

IL TAPPO DI SUGHERO PER VINO SPUMANTE

Guida all'utilizzo

A cura di Dante Marco De Faveri e Milena Lambri



UNIVERSITÀ
CATTOLICA
del Sacro Cuore

Agris

Agente per la ricerca in agricoltura
Agente regionale per la ricerca in agricoltura



REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA
REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA



ASSOENLOGI
ASSOCIAZIONE ENOLOGICA ITALIANA



ASSOVETRO

Associazione Nazionale degli Industriali del Vetro



tecniche nuove

COPIA RISERVATA FEDERLEGNOARREDO

IL TAPPO DI SUGHERO PER VINO SPUMANTE

Guida all'utilizzo

A cura di
Dante Marco De Faveri e Milena Lambri

tecniche nuove

© 2018 Tecniche Nuove - via Eritrea, 21 - 20157 Milano

Redazione: tel. 0239090258

libri@tecniche nuove.com

Vendite: tel. 0239090440

vendite-libri@tecniche nuove.com

www.tecniche nuove.com

ISBN 978-88-481-3841-3

Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte del libro può essere riprodotta o diffusa con un mezzo qualsiasi, fotocopie, microfilm o altro, senza il permesso scritto dell'editore.

All rights reserved. No part of this book shall be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise without written permission from the publisher.

Realizzazione editoriale e copertina di Graforam, Milano

Stampa: Andersen, Borgomanero (NO)

Finito di stampare nel mese di luglio 2018

Printed in Italy

Sommario

Prefazione	V
Collaboratori	VII
Capitolo 1	
Il vino spumante	1
1.1 Tipi e caratteristiche	1
1.2 Gestione della pressione in bottiglia	2
Capitolo 2	
Il tappo spumante	9
2.1 Dimensioni dei tappi spumante	10
2.2 Contenuto di umidità dei tappi spumante	11
2.3 Produzione granella e corpi in agglomerato	11
2.4 Produzione rondelle	13
2.5 Incollaggio corpi-rondelle, rettifica, lubrificazione	15
Capitolo 3	
La gabbietta	17
3.1 Tipi e caratteristiche	17
3.2 Dettagli funzionali	18
Capitolo 4	
L'utilizzo del tappo spumante	19
4.1 Caratteristiche del tappo spumante durante l'utilizzo	19
4.2 Modifiche strutturali e deformazioni elastiche in tappatura e in gabbiettatura	20
4.3 Comportamento del tappo nella bottiglia finita	21
4.4 Equilibrio e quantificazione delle forze	22
4.5 Effetto tappo corona	23
4.6 La tenuta ai gas e ai liquidi	24
4.7 Conformazione a chiodo del tappo	25

Capitolo 5	
La formatura della bocca nelle bottiglie di vetro	27
5.1 Descrizione del processo di formatura.	27
5.2 Baghe e imboccature.	28
5.3 Resistenza meccanica delle bottiglie per spumante	31
Capitolo 6	
La linea di imbottigliamento spumante	33
6.1 Riempitrice	33
6.2 Tappatore.	34
6.3 Dettagli funzionali del tappatore	38
6.4 Precauzioni e avvertenze	43
Capitolo 7	
Le operazioni di tappatura e di gabbiettatura	45
7.1 Tappatura.	45
7.2 Gestione dell'ossigeno durante la tappatura	47
7.3 Gabbiettatura.	53
Appendici	
A. Controlli tecnico-analitici e normative di riferimento	59
A.1 Vino spumante	60
A.2 Tappo	63
A.3 Bottiglie.	69
A.4 Linea di imbottigliamento e di tappatura	71
A.5 Controllo della qualità della tappatura/gabbiettatura	73
A.6 Verifiche tecniche e operazioni da effettuare in cantina . .	77
B. Difetti.	80
B.1 In relazione al tappo.	80
B.2 In relazione alla bottiglia	83
B.3 In relazione alle operazioni di riempimento/tappatura . .	89
C. Incidenti di tappatura, possibili cause e case studies esemplificativi.	91
C.1 Tappatura	91
C.2 Gabbiettatura.	96
C.3 Bottiglia.	98
C.4 Case studies.	101

Prefazione

In qualità di Ministro delle politiche agricole alimentari, forestali e del turismo, oltre che di genuino appassionato di vini, è per me un vero piacere poter scrivere la prefazione al manuale “Il tappo di sughero per vino spumante. Guida all'utilizzo”, curato dal professore Dante Marco De Faveri e dalla Dott.ssa Milena Lambri.

Un testo utile sia per gli addetti ai lavori sia per i tutti gli interessati al mondo dell'enologia, che grazie a questa lettura potranno conoscere ogni dettaglio del fondamentale processo di imbottigliamento. Per raggiungere e mantenere i livelli di eccellenza della nostra enologia serve un prodotto di qualità, ma anche una conservazione in bottiglia garantita mediante corrette operazioni di imbottigliamento e tappatura. Anche un solo vizio in una qualunque di queste componenti può compromettere seriamente il comportamento dello spumante in bottiglia, vanificando il sapiente lavoro dell'enologo, svolto nelle diverse fasi della vinificazione/spumantizzazione, per elaborare vini spumante di elevata qualità, quali sono quelli italiani.

Il vino spumante è da sempre il fiore all'occhiello della produzione enologica italiana ed è motivo d'orgoglio per tutti noi sia in patria che all'estero, dove il nostro storico know-how è visto con ammirazione e diciamolo, anche con un pizzico di invidia.

Le nostre aziende nel 2017 hanno registrato una produzione pari a 5.025.733 ettolitri imbottigliati con export di vino (italiano e riesportazione) pari a 3.664.268 ettolitri, con risultati estremamente positivi in termini di fatturato, al punto da rappresentare un segmento fondamentale del nostro Pil.

Un primato a livello mondiale come questo si raggiunge con anni di esperienza, cultura e sapienza, caratteristiche che non mancherete di riscontrare anche in questo prezioso manuale.

Sen. *Gian Marco Centinaio*

Ministro delle politiche agricole alimentari, forestali e del turismo

Collaboratori

Coordinamento

De Faveri Dante Marco (*Università Cattolica del Sacro Cuore*)

Lambri Milena (*Università Cattolica del Sacro Cuore*)

Segreteria

Bislenghi Ilaria (*FederlegnoArredo*)

Corradetti Domenico (*FederlegnoArredo*)

Fragnelli Giuseppe (*FederlegnoArredo*)

Gruppo di lavoro

Addis Michele (*Sugherificio Molinas*)

Araldo Beatrice (*Belbo Sugheri*)

Barengi Davide (*Vetropack*)

Buondomo Marina (*O-I Manufacturing Italy*)

Canepari Alessandro (*Mureddu Sugheri e Vice Consigliere Incaricato Gruppo Sughero di FederlegnoArredo*)

Ciotti Luigi (*Sugherificio Martinese*)

Cipriani Michela (*Unione Italiana Vini*)

Core Luca (*Verallia Italia*)

Dal Corso Gian Matteo (*Zignago Vetro*)

Dall'Igna Roberto (*Stazione Sperimentale del Vetro di Murano*)

Danzi Roberta (*Gruppo Italiano Vini Spa*)

De Filippi Alessandro (*Assoenologi*)

D'Este Alberto (*Stazione Sperimentale del Vetro di Murano*)

Di Falco Espedito (*Vetropack*)

Eusebio Renato (*O-I Manufacturing Italy*)

Ganau Mauro (*Sugherificio Ganau e Consigliere Incaricato Gruppo Sughero di FederlegnoArredo*)

Gaviglio Valentina (*Belbo Sugheri*)

Giua Isabella (*Agris – Tempio Pausania, OT*)
Guardini Katia (*Unione Italiana Vini*)
Incocciati Lina (*Assovetro*)
Leandrin Francesco (*Zignago Vetro*)
Lena Paolo (*Verallia Italia*)
Mazzon Giovanni (*Gruppo Bertolaso S.p.A.*)
Pampiro Franco (*Agris – Tempio Pausania, OT*)
Pastore Paolo (*Vetropack*)
Pavan Federica (*Mureddu Sugheri*)
Pescio Raffaella (*Verallia*)
Piovan Alessandro (*Zignago Vetro*)
Ruggero Alessandro (*Sugherificio Ganau*)
Salvasto Giuseppe (*Vetropack*)
Scarpa Martina (*Stazione Sperimentale del Vetro di Murano*)
Sferati Marcello (*O-I Manufacturing Italy*)
Stella Gianluca (*Gruppo Bertolaso S.p.A.*)
Torchio Fabrizio (*Università Cattolica del Sacro Cuore*)
Vazzoler Loris (*Assoenologi*)
Zaninotto Stefano (*Amorim Cork Italia*)

Capitolo 1

Il vino spumante

1.1 Tipi e caratteristiche

Vino spumante Metodo Classico o Champenoise

Con il Metodo Classico (o *Méthode Champenoise* per i vini prodotti in Champagne) la ri-fermentazione del vino base, addizionato di zuccheri, lieviti selezionati ed eventuali coadiuvanti di chiarifica (*liquer de tirage*), avviene direttamente in bottiglia, chiusa con tappo corona sotto al quale se ne trova uno di plastica definito *bidule*.

Il processo di ri-fermentazione ha una durata di alcune settimane e, una volta completato, viene seguito dall'affinamento del vino sulle fecce per tempi variabili, tra i 12 e i 72 mesi, a seconda dei disciplinari di produzione e delle linee di prodotto di ciascun spumantista.

Terminato il periodo di *elevage sur lies*, si avvia la fase di *remuage* in cui le bottiglie vengono ruotate manualmente, o con l'utilizzo di giro-pallet, in modo che le fecce della ri-fermentazione si raccolgano nel collo della bottiglia, dove si trova la *bidule*. Una volta che le bottiglie avranno raggiunto una posizione pressoché verticale, è possibile effettuare la sboccatura (*degorgement*), congelandone il collo e stappandola repentinamente, in modo da espellere le fecce, anch'esse congelate. Quest'operazione implica una piccola perdita di sovrappressione e di vino e, quindi, diventa necessaria una fase di rabbocco, oltre all'aggiunta di uno sciroppo di dosaggio che contiene, eventualmente, anche gli zuccheri necessari alla costituzione dello spumante finale, in funzione della tipologia commerciale desiderata (*pas dosé, extra brut, brut, sec, demi sec, doux*). A questa

fase seguono la tappatura, la gabbiettatura, l'omogeneizzazione della *liqueur d'expédition* precedentemente aggiunta e l'abbigliamento della bottiglia.

Vino spumante a Metodo Charmat o Metodo Martinotti

Il Metodo Charmat, o Martinotti, prevede la ri-fermentazione nelle autoclavi (serbatoi a pressione e a temperatura controllata) del vino base, al quale vengono aggiunti zuccheri e lieviti selezionati. L'intero processo di spumantizzazione, completato all'interno dell'autoclave, può prevedere alcuni mesi di sosta sui lieviti, al fine di migliorare le caratteristiche sensoriali del prodotto finito. All'atto dell'imbottigliamento, il vino spumante, prelevato dalle autoclavi in condizioni isobariche, viene filtrato, imbottigliato e, eventualmente, pastorizzato.

Vino spumante tipo Asti Spumante

Il Metodo Charmat, o Martinotti, per la produzione di vini tipo l'Asti Spumante prevede la fermentazione diretta del mosto, conservato in celle frigorifere fino al momento della presa di spuma. Il processo di spumantizzazione prosegue fino a quando si raggiungono i valori desiderati di gradazione alcolica svolta e di residuo zuccherino. Successivamente, con l'utilizzo del freddo, se ne interrompe la fermentazione e dopo un breve periodo di affinamento/stabilizzazione si procede all'imbottigliamento, preceduto da opportune filtrazioni sterilizzanti, oppure seguito dalla pastorizzazione.

Vino spumante Gassificato

In questo caso il vino base viene addizionato con anidride carbonica attraverso sistemi di carbonatazione in linea. Il prodotto così preparato viene direttamente inviato all'impianto di riempimento e tappatura.

1.2 Gestione della pressione in bottiglia

In un sistema chiuso (ad esempio una bottiglia) nel quale sono contemporaneamente presenti un prodotto liquido (ad esempio vino) e un gas nello spazio di testa (aria o azoto), un aumento di temperatura comporta, altresì, un aumento di:

- volume del liquido, dovuto alla sua dilatazione termica;
- pressione, dovuto anche all'aumento di volume del liquido.

Se il sistema è naturalmente in pressione (presenza di vino spumante), il livello finale della stessa risulta esaltato, a causa del suo elevato valore nominale che, in una bottiglia di vino spumante, può variare nell'intervallo da 4 a 7 bar¹ e oltre.

È necessario, pertanto, evitare eccessivi sbalzi di temperatura durante la vita del prodotto, soprattutto in riferimento alle fasi di stoccaggio e di trasporto del vino.

Inoltre, particolare attenzione dovrà essere posta durante l'operazione di tappatura, scegliendo opportunamente il valore di pressione e quello dello spazio di testa in relazione alla temperatura con la quale è condotta la medesima operazione. Analoga attenzione dovrà essere posta nelle eventuali fasi di pastorizzazione.

In altri termini, per mantenere in bottiglia il quantitativo nominale di prodotto (750 mL a 20 °C) e una pressione idonea alla classificazione del prodotto stesso (spumante), è fondamentale porre attenzione alla fase di imbottigliamento, definendo opportunamente pressione e spazio di testa alla temperatura alla quale è condotta l'operazione, che non è, necessariamente, pari a 20 °C.

Esempio 1

Nel grafico di *Figura 1.1* sono riportati i profili delle variazioni di pressione e di volume dello spazio di testa, avendo assunto, alla temperatura nominale di riferimento di 20 °C (corrispondente a 293 K):

- una pressione di 5 bar;
- un volume dello spazio di testa di 7,5 mL.

Ricordando che la temperatura espressa in °C è pari a:

$$T_{\text{°C}} = T_{\text{K}} - 273$$

dal grafico riportato in *Figura 1.1* si evince che se l'imbottigliamento avviene a 0 °C (273 K) è necessario mantenere uno spazio di testa di 11,3 mL e una pressione di 3,1 bar, per poter rispettare le condizioni nominali a 20 °C (293 K).

¹ 1 bar = 100 kPa.

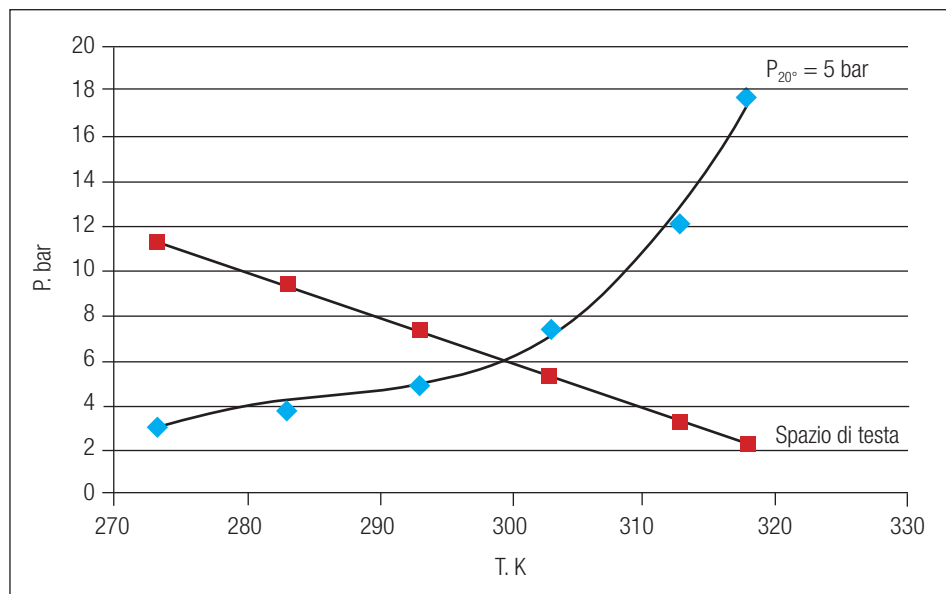


Figura 1.1 – Variazione dello spazio di testa e della pressione in bottiglia al variare della temperatura. A 20 °C spazio di testa 7,5 mL e pressione 5 bar.

A 45 °C (318 K, sostanzialmente pari alla temperatura di pastorizzazione) la pressione sale a poco meno di 18 bar e il volume dello spazio di testa scende a 2,3 mL.

Considerazioni analoghe svolte per uno spumante che a 20 °C deve mantenere una pressione di 6 bar oppure di 7 bar e un volume di spazio di testa pari a 7,5 mL, portano alle seguenti situazioni:

- alla temperatura di 0 °C la pressione risulta, rispettivamente, di 3,7 bar e di 4,3 bar, mentre a 45 °C il suo valore salirebbe, rispettivamente, a 21,3 bar e a 24,8 bar;
- il volume dello spazio di testa assume i medesimi valori riportati nell'esempio precedente (11,3 mL e 2,3 mL rispettivamente a 0 °C e a 45 °C).

Nella *Figura 1.2* sono riportati gli andamenti sia della pressione, nei casi sopra analizzati, di 5 bar, 6 bar e 7 bar a 20 °C, sia del volume dello spazio di testa, assunto pari a 7,5 mL nelle condizioni nominali (20 °C).

Esempio 2

Riprendendo l'*esempio 1* viene riportato lo stesso grafico (*Figura 1.3*) ipotizzando un volume di spazio di testa pari a 10 mL.

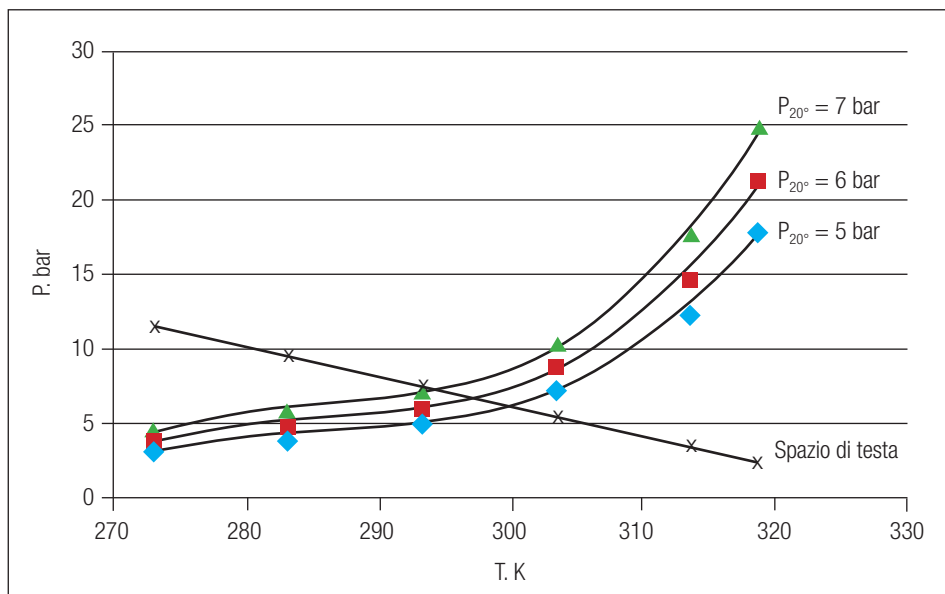


Figura 1.2 – Variazione dello spazio di testa e della pressione in bottiglia al variare della temperatura e delle condizioni standard. A 20 °C spazio di testa 7,5 mL, pressioni rispettivamente pari a 5-6-7 bar.

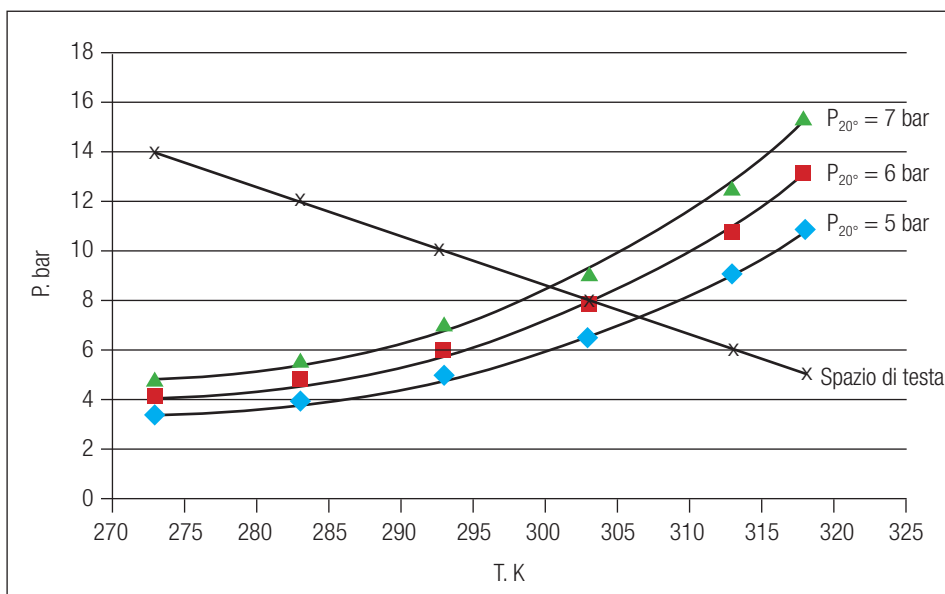


Figura 1.3 – Variazione dello spazio di testa e della pressione in bottiglia al variare della temperatura e delle condizioni standard. A 20 °C spazio di testa 10 mL, pressioni rispettivamente pari a 5-6-7 bar.

Esempio 3

Riprendendo gli *esempi 1 e 2* viene riportato il medesimo grafico (Figura 1.4) ipotizzando un volume di spazio di testa pari a 15 mL.

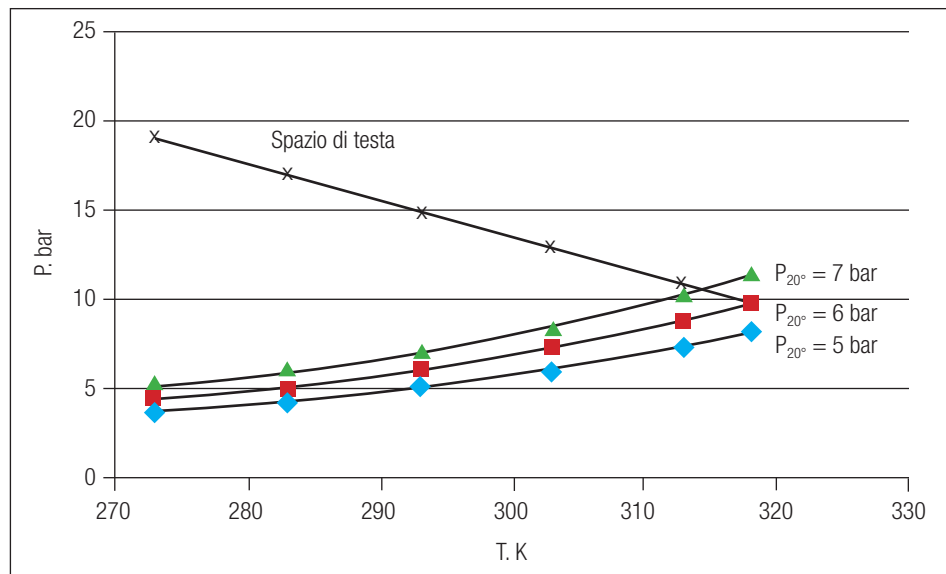


Figura 1.4 – Variazione dello spazio di testa e della pressione in bottiglia al variare della temperatura e delle condizioni standard. A 20 °C spazio di testa 15 mL, pressioni rispettivamente pari a 5-6-7 bar.

Per semplicità di lettura, i valori di cui alle precedenti *Figure 1.2-1.4* sono riportati in forma numerica nella successiva *Tabella 1.1.a-b-c*.

Tabella 1.1.a-b-c – Variazione dello spazio di testa e della pressione in bottiglia al variare della temperatura e delle condizioni standard (* condizioni standard; ** condizioni di pastorizzazione).

Tabella 1.1a.

Esempio 1			P _{20 °C} = 5 bar	P _{20 °C} = 6 bar	P _{20 °C} = 7 bar
T (K)	T (°C)	V (mL)	P (bar)	P (bar)	P (bar)
273	0	11,3	3,1	3,7	4,3
283	10	9,4	3,85	4,6	5,4
293*	20*	7,5	5,0	6,0	7,0
303	30	5,2	7,5	8,9	10,4
313	40	3,3	12,1	14,5	17
318**	45**	2,3	17,8	21,3	24,8

Tabella 1.1b.

Esempio 2			P _{20 °C} = 5 bar	P _{20 °C} = 6 bar	P _{20 °C} = 7 bar
T (K)	T (°C)	V (mL)	P (bar)	P (bar)	P (bar)
273	0	14,1	3,3	4,0	4,6
283	10	12,0	4,0	4,8	5,6
293*	20*	10,0	5,0	6,0	7,0
303	30	8,0	6,5	7,8	9,1
313	40	6,0	9,0	10,7	12,5
318**	45**	5,0	10,9	13,1	15,3

Tabella 1.1c.

Esempio 3			P _{20 °C} = 5 bar	P _{20 °C} = 6 bar	P _{20 °C} = 7 bar
T (K)	T (°C)	V (mL)	P (bar)	P (bar)	P (bar)
273	0	19,1	3,7	4,4	5,1
283	10	17,0	4,3	5,1	6,0
293*	20*	15,0	5,0	6,0	7,0
303	30	13,0	6,0	7,2	8,4
313	40	11,0	7,3	8,8	10,2
318**	45**	10,0	8,2	9,8	11,5

Valori standard della pressione e del volume dello spazio di testa diversi da quelli riportati in *Tabella 1.1.a-b-c* possono essere estrapolati linearmente da quelli della medesima Tabella.

