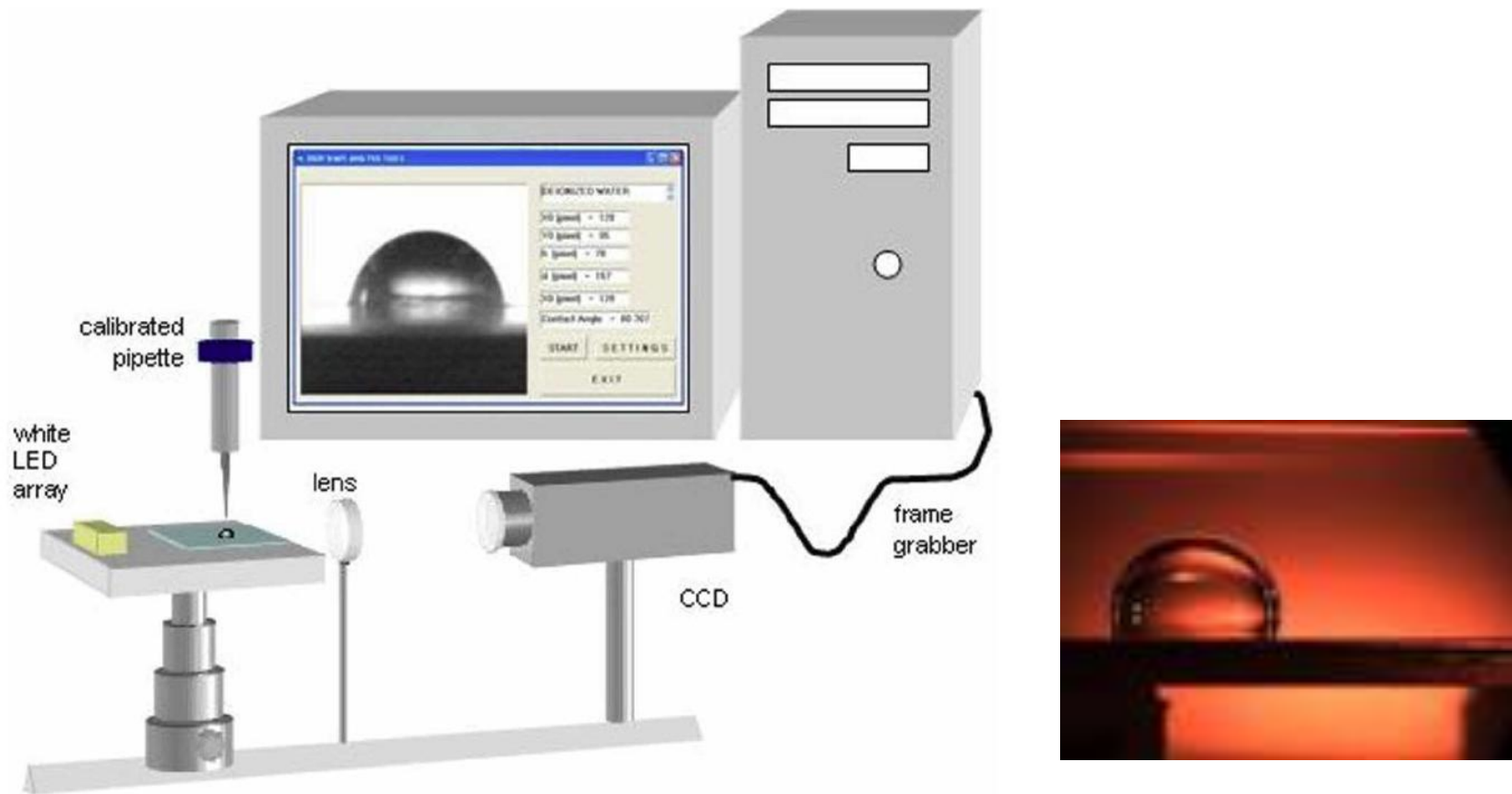
$$F_{la} \cos \theta = F_{sa} - F_{sl}$$





