



# manuale di tappatura per vini spumanti

A cura di:

**Valeria Mazzoleni**

**Istituto di Enologia e Ingegneria Agro-alimentare**  
Facoltà di Agraria  
Via E. Parmense 84  
29100 Piacenza

In collaborazione con:

**Michele Addis, Antonio Bianco, Alberto Ferrero**

## **CAPITOLO**

## **LA TENUTA ALLA PRESSIONE DEL TAPPO DA SPUMANTE**

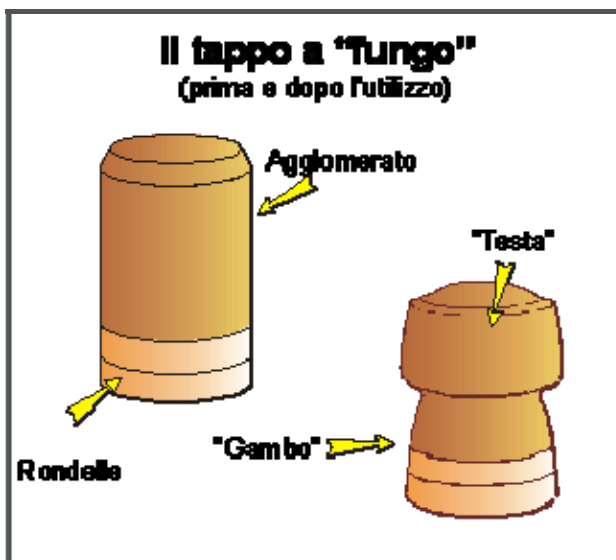
*Paragrafi*

- a. Modifica strutturale e deformazione  
elastica**
- b. Effetto tappo corona**
- c. Tenuta alla trasmissione del gas**

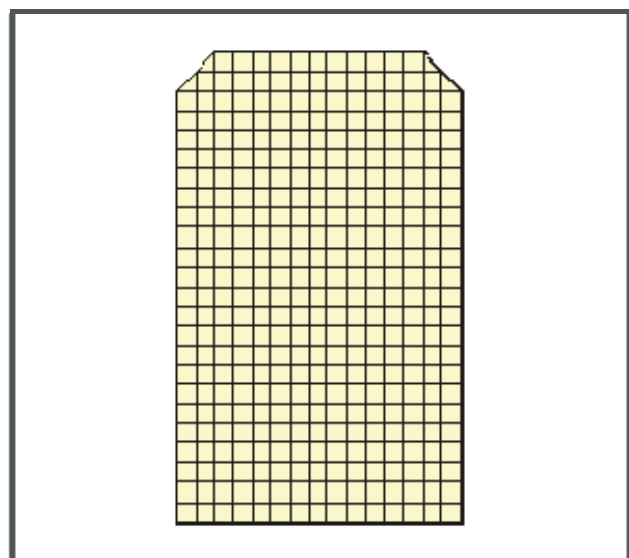
## a. Modifica strutturale e deformazione elastica

### LA TENUTA ALLA PRESSIONE DEL TAPPO DA SPUMANTE

Per l’imbottigliamento di vini spumanti (più recentemente anche per alcuni tipi di birra) si utilizza un tipo di tappatura che viene abitualmente definita come tappatura a “fungo”, denominazione che trae origine dalla caratteristica forma che assume il tappo con il suo utilizzo (**Figura 1**). La tappatura a fungo consente la conservazione della pressione all’interno della bottiglia addirittura per anni e questa prestazione si ottiene grazie alle infinite esperienze consolidate nel lungo periodo e derivanti da errori, correzioni e successi che si sono via via succeduti. Scopo di questo paragrafo è di ricavare, sulla base dei parametri pervenuti dalla migliore e più consolidata tradizione, le giustificazioni meccaniche e scientifiche del loro equilibrio e della loro sinergia funzionale. Va innanzitutto chiarito che, contrariamente a quanto si potrebbe credere, per la tappatura a fungo la funzione di contrasto alla fuoriuscita del gas dalla bottiglia è demandata alla parte di tappo esterna alla bottiglia stessa, e precisamente alla tenuta che tale parte è in grado di effettuare sul raso bocca della bottiglia. Occorre quindi studiare il comportamento ed il funzionamento della parte di tappo esterna al raso bocca della bottiglia, quindi in pratica alla parte in agglomerato di sughero, materiale che ha una densità molto alta ed anche molto più costante rispetto a quella del sughero naturale. Più in generale, occorre analizzare come funzionino dal punto di vista meccanico il tappo e, soprattutto, come varino le sue caratteristiche fisiche iniziali in funzione della dinamica del processo di **tappatura–gabbiettatura**.