Infine, i valori della pressione $P_{0\text{ °C}}$ e del volume dello spazio di testa $V_{0\text{ °C}}$ alla temperatura di 0 °C possono essere calcolati semplicemente attraverso le relazioni:

$$P_{0\text{ °C}} = (0,013 \cdot V_{20\text{ °C}} + 0,53) \cdot P_{20\text{ °C}} \text{ (bar)}$$

$$V_{0\text{ °C}} = 1,03 \cdot V_{20\text{ °C}} + 3,7 \text{ (mL)}$$

Esempio

Condizioni standard dello spumante a 20 °C: P = 5,5 bar e spazio di testa = 12 mL.

Condizioni di imbottigliamento: 0 °C.

Il tappo di sughero per vino spumante

Pressione e spazio di testa all'imbottigliamento dovranno essere:

$$P_{0\text{ °C}} = (0,013 \cdot 12 + 0,53) \cdot 5,5 = 3,8 \text{ bar}$$

$$V_{0\text{ °C}} = 1,03 \cdot 12 + 3,7 = 16,1 \text{ mL}$$

Capitolo 2

Il tappo spumante

I tappi spumante presenti sul mercato sono di tre tipologie:

A. Tappo spumante tradizionale

I tappi tradizionali per vini spumante sono costituiti da un corpo in agglomerato di sughero e possono avere una o due rondelle di sughero naturale a una estremità.

Il corpo in agglomerato è ottenuto attraverso l'agglutinazione, con sostanze adesive, di granuli di sughero di granulometria compresa nell'intervallo 2,5-8 mm.

Le rondelle, dette anche dischi o testine, sono costituite da cilindri di sughero naturale di spessore variabile.

Questa tipologia di tappi, a sua volta, è suddivisa in tappi costituiti:

- interamente da sughero agglomerato;
- da un corpo in sughero agglomerato con una rondella di sughero naturale a una estremità;
- da un corpo in sughero agglomerato con 2 rondelle a una estremità. Lo spessore complessivo delle rondelle deve essere compreso nell'intervallo 10-13 mm.

B. Tappo spumante in microgranulato di sughero

Tappo tecnico composto con granella di sughero di granulometria compresa tra 0,25 e 4 mm, leganti e altri materiali conformi al contatto con alimenti. Può contenere agenti termo-espandenti la cui funzione è quella di migliorarne la risposta elastica. La percentuale in massa di sughero deve essere almeno pari a quella definita dalla Norma ISO 633-2007, o successivi aggiornamenti¹.

¹ La Norma ISO 633-2007 prevede una percentuale minima di sughero del 51%. La norma è in revisione e tale percentuale sarà, probabilmente, modificata.

I tappi per vini spumante in microgranulato di sughero, a loro volta, sono suddivisi in tappi costituiti:

- interamente da microgranulato di sughero;
- da un corpo in microgranulato di sughero e una rondella di sughero naturale a una estremità;
- da un corpo in microgranulato di sughero e 2 rondelle di sughero naturale a una estremità. Lo spessore complessivo delle rondelle deve essere compreso nell'intervallo 10-13 mm.

La *Figura 2.1* riporta il flow-sheet esemplificativo del processo di produzione dei tappi microgranulati, sostanzialmente analogo al processo per la produzione di quelli in agglomerato standard.

C. Tappo spumante in agglomerato con rondelle in microgranulato
Tappo costituito da un corpo di sughero agglomerato tradizionale con una rondella in microgranulato a una estremità.

2.1 Dimensioni dei tappi spumante

I tappi spumante sono prodotti con diametri e lunghezze che possono variare, rispettivamente, negli intervalli:

- diametro: 29-31 mm (con tolleranza $\pm 0,3$);
- lunghezza 47-48 mm (con tolleranza $\pm 0,5$).

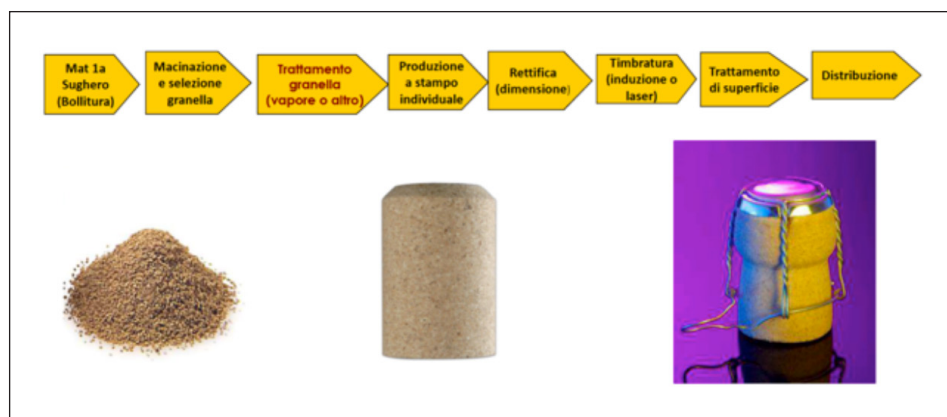


Figura 2.1 – Flow-sheet esemplificativo del processo produttivo di tappi microgranulati.

2.2 Contenuto di umidità dei tappi spumante

I tappi spumante sono commercializzati con un contenuto di umidità compreso nell'intervallo 3-8%.

2.3 Produzione granello e corpi in agglomerato

La materia prima utilizzata per la preparazione delle cannelle² e dei corpi in agglomerato è il granulato di sughero.

Questo prodotto viene ottenuto, per gran parte, dalla macinazione degli sfridi di lavorazione delle plance di sughero primariamente destinate alla produzione di tappi e di rondelle e, in piccola parte, da sughero di differente origine.

La triturazione si effettua con mulini a coltelli. Dalla macinazione si ottengono frammenti di differente pezzatura che, successivamente, vengono selezionati con sistemi che sfruttano, normalmente, la granulometria e il peso specifico. Inoltre, dall'operazione di macinazione si ottengono due tipologie di granuli che, opportunamente separate, vengono destinate una alla produzione di tappi, l'altra alla produzione di materiale per l'edilizia e altri usi (in genere particelle più pesanti e, quindi, più legnose).

Successivamente, ulteriori vagliature permettono di separare maggiormente le varie frazioni ottenute. Le granulometrie comprese tra 2,5 e 8 mm sono destinate alla produzione dei corpi dei tappi per vini spumante, mentre le frazioni di dimensioni maggiori o minori sono indirizzate alla produzione di tappi sia per vini fermi, sia per microgranulati, oppure destinate ancora a quella per materiali edili e per calzature.

Oltre alla selezione per setacciatura ventilata, si utilizzano anche delle tavole densimetriche³ che permettono di separare i granuli sulla base della loro massa volumica.

Le granelle così ottenute si possono inviare alla produzione dei corpi per i tappi da spumante. Per assicurarne le caratteristiche richieste, possono essere controllati, in modo costante, i seguenti parametri:

- massa volumica apparente;

² Lunghi cilindri di agglomerato di sughero, successivamente tagliati per ottenere i corpi dei tappi.

³ Macchine vibranti.

- umidità;
- dimensioni dei granuli.

Una volta effettuata la preparazione del corpo grezzo, possono essere verificate le seguenti caratteristiche:

- resistenza alla compressione ed elasticità;
- tenuta alla trasmissione o penetrazione del gas (tenuta alla pressione);
- resistenza meccanica.

La produzione dei corpi viene ottenuta mediante due metodologie:

- estrusione;
- stampo individuale.

Metodo a estrusione

Il metodo si basa sull'impiego di macchine che producono cannelle a sezione costante partendo da un impasto di granuli di sughero e di collanti poliuretanici termoindurenti. La macchina spinge, tramite specifici pistoni, l'impasto all'interno dei tubi riscaldati, dove avverrà la vera e propria agglomerazione, generata dalla resistenza allo scorrimento dell'impasto stesso.

La qualità dell'agglomerazione e la densità del corpo dipendono da più variabili, quali la temperatura del processo, l'umidità dell'impasto e la velocità di estrusione delle macchine.

Le cannelle, così formate, raggiunta la completa stabilizzazione, vengono tagliate a seconda delle necessità.

Metodo per stampo individuale

La tecnica per stampo individuale, rispetto alle tecniche per estrusione, permette di assicurare una maggiore:

- uniformità di densità e di dimensioni;
- omogeneità tra i singoli individui della popolazione prodotta, i quali presentano anche migliori caratteristiche fisico-meccaniche;
- prestazione di resistenza alla torsione e alla disgregazione;
- tenuta alla pressione.

La preparazione dell'impasto si ottiene in maniera simile a quanto descritto nel metodo precedente. In questo caso, però, l'impasto viene compresso in stampi cilindrici individuali che poi passano, in

successione, prima in un forno all'interno del quale avviene la polimerizzazione e, quindi, in una sezione refrigerante.

In entrambi i casi (estrusione e stampo individuale), i corpi vengono, successivamente, portati a misura attraverso l'utilizzo di macchine smerigliatrici.

Al fine di ottenere prodotti di elevata qualità funzionale e organolettica si ricordano alcune regole essenziali:

- alla triturazione
 - controllo dell'umidità del sughero prima dello stoccaggio;
 - separazione della zona di stoccaggio da quella di triturazione;
- alla separazione densimetrica
 - verifica costante nel tempo della massa volumica del granulato ottenuto;
- all'essiccazione dei granuli
 - controllo del tasso di umidità;
- allo stoccaggio dei granuli
 - stoccaggio in silos non ermetici o in sacchi di materiale sintetico aerato;
- all'agglomerazione
 - assicurare la completa polimerizzazione della colla;
- alla rettifica dimensionale
 - evitare la formazione di sfaccettature nel corpo e verificare il parallelismo tra le due teste;
 - eliminazione della polvere.

2.4 Produzione rondelle

Le rondelle, definite anche dischi o testine, sono dei cilindri di sughero naturale, di diverse dimensioni, utilizzati nella produzione di tappi da spumante.

Le rondelle sono ottenute da plance di sughero sottile, particolarmente compatto, selezionate prima della stagionatura e dopo la bollitura.

La stagionatura e la bollitura delle plance

Le plance di sughero destinate alla produzione delle rondelle, opportunamente e preventivamente selezionate, stagionano all'aperto per un minimo di 6 mesi in cortili di stoccaggio ben aerati, soleggiati, puliti e pavimentati. Le plance sono disposte in pile sollevate dal

terreno e con la parte esterna, la schiena, rivolta verso l'alto, al fine di evitare ogni ristagno idrico.

Dopo la stagionatura le plance sono sottoposte a bollitura, durante la quale il sughero è ammorbidito, appiattito e lavato per asportare parte dei tannini in esso contenuti, seguita da un periodo di stabilizzazione e, spesso, da una ulteriore fase di selezione.

Il taglio: produzione di strisce o solette

Le plance di sughero, bollite e appiattite, vengono rifilate ai bordi e, quindi, tagliate in bande di determinata larghezza.

Queste ultime, mediante operazioni di taglio eseguite in linea con una macchina combinata, vengono *spanciate*, ossia private della sottile parte originariamente a contatto col tronco, e *schienate*, ossia private della parte legnosa esterna (schiena), quindi divise in due o tre strisce o solette, le quali possono avere dimensioni differenti, in relazione al successivo utilizzo.

Le strisce destinate alla produzione di rondelle per tappi spumante hanno, normalmente, uno spessore di 6 mm. Quelle prossime alla pancia vengono, di solito, tenute separate dalle altre perché, normalmente, risultano di qualità estetica migliore e, quindi, sono utilizzate per la produzione delle rondelle esterne, ossia quelle destinate al contatto con il vino.

Fustellatura delle strisce/solette

Le strisce di sughero sono inviate alle fustelle, dove sono fustellate per la produzione delle rondelle che, solitamente, per i tappi da spumante sono tagliate con un diametro di 34 mm.

Le rondelle fustellate sono immediatamente sottoposte a una selezione meccanica, attraverso la quale è possibile eliminare il materiale non conforme (rondelle spezzate, pezzi di sughero ecc.).

Rettifica (intestatura) e selezione delle rondelle

Le rondelle conformi sono quindi rettificate (o intestate), ossia sono levigate sulla superficie e, successivamente, inviate alla selezione, che può essere optoelettronica e/o manuale.

La selezione verifica, sulla superficie della rondella, l'area occupata dalle lenticelle, le dimensioni e la distribuzione delle stesse. Inoltre, verifica altresì le eventuali fratture, o altre difettosità meccaniche, e le dimensioni delle rondelle, posizionandole in una determinata "classe estetica", o "di qualità", sulla base degli aspetti estetico-visivi.

2.5 Incollaggio corpi-rondelle, rettifica, operazioni di finitura

Incollaggio corpi-rondelle

Per i tappi da spumante composti dal corpo e da 1 o 2 rondelle, è prevista la fase di incollaggio. L'incollaggio prevede l'accoppiamento tra il corpo del tappo e le rondelle, che possono essere in sughero naturale o in microgranina.

La rondella esterna, prima di essere incollata, viene sottoposta a marcatura su una delle due facce per poter identificare quella esteticamente migliore, la quale andrà a contatto con il vino.

Le macchine incollatrici distribuiscono il collante, generalmente costituito da una soluzione acquosa di lattici sintetici, su:

- una faccia del corpo
- entrambe le facce della rondella interna (nei tappi con 2 rondelle)
- una faccia della rondella esterna.

Dopo la distribuzione della colla, il tappo (composto dal corpo e da una o due rondelle) viene pressato tra due morsetti e riscaldato a temperature comprese tra 80 e 100 °C in un forno, all'interno del quale avviene la polimerizzazione del collante e, quindi, la saldatura tra il corpo e le rondelle.

Al termine del riscaldamento, prima di essere ulteriormente processati, i tappi sostano a temperatura ambiente per 24 ore per consentire la completa polimerizzazione del collante, la quale viene monitorata mediante prove di bollitura.

Rettifica dei tappi grezzi

I tappi grezzi, attraverso l'operazione di rettifica, vengono poi portati alle dimensioni stabilite, normalmente 29-31 mm di diametro per 47-48 mm di altezza.

I tappi vengono, successivamente, smussati sulla testa per favorire l'operazione di gabbiettatura e possono anche essere smussati nella parte inferiore (per favorire l'inserimento in bottiglia).

Selezione

La selezione dei tappi da spumante viene effettuata con macchine elettroniche, dotate di lettore ottico, che leggono sia la faccia della rondella esterna, sia i lati delle rondelle, operazione indispensabile per eliminare eventuali pezzi fuori specifica.

Se necessario, viene anche eseguita la selezione manuale: i tappi

vengono fatti passare su un nastro trasportatore per affinare le scelte e per individuare eventuali difetti sul corpo, non osservabili dalle selezionatrici ottiche.

Timbratura

Tutti i tappi vengono sottoposti, esclusivamente, a marcatura a fuoco; il timbro viene impresso sulla parete e, a richiesta del cliente, anche sulle teste. La marcatura a fuoco consiste nella bruciatura della superficie del tappo attraverso il suo passaggio in un *cliché* metallico arroventato. Nel *cliché*, fatto realizzare dal Sugherificio su indicazione del cliente, viene inserito un riferimento per garantire la rintracciabilità della partita di tappi in conformità al Reg. CE 1935/2004.

Lubrificazione

La lubrificazione dei tappi avviene in macchinari di diversa tipologia composti da cestelli nei quali vengono caricati i tappi e, mediante l'ausilio di una pompa, viene aggiunto il prodotto lubrificante. La regolare distribuzione del prodotto è garantita dalla rotazione del cestello e, conseguentemente, dei tappi in esso contenuti. Prima di procedere all'immissione del prodotto lubrificante viene eseguito un ciclo di depolverazione per eliminare corpi estranei, frammenti di sughero e polvere.

Capitolo 3

La gabbietta

3.1 Tipi e caratteristiche

Nella *Figura 3.1* è rappresentata una gabbietta, con i componenti e la terminologia in uso per indicarli, di tipo a *cintura libera*, caratterizzata dal fatto che non è vincolata a nessuna delle gambe (in quanto non nasce come prolungamento da nessuna di esse) e, quindi, è libera di scorrere negli anelli terminali delle gambe stesse, senza costringerle a deviare dalla loro posizione naturale quando viene ancorata alla bottiglia.

La tipologia di gabbietta a *cintura vincolata* e priva di cappellotto (*Figura 3.2*) è utilizzabile con i tappi di plastica, mentre con quelli di sughero è, perlomeno, sconsigliata.

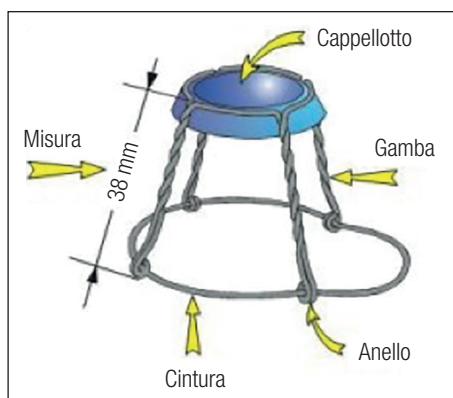


Figura 3.1 – Gabbietta a “cintura libera”.

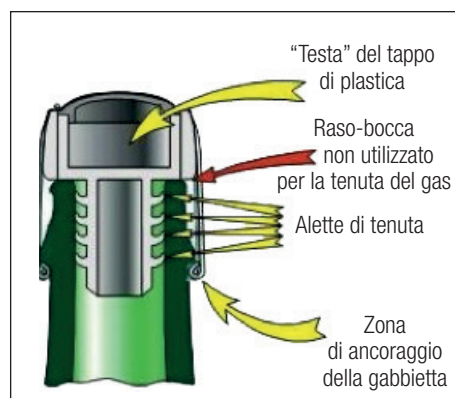


Figura 3.2 – Gabbietta a “cintura vincolata”.

3.2 Dettagli funzionali

Quando la gabbietta viene utilizzata unitamente al tappo di sughero svolge due funzioni, entrambe molto importanti: quella di impedire l'espulsione del tappo dalla bottiglia, a causa della sua pressione interna, e quella di consentire il cosiddetto *effetto tappo corona*¹. Invece, quando è usata in unione con il tappo di plastica tradizionale (*Figura 3.2*), essa ha solamente lo scopo di impedire l'espulsione del tappo.

Importante, per ottenere l'effetto tappo corona, la scelta della lunghezza della gamba della gabbietta. A titolo esemplificativo, nel caso di gabbiette da 38 mm (*Figura 3.1*), la parte del tappo esterna al collo della bottiglia deve essere di circa 25 mm, corrispondente alla massa di agglomerato necessaria per formare correttamente la testa del tappo a seguito della gabbiettatura.

¹ Il tappo corona, come ben noto, è costituito da un cappellotto metallico aggraffato alla bottiglia. La tenuta è effettuata dalla compressione di una sottile guarnizione tra la parte metallica e il raso bocca.

Capitolo 4

L'utilizzo del tappo spumante

4.1 Caratteristiche del tappo spumante durante l'utilizzo

Il tappo di sughero delle bottiglie di spumante è caratteristico per la “forma a fungo” che assume dopo la stappatura, mentre prima dell’imbottigliamento ha una comune forma cilindrica, di diametro variabile nell’intervallo 29-31 mm, decisamente maggiore rispetto a quella del tappo raso. Nell’operazione di tappatura, il tappo viene compresso radialmente per poterlo inserire, per circa la metà della sua lunghezza, all’interno del collo della bottiglia, mentre la parte esterna viene “gabbiettata”, ovvero compressa assialmente per essere assestata sul raso bocca e determinare, così, il cosiddetto *effetto tappo corona*.

Per valutare le caratteristiche tecnologiche del tappo spumante, occorre considerare sia la resistenza alla compressione assiale, che dipende dalla massa volumica e dal tenore di umidità dell’agglomerato, sia la forza radiale di espansione esercitata dal gambo del tappo nel collo della bottiglia.

Gli agglomerati presentano valori di resistenza alla compressione doppia rispetto a quella del sughero naturale che, per questo motivo, non viene più utilizzato per la fabbricazione dei corpi, ma solo per quella delle eventuali rondelle (*Figura 4.1*).

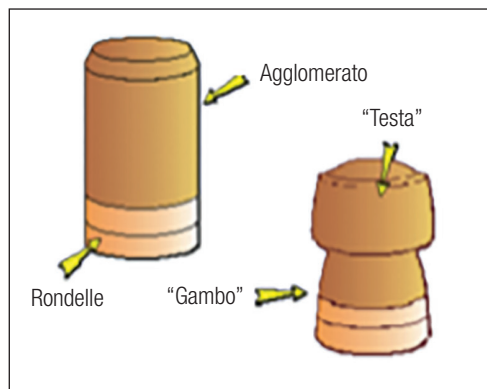


Figura 4.1 – Il tappo spumante prima e dopo il suo utilizzo.

4.2 Modifiche strutturali e deformazioni elastiche in tappatura e in gabbiettatura

Durante l'operazione di tappatura-gabbiettatura il tappo spumante subisce alcune modificazioni strutturali, in funzione delle differenti fasi dell'operazione. In particolare, la compressione del tappo tra le ganasce del tappatore per la sua introduzione nel collo della bottiglia, determina un aumento della sua massa volumica, di per sé già molto elevata.

I corpi in agglomerato e in microgranulato, di diametro pari a 29-31 mm, con densità variabile nell'intervallo $230\text{-}310\text{ kg/m}^3$, nell'istante in cui vengono compressi radialmente nel tappatore, fino a raggiungere un diametro di 15,5-16 mm, aumentano la propria massa volumica fino a un valore che si approssima a 1000 kg/m^3 . Per esemplificare, tale valore è ben superiore a quello di molti legni di essenza dura, quali faggio, mogano, castagno, noce.

Se il tappo è formato da agglomerato con rondelle di sughero naturale, la resistenza a compressione ha intensità diversa, poiché tali costituenti hanno differente massa volumica. Inoltre, nel momento in cui il tappo lascia le ganasce, la parte che entra nel collo della bottiglia (*gambo*) occupa un volume che è, generalmente, di forma tronco-conica. Quindi, la forza di espansione del gambo contro la parete del collo bottiglia non è omogenea. La migliore condizione di tenuta si verifica nelle vicinanze del raso bocca, dove il tronco di cono presenta la base minore (massa volumica del gambo massima). Invece, a livello della base inferiore del tappo la densità è minima, in

quanto il tronco di cono ha qui la sua dimensione maggiore. Inoltre, in questo punto, le rondelle, qualora presenti, esercitano una forza di espansione ancora inferiore, rispetto all'agglomerato, per la minor massa volumica del sughero naturale.

Negli istanti immediatamente successivi la tappatura, la parte esterna del tappo prossima al raso bocca presenta una espansione incompleta (*Figura 4.2*) e, pertanto, nel breve periodo che intercorre tra l'operazione di tappatura e quella successiva di gabbiettatura, questa parte del tappo continua la sua espansione (*Figura 4.3*).

La fase di gabbiettatura determina l'imbragatura del tappo e la compressione della parte esterna alla bottiglia, con la conseguente formazione della sua *testa* (o *cappello*). Quest'ultima subisce compattazioni diverse in funzione della forma del cappellotto e del tipo della gabbietta (a cintura libera o a cintura fissa, sconsigliata su tappi di sughero), del raso bocca della bottiglia e della velocità con cui è condotta la gabbiettatura.

4.3 Comportamento del tappo nella bottiglia finita

Dopo le operazioni di tappatura e di gabbiettatura e, successivamente, durante la conservazione del prodotto in bottiglia, il tappo a fungo può essere strutturalmente suddiviso in quattro zone (*Figura 4.4*). Le zone "A", "B", e "C", che rappresentano la testa del tappo, sono assoggettate solo a compressione assiale (verticale). Vista l'estrema

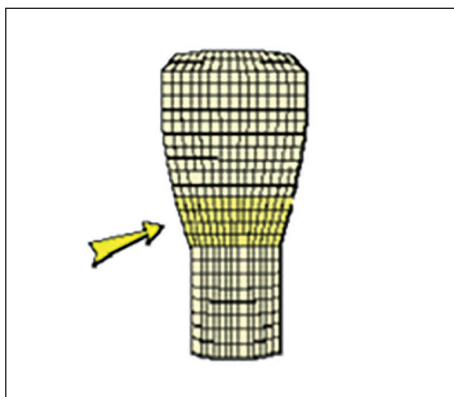


Figura 4.2 – Tappo spumante subito dopo la tappatura.

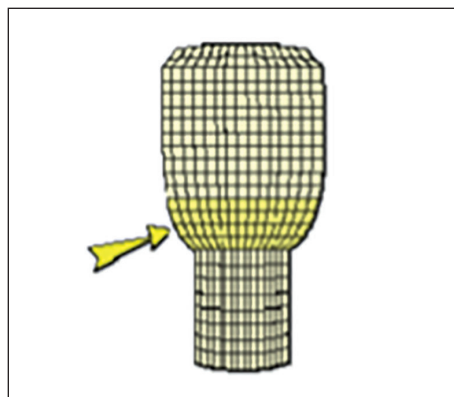


Figura 4.3 – Tappo spumante prima della gabbiettatura.