una goccia di un liquido su una foglia la cui
bagnabilità è scarsa

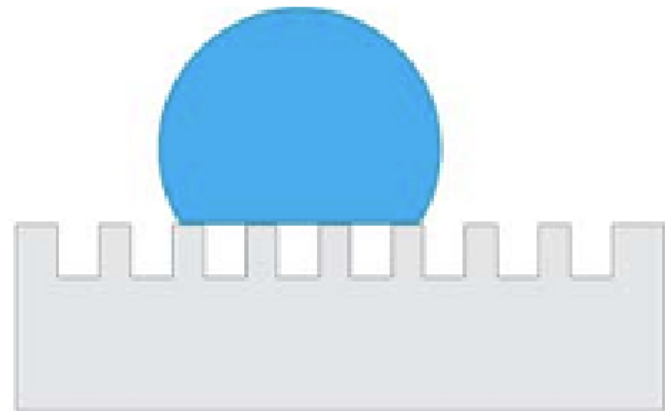
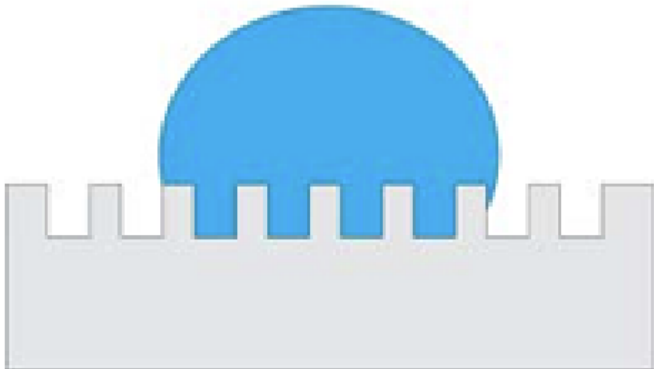
Misure di bagnabilità, angolo di
contatto e dipendenza dalla rugosità
della superficie



La **tecnica della goccia sessile** è un mezzo semplice ma potente di caratterizzazione di una superficie in termini di bagnabilità. Si utilizza una siringa calibrata per far cadere sulla superficie gocce (di circa $0.3\mu\text{l}$) di acqua deionizzata.

Le misure di bagnabilità in condizioni ideali dovrebbero essere condotte su superfici perfettamente piate.
In realtà poche superfici sono veramente piate e perciò è necessario considerare la rugosità.

La rugosità migliora sia l'idrofobicità che l'idrofilicità

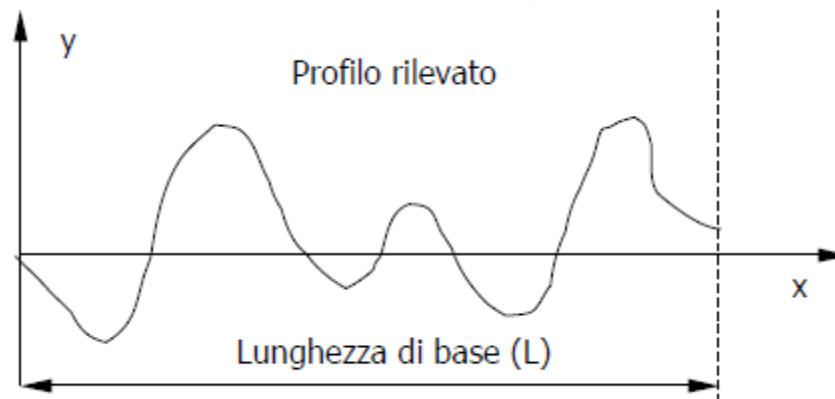


La misura della rugosità si effettua attraverso uno strumento chiamato **rugosimetro**.

Il rugosimetro funziona in maniera analoga alla puntina da grammofono, registrando le asperità della superficie.

Si ottiene un profilo del tipo di quello indicato sotto.

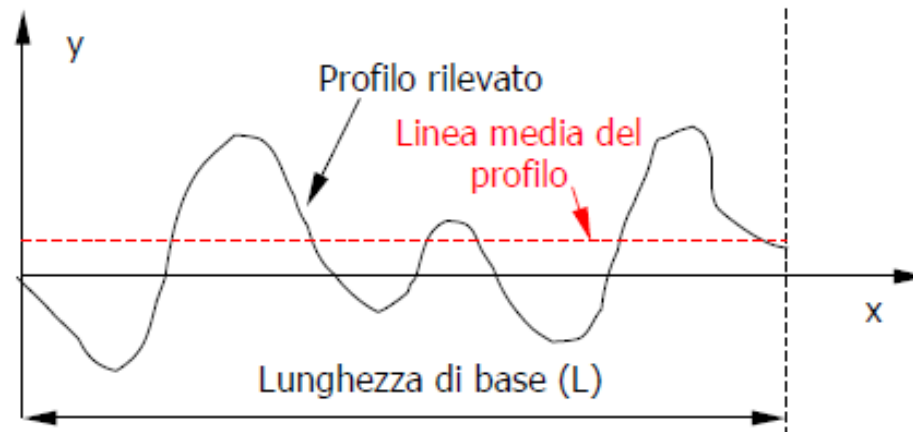
La **lunghezza di base (L)** è dell'ordine di qualche millimetro.