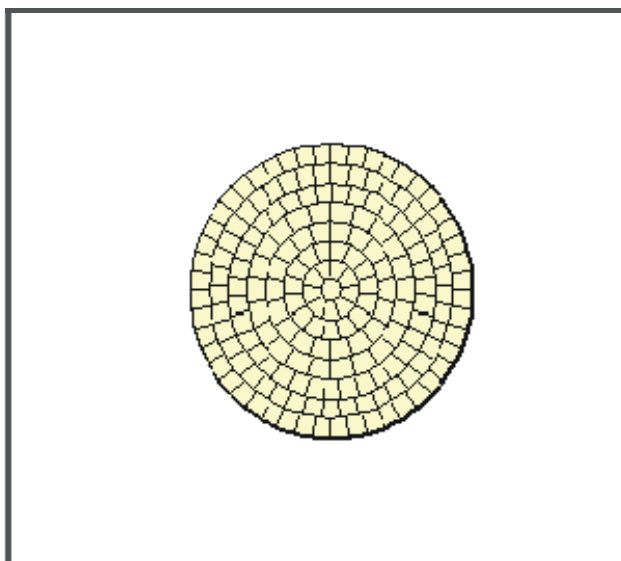
» Figura 1



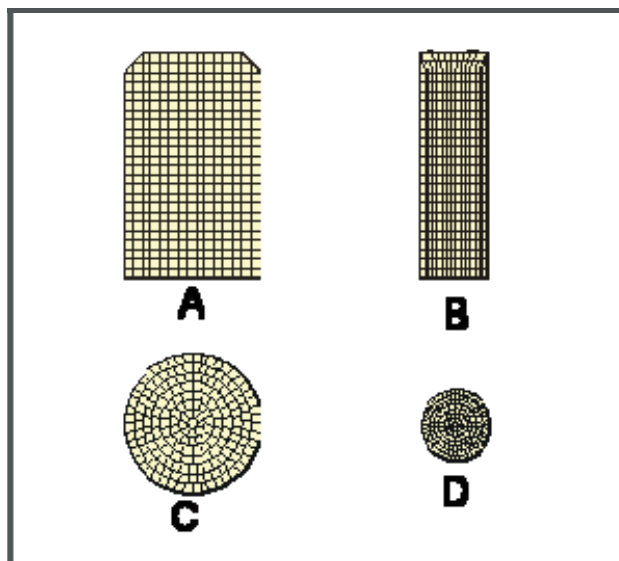
» Figura 2

Come prima cosa, si osserva che la densità iniziale già molto elevata, subisce un ulteriore notevole aumento che varia, in funzione della dinamica del processo di tappatura–gabbiettatura, a seconda delle sezioni del tappo. Per esemplificare e rendere visivamente comprensibili le trasformazioni strutturali nel tappo durante il suo utilizzo, si è adottato un artificio grafico nella rappresentazione delle **sezioni del**

**tappo** (intese nel seguito in senso geometrico). La superficie del tappo viene infatti rappresentata come se fosse composta da un insieme di riquadri che, in partenza, hanno una dimensione di 2x2 mm e racchiudono quindi un'area di 4 mm<sup>2</sup> (**Figura 2**). Nel caso delle **sezioni radiali** (**Figura 3**), si è rappresentato l'insieme come composto da settori di corona circolare, che anche in questo caso rappresentano ciascuno una superficie di 4 mm<sup>2</sup>. Le sezioni raffigurate nelle **Figure 2 e 3** rappresentano la **sezione verticale** e la **sezione radiale** mediana di un tappo da spumante di misura normale, cioè di 30,5 mm di diametro e di 48 mm di lunghezza.