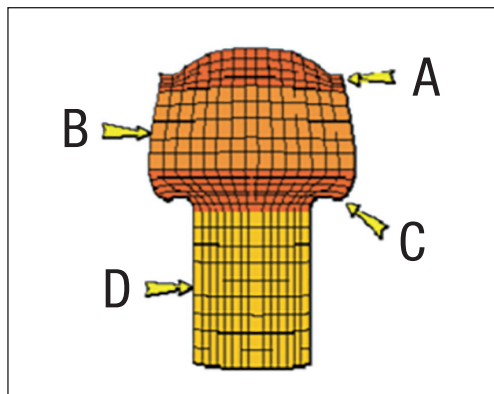


Figura 4.4 – Conformazione del tappo spumante dopo la gabbiettatura.

rapidità con cui si realizza la gabbiettatura, nella testa del tappo si determina una deformazione di schiacciamento molto maggiore nelle zone “A”, parte superiore a contatto con il cappellotto dove avviene l’applicazione della forza, e “C”, parte a contatto con il raso bocca della bottiglia, dove avviene il contrasto e la reazione a tale forza, piuttosto che nella zona “B”, intermedia tra le due precedenti. L’appoggio della zona “C” è costituito dal raso bocca della bottiglia e dal gambo del tappo (zona D).

La zona “D” è interessata unicamente dalla compressione radiale, dovuta all’elevata massa volumica che il gambo può raggiungere, pari a oltre 850 kg/m^3 nelle seguenti condizioni:

- $\varnothing$ imboccatura bottiglia = $17,3 \pm 0,3 \text{ mm}$;
- $\varnothing$ tappo = $30,5 \text{ mm}$;
- densità iniziale agglomerato = 280 kg/m^3 .

4.4 Equilibrio e quantificazione delle forze

La zona di appoggio tra il tappo e la bottiglia è un’area molto piccola, costituita solamente dalla corona circolare del raso bocca. Questa superficie, per semplificare la valutazione delle forze in gioco, viene nel seguito considerata piana e, nel caso della bottiglia champagnotta, pari a circa 2 cm^2 .

Considerando di 200-250 kg il valore medio della forza prodotta dalla gabbiettatrice, la pressione sul raso bocca nel momento dell’applicazione della gabbietta è di $100\text{-}125 \text{ kg/cm}^2$. Se, invece,

si considera il valore determinato dalla reazione elastica dell'agglomerato della testa del tappo durante il periodo di vita della bottiglia pari a 30-35 kg, la medesima pressione si attesta su un valore di 15-17 kg/cm²¹.

4.5 Effetto tappo corona

Osservando il tappo a fungo gabbiettato, si nota che il cappello (o testa) funziona da tappo corona e il gambo da tappo raso. La tenuta è data, soprattutto, dal cappello il quale esercita una forza che determina il cosiddetto *effetto tappo corona*, coadiuvato dal gambo che conferisce stabilità alla zona di contatto sul raso bocca, impedendo movimenti reciproci tappo-collo.

La gabbietta comprime il tappo spumante assialmente sul raso bocca della bottiglia sino a ottenere una zona di massima compattazione che, per deformazione elastica, determina la chiusura delle microporosità del materiale. In questo modo si simula l'effetto del tappo corona che la gabbietta riesce a ottenere dal tappo agglomerato (o microgranulato), sfruttandone elasticità e deformabilità.

La complessa dinamica dell'assestamento della testa del tappo sul raso bocca è schematizzata nella *Figura 4.5*, che illustra l'andamento delle forze interne, dovute all'elasticità, durante e immediatamente dopo la gabbiettatura. Le forze che agiscono tra il cappellotto della gabbietta e il raso bocca sono schematizzate da due frecce rosse laterali e da una gialla centrale che, a sua volta, si ramifica in varie direzioni. Partendo da quest'ultima forza, notiamo che essa si scarica nel gambo determinando un ulteriore piccolo affondamento del tappo post gabbiettatura. Tale forza è contrastata, principalmente, dalla resistenza che il vetro oppone all'espansione radiale dell'agglomerato. Le due frecce rosse, invece, rappresentano le componenti che, interagendo con le superfici di appoggio, originano l'effetto tappo corona.

Quando la situazione si stabilizza, (*Figura 4.6*), l'analisi delle forze di reazione che si scaricano sul cappellotto della gabbietta, e quindi ne mettono in trazione le gambe, mostra che quelle principali derivano dall'appoggio della testa del tappo sul raso bocca, mentre sono

¹ La pressione (espressa in kg/cm²) è data dalla forza (espressa in kg) diviso la superficie (espressa in cm²) sulla quale viene esercitata la medesima forza.

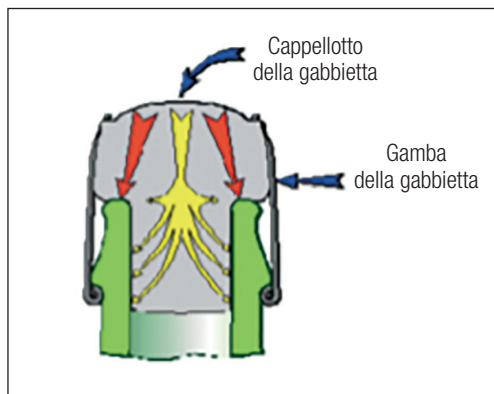


Figura 4.5 – Forze coinvolte nell'assestamento della testa del tappo.

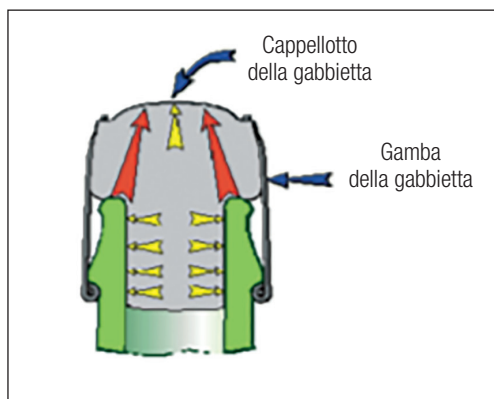


Figura 4.6 – Forze che determinano l'effetto tappo corona.

marginali le forze che derivano dalla parte centrale del tappo medesimo perché si sono precedentemente scaricate.

4.6 La tenuta ai gas e ai liquidi

Il tappo spumante ha l'obiettivo principale di garantire la sovrappressione in bottiglia e di mantenerla, per quanto possibile, nel tempo. Per tale motivo è necessario assicurare la tenuta tra tappo e vetro (effetto tappo corona), e verificare l'eventuale passaggio di gas attraverso il medesimo tappo, dovuto alla permeabilità del materiale (agglomerato, microgranulato, rondelle) o a eventuali imperfezioni (canalizzazioni o interstizi passanti attraverso tutta la sua lunghezza) eventualmente formatesi durante la sua produzione.

In ogni caso, la compressione del tappo correttamente inserito nel

collo della bottiglia è in grado di minimizzarne la permeabilità e, spesso, di contrastarne le eventuali irregolarità.

Errate operazioni di imbottigliamento possono, invece, generare problemi di tenuta. Uno scarso inserimento del tappo in bottiglia, ad esempio, può provocare difficoltà di gabbiettatura, perdita di pressione ed espulsione del tappo alla sgabbiettatura, mentre un inserimento eccessivo può generare difficoltà di stappatura e determinare la formazione di una testa di ridotte dimensioni, non in grado di generare la corretta tenuta tra tappo e vetro.

Il corretto livello di inserimento dipende da diversi fattori, quali, in particolare, la massa volumica e la tipologia del tappo, il tipo e il dosaggio del lubrificante, la pressione dello spumante in bottiglia. Pertanto, è opportuno che tale livello venga definito, caso per caso, tra il Sugherificio e l'utilizzatore finale.

Livelli consigliati di inserimento del tappo nel collo bottiglia dopo la gabbiettatura, e da assumere come linee guida, sono rappresentati dai seguenti valori:

- tappo in agglomerato tradizionale, con o senza rondelle: 23-24 mm
- tappo in microgranulato: 24-26 mm

Per particolari esigenze, valori diversi possono essere concordati fra il produttore e l'utilizzatore dei tappi.

In sintesi, il tappo riesce a conservare la pressione in bottiglia per un sufficiente numero di anni, pari alla *shelf life* del vino stesso, permettendo una normale evoluzione del prodotto, solo se l'inserimento del gambo, la formazione del fungo e il posizionamento della gabbietta avvengono correttamente.

4.7 Conformazione a chiodo del tappo

Infine, un caso utile da ricordare è la cosiddetta conformazione a chiodo, o a cavicchio, del gambo del tappo, che si verifica a seguito del mancato recupero del suo volume iniziale dopo la stappatura. Tale difetto viene spesso associato alla perdita di elasticità del sughero²

² Al fine di comprendere meglio questo fenomeno, occorre differenziare la durezza dall'elasticità. In particolare, un corpo molto duro può essere elastico (ad esempio: acciaio), mentre un corpo morbido può essere non elastico (ad esempio: cotone).

e, quindi, correlato a fenomeni di colosità e, nei vini spumanti, anche di perdita di gas.

Va, invece, ricordato che la tenuta del tappo spumante è dovuta all'effetto tappo corona e, pertanto, l'eventuale perdita di gas e di liquidi è da imputare alla mancata tenuta della testa del tappo, piuttosto che alla sua conformazione a chiodo.

Nella matrice sughero la perdita di elasticità può essere associata a una struttura difettosa del sughero stesso o a una compressione eccessiva durante la tappatura, superiore al suo carico di rottura, o altri fattori legati alla bottiglia.

Per accertare la reale perdita di elasticità di un tappo è possibile effettuare una prova di recupero volumetrico. Infatti, solo se dopo bollitura per alcuni minuti non recupera il suo volume iniziale ha, effettivamente, perso la propria elasticità.

Capitolo 5

La formatura della bocca nelle bottiglie di vetro

Nel presente paragrafo vengono sinteticamente descritte le fasi di produzione della bocca delle bottiglie di vetro per vini spumante e le principali caratteristiche del collo della bottiglia che possono interferire con una corretta chiusura con il tappo a fungo.

5.1 Descrizione del processo di formatura

Il vetro

La fase iniziale della tecnologia di produzione di una bottiglia prevede la fusione delle materie prime a temperature molto elevate ($\sim 1550\text{ }^{\circ}\text{C}$) in forni di grande capacità (150-300 tonnellate/giorno), all'interno dei quali avvengono anche le fasi di omogeneizzazione e affinaggio (rimozione delle bolle). Successivamente, per essere lavorato, il vetro fuso viene portato a temperature inferiori ($1200\text{--}1300\text{ }^{\circ}\text{C}$) mediante canali di distribuzione (*feeder*) che lo convogliano alle macchine di formatura.

La bottiglia

La produzione meccanizzata delle bottiglie avviene in due fasi successive che utilizzano stampi propri. Nella prima fase, partendo dalla goccia di vetro si realizza la sboccatura del contenitore (*abbozzo o parison*). È in questa fase che si ottiene la formatura definitiva della geometria esterna della bocca (mediante copiatura del vetro nella parte di stampo denominata collarino) e si definiscono le dimensioni e il profilo interno della bocca, ottenuti tramite soffiatura.

Nella seconda fase, mediante lo stampo finitore, per ripartizione del vetro dell'abbozzo, si ricava la bottiglia finale, pervenendo al profilo esterno definitivo e alla distribuzione degli spessori.

5.2 Baghe e imboccature

Salvo diversi accordi presi tra cliente e vetrerie, le dimensioni che devono essere rispettate dalle imboccature delle bottiglie per vini spumante da chiudere con tappi di sughero sono riportate nei seguenti riferimenti normativi:

- NF H 35-022 Industries de l'embouteillage - Bouteilles en verre - Bagues verre - Cordon couronne 26 à 43 mm - Construction du profil extérieur et du point d'accrochage
- NF H 35-029 Industries de l'embouteillage - Bouteilles en verre - Bagues couronnes verre champenoises 26 et 29
- CE.T.I.E. GME 13.04 Finish 29 Sparkling Wine
- CE.T.I.E. GME 13.05 Crown Finish 29 Spumante
- CE.T.I.E. GME 13.06 Crown Finish 29 Cider

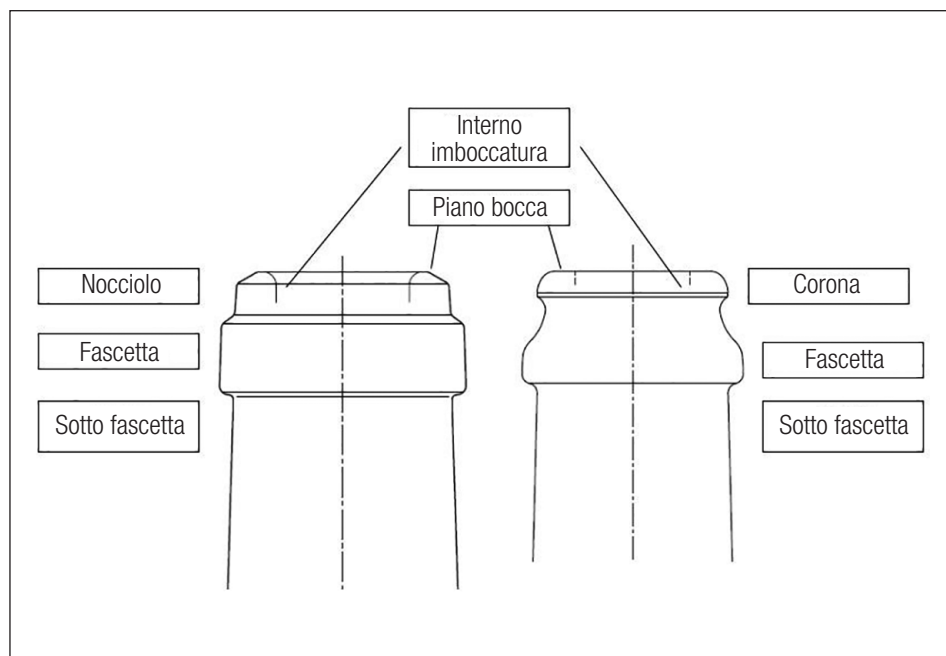


Figura 5.1 – Schema imboccatura del collo della bottiglia.

Tipi di imboccatura

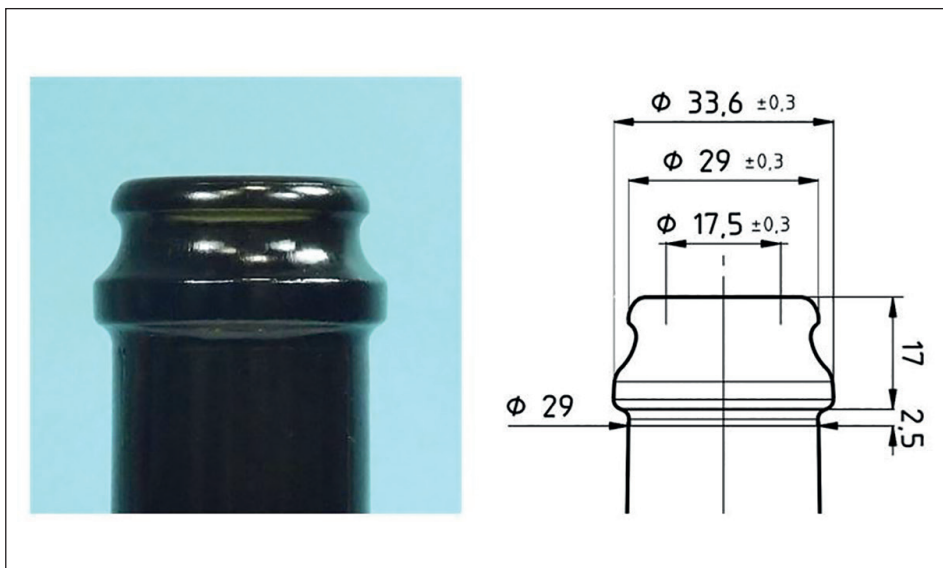


Figura 5.2 – Imboccatura Corona Champenoise $\Phi 29$ NF H 35-029.

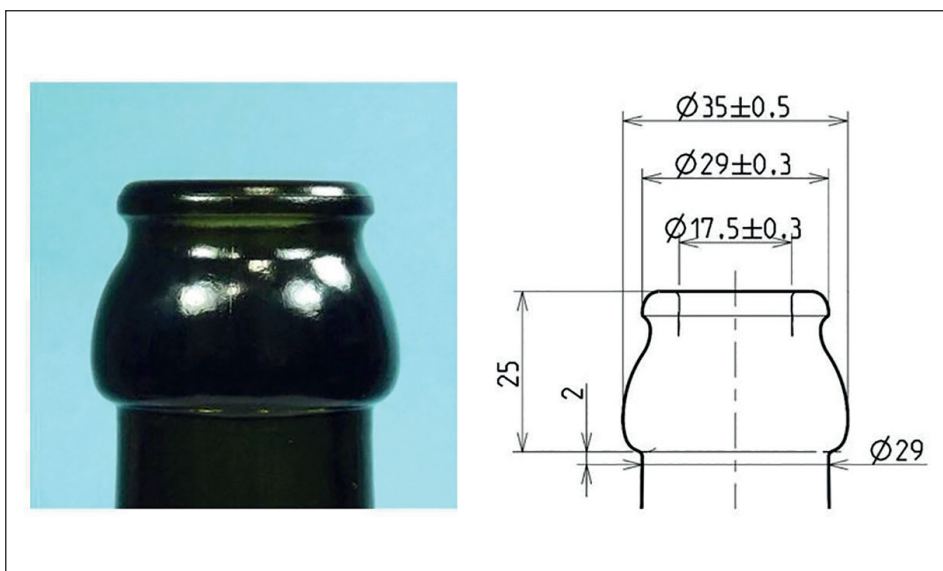


Figura 5.3 – Imboccatura Corona $\Phi 29$ (35 H 25).

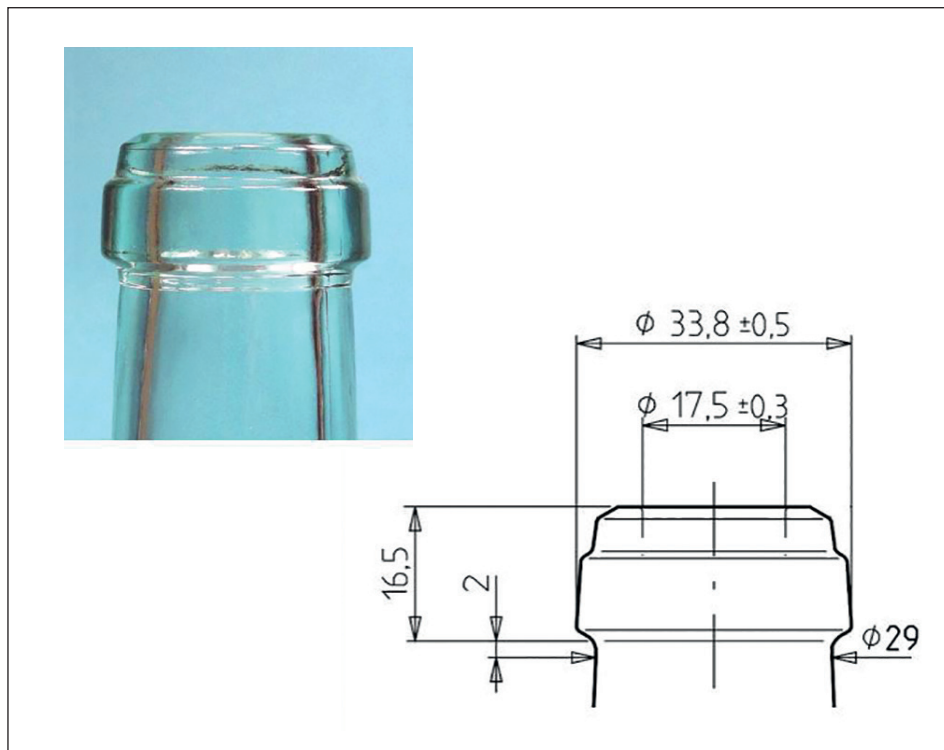


Figura 5.4 – Imboccatura Fascetta $\phi 29$ H 16.5.



Figura 5.5 – Imboccatura Fascetta $\phi 29$ H 16.5.



Figura 5.6 – Imboccatura Corona-Fascetta $\phi 29$ H 18.

Alcune delle caratteristiche dimensionali sono specificate nel disegno tecnico della bocca della bottiglia ed è auspicabile un andamento del profilo interno bocca con conicità in apertura verso il fondo o, al massimo, cilindrico. Le misure dei parametri di seguito elencati sono fondamentali per garantire la corretta tappatura:

- diametri dell'imboccatura esterna;
- diametri e svasatura dell'imboccatura interna;
- altezza del contenitore;
- verticalità del contenitore;
- parallelismo della bocca.

Le norme tecniche di riferimento, i controlli e le misure eseguibili sulle bottiglie sono riportate in Appendice A.

5.3 Resistenza meccanica delle bottiglie per spumante

La resistenza meccanica dei manufatti non dipende dalla composizione del vetro, ma dallo stato della superficie dove sono presenti delle discontinuità meccaniche che, agendo da concentratori degli sforzi, amplificano la tensione applicata e permettono la propagazione della frattura.

Nel caso delle bottiglie, le discontinuità meccaniche derivano dalla lavorazione e, soprattutto, dalla loro manipolazione dovuta ai contatti (urti o sfregamenti) che avvengono nel trasporto dalla vetreria all'utilizzatore, durante il transito lungo le linee di imbottigliamento e nel trasporto finale presso il cliente. Per ridurre il degrado, inevitabile lungo la catena logistica, la superficie del vetro subisce due trattamenti, il primo a caldo è necessario per ancorare il successivo trattamento a freddo, costituito da un lubrificante che riduce l'effetto degli impatti. Inoltre, la resistenza meccanica del vetro sotto carico (bottiglia in pressione) diminuisce nel tempo per un fenomeno di tenso-corrosione (*fatica statica*) favorito dall'umidità ambientale.

Poiché la bottiglia di spumante è soggetta, anche per lungo tempo, a valori di pressione dell'ordine di 6-7 bar, tenendo conto degli inevitabili danneggiamenti che potrà subire nel tempo, per garantirne l'integrità è necessario che la sua resistenza alla pressione istantanea sia inizialmente di circa 3 volte superiore a tali valori. In questo modo, in linea teorica, la bottiglia non dovrebbe pervenire a rottura durante il suo normale tempo di vita.

Per quanto sopra esposto, in fase di collaudo in vetreria, è sempre richiesto un valore di resistenza alla pressione istantanea (valutata su un campione di opportuna numerosità) superiore di 3 volte rispetto a quello normalmente presente in una bottiglia di vino spumante.

Capitolo 6

La linea di imbottigliamento spumante

6.1 Riempitrice

Le riempitrici per l'imbottigliamento dello spumante si distinguono in:

- riempitrici a leggera depressione o gravità: possono essere impiegate solo per l'imbottigliamento del vino base per la preparazione di spumante “metodo classico”. Sono macchine adatte all'imbottigliamento di prodotti in assenza di CO_2 ;
- riempitrici a pressione o isobariche: vengono impiegate per l'imbottigliamento del vino base per lo spumante “metodo classico”, per lo spumante “charmat” o per qualsiasi altra bevanda con o senza CO_2 . Per questa tipologia di riempitrici la pressione interna al serbatoio della macchina garantisce la stabilità della CO_2 nel prodotto durante tutto il processo di riempimento della bottiglia.

La pressione di lavoro nella riempitrice isobarica è variabile e dipende dalle caratteristiche del vino (contenuto di CO_2 , di zucchero ecc.) e dalla temperatura di riempimento. Normalmente, nell'imbottigliamento dello spumante questa pressione può variare da 4.5 a 7 bar.

Più bassa è la temperatura di riempimento, maggiore è la solubilità e la stabilità della CO_2 nel prodotto e, di conseguenza, meno difficoltosa è la fase di riempimento delle bottiglie. Nel passato l'imbottigliamento dello spumante era possibile solo lavorando a bassa temperatura, tipicamente intorno agli 0 °C.

Oggi, invece, le nuove tecnologie di riempimento ne permettono l'imbottigliamento anche a temperatura ambiente consentendo, quindi, l'etichettatura delle bottiglie immediatamente dopo averle riempite e tappate. Con queste tecnologie è, quindi, possibile evitare il passaggio delle bottiglie in tunnel di riscaldamento, fase altrimenti necessaria per evitare la formazione di condensa durante l'etichettatura, con relativo risparmio in termini sia impiantistici, sia energetici.

6.2 Tappatore

La tappatura a fungo con tappo di sughero è ancora quella dominante nell'imbottigliamento dello spumante, per le elevate garanzie che il sistema tappo/bottiglia riesce a fornire. In questo caso, il tappatore deve essere predisposto o adattato con particolari meccanici che lo differenziano, sostanzialmente, da quello utilizzato per la tappatura raso bocca, tipica dei vini tranquilli o frizzanti.

Per un corretto inserimento del tappo in bottiglia, è importante conoscere il funzionamento del tappatore. In particolare, le poche, ma indispensabili, regolazioni che esso richiede, le operazioni di manutenzione, controllo, pulizia e igienizzazione dello stesso, che devono essere eseguite con regolarità e precisione.

Alla macchina tappatrice devono arrivare le bottiglie dalla riempitrice e i tappi dal sistema di alimentazione che, se necessario, può essere dotato di orientatore, ad esempio per la presenza delle rondelle di sughero naturale.

Di seguito, sono riportate alcune foto rappresentative del sistema di trasporto e orientamento dei tappi (*Figure 6.1-6.5*), integrate con quelle di alcuni importanti optional. Nella fase di trasporto, la pulizia e la sanificazione sono molto importanti per garantire la corretta igiene finale dei tappi.