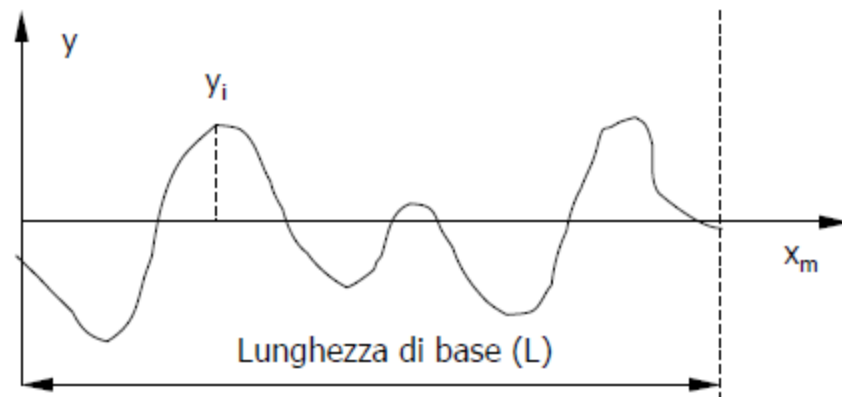
A partire dal profilo misurato è opportuno estrarre determinati **parametri** che caratterizzano il profilo.

Innanzitutto le coordinate del profilo rilevato sono riferite ad uno zero dello strumento che è poco significativo. Occorre riportarle ad un **sistema di riferimento indipendente dallo strumento**.

A tale scopo si definisce la **linea media del profilo come la linea per la quale è minima la somma delle distanze al quadrato dei punti del profilo dalla linea stessa**.



La misura della rugosità R_a (**rugosità media**), espressa in μm , è il valore medio aritmetico degli scostamenti ($y_1, y_2, \dots y_n$) (presi in valore assoluto) del profilo reale della superficie rispetto alla linea media (asse x_m).



$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|$$

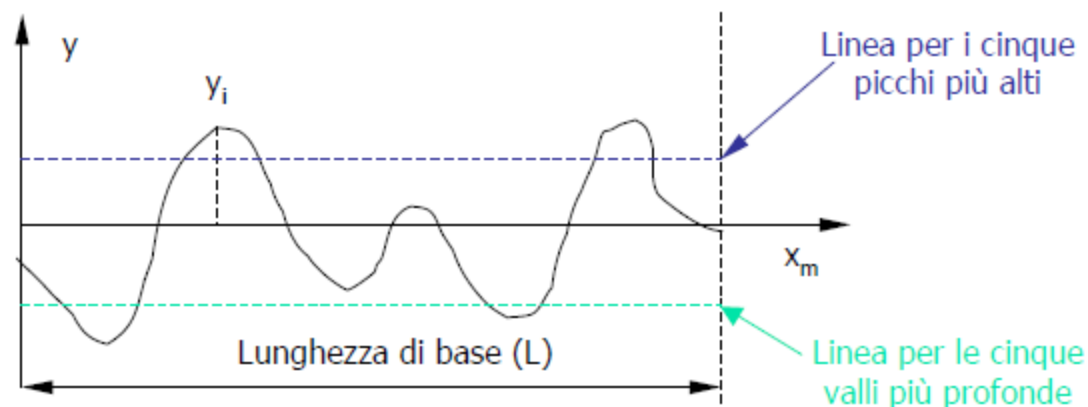
La rugosità R_a fornisce un valore di finitura superficiale **medio** che **non discrimina però il tipo di irregolarità**.

Ad esempio pochi picchi elevati potrebbero sortire lo stesso effetto di molti picchi più bassi.