» Figura 3



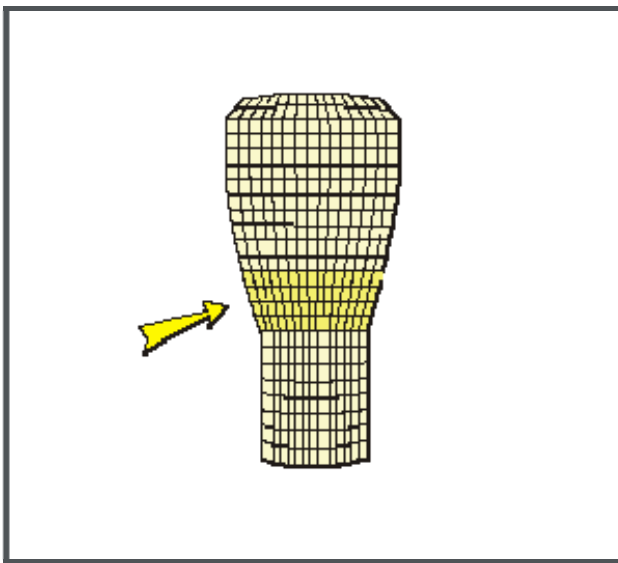
» Figura 4

Nel seguito, il posizionamento, l'eventuale rotazione angolare e/o il rimpicciolimento delle sezioni unitarie varranno a testimoniare (ed a suggerire visivamente) quanto avviene nella struttura dei tappi durante la tappatura-gabbiettatura e le **variazioni di densità** che essi subiscono al loro interno, particolarmente in alcune zone funzionalmente determinanti. Vista l'importanza prevalente della parte in agglomerato, non si evidenzierà la difformità di composizione del tappo (sughero naturale / agglomerato), in quanto non significativa per la funzione in esame. Il tappo, quindi, sarà considerato e rappresentato come se fosse costituito da materiale omogeneo. Fatte queste premesse, si considerino in modo sequenziale le **modificazioni strutturali** che subisce il tappo a fungo nel corso del suo utilizzo. Il **primo passaggio** è quello che deriva dal processo di **introduzione nel collo della bottiglia** da parte del tappatore (cfr. paragrafo [Tappatura](#)). Essendo la densità iniziale dell'agglomerato di circa 280 kg/m<sup>3</sup>, nel momento in cui il tappo viene compresso radialmente nel tappatore fino a raggiungere un diametro di 15,5 - 16 mm, esso aumenta la propria densità fino a circa 1000 kg/m<sup>3</sup> con un rapporto di 3,63 volte il valore iniziale. A puro titolo di curiosità, il valore di densità raggiunto dall'agglomerato di sughero nel momento di massima costrizione radiale da parte delle ganasce del tappatore supera decisamente quello di molti legni di essenza dura quali il faggio, il mogano, il castagno, il noce, ecc. Questo **aumento di densità** si può

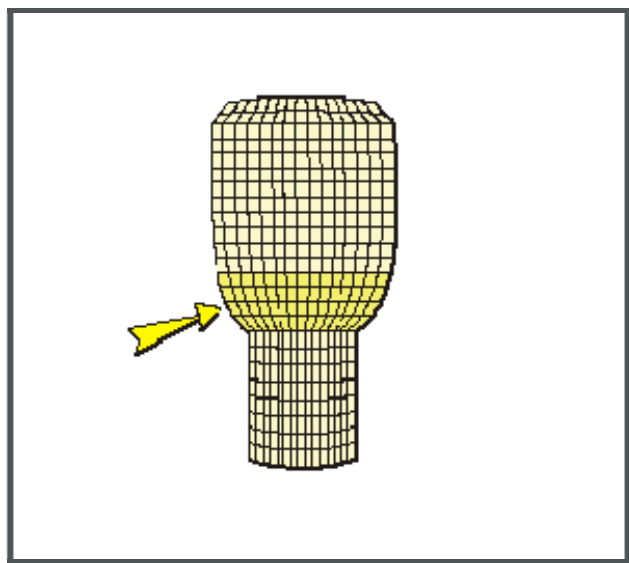
constatare visivamente dall'esame comparativo in **Figura 4** sia delle sezioni verticali (A e B) che di quelle radiali (C e D).