Nelle macchine più moderne, i sistemi di alimentazione possono essere implementati con l'utilizzo di sensori per l'individuazione e lo scarto di eventuali difettosità, o la diminuzione dei tempi morti nelle fasi di avvio. Ad esempio, la linea di alimentazione dei tappi può essere implementata con sistemi di:

- visione per gestire la qualità, con possibilità di espulsione del tappo non conforme;
- riscaldamento del tappo (a resistenza elettrica o a microonde),



Figura 6.1 – Tramoggia tappi spumante (Mar.co).

Figura 6.2 – Trasporto con elevatore di tappi spumante (Mar.co).

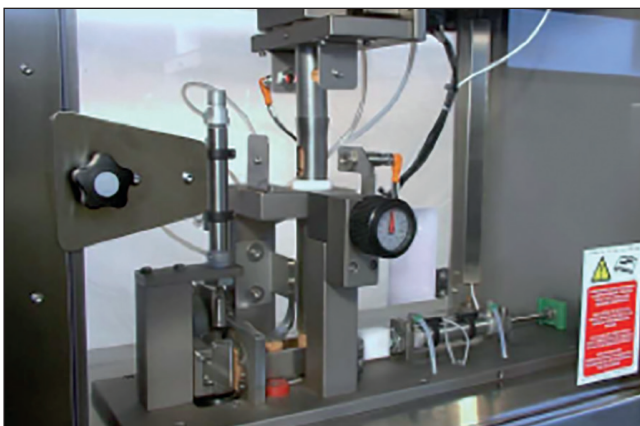


Figura 6.3 – Distribuzione e orientamento dei tappi (Mar.co).

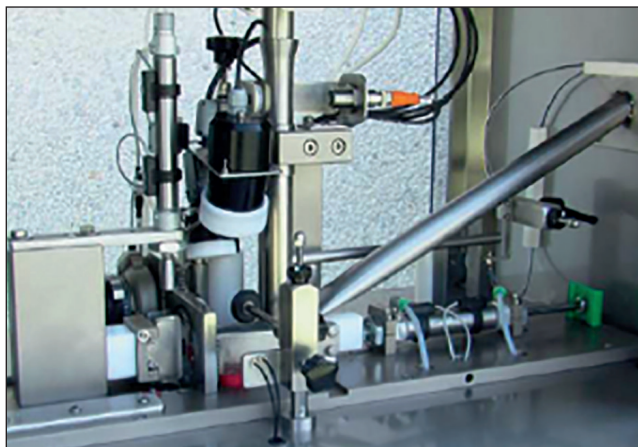


Figura 6.4 – Esempio di orientamento/visione (Mar.co).

Figura 6.5 – Esempio di controllo logo (Mar.co).

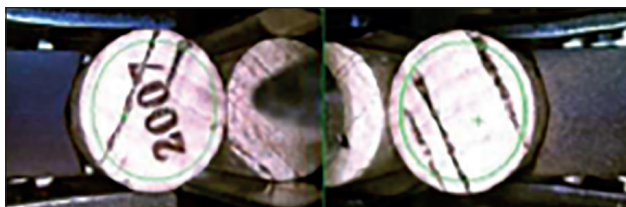


Figura 6.6 – Deviatore per scarico rapido (Mar.co).

per migliorarne l'igienicità e la lavorabilità. In particolare, sistemi a microonde con controllo a PLC della temperatura (*Figura 6.7*) consentono di ridurre lo sbriciolamento del tappo durante la fase di compressione all'interno del tappatore, garantendone, inoltre, un miglior ritorno elastico dopo la tappatura, senza, peraltro, alterare il grado di umidità o modificare le caratteristiche tecniche del lubrificante.

- sterilizzazione ad azione germicida (lampade UV);
- ionizzazione e aspirazione, per annullare la carica elettrostatica dei tappi e aspirare polvere e residui, evitando il loro trascinamento alla zona di tappatura (*Figura 6.8*).

Figura 6.7 – Sistema di riscaldamento a microonde (Mar.co).



Figura 6.8 – Sistema di ionizzazione e aspirazione (Mar.co).

6.3 Dettagli funzionali del tappatore

La macchina tappatrice per tappo spumante è costituita dalle seguenti parti principali:

- stelle di ingresso e uscita delle bottiglie (queste possono essere, a seconda del grado di automazione della macchina, di tipo fisso, registrabile o a presa positiva con braccetti);
- cilindri di sollevamento della bottiglia, a singola o doppia molla;
- gruppo centratore, che garantisce il centraggio della baga della bottiglia con il sostegno del tappo;
- sistema di presa e distribuzione del tappo;
- gruppo di compressione del tappo;
- sistema di introduzione del tappo in bottiglia;

alle quali possono essere aggiunti i seguenti gruppi, considerati opzionali:

- sistema di aspirazione delle polveri;
- sistema di sanificazione ad alcool.

Le bottiglie di spumante già riempite, all'uscita riempitrice, passano nella stella di entrata del tappatore che le accompagna, con il giusto passo, sotto la testa di tappatura (*Figura 6.9*), dove vengono solle-



Figura 6.9 – Tappatore rotativo multi-testa serie Delta (Gruppo Bertolaso).

vate dal cilindro di sollevamento e portate a contatto con il gruppo di compressione del tappo, garantendo il giusto carico che dovrà opporsi alla forza esercitata nella fase di introduzione del tappo in bottiglia.

Centraggio della bottiglia

Il centraggio della bottiglia con il gruppo di compressione è garantito da un apposito gruppo centratore, al cui interno scorre un sistema a linguetta che garantisce il sostegno del tappo durante le fasi di caduta e di compressione.

Il corretto uso delle attrezzature di guida delle bottiglie e del corretto gruppo di centraggio della baga della bottiglia sono di fondamentale importanza per evitare possibili problemi di tappatura, che possono essere, in questa fase, di scheggiatura della baga e/o di non corretto inserimento del tappo nel collo della bottiglia (tappo storto o rottura/deformazione degli spigoli delle rondelle).

Inserimento del tappo

Nella *Figura 6.10* è rappresentato lo schema di un tappatore, con evidenziate le sue parti principali.

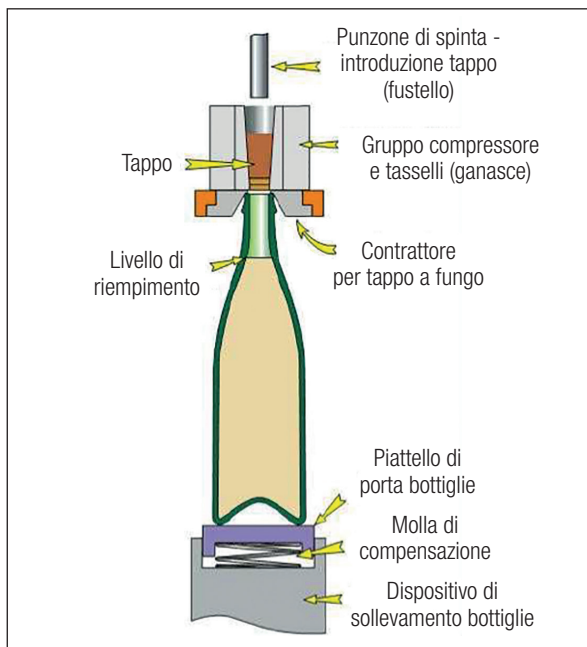


Figura 6.10 – Schema tappatore con evidenziate le parti principali.

Nell'imbottigliamento a fungo il punzone di spinta, o fustello, deve essere regolato per introdurre i tappi a una corretta profondità dal raso bocca della bottiglia, in relazione al loro inserimento nella bottiglia finita.

La quota di inserimento del tappo, regolabile elettricamente, deve garantire sia la tenuta del tappo a seguito della successiva gabbiettatura, sia la facilità di stappatura da parte del consumatore.

Il punzone di spinta, non dovendo attraversare zone di diametro inferiore a 16 mm, potrà avere un diametro maggiore rispetto a quello adottato per la tappatura a raso bocca. Ciò consente di distribuire su una maggior superficie della testa del tappo la forza necessaria per espellerlo dalle ganasce e introdurlo nel collo della bottiglia. Il diametro del punzone è bene sia il più grande possibile, tuttavia potrà variare da 14 a 18 mm, in relazione al tipo di ganasce o di tasselli di compressione.

Le parti composte da sollevatore, piattello porta-bottiglia e molla di compensazione, sono un complesso di organi destinati a sollevare la bottiglia, ad allineare perfettamente l'imboccatura con il tappo compresso e a bloccarla sotto il centratore con la massima forza possibile. Il cilindro di sollevamento viene alzato tramite un movimento meccanico a misura fissa (regolato in base all'altezza della bottiglia), mentre la molla di compensazione, situata sotto il piattello portabottiglie, consente l'uso di bottiglie con piccole differenze di altezza, senza rischio di rotture.

Le bottiglie non correttamente bloccate sotto il centratore tendono a muoversi e potrebbero abbassarsi, distaccandosi dal centratore. In questo caso, il tappo potrebbe rovinarsi e, comunque, non verrebbe introdotto correttamente e sufficientemente nel collo della bottiglia.

La corretta regolazione del tappatore in funzione dell'altezza della bottiglia è, quindi, una delle sue regolazioni più importanti per garantire il corretto carico di lavoro e la corretta introduzione del tappo. Un'errata regolazione potrebbe anche causare micro-rotture molto pericolose sulla boga della bottiglia.

Nel caso si utilizzino bottiglie con elevata difformità di altezza è necessario l'utilizzo di cilindri a doppia molla di compensazione. Il cilindro, in questo caso, è composto da una molla principale per supportare il carico di tappatura e una molla secondaria per gestire il peso della bottiglia. La molla secondaria permette che la bottiglia

sia a contatto con i tasselli anche quando si muovono per permettere al tappo di scendere.

Compressione del tappo

Il gruppo compressore è dotato di ganasce cilindriche, coniche o troncoconiche. Le coniche e le troncoconiche consentono di non comprimere eccessivamente la testa del tappo favorendone così il recupero elastico, necessario per ottimizzare la successiva fase di gabbiettatura.

La geometria delle ganasce, o tasselli, è molto importante anche in relazione ai carichi che vengono generati durante la compressione del tappo e che incidono sull'usura dei componenti. Il tappo spumante ha un diametro compreso tra 29 e 31 mm e una lunghezza di 47-48 mm. Per essere introdotto in bottiglia il suo diametro deve essere ridotto a un valore di 15.5-16 mm. È quindi evidente che tasselli a forma cilindrica (quelli normalmente utilizzati per la tappatura raso bocca) determinano carichi di compressione molto maggiori rispetto a quelli di altre geometrie, dovendo comprimere il tappo per tutta la sua lunghezza.

Valori orientativi dei carichi di compressione dei tasselli cilindrici, conici e tronco-conici sono, rispettivamente, compresi negli intervalli:

- 1200-2000 daN;
- 900-1500 daN;
- 400-550 daN.

I carichi di compressione dipendono, oltre che dal tipo di tappo utilizzato o dal tipo di tasselli, anche dalla velocità della macchina e dalla sua forma costruttiva (pendenze delle camme in relazione al diametro primitivo).

Una macchina rotativa multitesta ha, normalmente, una velocità che varia da 1000 a 1500 bph¹/testa; nel caso, invece, di una macchina monotesta si può arrivare fino a 2000-3000 bph. È evidente che cambiano notevolmente i tempi del processo di compressione e di inserimento del tappo. Ciò incide pesantemente sullo stress imposto al tappo e, di conseguenza, può altresì incidere sulla qualità della tappatura.

¹ Bph = bottiglie per ora.

Oltre ai carichi di compressione, l'uso di una determinata geometria delle ganasce incide anche sulla geometria e sulla verticalità del tappo durante il suo inserimento in bottiglia.

In *Figura 6.11* è schematizzato un gruppo compressore completo delle parti meccaniche, opportunamente indicate. Il gruppo è rappresentato, nella parte superiore della Figura, nel momento di massima apertura e, nella parte inferiore, in quello di massima chiusura delle ganasce.

Questo meccanismo rappresenta il cuore del tappatore e, con gli aggiustamenti del caso, è adottato sia sui tappatori “monotesta” sia su quelli rotativi “multitesta”. I particolari che lo costituiscono devono essere costantemente controllati per verificarne l'integrità, lo stato di

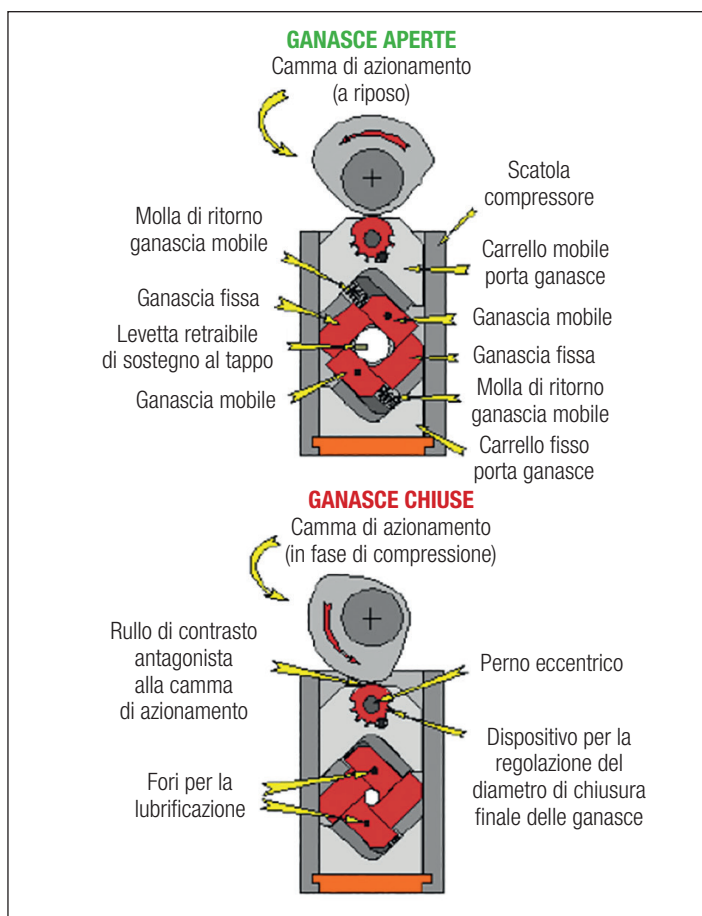


Figura 6.11 – Gruppo compressore.

usura, il reciproco adattamento e la reciproca scorrevolezza, e devono essere, regolarmente, sottoposti a pulizia, lubrificazione e manutenzione. La lubrificazione deve essere effettuata con estrema attenzione e moderazione, con prodotti adatti e consigliati dai produttori delle macchine.

Nella *Figura 6.12* è riportata la visione d'insieme delle diverse parti che formano il tappatore.

6.4 Precauzioni e avvertenze

Nei tappatori specifici per tappi a fungo, le ganasce devono essere, possibilmente, di tipo conico o tronco-conico e devono essere mantenute in condizioni perfette di igiene e di integrità. I piani di appoggio e di scorrimento devono essere integri, mentre le superfici di contatto con il tappo devono essere non usurate, a bassissima rugosità superficiale, prive di rigature e sbrecciature, anche di modesta entità.

Inoltre, è consigliabile l'utilizzo di ganasce che necessitano di lubrificazione limitata, per ridurre il rischio di contaminare tappi e bottiglie.

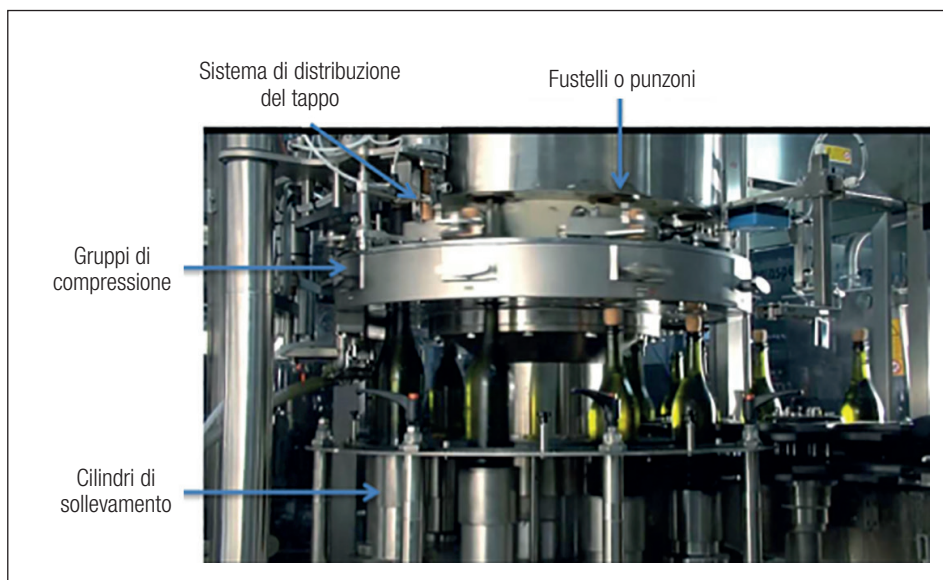


Figura 6.12 – Torretta di tappatura serie Delta (Gruppo Bertolaso).

Con gli appositi dispositivi preposti dal costruttore è necessario controllare il diametro di chiusura finale, che deve mantenersi entro valori compresi tra 15 e 16 mm. Un altro importante controllo va eseguito sulla zona di appoggio della бага della bottiglia ai tasselli, la quale deve essere perfettamente piana per permettere alla molla di compensazione dei cilindri di scaricare lo sforzo su tutta la superficie della бага stessa. Gradienti di concentrazione di sforzo sarebbero pericolosi e critici e potrebbero generare microfratture del vetro. Ulteriori controlli devono essere eseguiti sulle molle di ritorno per la riapertura delle ganasce che non devono presentare fenomeni di snervamento, rotture o perdita di elasticità.

Capitolo 7

Le operazioni di tappatura e gabbiettatura

7.1 Tappatura

Come è noto, nell'operazione della tappatura, il primo passaggio è rappresentato dall'introduzione del tappo nel collo della bottiglia da parte del tappatore. Nella *Figura 7.1* è schematizzato in alto a sinistra il tappo prima dell'utilizzo, immediatamente più sotto la sua sezione verticale e, infine, lo stesso tappo compresso dalle ganasce del tappatore, prima di essere spinto dal pistone nel collo della bottiglia.

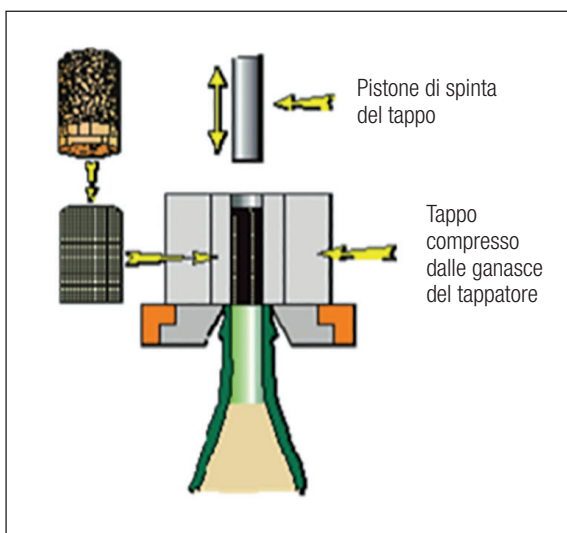


Figura 7.1 – Dinamica inserimento del tappo in bottiglia.

Negli istanti immediatamente successivi, il tappo deve presentarsi come in *Figura 7.2*, perfettamente verticale, in asse con la bottiglia e con il bordo di entrata della parte inferiore non slabbrato.

Nella *Figura 7.3* è riportato uno schema delle fasi di tappatura spumante che illustra quanto descritto precedentemente.

I pochi secondi che intercorrono tra la tappatura e la gabbiettatura (pausa di rinvenimento) sono normalmente sufficienti per il recupero elastico del tappo, in modo che la parte introdotta nel collo della bottiglia possa iniziare ad assestarsi ed esercitare una forza radiale

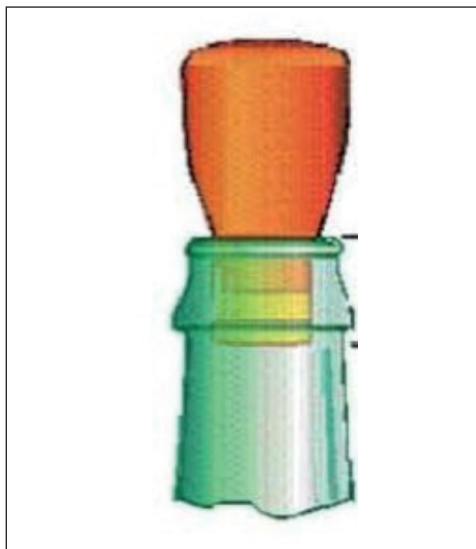


Figura 7.2 – Corretto inserimento del tappo in bottiglia.

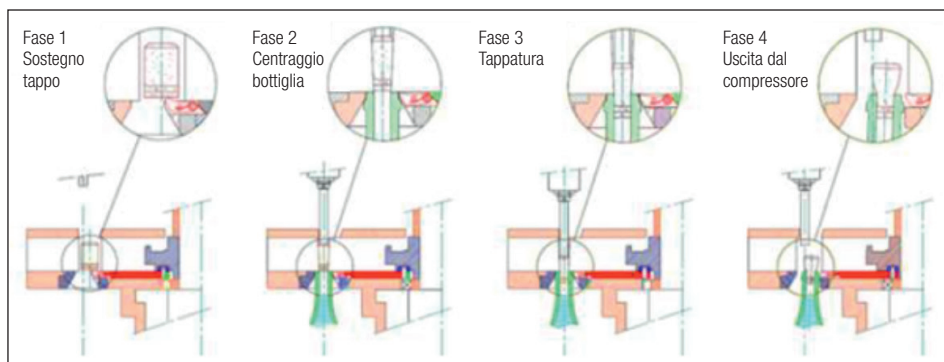


Figura 7.3 – Fasi di tappatura di vino spumante.

sufficiente a contrastarne l'ulteriore affondamento durante la gabbiettatura.

Tale pausa di rinvenimento deve essere osservata soprattutto nel caso di utilizzo di tappatori con ganasce cilindriche. Ciò consente un miglior controllo della quota di affondamento del tappo e una corretta formazione della sua testa.

Infine, è opportuno ricordare che la nuova generazione di linee assemblate con macchine integrate (monoblocco) prevede la gabbiettrice ravvicinata alla tappatrice e, pertanto, è opportuno utilizzare ganasce che stressano la parte di tappo che rimane al di fuori del collo della bottiglia il meno possibile. Quindi, le tronco-coniche risultano quelle più idonee allo scopo.

7.2 Gestione dell'ossigeno durante la tappatura

Una delle variabili critiche in fase di chiusura di una bottiglia è il controllo dell'ossigeno che può disciogliersi nel vino. Tale controllo può essere realizzato sia mediante sistemi di iniezione di gas inerte, sia mettendo in depressione lo spazio di testa, eliminando così una parte dell'aria in esso contenuta. La concentrazione di ossigeno nel vino, infatti, è strettamente legata a quella presente nella fase gassosa dello spazio di testa.

Una particolare attenzione meritano gli spumanti a rifermentazione in bottiglia, nei quali è prevedibile che prima della sboccatura la quantità di ossigeno in bottiglia sia prossima a zero, essendo il prodotto rimasto per lungo tempo in condizioni di riduzione. Quando la bottiglia viene aperta, invece, l'interno è in comunicazione con l'atmosfera, quindi con l'ossigeno presente nell'ambiente esterno. Alle usuali temperature di lavoro, quest'ultimo non riesce a trasferirsi velocemente nello spumante, per il suo basso coefficiente di diffusione nel vino, pari a $1,8 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s}$, ma penetra sicuramente nello spazio di testa perché, in questo caso, il coefficiente di diffusione dell'ossigeno in aria (o in gas) è diecimila volte maggiore, pari a $0,2 \text{ cm}^2/\text{s}$. Per tale motivo, durante la sboccatura una quantità significativa di ossigeno può entrare in bottiglia.

Successivamente avviene il trasferimento di ossigeno dallo spazio di testa al vino, sino al raggiungimento di un equilibrio del gas tra le due fasi: quella gassosa e quella liquida. La riduzione di ossigeno nello spazio di testa significa, inevitabilmente, arricchimento di ossigeno nello spumante.

Quando l'equilibrio tra le fasi è stato raggiunto, la concentrazione di ossigeno disciolto nello spumante è molto variabile e, mediamente, stimabile nell'ordine di 1 mg/l, con punte di 5 mg/L¹. Le ampie variazioni del livello di ossigeno disciolto dipendono da numerosi fattori, quali:

- il tempo intercorso tra la ricolmatura e la tappatura;
- il sistema di ricolmatura impiegato;
- le caratteristiche del tappo (elasticità, trattamenti di superficie ecc.);
- le caratteristiche dello spumante o i fenomeni che possono provocare perdita di gas (particelle inavvertitamente presenti nel vino, urti tra bottiglie);
- il sistema di tappatura (cadenza, diametro di compressione, livello di affondamento).

Tralasciando, in prima approssimazione, le possibili reazioni ossigeno-vino, raggiunto l'equilibrio del gas tra le fasi, dall'equazione di bilancio di massa e della legge di Henry, è possibile valutare la concentrazione C^*_L dell'ossigeno disciolto nel vino in funzione delle condizioni iniziali di imbottigliamento, attraverso la semplice relazione^{2, 3}:

$$C^*_L = \frac{47 * v * y_0}{24,74 + v}$$

Dove: C^*_L = concentrazione ossigeno nello spumante all'equilibrio (mg/L)

v = volume dello spazio di testa (mL)

y_0 = concentrazione iniziale di ossigeno nello spazio di testa (%)

¹ M. Valade, I. Tribaut-Sohier, D. Bunner, M. Laurent et al. (2006), *Les apports d'oxygène en vinification et leurs impacts sur les vins*, 2e partie, Le Vigneron Champenois, 9.