Si definisce rugosità R_z (**rugosità a dieci punti**) la media della somma delle ordinate di 5 picchi e di 5 valli

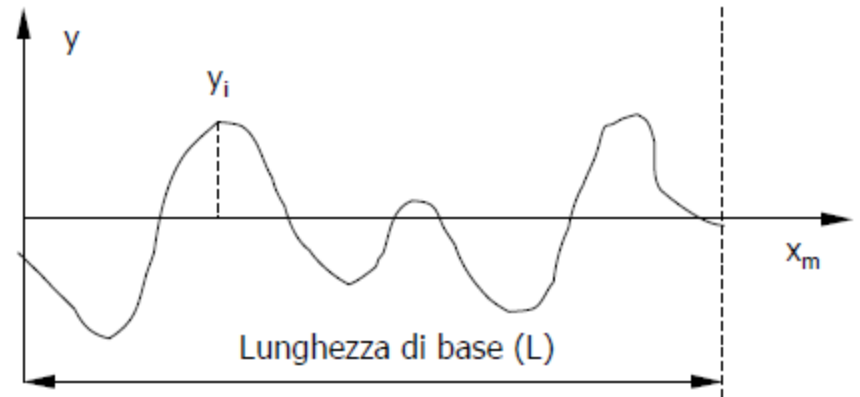
Supponendo che le ordinate dei cinque picchi più elevati siano $(y_{p1}, y_{p2}, y_{p3}, y_{p4}, y_{p5})$, e che le ordinate delle cinque valli più profonde siano $(y_{v1}, y_{v2}, y_{v3}, y_{v4}, y_{v5})$, sempre con riferimento alla linea media, si ha:

$$R_z = \frac{1}{5} \left(\sum_{i=1}^n y_{pi} + \sum_{i=1}^n y_{vi} \right)$$



La rugosità R_z fornisce, in pratica, una misura della irregolarità massima mediata su cinque picchi e cinque valli.

La misura della rugosità R_q (**rugosità quadratica media**), espressa in μm , è il valore medio aritmetico degli scostamenti ($y_1, y_2, \dots, y_n$) (al quadrato) del profilo reale della superficie rispetto alla linea media (asse x_m).

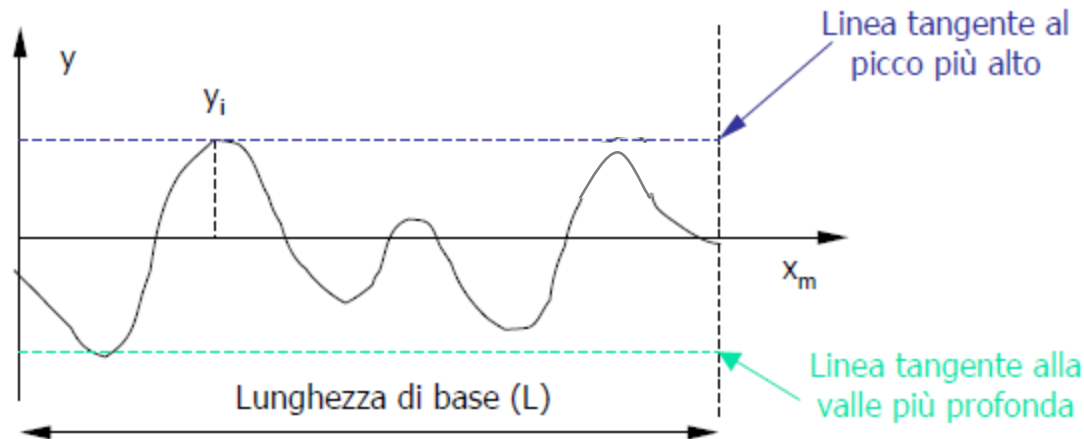


$$R_q = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i)^2}$$

$R_{\max}$ (detta anche **totale picco-valle**) è la distanza tra due linee parallele alla linea media tangenti al picco più alto ed alla valle più profonda.

Dette $y_{p\max}$, $y_{v\min}$, rispettivamente le ordinate del picco più alto e della valle più profonda si ha:

$$R_{\max} = y_{p\max} - y_{v\min}$$



Fornisce, in pratica, una misura della irregolarità massima del profilo

**Se la superficie non è
perfettamente "liscia" ma presenta
scabrosità superiore alle dimensioni della
luce; avviene il fenomeno della RIFLESSIONE
DIFFUSA**