La **Figura 4** rappresenta le sezioni:

- A = sezione verticale mediana del tappo da spumante prima del suo utilizzo;
- B = sezione verticale mediana del tappo da spumante compresso dalle ganasce del compressore del tappatore;
- C = sezione radiale del tappo da spumante prima del suo utilizzo;
- D = sezione radiale del tappo in qualsiasi punto di quota (se riferito a ganasce del tipo cilindrico).



» Figura 5

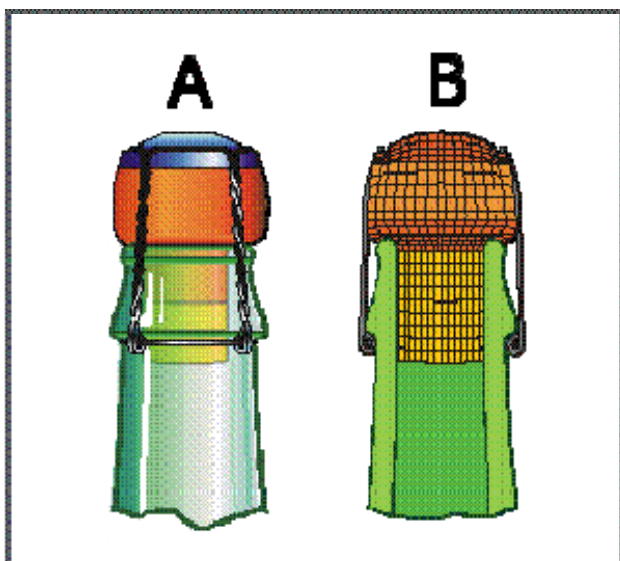


» Figura 6

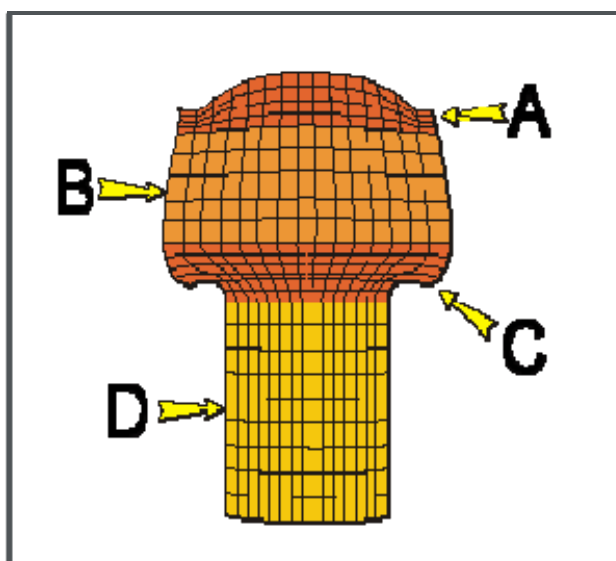
Negli istanti immediatamente successivi all'introduzione, la struttura interna del tappo può essere rappresentata come in **Figura 5**, dove è riportata la sua sezione verticale.

In questa Figura la freccia indica una zona in cui l'espansione del sughero non è ancora avvenuta totalmente, per il tempo limitato che non l'ha permessa e per la vicinanza con il raso-bocca della bottiglia che la limita meccanicamente. Nel breve periodo che intercorre tra la **tappatura** e la **gabbiettatura**, la parte di tappo esterna alla bottiglia e particolarmente la parte indicata in **Figura 5** dalla freccia, continuerà la sua espansione come evidenziato dal confronto tra la sezione di **Figura 5** e quella di **Figura 6**. A seguito della gabbiettatura, **il tappo viene compresso, deformato ed assestato** sul raso bocca della bottiglia, per determinare il cosiddetto effetto tappo corona.

Viene così formata la testa del tappo che, in base alla forma del cappellotto della gabbietta e del rasobocca della bottiglia ed in base alla velocità con cui è condotta la gabbiettatura, subisce compattazioni diverse.