² D.M. De Faveri, S. Capelli (2007), *Il controllo dell'ossigeno in bottiglia nella fase di tappatura del vino spumante*, Convegno "Qualità e identità dello Spumante Italiano", Canelli, 21 maggio.

³ D.M. De Faveri, M. Lambri (2007), *The importance of coking in wine storage*, Italian Food Material & Machinery, 5, 18-20.

L'equazione è valida considerando nulla la presenza iniziale di ossigeno nello spumante e una temperatura nell'ambiente di tappatura pari a circa 15 °C.

L'equazione è stata testata per una concentrazione di ossigeno nello spazio di testa pari a quella dell'aria. I risultati riportati nella *Figura 7.4* evidenziano un buon accordo tra l'equazione teorica e i dati sperimentali.

Raggiunto l'equilibrio tra le fasi gas (spazio di testa) e liquido (spumante), la massa di ossigeno presente nello spumante è data dal prodotto tra la sua concentrazione nel liquido e il volume (V) del liquido stesso.

Esempio: In una bottiglia da 0,75 L e un volume dello spazio di testa pari a 10 mL, nelle condizioni di equilibrio ipotizzate nel grafico della *Figura 7.4*, la massa di ossigeno disciolta nello spumante risulta:

$$Q_{O_2} = 2,84 * 0,75 = 2,13 \text{ mg}$$

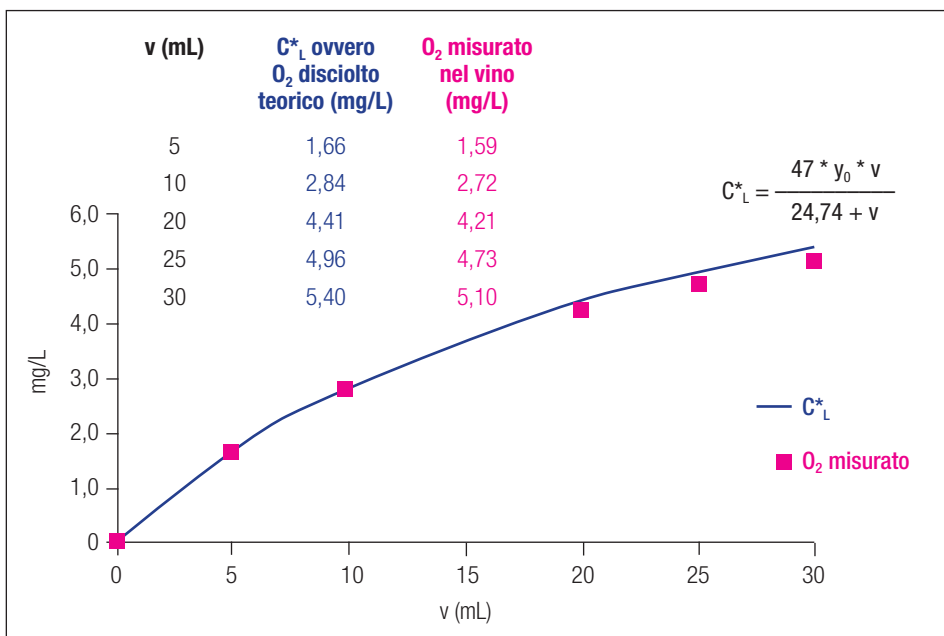


Figura 7.4 – Variazione della concentrazione di ossigeno nello spumante in funzione dello spazio di testa.

Il valore così ottenuto, però, non rappresenta la massima quantità di ossigeno disponibile all'ossidazione del prodotto. Infatti, l'eventuale reazione di ossidazione ossigeno-vino sposta l'equilibrio, richiamando ulteriore ossigeno dallo spazio di testa al liquido.

Trascurando eventuali ingressi del gas in bottiglia attraverso la permeabilità della chiusura, la quantità totale di ossigeno disponibile per l'ossidazione del prodotto è pari a quella presente nello spazio di testa alla tappatura:

$$Q_{O_2} = 1,43 * v * y_0 \text{ mg}$$

Nel presente esempio, a fronte di una quantità di ossigeno presente all'equilibrio nello spumante di 2,13 mg, quello realmente disponibile per una sua ossidazione è pari a 3 mg.

Il grafico di *Figura 7.5* consente di valutare, nelle condizioni prima definite, sia la concentrazione di ossigeno disciolto nello spumante all'equilibrio gas-liquido, sia quella realmente disponibile. Dalla concentrazione così valutata è possibile calcolare la massa di ossi-

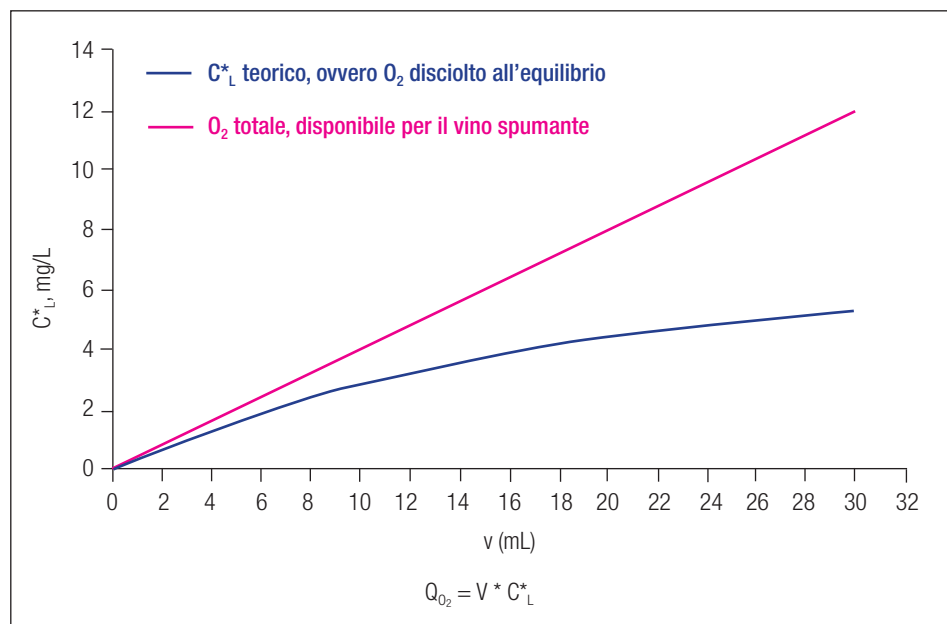


Figura 7.5 – Confronto fra concentrazione di ossigeno presente nel vino spumante all'equilibrio delle fasi gas-liquido e quella realmente disponibile in bottiglia.

geno, espressa in mg, effettivamente presente in bottiglia e, quindi, disponibile per l'ossidazione del vino spumante.

Per limitare la quantità di ossigeno presente nello spazio di testa della bottiglia finita, sono attualmente disponibili alcune soluzioni tecnologiche.

La tecnica del *jetting*, ad esempio, sperimentata nello Champagne già nel 2005, che consiste nell'iniettare ad alta velocità nel collo della bottiglia una microgoccia di bisolfito diluito o di vino (da 20 a 100 µL per bottiglia). Questa goccia a contatto con il vino in bottiglia genera un aumento di spuma che salendo nel collo della bottiglia ne espelle l'aria. Per utilizzare tale tecnica esistono attrezzature che possono lavorare in continuo o in modalità pulsata.

Impianto Oxiscavenger (AROL)

Di seguito viene schematicamente illustrato l'impianto Oxiscavenger messo a punto allo scopo di abbattere la quantità di ossigeno nello spazio di testa durante l'imbottigliamento di vini spumante prodotti per rifermentazione in autoclave o in bottiglia⁴. L'impianto consiste in una linea di tappatura inserita all'interno di una cabina mantenuta in leggera sovrappressione di azoto.

Fasi operative del sistema:

Fase 1 - Inertizzazione della cabina: iniezione di azoto in cabina fino al raggiungimento della soglia di ossigeno desiderata (da 20,9% a 3,5%). Durata del ciclo = 20 minuti con soglia di O₂ = 5%;

Fase 2 - Avviamento della linea: lavaggio del collo della bottiglia mediante iniezione di N₂ a 120 mL/min; durata = 4 secondi;

Fase 3 - Tappatura: all'interno della cabina viene costantemente regolata e monitorata la temperatura, mentre la percentuale di ossigeno viene stabilizzata mediante iniezioni controllate di azoto.

⁴ P. Jeandet, S. Capelli, M. Laure, S. Jégou, A. Cirio, Y. Vasserot (2008), *Maîtrise de l'enrichissement en oxygène au cours du bouchage des vins effervescents*, Revue des Oenologues, 129, ottobre.

In *Figura 7.6* è riportato lo schema del sistema di tappatura che permette il controllo della concentrazione di ossigeno nello spazio di testa della bottiglia⁵.

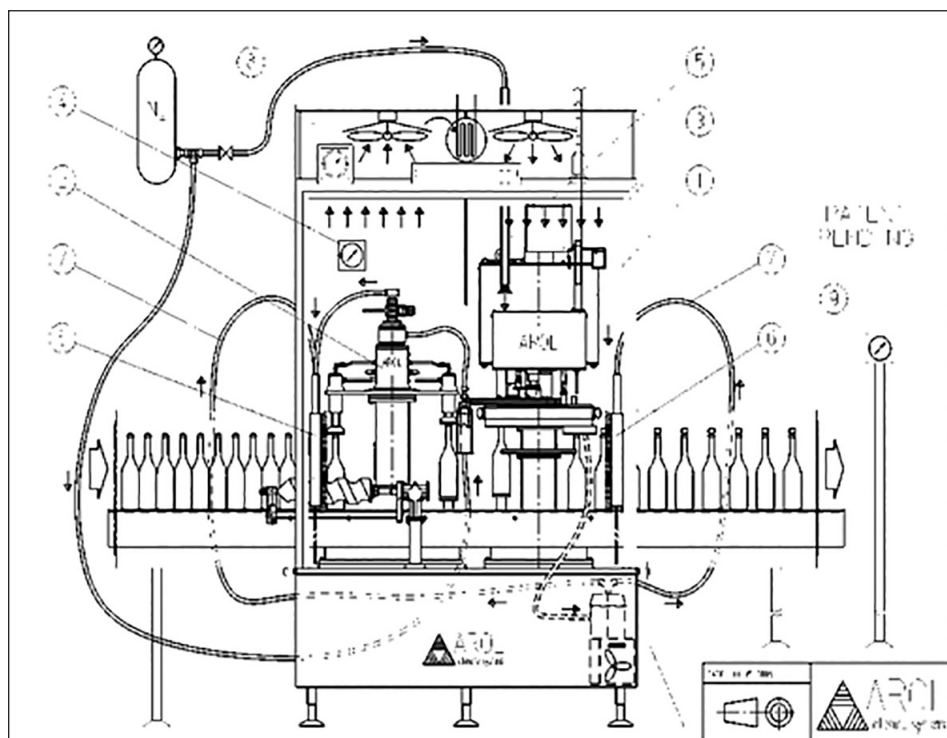


Figura 7.6 – L'impianto OXYSCAVENGER della Arol (www.arol.it).

- 1 Torretta di tappatura
- 2 Torretta iniezione azoto nello spazio di testa
- 3 Cabina ermetica a tenuta di gas
- 4 Rilevatore ossigeno nella cabina ermetica
- 5 Condotto apporto azoto in cabina ermetica
- 6 Barriere di gas a flusso di azoto (ingresso e uscita bottiglie dalla cabina ermetica)
- 7 Condotti azoto per formazione "barriere di gas"
- 8 Trattamento aria per regolazione temperatura interna alla cabina ermetica
- 9 Rilevatore di ossigeno nel locale di degorgement

⁵ European Patent n. 05425810.8.

7.3 Gabbiettatura

Nell'operazione di gabbiettatura con il tappo di sughero, gli elementi da considerare sono:

- *il tappo*, con le sue caratteristiche intrinseche (densità, omogeneità, morbidezza al momento dell'utilizzo), le modalità con cui è stato introdotto nella bottiglia dal tappatore (quota di penetrazione e ortogonalità) e la possibilità di rinvenire dopo la tappatura (pausa di rinvenimento);
- *la bottiglia*, che deve presentare dimensioni del collo, planarità e altezza contenute all'interno delle tolleranze stabilite;
- *la gabbietta*, di qualità, tipologia e dimensioni corrette, in grado di assicurare sicurezza e costanza di vincolo.

Figura 7.7 – Elementi in gioco: tappo, bottiglia, gabbietta.



Nella sequenza di immagini delle *Figure 7.8-7.14* sono illustrate le varie fasi del processo di gabbiettatura.

In *Figura 7.8* è rappresentato il momento in cui la bottiglia, tappata correttamente, viene posta in asse con la gabbietta, posizionata e trattenuta dall'apposito dispositivo della macchina. I parametri da controllare in questa fase sono:

- verticalità del tappo;
- costanza e adeguatezza della sua sporgenza dal raso bocca;
- allineamento della bottiglia;
- corretto posizionamento della gabbietta.

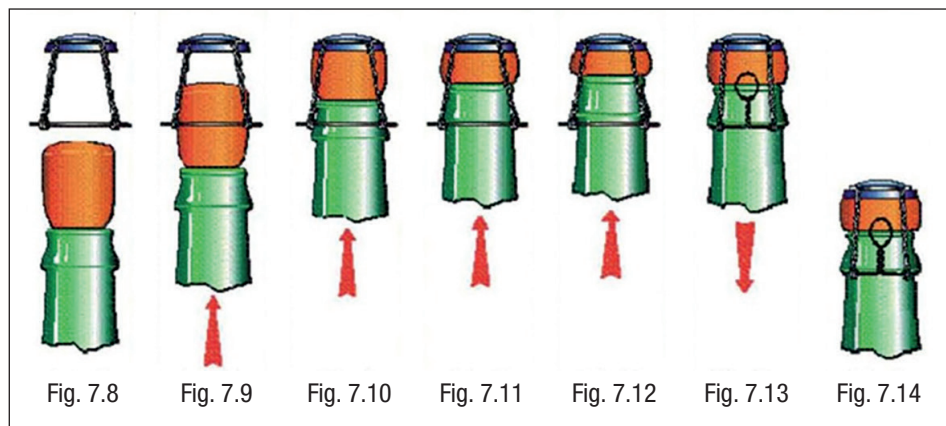


Figure 7.8-7.14 – Fasi del processo di gabbiettatura.

Nelle *Figure 7.9 e 7.10* è visualizzato l'innalzamento progressivo della bottiglia provocato dai piattelli di sollevamento della gabbiettatrice e l'inserimento del tappo nella gabbietta sino a incontrarne il cappellotto. Favoriscono questa operazione la forma a imbuto rovesciato della gabbietta, la sagomatura concava del cappellotto e lo smusso sulla sommità della testa del tappo, tutti fattori che contribuiscono, sinergicamente, a ottenere la perfetta centratura della gabbietta (allineamento e coassialità con la bottiglia). In *Figura 7.11* la testa del tappo è ormai formata e ha raggiunto la dimensione richiesta. Per ragioni tecniche, però, è necessario comprimere ulteriormente la testa del tappo (*Figura 7.12*) per consentire agli anelli terminali delle gambe di posizionarsi sotto la бага della bottiglia, e, quindi, rendere possibile la legatura della parte della cintura predisposta allo scopo, vincolando la gabbietta alla бага stessa. In questa fase la forza di compressione esercitata sul tappo può raggiungere i 250 kg ed è prossima al limite di collasso della sua struttura. Il superamento di detto limite rischia di compromettere significativamente e irreversibilmente la capacità di ritorno elastico del sughero e, di conseguenza, di compromettere, altresì, l'ottenimento dell'*effetto tappo corona*, scopo che, invece, la gabbiettatura deve consentire e garantire. È, quindi, assolutamente necessario che la compressione sia controllata sovente e, comunque, a ogni cambio formato delle gabbiette e delle bottiglie.

In *Figura 7.13* è rappresentata la bottiglia dopo l'operazione di legatura della gabbietta e di ribattitura dell'occhiello, immediatamente prima del suo abbassamento a livello iniziale. Si può notare che, cessata la compressione sulla testa, il sughero ritorna, per elasticità, alla massima espansione consentitagli dalla gabbietta, richiamando gli anelli delle gambe a posizionarsi e ancorarsi sotto la бага, dove esercitano la loro funzione di trattenimento della gabbietta stessa e, quindi, del tappo.

In *Figura 7.14* è rappresentata la bottiglia alla fine del ciclo di gabbiettatura, abbassata a livello iniziale e rilasciata dalla macchina per proseguire il suo percorso.

L'operazione di gabbiettatura determina un ulteriore affondamento del tappo fino a 2 mm. Nella *Figura 7.15* il lato "A" e il lato "B" del tappo ne rappresentano la sezione rispettivamente prima e dopo la gabbiettatura.

L'ulteriore affondamento del tappo nel collo della bottiglia, a seguito dell'applicazione della gabbietta, dipende da diversi parametri. Quelli che tendono a opporsi, senza poterlo annullare, sono:

- scarso inserimento del tappo introdotto dal tappatore;
- eccessiva morbidezza dell'agglomerato, dovuta a:
 - scarsa densità iniziale;
 - elevata percentuale di umidità;

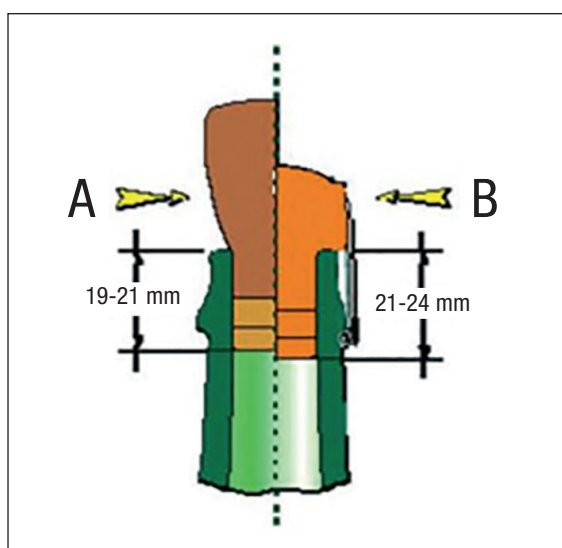


Figura 7.15 – Posizione del tappo dopo l'inserimento nel collo bottiglia (sezione A) e dopo la gabbiettatura (sezione B).

- temperatura del tappo troppo elevata (potrebbe influire negativamente sull'azione del lubrificante).
- utilizzo di tappatori con ganasce coniche (fatto positivo, ma è necessario tenerne conto);
- ganasce del tappatore che stringono eccessivamente il tappo;
- eccessiva durata della pausa di rinvenimento;
- lento aumento della pressione esercitata della gabbietta sul tappo (bassa cadenza produttiva);
- lubrificazione dei tappi scarsa o deteriorata a causa di sfregamenti meccanici che possono ledere lo strato di lubrificante;
- inadeguata misura della gabbietta (eccessiva).

I parametri che, invece, tendono ad accentuare l'ulteriore introduzione del tappo in fase di gabbiettatura sono esattamente opposti a quelli sopra elencati.

Appendici

A. Controlli tecnico-analitici e normative di riferimento

B. Difetti

C. Incidenti di tappatura, possibili cause e *case studies* esemplificativi

Appendice A

Controlli tecnico-analitici e normative di riferimento

Nella presente appendice vengono richiamati i controlli di vini, tappi, bottiglie e sistemi di imbottigliamento, relativamente alla tipologia del vino spumante.

Per quanto attiene alle analisi condotte sul vino, sui tappi e sulle bottiglie, è opportuno ricordare la *norma UNI ISO 2859-1/2007 "Procedimenti di campionamento nel collaudo per attributi"* che definisce i piani di campionamento e i procedimenti di collaudo per attributi di unità di prodotto discrete, indicizzati secondo il Livello di Qualità Accettabile (LQA) che determina il potere discriminante della prova.

Il livello I e il livello III hanno, rispettivamente, il minore e il maggiore potere discriminante. Salvo diversa indicazione, e per normali necessità, si usa il livello II. I livelli speciali S1, S2, S3, S4 sono usati quando sono necessarie piccole numerosità di campione e possono, o devono, essere tollerati i rischi determinati dal minor potere discriminante.

A.1 Vino spumante

Il **vino spumante**, per definizione (Allegato VII - PARTE II Categorie di prodotti vitivinicoli – Reg. UE 1308/2013, GUCE L 347/671 e precedente Reg. CE 479/2008), è il prodotto:

- a) ottenuto dalla prima o dalla seconda fermentazione alcolica di:
 - uve fresche,
 - mosto di uve,
 - vino;
- b) caratterizzato all'apertura del recipiente da uno sviluppo di anidride carbonica proveniente esclusivamente dalla fermentazione;
- c) che alla temperatura di 20 °C, in recipienti chiusi, presenta una sovrappressione non inferiore a 3 bar, dovuta unicamente all'anidride carbonica in soluzione;
- d) in cui il titolo alcolometrico totale delle partite (cuvées) destinate alla sua elaborazione non è inferiore a 8,5% vol.

Il **vino spumante di qualità** si differenzia dal precedente per:

- a) una sovrappressione non inferiore a 3,5 bar, dovuta unicamente all'anidride carbonica in soluzione, alla temperatura di 20 °C in recipienti chiusi;
- b) un titolo alcolometrico totale delle partite (cuvées) destinate alla sua elaborazione non è inferiore a 9% vol.

Il **vino spumante di qualità del tipo aromatico**:

- a) è ottenuto da partite costituite da soli mosti o mosti parzialmente fermentati provenienti da varietà di uve da vino specifiche presenti in un elenco che la Commissione compila mediante atti delegati a norma dell'articolo 75, paragrafo 2;
- b) alla temperatura di 20 °C in recipienti chiusi presenta una sovrappressione non inferiore a 3 bar, dovuta unicamente alla CO₂ in soluzione;
- c) ha un titolo alcolometrico effettivo non inferiore a 6% vol;
- d) ha un titolo alcolometrico totale non inferiore a 10% vol.

Il **vino spumante gassificato** è il prodotto:

- a) ottenuto da vino senza denominazione di origine protetta o indicazione geografica protetta;
- b) caratterizzato all'apertura del recipiente da uno sviluppo di anidride carbonica proveniente, in tutto o in parte, dall'aggiunta di tale gas;

- c) che alla temperatura di 20 °C, in recipienti chiusi, presenta una sovrappressione non inferiore a 3 bar, dovuta unicamente all'anidride carbonica in soluzione.

Dunque, per tutte le tipologie di vino spumante, l'elemento dominante è rappresentato dalla pressione determinata esclusivamente dall'anidride carbonica in essi disciolta. A titolo esemplificativo, si osserva che a 20 °C i valori di sovrappressione di 3,3 bar, 2,5 bar e 1 bar corrispondono, rispettivamente, alla concentrazione di CO₂ in soluzione di circa 5,83 g/L, 5,17 g/L e 3,08 g/L (*Metodo manometrico per il dosaggio dell'anidride carbonica nei vini. Risoluzione OIV Eno 2/2006*). Pertanto, nel presente manuale, è fondamentale esaminare in dettaglio i metodi di analisi impiegati per la determinazione della CO₂ e, conseguentemente, della sovrappressione a essa ascrivibile, mentre non vengono trattate le altre determinazioni analitiche, non dirimenti per la designazione di "vino spumante", per le quali si rimanda alla "*Raccolta dei metodi internazionali di analisi dei vini e dei mosti*", OIV - Parigi, 2017".

Come è noto, l'anidride carbonica si preserva in soluzione grazie all'ermeticità del contenitore in cui si trova il vino spumante nel momento della sua dissoluzione (fermentazione in bottiglia o in autoclave, gassificazione) e al mantenimento dell'isobaricità delle linee di imbottigliamento.

L'azoto, o altro gas, iniettato nello spazio di testa durante l'imbottigliamento, contribuisce alla sovrappressione totale in bottiglia.

Per tale ragione, nei vini spumante, la sovrappressione in bottiglia deve essere misurata con metodi specifici, in relazione alle finalità per le quali la misura viene effettuata: pressione totale o pressione esercitata dalla sola CO₂.

In particolare, per garantire la corretta prestazione del tappo, e la tenuta del sistema tappo-bottiglia, è necessario valutare la sovrappressione totale mediante il **metodo afrometrico** (*Metodo OIV-MA-AS314-02; Risoluzione OIV Eno 21/2003*)¹. Tale metodo, infatti, quantifica la sovrappressione in bottiglia considerando il contributo di tutti i gas presenti al suo interno (CO₂, azoto, aria).

¹ Il metodo afrometrico porta a un manometro il gas contenuto nella bottiglia attraverso un ago che fora il tappo.

Viceversa, il **metodo chimico** (*Metodo OIV-MA-AS314-01; Risoluzione OIV Eno 21/2003 completata da 3/2006 e revisionata da 377/2009*)² dosa la sola CO₂ disciolta e ne valuta, indirettamente, la sovrappressione, necessaria, per legge, a qualificare un vino spumante (Reg. UE 1308/2013, GUCE L 347/671 e precedente Reg. CE 479/2008).

Quindi, per verificare la conformità di un vino alla sua designazione di “spumante”, è necessario valutare correttamente il valore della sola sovrappressione determinata dalla concentrazione della CO₂, evitando di incorrere nell’errore di attribuire tale valore anche al contributo di altri gas, presenti nello spazio di testa congiuntamente all’anidride carbonica (N₂ oppure aria).

Pertanto, è sempre necessario svolgere ambedue le misure, possibilmente sullo stesso campione o, perlomeno, ognuna delle due, se svolta individualmente, deve essere effettuata su un campione di bottiglie rappresentativo del lotto di vino da esaminare.

Le indicazioni dell’EU, che accoglie quelle dell’OIV, sono chiare nel riferire ambedue le misurazioni come necessarie per la corretta misura della sovrappressione e, quindi, per verificare la conformità di un vino alla sua designazione di “spumante”, di “spumante di qualità”, di “spumante di qualità aromatico” o di “spumante gassificato”.

² Il metodo chimico prevede un preliminare raffreddamento del campione, la sua basificazione e la successiva titolazione acido base sia del campione tal quale basificato, sia di un campione de-carbonicato e, successivamente, basificato.

A.2 Tappo

In base all'art. 69 del Reg. CE N.607/2009, solo i vini spumante, i vini spumante di qualità e i vini spumanti di qualità del tipo aromatico, commercializzati in bottiglie di volume nominale superiore a 0,2 L, devono essere muniti di dispositivi di chiusura costituiti da un tappo a forma di fungo, in sughero o altre sostanze ammesse a entrare in contatto con gli alimenti, trattenuto da un fermaglio, coperto eventualmente da una capsula o rivestito da una lamina che ricopra tutto il tappo e, interamente o parzialmente, il collo della bottiglia. Nel seguito, verranno trattate le normative e i controlli inerenti il tappo a fungo di sughero, essendo il presente manuale dedicato interamente e unicamente a tale tipo di chiusura.

Controlli, specifiche e tolleranze ammesse

I tappi per vino spumante sono controllati nel corso della produzione e prima della commercializzazione.

Inoltre, per comprendere correttamente le eventuali anomalie di tappatura, è fondamentale conservare correttamente per 12-18 mesi, contro-campionature di tappi nuovi, almeno delle forniture più consistenti in termini qualitativi e quantitativi, utili in caso di criticità post-vendita.

Nella *Tabella A.1* sono riportati i controlli a cui possono essere sottoposti i tappi finiti in termini di:

- elementi da controllare;
- metodi da utilizzare;
- specifiche e tolleranze ammesse;
- limiti di accettabilità per ognuno dei parametri misurati.

Il tappo di sughero per vino spumante

Tabella A.1 – Caratteristiche e parametri dei tappi finiti oggetto di controllo per cui si riportano metodi di controllo e valori di riferimento.

Parametro da controllare	Metodo di controllo	Specifiche e tolleranze ammesse
Diametro e lunghezza	<i>ISO 9727-1:2007 Cylindrical cork stoppers. Physical tests. Part 1: Determination of dimensions</i>	Diametro nominale: 29-31 mm Valore nominale $\pm 0,3$ mm Lunghezza nominale: 47-48 Valore nominale $\pm 0,5$ mm Indicate in: <i>ISO 4710:2000 - Cork - Cylindrical stoppers for sparkling wines and gasified wines - Characteristics</i>
Ovalizzazione	<i>ISO 9727-1:2007 Cylindrical cork stoppers. Physical tests. Part 1: Determination of dimensions</i>	$\leq 0,3$ mm Indicate in: <i>Nuovo disciplinare sulle metodiche analitiche per il controllo del tappo di sughero a uso enologico Metodo n. 2 (Ed. 2011) Prove fisiche</i>
Massa volumica apparente	<i>ISO 9727-2:2007 Cylindrical cork stoppers. Physical tests. Part 2: Determination of mass and apparent density for agglomerated cork stoppers</i>	230-310 Kg/m ³ Indicate in: <i>Nuovo disciplinare sulle metodiche analitiche per il controllo del tappo di sughero a uso enologico Metodo n. 2 (Ed. 2011) Prove fisiche</i>
Umidità	<i>ISO 9727-3:2007 Cylindrical cork stoppers. Physical tests. Part 3: Determination of humidity content</i>	3-8% Indicate in: <i>Nuovo disciplinare sulle metodiche analitiche per il controllo del tappo di sughero a uso enologico Metodo n. 3 (Ed. 2011) Umidità con stufa</i>
Determinazione delle polveri	<i>ISO 9727-7:2007 Cylindrical cork stoppers. Physical tests. Part 7: Determination of dust content</i>	< 2 mg/tappo Indicate in: <i>ISO 16420:2013 - Cork stoppers for still wines. Mechanical and physical specifications</i>
Determinazione dei residui di sostanze ossidanti	<i>ISO 21128:2006 Cork stoppers - Determination of oxidizing residues - Iodometric method</i>	$< 0,2$ mgO ₂ /tappo Indicate in: <i>Nuovo disciplinare sulle metodiche analitiche per il controllo del tappo di sughero a uso enologico Metodo n. 8 (Ed. 2011) Cessione sostanze ossidanti</i>

Appendice A – Controlli tecnico-analitici e normative di riferimento

Parametro da controllare	Metodo di controllo	Specifiche e tolleranze ammesse
Distacco rondelle	<i>Nuovo disciplinare sulle metodiche analitiche per il controllo del tappo di sughero a uso enologico - Metodo n. 6 (Ed. 2011) Resistenza alla bollitura</i>	Disaggregazione agglomerato = assente Distacco rondelle = assente Indicate nella stessa norma riportata come metodo di controllo, ove si osserva quanto segue: <i>Presenza di fessurazioni gravi lungo l'interfaccia rondella-agglomerato (sono considerate gravi le fessurazioni con lunghezza > 5 mm e profondità > di 1/3 del diametro del tappo in analisi); tali fessurazioni sono ammesse con una percentuale massima di accettabilità pari al 2%.</i> <i>Ad esempio, in un test condotto su 50 pezzi, è ammesso al massimo un tappo con difetto critico (= 2%). Se il test è condotto su 10 o 20 pezzi, non sono ammessi difetti gravi così descritti.</i>
Forza di torsione (Sforzo necessario per la stappatura)	<i>Revue Technique du Comité Champagne, Le Vigneron Champenois, p. 70, febbraio 2016</i>	1,5 Nm-3 Nm
Momento torcente (Sforzo necessario per la rottura del tappo)	<i>"Tappi di sughero. Determinazione del carico di rottura a torsione" Agris-Metodo interno</i>	Diametro 29-30 mm: > 3,5 Nm Diametro 30,5-31 mm: > 4,0 Nm
Migrazione globale*	<i>ISO 10106:2003 Cork stoppers – Determination of global migration</i> <i>EN 1186:2003 standards Describe the testing procedure for overall migration testing</i>	< 10 mg/dm² di superficie del tappo < 60 mg/kg vino Indicate in: <i>Reg. EU 10/2011 on plastic materials and articles intended to come in contact with food. Amended by Commission Reg. EU 1416/2016</i>
Migrazione specifica*	<i>EN 13130:2004 standards Describe the general testing procedure for specific migration testing including the analytical measurement of about 26 substances</i>	Vedere i limiti di ogni sostanza riportati in: <i>Reg. EU 10/2011 on plastic materials and articles intended to come in contact with food. Amended by Commission Reg. EU 1416/2016</i>

* Si ricorda che il fornitore è garante verso i propri clienti del rispetto delle cessioni nei limiti imposti dalla normativa europea indicata in tabella e di suoi successivi aggiornamenti.

Il tappo di sughero per vino spumante

Parametro da controllare	Metodo di controllo	Specifiche e tolleranze ammesse
Controllo microbiologico di lieviti, muffe e batteri	<i>ISO 10718:2015 Cork stoppers - Characterization of a low in-germs stoppers, through the enumeration of colony forming units of yeasts, moulds, and bacteria capable of both being extracted and growing in alcoholic medium</i>	< 10 UFC/tappo per batteri, lieviti, muffe Indicate nella stessa norma riportata come metodo di controllo
Analisi sensoriale*	<i>ISO 22308:2005 Cork stoppers - Sensory analysis. Indica macerazione in acqua distillata. Nuovo disciplinare sulle metodiche analitiche per il controllo del tappo di sughero a uso enologico. Metodo n. 1 (Ed. 2011) - Controllo sensoriale Indica macerazione in soluzione idroalcolica</i>	≤ 2% Indicato nel: <i>Nuovo disciplinare sulle metodiche analitiche per il controllo del tappo di sughero a uso enologico. Metodo n. 1 (Ed. 2011) - Controllo sensoriale</i>
Analisi TCA rilasciabile dai tappi al vino**	<i>ISO 20752:2014 Cork stoppers Determination of releasable 2,4,6-trichloroanisole (TCA)</i>	< 3 ng/L Il valore indicato corrisponde alla soglia sensoriale di rifiuto di un vino bianco quando presenta il TCA come difetto ¹ Tale valore può essere anche inferiore, poiché il limite di accettabilità viene stabilito negli specifici accordi contrattuali tra fornitore e cliente

* È opportuno svolgere le analisi su almeno 100 tappi per ogni lotto campionato, indipendentemente dal metodo di controllo prescelto. Inoltre, è consigliabile immergere nella soluzione, indicata dal metodo prescelto, la sola base del tappo, se univoca, che sarà poi a contatto con il vino per uno spessore di almeno 2 cm. È sempre consigliabile confermare la positività del 2% mediante controllo del TCA rilasciabile.

** Data la criticità del controllo è opportuno che il risultato della prova sia accompagnato dall'incertezza di misura.

¹ Prescott J., Norris L., Kunst M., Kim S. (2005), Estimating a consumer rejection threshold for cork taint in white wine, *Food Quality and Preference*, 16, 345-349.

Tenuta alla trasmissione o alla penetrazione del gas (tenuta alla pressione)

Per tenuta alla trasmissione, penetrazione o passaggio del gas attraverso un corpo di sughero agglomerato o microgranulato (corpo grezzo o tappo finito) s'intende la propensione di un gas in pressione ad attraversarlo. È evidente che l'agglomerato con maggior resistenza al passaggio del gas, a parità di altri parametri, assicura un miglior mantenimento della sovrappressione in bottiglia.

Il passaggio di gas attraverso l'agglomerato può indicare la presenza di canalizzazioni o di interstizi eventualmente formatisi al suo interno durante la produzione. Occorre, comunque, tener presente che la forte compressione del tappo all'interno del collo della bottiglia è, spesso, in grado di contrastare tali irregolarità.

Invece, è sempre vero che se il tappo nuovo ha una perfetta tenuta alla trasmissione del gas, a maggior ragione l'avrà a seguito dell'imbottigliamento.

È possibile svolgere test specifici mediante l'apparecchiatura di *Figura A.1*, la quale consiste in due testine, una delle quali collegata alla rete dell'aria compressa, o a una bombola (testina insufflatrice), e l'altra a un sistema di misura della pressione per semplice gorgogliamento in acqua o mediante un manometro (testina captatrice).

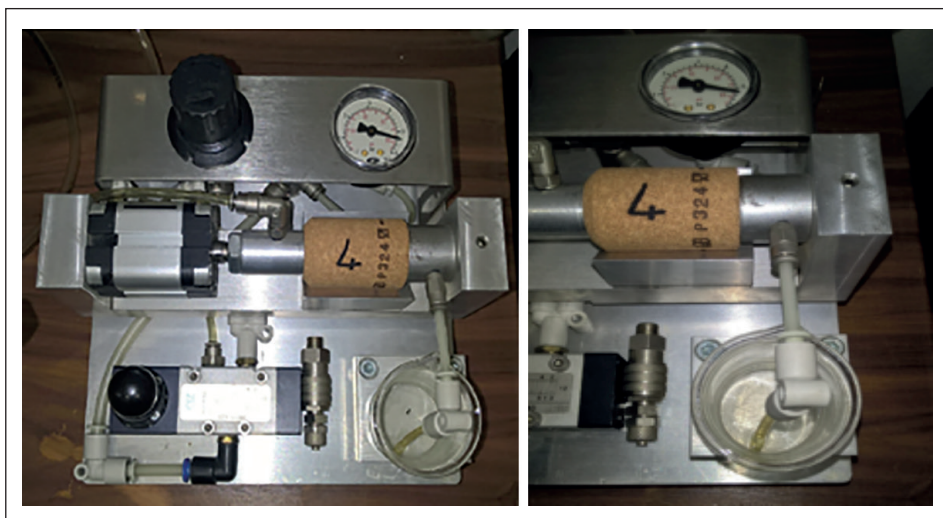


Figura A.1 – Dispositivo di misura della tenuta alla trasmissione del gas attraverso il tappo.

Le testine vengono serrate alle due estremità del corpo in agglomerato e all'interno di quella insufflatrice viene aumentata la pressione fino a un valore opportuno, in relazione alla pressione del vino spumante e alla temperatura di conduzione della prova. Quindi, si valuta la pressione che si registra a valle della testina captatrice entro qualche secondo dall'inizio del test. In caso di tenuta al passaggio del gas, la pressione deve essere nulla.

A.3 Bottiglie

Per verificare la rispondenza alle caratteristiche riportate nel *Capitolo 5* del manuale, i contenitori devono essere sottoposti, secondo piani di campionamento prestabiliti, a controlli dimensionali, con riferimento alle norme riportate in *Tabella A.2*.

Tabella A.2 – Controlli dimensionali per la verifica di idoneità delle bottiglie.

Parametro da controllare	Metodo di controllo	Descrizione del metodo	Tolleranze* (mm)
Scostamento orizzontale del centro bocca	UNI EN 29008:1996 <i>Bottiglie di vetro. Verticalità. Metodo di prova</i>	Il metodo di prova descritto viene utilizzato per determinare lo scostamento orizzontale del centro della bocca del contenitore da una linea verticale teorica passante per il centro della base. Un eccessivo scostamento dell'asse verticale può causare difficoltà sulle linee di riempimento	Altezza: $T_H = (0,6 + 0,004 \cdot H)$ Diametro: $T_D = (0,5 + 0,012 \cdot D)$ Verticalità $H \leq 120$ mm: $T_V = 1,5$ Verticalità $H > 120$ mm: $T_V = (0,3 + 0,01 \cdot H)$
Parallelismo piano bocca - base	UNI EN 29009:1996 <i>Contenitori di vetro. Altezza e non parallelismo della bocca con riferimento alla base del contenitore. Metodi di prova</i>	La verifica del parallelismo viene effettuata determinando la massima differenza di altezza fra punti del piano-bocca. Una marcata differenza di altezze sul piano-bocca (scarso parallelismo bocca-base) può causare difficoltà sulle linee di riempimento	0,45 per $D_e < 20$ mm 0,60 per D_e 20,1-30 mm 0,70 per D_e 30,1-40 mm 0,80 per D_e 40,1-50 mm 0,90 per D_e 50,1-60 mm 1,00 per $D_e > 60$ mm

* Documento tecnico CE.T.I.E. DT 02 rev. 3 Standard tolerances for bottles.

TH = tolleranza sull'altezza della bottiglia; TD = tolleranza sul diametro della bottiglia (ovalizzazione compresa); TV = tolleranza sulla verticalità della bottiglia; H = altezza della bottiglia; D = diametro della bottiglia; De = diametro esterno bocca della bottiglia.

Di seguito, la strumentazione minima per eseguire i summenzionati controlli:

- Diametri esterni: calibro digitale a corsoio accuratezza 0,01 mm;
- Diametri interni: micrometro per interni accuratezza 0,01 mm;
- Altezza contenitore: truschino digitale accuratezza 0,01 mm;
- Parallelismo bocca: truschino digitale accuratezza 0,01 mm;
- Fuori verticalità: piastra rotante con comparatore accuratezza 0,01 mm.

Tutte le caratteristiche sopra riportate devono essere regolamentate in un capitolato di fornitura, condiviso tra cliente e fornitore, che definisca i relativi AQL.

Misure e controlli

- ASTM C 149-14 *Standard Test Method for Thermal Shock Resistance of Glass Containers*, UNI EN ISO 7459:2004 *Contentitori di vetro. Resistenza e durata allo sbalzo termico. Metodi di prova.*
La prova viene utilizzata per la qualificazione dei contenitori in vetro che devono subire il processo di pastorizzazione o sterilizzazione.
- ASTM C 147-86 *Standard Test Methods for Internal Pressure Strength of Glass Containers*, UNI EN ISO 7458:2004 *Contentitori di vetro. Resistenza alla pressione interna. Metodi di prova.*
La prova viene utilizzata per la qualificazione dei contenitori in vetro destinati a contenere vini spumanti o bibite gassate.
- ASTM C 148-14 *Standard Test Methods for Polariscopic Examination of Glass Containers*, UNI 7220:1997 *Contentitori di vetro. Rilievo delle tensioni residue.*
Le prove riguardano tutti i contenitori in vetro. Le tensioni residue devono essere limitate per evitare tensioni di trazione superficiali che possono portare a fenomeni di rotture spontanee.
- UNI EN ISO 8113:2004 *Contentitori di vetro. Resistenza al carico assiale. Metodo di prova.*
La prova viene utilizzata per qualificare la capacità del contenitore in vetro a sopportare le azioni verticali applicate durante la tappatura e i carichi statici derivanti dall'impilaggio dei pallet durante la permanenza a magazzino.
- CETIE DT 13 *Traitment de surface.*
La norma definisce i limiti di accettabilità dei trattamenti superficiali a caldo e a freddo utilizzati per limitare i danneggiamenti meccanici per sfregamento dei contenitori.

A.4 Linea di imbottigliamento e di tappatura

La qualità dell'imbottigliamento è estremamente importante per garantire che il prodotto immesso sul mercato sia conforme e che non presenti, successivamente, alcun tipo di problema. Pertanto, nelle linee di imbottigliamento dello spumante vengono eseguiti i seguenti controlli:

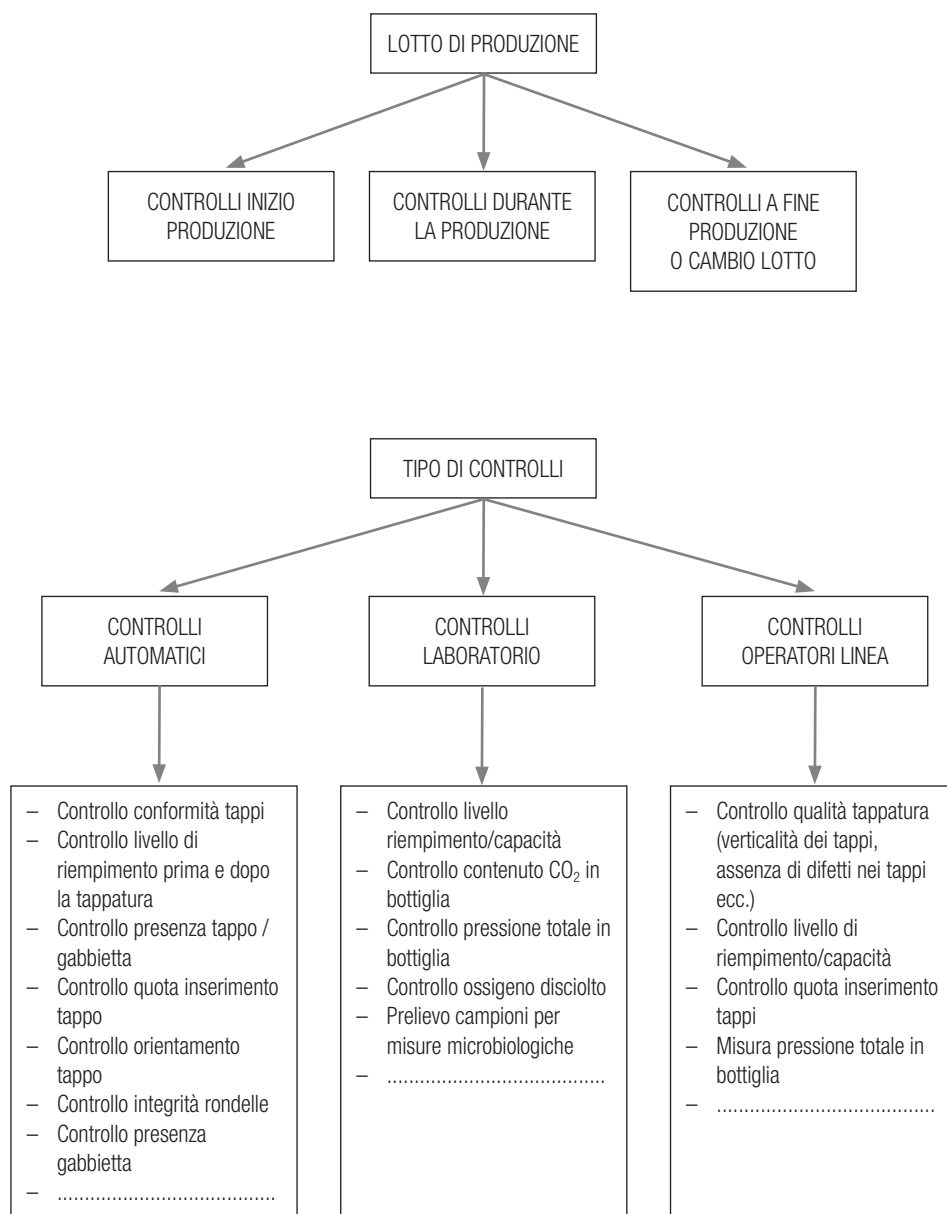
- a) **di inizio produzione:** all'uscita delle prime bottiglie dalla linea d'imbottigliamento vengono eseguiti, immediatamente, i controlli relativi al grado alcolico, alla quantità di CO₂ presente in bottiglia, al livello di riempimento, oltre alla verifica della tappatura, della quota di inserimento del tappo e del fissaggio della gabbietta. In pratica, si esegue una verifica di conformità del prodotto. Lo scopo è di evitare di mettere in produzione quantitativi di prodotto non conforme fin dall'inizio della produzione. La buona pratica prevede, dopo l'uscita delle prime bottiglie, l'arresto della linea di produzione. La sua ripartenza potrà avvenire solo dopo il parere positivo espresso dal laboratorio di controllo qualità.

Normalmente, la riempitrice termina il processo di lavaggio/sanificazione la mattina, poco prima dell'imbottigliamento. Per ridurre la presenza d'acqua prima del suo impiego, nelle macchine automatiche vengono eseguite, sulla base delle indicazioni del costruttore, delle opportune operazioni che ne consentono la riduzione. Inoltre, prima dell'inizio della produzione vengono eseguite delle fasi di avvinamento del gruppo filtri e della stessa riempitrice. Normalmente, i filtri vengono completamente riempiti con il vino per eliminare, dal loro interno, la presenza di gas. Nel caso della riempitrice, il serbatoio viene riempito fino a un ben preciso livello e, successivamente, il prodotto utilizzato viene scaricato. Se queste fasi non dovessero avvenire nel modo corretto, l'esecuzione dei controlli di inizio produzione fermerebbe immediatamente la produzione;

- b) **durante la produzione:** vengono eseguiti alcuni controlli in automatico dalle macchine (il numero e il tipo di controlli dipende dall'automazione prevista nella linea di imbottigliamento), altri controlli sono eseguiti dal laboratorio di controllo qualità e altri ancora da parte degli operatori di linea durante la produzione del lotto in produzione;
- c) **durante il cambio prodotto/fine produzione:** è importante anche l'analisi di campioni durante le fasi di cambio prodotto o di fine

produzione, sempre allo scopo di monitorare in modo completo la fase produttiva.

I controlli richiesti per la linea di imbottigliamento e di tappatura possono essere così schematizzati:



A.5 Controllo della qualità della tappatura/gabbiettatura

All'uscita del tappatore e della gabbiettatrice, è possibile inserire sistemi di controllo automatici per rilevare eventuali non conformità della tappatura (*Figura A.2*), costituiti da piccole macchine, principalmente di tipo elettronico, che non manipolano la bottiglia ma, mentre la stessa è in normale movimento sul trasportatore, la verificano tramite sensori o telecamere.

Questi sistemi svolgono un controllo difficilmente eseguibile da un operatore dedicato. Infatti, anche se l'occhio umano permette di effettuare analisi sicuramente molto accurate sulla singola bottiglia, l'operatore non avrebbe la possibilità di effettuarle con efficacia per tempi lunghi e su bottiglie in movimento. Già dopo mezz'ora di osservazione, potrebbe non rilevare più neppure i difetti più grossolani.

I sistemi di controllo più semplici rilevano solo la presenza del tappo e della gabbietta, mediante sensori ottici o induttivi. Ad esempio, un sensore ottico orizzontale a sbarramento può verificare dal fianco la presenza del tappo, mentre un sensore induttivo può verificare dall'alto la presenza della gabbietta metallica.

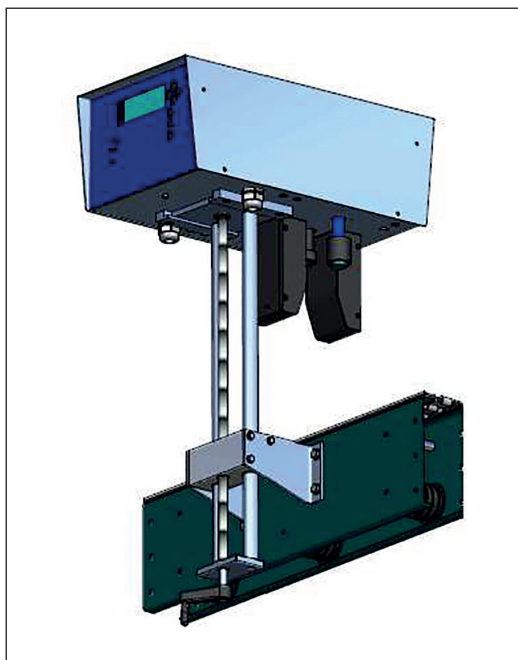


Figura A.2 – Esempio di ponte di controllo con sensori. È dotato di un'interfaccia per impostare i parametri di scarto e una regolazione verticale in altezza per la regolazione in funzione del formato bottiglia (Logics & Controls).