» Figura 7

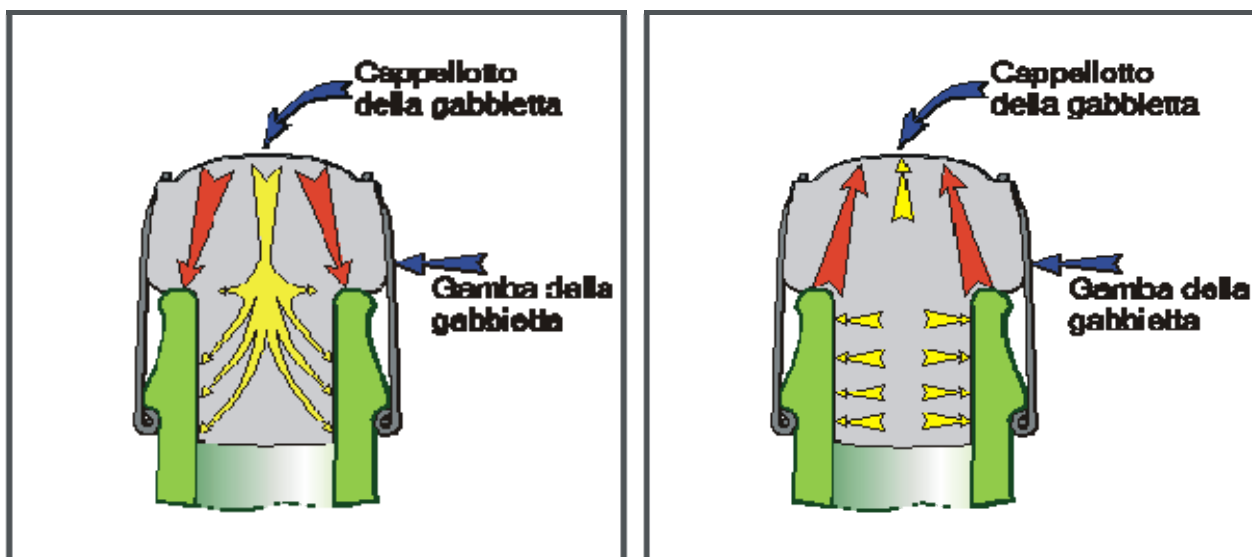


» Figura 8

In **Figura 7**, è rappresentato in “A” l’aspetto che deve avere la bottiglia tappata e gabbiettata correttamente, mentre, in “B” è visibile una ipotetica sezione verticale mediana del medesimo soggetto. Si vedono, in “B” appunto, delle aree diversamente colorate che differenziano, in modo sommario, zone in cui la compattazione del materiale è avvenuta in modo diverso. Allo scopo di rendere più chiaro e dettagliato il discorso, nella **Figura 8** è rappresentata la sezione di tappo in “B” della **Figura 7** ingrandita e liberata dalle sezioni di bottiglia e gabbietta. La suddivisione in 4 zone (A, B, C, D) della sezione rappresentata in **Figura 8** ci consente di analizzare separatamente ognuna di esse e di motivare la loro diversificazione. Le zone “A”, “B”, e “C” sono assoggettate solo a compressione assiale (verticale). Vista l’estrema rapidità con cui si realizza la gabbiettatura, si determina una deformazione di schiacciamento molto maggiore sia in “A” che è la zona di applicazione della forza che in “C” che è la zona di contrasto e reazione a tale forza, piuttosto che in “B” (zona intermediata tra le due precedenti e quindi da loro preservata). L’ appoggio della zona “C” è costituito dal raso bocca della bottiglia e dalla parte di tappo penetrata in essa al momento della tappatura.