I sistemi di controllo più evoluti possono andare al di là della valutazione della sola presenza dei componenti (tappo e gabbietta) e ispezionare, mediante una o più telecamere, diversi aspetti della corretta tappatura e gabbiettatura, verificando:

- presenza del tappo, o presenza del tappo e della gabbietta;
- sporgenza del tappo dal raso bocca (prima della gabbiettatura);
- corretta profondità di inserimento del tappo, misurata dal raso bocca (prima e dopo la gabbiettatura);
- corretto verso di inserimento del tappo (mediante scritte presenti sul tappo, oppure se il tappo presenta una lavorazione diversa sui due lati);
- rondella scoppiata.

La maggior parte dei controlli a telecamera viene effettuata per retroilluminazione. Su un lato del sistema di trasporto viene posizionato un illuminatore e sull'altro lato una telecamera che può guardare il profilo del tappo/gabbietta e, per trasparenza, il gambo del tappo interno alla bottiglia. Per rendere visibili eventuali scritte sul tappo, si aggiunge anche un illuminatore lato telecamera (*Figura A.3*).

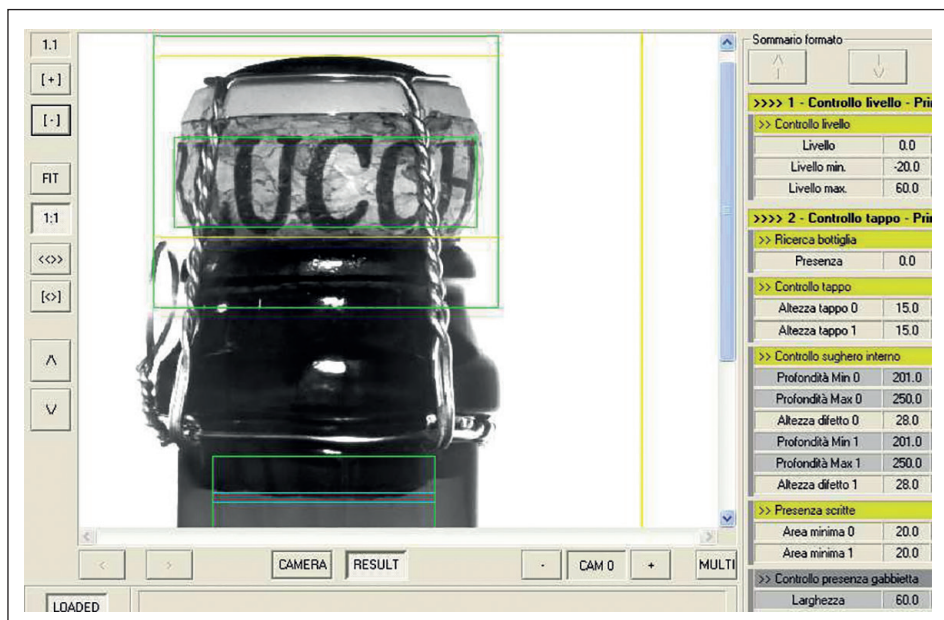


Figura A.3 – Esempio di un'immagine acquisita da un sistema di controllo con doppia illuminazione dopo la tappatura/gabbiettatura (Logics & Controls).

Una soluzione che permette di effettuare misure molto precise in ogni punto dell'immagine è quella adottata da Logics & Controls che, fra telecamera e bottiglia, posiziona una lente a raggi paralleli che elimina l'effetto della prospettiva (*Figura A.4*):

La soluzione può essere applicata anche a tappi diversi da quello spumante, quali i tappi a vite, di alluminio o di plastica, e quelli di sughero raso bocca. Nell'esempio di *Figura A.4* è mostrato un tappo a vite 30 x 60.

L'operatore ha la possibilità di impostare le tolleranze numeriche di accettazione/scarto. Se il risultato dell'analisi della bottiglia supera le tolleranze impostate, il sistema interviene in modo automatico.

All'uscita del sistema di controllo è previsto un espulsore che scarta la bottiglia verso un'apposita piazzola, formata da diverse catene di trasporto affiancate, separate dalla catena principale mediante una guida sagomata.

In caso di linee a bassa velocità, con pochi e stabili formati, lo scarto può avvenire anche verso un semplice disco rotante o un nastro trasportatore disposto perpendicolarmente. Inoltre, sulle linee a bassa cadenza, è anche possibile fermare la produzione e/o avvisare l'operatore, mediante un segnale acustico, della presenza di una bottiglia non conforme.

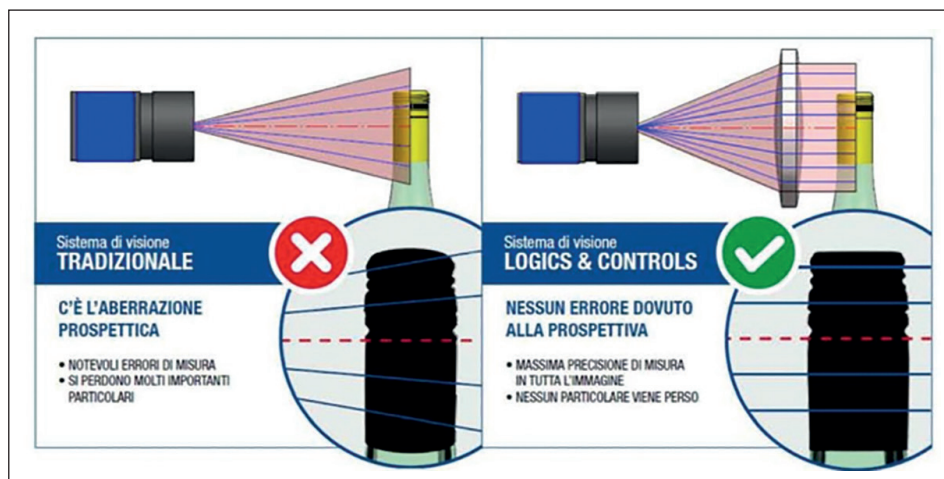


Figura A.4 – Sistema di visione tradizionale (immagine di sinistra) e con lente a raggi paralleli che elimina l'effetto prospettica (immagine di destra).

Gli espulsori possono essere principalmente di due tipi:

- espulsore singolo cilindro pneumatico;
- deviatore progressivo a elementi multipli. Ogni elemento è pilotato da un singolo cilindro pneumatico e concorre a formare una guida che viene creata durante l'avanzamento della bottiglia.

Sull'albero di traino del nastro che trasporta la bottiglia viene installato un encoder per seguire l'avanzamento del nastro (*Figura A.5*), necessario per effettuare le rilevazioni, le foto della bottiglia e la sua espulsione nel momento corretto.

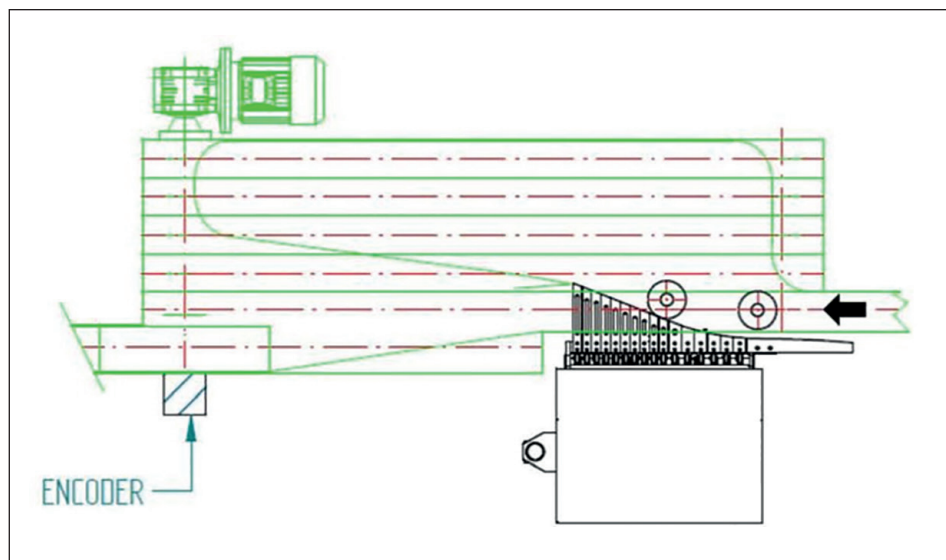


Figura A.5 – Esempio di piazzola scarti con deviatore ed encoder sull'albero di traino del nastro (Logics & Controls).

A.6 Verifiche tecniche e operazioni da effettuare in cantina

Ricevimento della merce

Sono necessarie le seguenti verifiche:

- adeguatezza igienica del mezzo di trasporto e condizioni nelle quali tale trasporto è stato effettuato;
- integrità delle confezioni;
- assenza di bagnature;
- corrispondenza contrattuale della merce, mediante il controllo di:
 - aspetto visivo, sulla base dell'esperienza dell'addetto al ricevimento della merce;
 - correttezza della timbratura e di tutti gli altri parametri previsti dal contratto d'acquisto;
 - rispondenza a parametri di qualità, da determinare in laboratorio;
- adeguatezza del luogo in cui si intende immagazzinare la merce in attesa dell'imbottigliamento, aspetto particolarmente importante, soprattutto quando è previsto un lungo periodo di immagazzinamento (esempio 3 mesi con confezioni integre).

Prima della tappatura

Devono essere effettuati i controlli e le operazioni seguenti:

Sui tappi

- condizionamento della temperatura, per almeno 48 ore prima dell'utilizzo;
- controllo del grado di umidità, specialmente se i tappi sono stati immagazzinati per lunghi periodi;
- pre-imbottigliamento, se possibile, per evidenziare anomalie o difettosità che si potrebbero verificare nell'imbottigliamento definitivo. Nel caso di conservazione in cantina dei tappi per periodi superiori al limite consigliato, il pre-imbottigliamento è indispensabile ed è consigliabile l'esame microbiologico.

Sulle bottiglie

- rispetto delle misure delle bottiglie e delle rispettive tolleranze;
- rispetto delle misure interne del collo e delle relative tolleranze;
- verifica dell'ovalizzazione del collo e della sua conicità fino alla profondità di 25 mm.

Sul tappatore

- registrazione del meccanismo di sollevamento del piattello di appoggio della bottiglia e del suo corretto carico assiale;
- funzionamento del piattello di appoggio della bottiglia e della relativa molla di compensazione;
- perfetto adattamento del centratore alla forma del raso bocca della bottiglia;
- perfetta pulizia e verifica dello stato superficiale delle ganasce e dell'integrità delle molle di spinta di quelle mobili, scorrimento fluido e corretta lubrificazione delle parti che lo richiedono;
- assenza di gioco dei perni, dei rulli e dei meccanismi che determinano la chiusura delle ganasce;
- controllo del diametro di chiusura delle ganasce (15,5-16 mm) e della sua indipendenza dalla maggiore o minore resistenza alla compressione offerta dal tappo;
- perfetta coassialità tra tappo compresso dalle ganasce e bottiglia bloccata tra il piattello e il centratore;
- nel caso di tappatori pluritesta, le operazioni e le verifiche sopra elencate devono essere effettuate singolarmente per ogni testa, uniformando il funzionamento di ciascuna di esse rispetto a quello delle altre.

Alimentatore-orientatore

- pulizia e igiene della tramoggia di alimentazione dei tappi;
- uso, per la pulizia delle parti destinate a entrare in contatto con i tappi, di detergenti e mezzi adatti all'impiego nel settore alimentare, privi di cloro e idonei a scongiurare eventuali possibilità di trasmettere odori ai tappi e, quindi, ai vini;
- limitare il quantitativo di tappi nelle tramogge di alimentazione dei tappatori o degli orientatori, per evitare rimescolamenti prolungati che potrebbero danneggiare per sfregamento la pellicola lubrificante e provocare la rottura degli spigoli del tappo o il distacco di piccolissime particelle di sughero;
- funzionamento degli organi meccanici delle tramogge di alimentazione, da effettuarsi solo in normali condizioni di funzionamento della linea e non a vuoto;
- regolazione dell'orientatore.

Durante la tappatura e la gabbiettatura

Sono necessari i seguenti ulteriori controlli:

Tappatura

- controllo di tutti i parametri relativi alla corretta introduzione dei tappi, quali:
 - misure e tolleranze delle bottiglie;
 - profondità e uniformità di introduzione dei tappi nel collo delle bottiglie;
 - assenza di rigature, slabbrature, sbriciolamenti o altri difetti provocati dal tappatore, o comunque rilevabili dopo la tappatura;
 - verticalità della parte di tappo esterna alla bottiglia, prima della gabbiettatura;
- esecuzione dei previsti controlli in linea con frequenza e regolarità, effettuati da personale competente.

Gabbiettatura

- uso di gabbiette a cintura libera;
- controllo del grado di affondamento del tappo dopo la gabbiettatura;
- controllo del regolare posizionamento della gabbietta sotto la бага del collo della bottiglia e di tutti i gli altri parametri riconducibili all'operazione di gabbiettatura.

Appendice B

Difetti

B.1 In relazione al tappo

Le difettosità presenti nei tappi spumante possono avere origine diversa e interessare parti dello stesso altresì diverse.

Difetti delle rondelle

- a) *Anno secco o anno legnoso* - Discontinuità legnosa all'interno del tessuto suberoso, generatasi per inclusione in uno strato di sughero dei tessuti di conduzione sottostanti (libro e/o floema) a seguito di fenomeni di intensa aridità; tale discontinuità può essere quasi totale (si parla allora più propriamente di anno secco) oppure può essere parziale, generando noduli o inclusioni legnose. Quando la difettosità è marcata può dare origine alla rottura della rondella in fase di imbottigliamento.



Figura B.1 – Tappo spumante con anno secco.

- b) *Sughero cipollato* - Discontinuità strutturale all'interno di un anno di crescita, in genere causata dalla perdita totale delle foglie della pianta, che determina la formazione di uno o più strati di cellule piccole e appiattite. Talora tale difetto è visibile macroscopicamente sotto forma di fessurazioni sul lato della rondella e si manifesta mediante una disgiunzione totale o parziale delle due parti contigue alla discontinuità. Quando la difettosità è marcata può dare origine alla rottura della rondella in fase di imbottigliamento.



Figura B.2 – Sughero cipollato.

- c) *Sughero verdonato* - Sughero con una o più zone a maturazione incompleta del tessuto suberoso, le cui cellule hanno un aspetto traslucido e brunoastro. Questo tessuto durante la stagionatura assume un colore chiaro e si restringe. Quando la difettosità è evidente, causa una deformazione e un restringimento della rondella che perde, quindi, le sue capacità di tenuta.



Figura B.3 – Sughero verdonato.

- d) *Sughero con gallerie di insetto* - Sughero attraversato da una o più gallerie scavate da larve di insetti. Tale difettosità può dare origine alla rottura della rondella in fase di imbottigliamento



Figura B.4 – Sughero con gallerie di insetto.

Difetti del corpo agglomerato

- e) *Scarsa o disomogenea* compattazione dei componenti del corpo agglomerato.

Difetti del tappo

- f) *Tappo sbeccato (ebrechure)* - Tappo la cui prima rondella (*miroir*) manca di un pezzo. La difettosità è legata a un trauma del tappo durante le fasi di produzione o durante l'utilizzo.
- g) *Tappo con rondelle scollate* - Tappo in cui una o entrambe le rondelle sono parzialmente scollate.
- h) *Tappo con smussatura inversa* - Tappo nel quale la smussatura è stata eseguita sulle rondelle invece che sulla testa del tappo. I tappi con tale difettosità sono introdotti nella bottiglia al contrario, quindi il corpo agglomerato viene a contatto con il vino.
- i) *Tappo con smussatura incompleta o senza smussatura* - Tappo nel quale la smussatura è stata eseguita in modo incompleto o non è stata eseguita.

B.2 In relazione alla bottiglia

Nel seguito sono riassunte le problematiche relative a bottiglie/vetro durante le fasi di imbottigliamento e di tappatura di vini spumanti.

Imbottigliamento

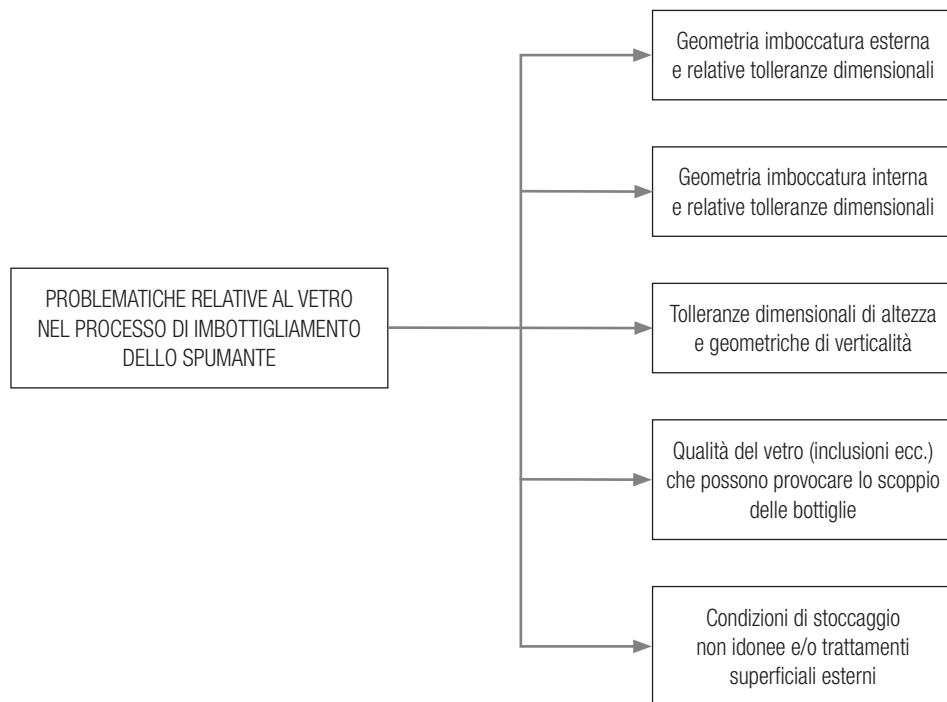
1. *Qualità del vetro (inclusioni, tagli verticali in bocca ecc.) che possono provocare il cedimento delle bottiglie:* la fase di riempimento dello spumante (metodo charmat) avviene a pressione e, quindi, eventuali irregolarità del vetro possono aumentare il rischio di cedimento delle bottiglie, e la conseguente dispersione nell'ambiente circostante di frammenti, più o meno grandi, di vetro. Ridurre queste irregolarità ne riduce notevolmente il rischio.
2. *Condizioni della superficie interna del contenitore:* in alcune situazioni potrebbero determinarsi fenomeni di schiumatura del prodotto dovute a:
 - alterazioni della superficie interna (cessione di carbonati) derivanti dalle condizioni di stoccaggio dei contenitori non idonee;
 - presenza di particelle estranee che causano l'enucleazione della CO₂ contenuta nel prodotto (presenti all'interno e provenienti anche da lavorazioni secondarie, quali serigrafia, satinatura ecc.)

Il fenomeno comporta rallentamenti della linea di produzione, dovuti alla difficoltà nella costanza dei livelli di riempimento. Nei casi peggiori rendono il prodotto inutilizzabile.

Tappatura

3. *Geometria dell'imboccatura esterna e relative tolleranze dimensionali:* incide sul centraggio della bottiglia con il gruppo di compressione del tappo;
4. *Geometria imboccatura interna e relative tolleranze dimensionali:* incide sulla chiusura (verticalità, diametro, conicità ecc.) e tenuta del tappo;
5. *Verticalità della bottiglia:* può incidere sulla verticalità del tappo ed è importante per il corretto posizionamento delle gabbiette.

Schematizzando:



Difetti di produzione

La bocca viene formata mediante uno stampo composto da parti mobili che devono potersi aprire correttamente per permettere l'estrazione del manufatto (bottiglia) privo di difetti. Gli inevitabili giochi, come pure l'usura, possono portare alla formazione di "bave", mentre settaggi non corretti del processo possono generare delle "bocche mancanti", cioè una bocca non completamente formata.

Alcuni difetti delle bottiglie vengono definiti critici quando possono compromettere la sicurezza e comportare rischi per l'integrità fisica del consumatore. Pertanto, sono da considerare *difetti critici* quelli che determinano il rischio della presenza di particelle di vetro all'interno del contenitore.

Limitando l'analisi alla sola imboccatura, a questa categoria di difetti appartengono:

- bava sul piano-bocca (overpress),
- bava sull'imboccatura (flange finish),
- spuntone all'interno della bocca.

Una rappresentazione grafica e fotografica di questi difetti è riportata nelle Figure B.5-B.7.

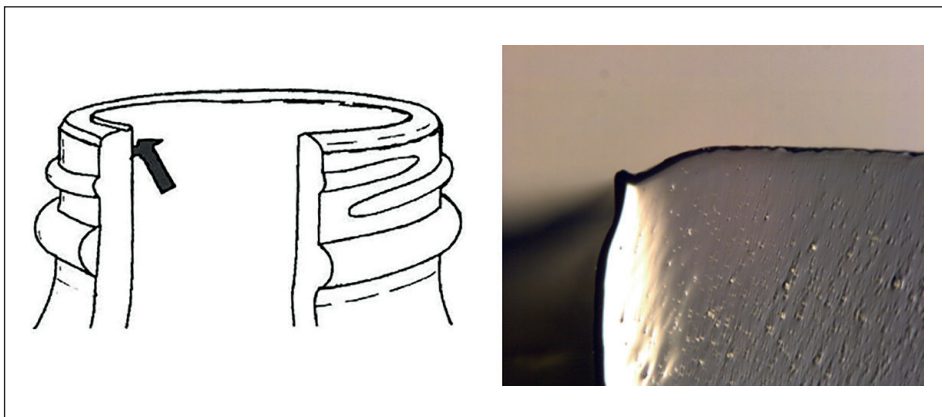


Figura B.5 – Bava sul piano bocca. Sporgenza di vetro lungo il bordo interno del piano-bocca; è un difetto critico per ogni tipo di imboccatura. In alcuni capitolati viene arbitrariamente considerata critica soltanto se di dimensioni tali (≥ 0.3 mm) da presupporre una facile scheggiatura.

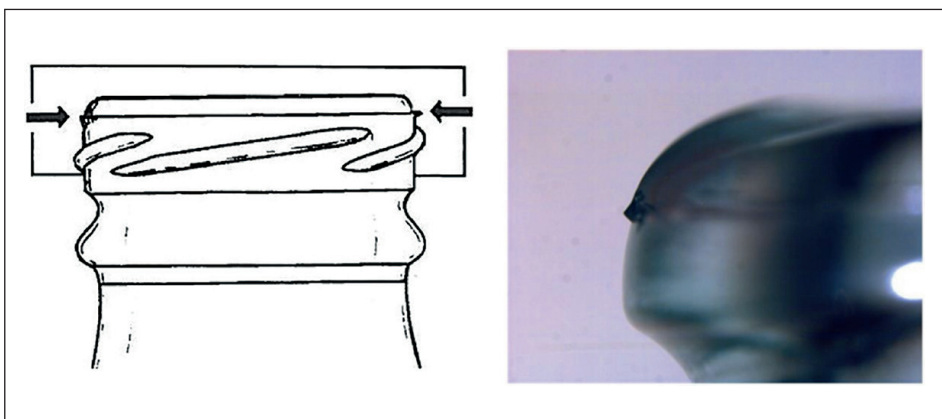


Figura B.6 – Bava all'imboccatura (bava giunzione anello). Bordo sporgente lateralmente o alla sommità dell'imboccatura. Nel caso delle imboccature normalizzate esiste una dimensione limite massima tollerata per la rientranza della giunzione stampi, ma non per le sporgenze.

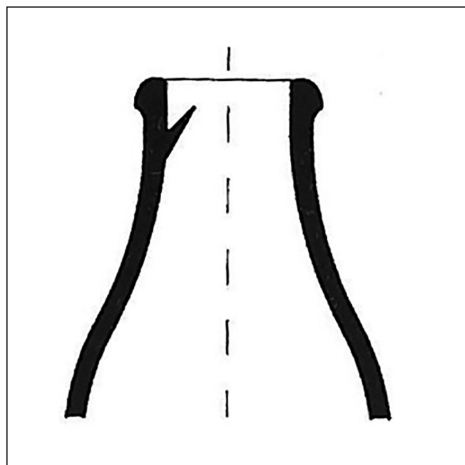


Figura B.7 – Spuntone all'interno dell'imboccatura. Soffio-Soffio: piccola protuberanza di vetro all'interno dell'imboccatura; Presso-Soffio: spessore irregolare delle pareti con depressione centrale a forma di cratere i cui bordi in rilievo possono scheggiarsi.

Sono definiti *difetti funzionali* quelli che non permettono di garantire una corretta chiusura della bottiglia:

- tagli in bocca (split finish) o imboccatura smerigliata (Figura B.8);
- filati in bocca (line over finish) (Figura B.9);
- screpolature sul piano bocca (crizzle finish) (Figura B.10);
- imboccatura non completamente formata o avvallata (unfilled finish, warp finish) (Figura B.11);
- rientranze interno bocca¹ (blowback finish) (Figura B.12);
- imboccatura svasata all'interno² (rolled in finish)
- imboccatura ovalizzata³ (out of round finish) (Figura B.13);
- imboccatura inclinata (l'asse dell'imboccatura forma un angolo con l'asse del contenitore)⁴;
- imboccatura rigonfiata (bulged finish);
- segno forbici sul piano-bocca;

¹ Per tappi in sughero o tappi sintetici corti può pregiudicare la tenuta.