La zona “D” è costituita dalla parte di tappo penetrata nella bottiglia ed è interessata unicamente da compressione radiale che raggiunge gli 830 kg/m<sup>3</sup> se si fissano i seguenti parametri standard:

- Ø imboccatura bottiglia = 17,3 ± 0,3 mm;
- Ø tappo = 30,5 mm;
- densità iniziale agglomerato = 280 Kg per m<sup>3</sup>



» Figura 9

» Figura 10

La complessa dinamica dell'assestamento della testa del tappo sul raso bocca della bottiglia è riassunta nella **Figura 9**, che rappresenta come agiscono le forze interne alla testa del tappo dovute all'elasticità del sughero, durante ed immediatamente dopo la gabbiettatura. Le forze che agiscono tra il cappello della gabbietta ed il raso bocca della bottiglia, sono schematizzate da due frecce rosse laterali ed una gialla centrale che a sua volta si ramifica in varie direzioni. Partendo da quest'ultima, notiamo innanzitutto che essa si scarica nella parte di tappo penetrata nella bottiglia. Essa determina l'ulteriore piccolo affondamento del tappo post gabbiettatura, ed è contrastata sia dall'attrito che il tappo genera nel penetrare ulteriormente nella bottiglia (dovuto alla forza di espansione radiale del sughero penetrato nella bottiglia), sia dai legami strutturali dell'agglomerato stesso. Le due frecce rosse, invece, rappresentano le componenti che, interagendo con le superfici di appoggio, formano il tappo nella zona "C" di **Figura 8** consentendo l'effetto tappo corona. Quando la situazione si è stabilizzata, (**Figura 10**), l'analisi delle forze di reazione che si scaricano sul cappello della gabbietta, e quindi ne mettono in trazione le gambe, mostra che le componenti principali derivano dall'appoggio della testa del tappo sul raso bocca e, solo in minima parte, dal cuore del tappo in quanto la forza che ha agito in questa direzione si è scaricata provocando l'affondamento ulteriore del tappo. Sempre dall'analisi di **Figura 10** è possibile notare che il gambo del tappo si espande con sempre maggior forza in direzione radiale ottenendo una **buona chiusura laterale**. Il tappo, nella parte penetrata, funziona come un normale tappo raso, ma contribuisce anche esso all'effetto tappo corona in quanto conferisce perfetta stabilità alla zona di contatto sul raso bocca non consentendo movimenti reciproci tappo-collo.

Riconsiderando la zona "C" di **Figura 8**, si osserva che essa ha una zona di appoggio la cui area è molto più piccola di quella dell'intera superficie del cappello della gabbietta, essendo costituita solamente dalla corona circolare rappresentata dal raso

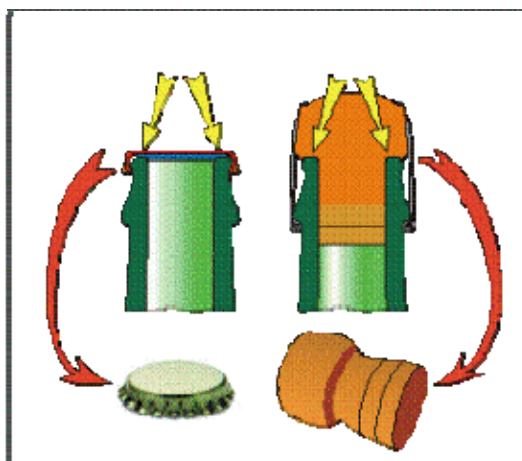
bocca della bottiglia. Per precisione, questa superficie non è piana bensì toroidale e tuttavia, per semplicità di trattazione, verrà considerata come fosse una superficie piana. Per una legge fisica ben nota, una forza (espressa in kg forza) esercita su di una data superficie (espressa in  $\text{cm}^2$ ) una pressione specifica ( $\text{Kg}/\text{cm}^2$ ) inversamente proporzionale all'area di detta superficie. Ne consegue che, considerando pari a  $2 \text{ cm}^2$  l'area della zona di appoggio del tappo sul raso bocca della bottiglia champagnotta e pari a 200-250 Kg un valore medio di sforzo prodotto dalla gabbiettatrice, la pressione specifica nel momento dell'applicazione della gabbietta è di 100-120  $\text{kg}/\text{cm}^2$  (sul raso bocca della bottiglia). Se invece si considera pari a 30-35 Kg il valore di mantenimento determinato dalla reazione elastica dell'agglomerato della testa del tappo durante il periodo di conservazione della bottiglia, la pressione specifica si attesta su un valore pari a 15-17  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .

## b. Effetto tappo corona

### LA TENUTA ALLA PRESSIONE DEL TAPPO DA SPUMANTE

Quando la gabbietta viene utilizzata unitamente al tappo di sughero, la funzione di impedire la fuoriuscita del tappo stesso, per quanto importante, non è certamente la sola svolta. Infatti, quando la gabbietta viene vincolata (per opera della macchina gabbiettatrice) alla boga della bottiglia, si determina una deformazione elastica della parte del tappo di sughero che è stata intenzionalmente lasciata fuori dal collo della bottiglia nella fase di tappatura. Questa deformazione elastica ha caratteristiche ben precise e risponde alla necessità di ottenere il cosiddetto “**effetto tappo corona**” da parte del tappo. L’effetto tappo corona è quell’effetto constatabile appunto nell’utilizzo del tappo corona. Quest’ultimo è costituito da un **cappellotto metallico** capace di aggraffarsi alla bocca della bottiglia mediante la compressione di una sottile guarnizione tra la sua parte metallica ed il raso bocca della bottiglia. Nel tappo corona dunque la **tenuta ai liquidi ed ai gas** è **demandata** unicamente **ad una sottile guarnizione**, al contempo elastica ed impermeabile, opportunamente compressa al fine di adattarsi perfettamente alle microcanalizzazioni presenti sul raso bocca della bottiglia, sigillandole ermeticamente.

La **gabbietta** riesce ad ottenere lo **stesso effetto dal tappo di sughero**, sfruttandone l’elasticità e la deformabilità, **comprimendolo** assialmente sul raso bocca della bottiglia sino ad ottenere una zona di massima compattazione del materiale in cui si determina, per deformazione elastica, la chiusura delle microporosità dell’agglomerato di sughero e quindi il cosiddetto effetto tappo corona (pressione specifica sul raso bocca della bottiglia, fino a 150 kg/cm<sup>2</sup> e più).



» Figura 1

Quanto finora esposto è illustrato schematicamente in **Figura 1** dove sono rappresentate le sezioni verticali di due colli di bottiglia, il primo, chiuso da un tappo corona ed il secondo da un tappo di sughero a fungo con la corretta compressione della testa indotta dalla gabbiettatura. In questa immagine sono evidenziate con delle



freccie gialle le **zone di contatto** (il raso bocca) delle bottiglie **dove si determina**, appunto, l'**effetto tappo corona**. L'effetto tappo corona è certamente essenziale e determinante nella funzione demandata al tappo di trattenere il gas all'interno della bottiglia.

### c. Tenuta alla trasmissione del gas

#### LA TENUTA ALLA PRESSIONE DEL TAPPO DA SPUMANTE

Per tenuta alla **trasmissione** o **penetrazione del gas** attraverso un corpo in agglomerato si intende la propensione di un gas posto sotto pressione ad attraversare l'agglomerato stesso. E' logico pensare che un agglomerato con una maggiore resistenza alla trasmissione del gas abbia, a parità di altri parametri, **migliori prestazioni** nel mantenere la pressione interna alla bottiglia. Il **controllo** della penetrazione di gas attraverso un corpo in agglomerato può dare un'indicazione circa la presenza all'interno del corpo di **canalizzazioni** o **interstizi** eventualmente formatisi durante la sua produzione. Occorre tenere presente che la forte compressione subita dal tappo all'interno del collo della bottiglia è comunque in grado di contrastare tali irregolarità, ma è pur sempre vero che se l'agglomerato ha una perfetta tenuta alla trasmissione del gas, a maggior ragione ciò avviene a seguito dell'imbottigliamento.

E' possibile effettuare il **test di tenuta alla trasmissione del gas** mediante un semplice apparato che consiste in due testine, una delle quali collegata ad una bombola di aria compressa (testina insufflatrice) e l'altra ad un sistema di misura della pressione per semplice gorgogliamento in acqua o mediante un manometro (testina captatrice). Le testine vengono serrate alle due estremità del corpo in agglomerato e all'interno della testina insufflatrice viene aumentata la pressione fino ad un valore opportuno (es. 5 atm per simulare la sovrappressione interna di una bottiglia di spumante). Si valuta l'eventuale aumento di pressione all'interno della testina captatrice entro qualche secondo dall'inizio del test.