² Difetto del piano-bocca solo per imboccature a vite e corona.

³ Può dare problemi di tappatura con imboccature a vite o corona.

⁴ Difetto grave per imboccature a vite, corona e twist-off; meno importante per imboccature per tappi di sughero.

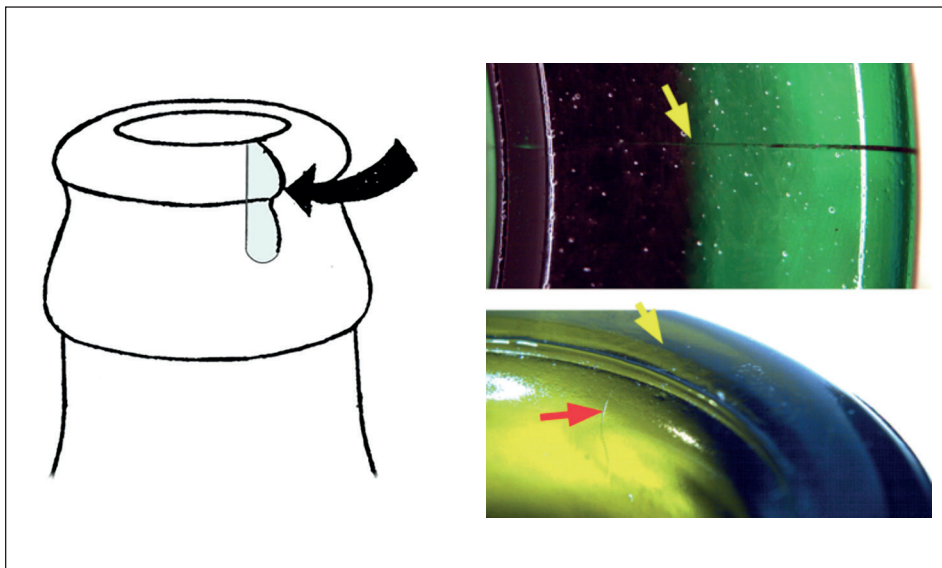


Figura B.8 – Taglio in bocca. Frattura che si estende nello spessore dell'imboccatura partendo dalla sommità e proseguendo verso il collo.

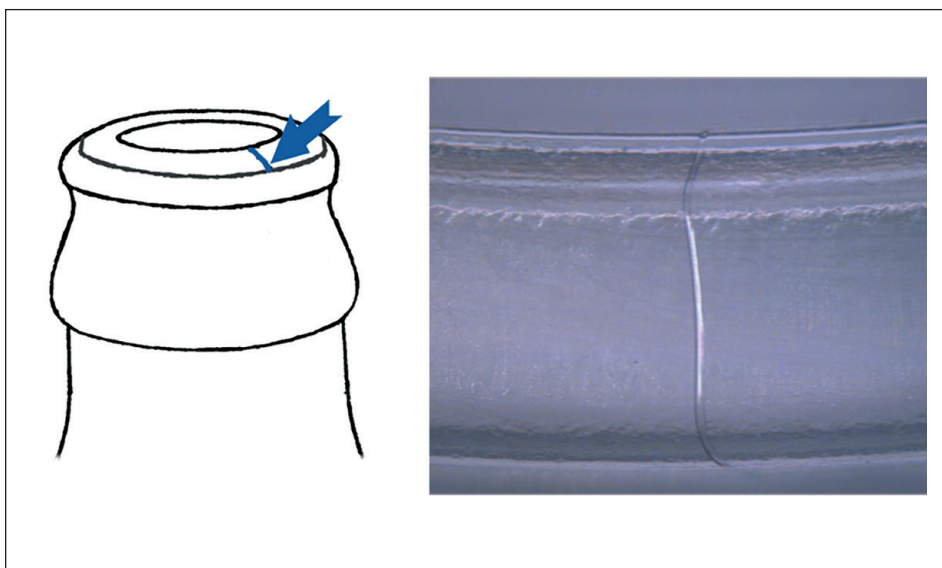


Figura B.9 – Filato in bocca. Cricca/solco che si estende sul piano-bocca. È rilevato con difficoltà poiché non riflette la luce. Talvolta viene indicato come filato una bolla stirata a cavallo del piano-bocca.

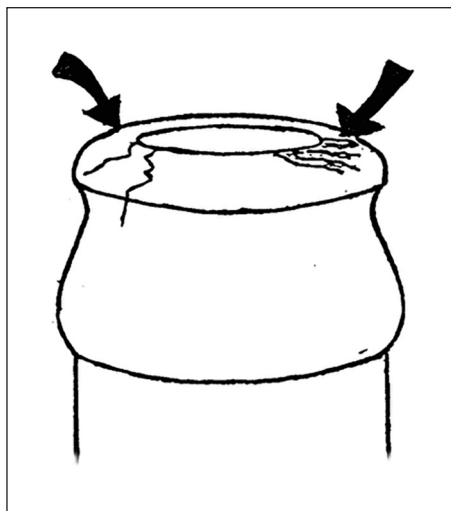


Figura B.10 – Screpolature sul piano-bocca. Superficie di chiusura con alcune o molteplici cricche.

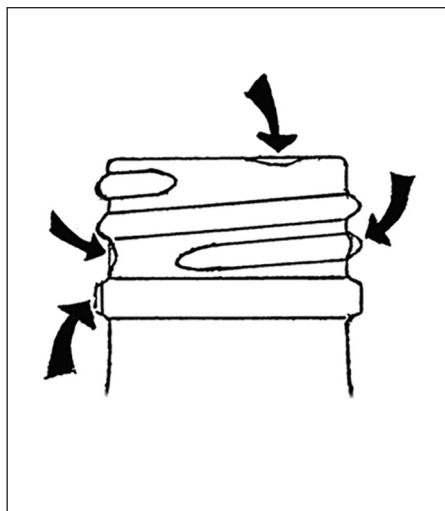


Figura B.11 – Imboccatura incompleta o avvallata. L'imboccatura non è regolare: la filettatura è stampata male o non è stampata; manca vetro sul piano-bocca. Il piano-bocca presenta un avvallamento.

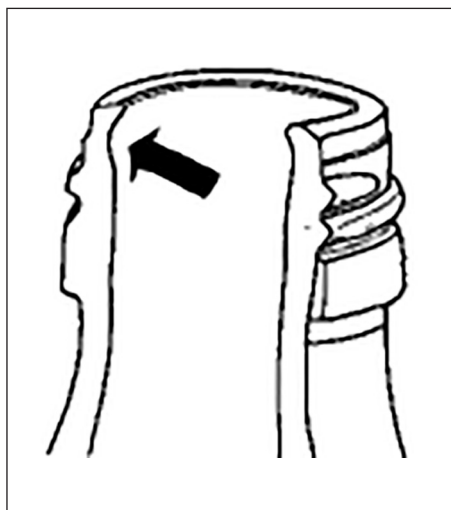


Figura B.12 – Rientranze interno bocca. Il difetto diventa particolarmente grave per le imboccature per tappi in sughero. Esso può formarsi anche se il piano-bocca è perfetto.

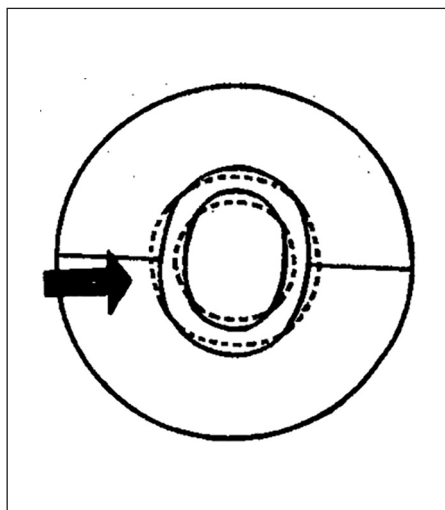


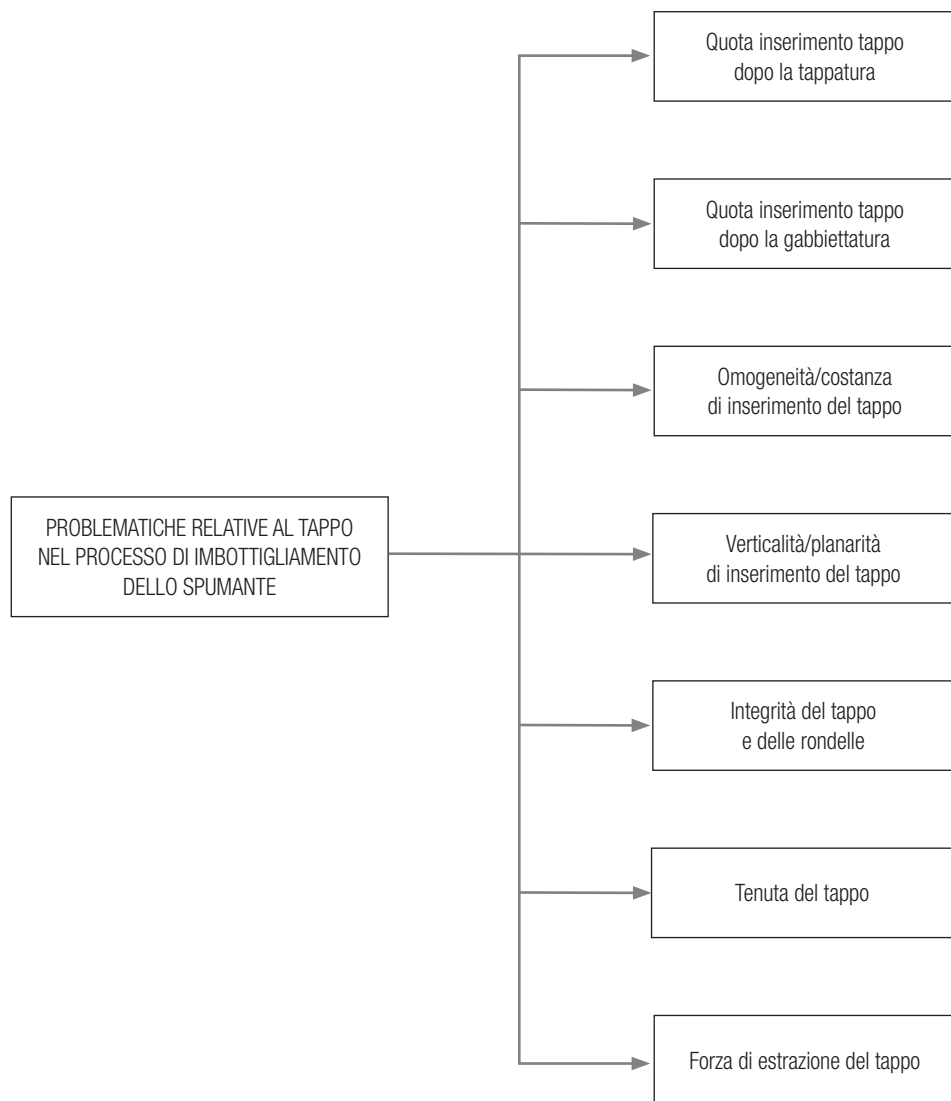
Figura B.13 – Imboccatura ovalizzata. Una ovalizzazione fuori tolleranza può interferire nei dispositivi di centratura nelle linee di riempimento.

B.3 In relazione alle operazioni di riempimento/tappatura

Nel seguito sono elencate le principali problematiche che possono verificarsi nel processo di riempimento/tappatura dei vini spumanti:

1. *quota di inserimento del tappo in bottiglia prima e dopo la gabbiettatura*: dipende dalle caratteristiche del tappo (agglomerato, microgranulato, presenza di rondelle). Incide sulla tenuta del tappo e sulla forza di estrazione;
2. *omogeneità nella quota d'inserimento del tappo*: è fondamentale per garantire la tenuta della chiusura. Se la quota d'inserimento del tappo non è costante, verificato che non siano presenti anomalie nel tappatore (punzoni), è necessario verificare la бага della bottiglia, l'elasticità del tappo e quant'altro possa incidere sulla problematica;
3. *verticalità dell'inserimento del tappo*: importante in quanto incide sulla corretta applicazione della gabbietta e sulla tenuta del tappo. La planarità di posizionamento delle rondelle è importante;
4. *integrità del tappo e delle rondelle*: durante la tappatura non devono staccarsi particelle dal corpo del tappo o dalle rondelle, le quali inquinerebbero il prodotto o non ne garantirebbero la corretta conservazione. Nelle rondelle si possono trovare parti legnose che possono portare al cosiddetto *scoppio* della rondella durante la fase di compressione del tappo;
5. *tenuta del tappo*: importante per evitare perdita di CO₂ dal prodotto, oltre a garantire la protezione dello stesso dall'ambiente esterno (ossigeno). Pertanto, è necessario verificare che non siano presenti segni verticali sul tappo creati dall'usura dei tasselli di compressione;
6. *forza di estrazione del tappo*: è una conseguenza del corretto inserimento del tappo. La forza di estrazione, inoltre, dipende molto anche dal trattamento superficiale a cui il tappo è sottoposto, oltre che dal tempo intercorso tra la preparazione del tappo e il suo utilizzo. Il consumatore deve poter stappare la bottiglia applicando la giusta forza, senza problemi di rottura del tappo.

Il tappo di sughero per vino spumante



Altri due importanti aspetti relativi al tappo spumante sono:

1. *caratteristiche di allungamento del tappo*: se il tappo durante la compressione si allunga troppo, può arrivare al limite della lunghezza dei tasselli di compressione, con possibili fenomeni di rottura o pizzicamento del tappo stesso, compromettendo la corretta chiusura della bottiglia;
2. *caratteristiche di ritorno elastico del tappo*: aspetto importante per la tenuta del tappo nel tempo.

Appendice C

Incidenti di tappatura, possibili cause e *case studies* esemplificativi

Nella presente *Appendice* vengono illustrate le principali criticità nella tappatura di vino spumante, generate da errate operazioni di tappatura/gabbiettatura, oppure da difettosità delle bottiglie.

C.1 Tappatura

A) Eccessivo affondamento del tappo

Con gli usuali tappi per vini spumante, a gabbiettatura avvenuta, l'affondamento massimo consigliato rispetto al raso bocca è di 24 mm per i tappi in agglomerato e di 26 mm per quelli in microgranulato. Valori diversi possono, caso per caso, essere concordati tra le parti.

Normalmente, si può parlare di tappo eccessivamente introdotto nel collo della bottiglia quando tali quote superano di oltre 1 mm quelle consigliate. In questi casi il tappo assume la configurazione rappresentata in *Figura C.1*:

- in “A”, dopo la tappatura: la testa è molto piccola e, pertanto, la quantità di sughero può risultare insufficiente, sotto l'azione di compressione assiale generata dalla gabbiettatrice, per determinare l'effetto tappo corona dovuto all'assestamento del sughero sul raso bocca della bottiglia. Inoltre, se il tappatore affonda troppo il tappo, la gabbiettatrice premendolo assialmente ne favorisce un ulteriore, e spesso eccessivo, affondamento;

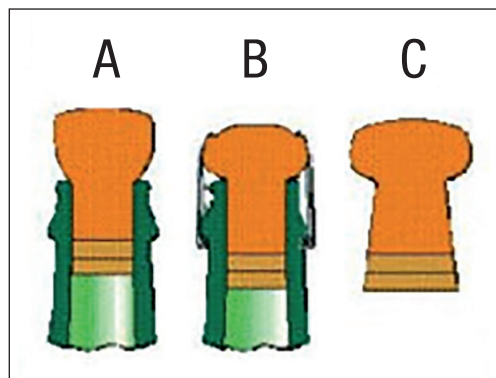


Figura C.1 – Eccessivo affondamento del tappo nel collo della bottiglia.

- in “B”, *dopo la gabbiettatura*: la parte della testa del tappo prossima al raso bocca della bottiglia, anziché aderirvi con forza, appare poco aderente se non addirittura sollevata, con conseguente perdita di pressione. Inoltre, l'eccessivo affondamento rende difficoltosa l'estrazione del tappo, sia a causa del piccolo appiglio che la testa offre, sia per la maggior forza radiale esercitata dal tappo sull'interno del collo della bottiglia. Questa forza aumenta più che proporzionalmente all'aumentare dell'affondamento del tappo. Ciò è dovuto alla quota aggiuntiva di sughero agglomerato, con alto peso specifico, introdotto nel collo della bottiglia;
- in “C”, *dopo l'estrazione*: il tappo si presenta con il gambo molto allungato e, probabilmente, si espanderà poco in quanto il suo eccessivo affondamento potrebbe aver determinato una fuoriuscita di CO₂ dalla bottiglia, a causa del mancato effetto tappo corona. La conseguente bassa pressione che residua in bottiglia non è in grado, alla stappatura, di far espandere il gambo del tappo¹.

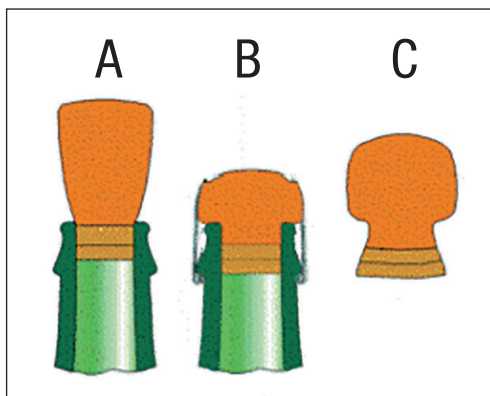
B) Scarso affondamento del tappo

Lo scarso affondamento del tappo (inferiore a 23 mm per i tappi in agglomerato e a 24 mm per quelli in microgranulato) è un difetto generalmente riconducibile a:

- cattiva regolazione del tappatore;
- risalita del tappo durante la pausa di rinvenimento;

¹ Il gas presente nelle porosità del tappo si trova alla stessa pressione presente in bottiglia.

Figura C.2 – Scarso affondamento del tappo nel collo della bottiglia.



- pressione in bottiglia troppo elevata;
- livello del vino troppo alto;
- agglomerato troppo morbido;
- collo della bottiglia irregolare.

Come rappresentato nella *Figura C.2*, il tappo poco introdotto (A), o risalito per motivi diversi, viene schiacciato dalla gabbiettatrice (B) che non è, comunque, in grado di recuperare, se non in minima parte, la quota di affondamento mancante. Esso si presenta alla stappatura come raffigurato in (C). Le conseguenze di questo difetto possono essere:

- rapida sgasatura;
- ossidazione del vino;
- perdita di vino;
- autoespulsione del tappo che, in mancanza di sgasatura, è la difettosità più evidente e “pericolosa” in caso di scarso affondamento del tappo, come peraltro riportato nel *case studies* alle pp. 101-102.

C) Tappo sghembo

Un difetto di tappatura abbastanza ricorrente è quello del tappo sghembo evidenziato nella *Figura C.3*. Le cause del fenomeno sono riconducibili a un cattivo allineamento del collo della bottiglia con l'asse del tappatore.

Le conseguenze che ne derivano sono:

- perdita di gas e di vino;
- ossidazione;
- stappatura difficoltosa.

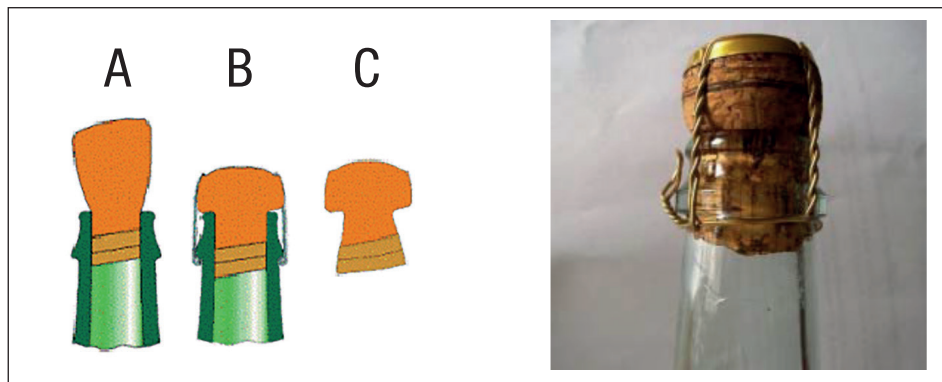


Figura C.3 – Tappo sgheppo.

D) Tappo slabbrato (“casquette”)

Il difetto del tappo slabbrato è riconducibile a una cattiva regolazione del tappatore, imputabile a:

- insufficiente diametro di serraggio del tappo nel tappatore;
- apertura anticipata delle ganasce del tappatore;
- incompatibilità del centratore con la tipologia di bottiglia;
- malfunzionamento, o cattiva regolazione, del piattello di sostegno della bottiglia nel tappatore.

La *Figura C.4* mostra il difetto volutamente amplificato, al fine di evidenziarlo meglio. Le conseguenze sono:

- infiltrazioni di vino laterali al tappo più o meno gravi;
- ossidazione;

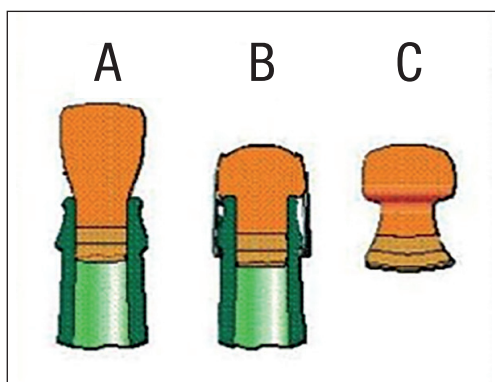


Figura C.4 – Schematizzazione di tappo slabbrato.

- stappatura molto difficoltosa;
- distacco di frammenti di sughero.

E) Tappo scanalato

La comparsa di scanalature (rigature o pieghe) longitudinali (*Figura C.5*) sul tappo è determinata dalla rottura o dall'imperfetto scorrimento di alcune parti interne al gruppo di compressione del tappo. I danni, che si evidenziano con estrema rapidità, sono:

- perdita di vino;
- completa perdita di pressione;
- ossidazione;
- difficoltà di stappatura (come sempre in mancanza di pressione interna).

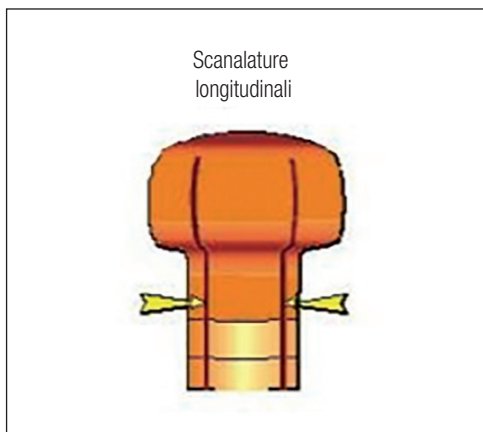


Figura C.5 – Schematizzazione di tappo scanalato.

C.2 Gabbiettatura

Se la gabbiettatura è ben condotta, come indicato in *Figura C.6*, il tappo si presenta diritto e allineato all'asse della bottiglia, mentre la gabbietta è ancorata alla bottiglia con la cintura ben tesa e aderente, costringendo gli anelli delle gambe a vincolarsi correttamente, sotto lo spigolo della бага, assicurando il cosiddetto effetto tappo corona. Se invece la gabbietta non è posizionata o ancorata correttamente, si presenta come in *Figura C.7*. In questo modo, la testa del tappo viene deformata da un lato e si determina, automaticamente, una via di fuga per il gas (rappresentata in D nel punto indicato dalla freccia) che porta, spesso con estrema rapidità, alla sgasatura completa della bottiglia.

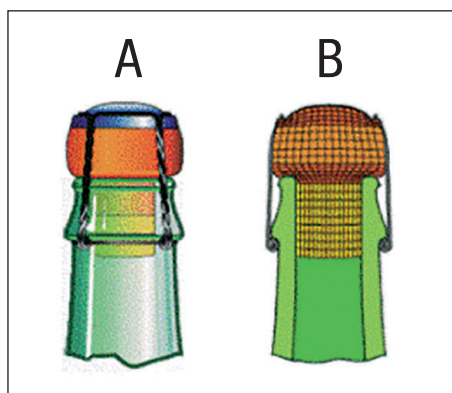


Figura C.6 – Gabbiettatura corretta.

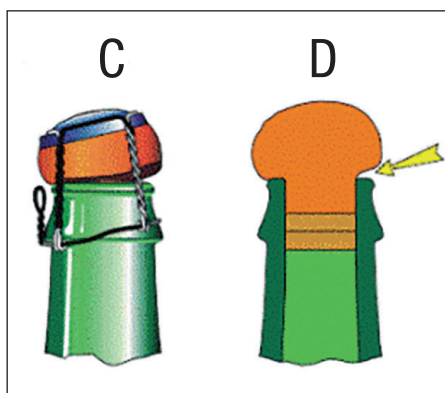
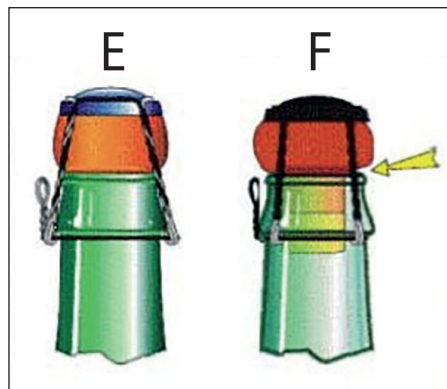


Figura C.7 – Gabbiettatura non corretta.

Altro caso è quello raffigurato in *Figura C.8*, dove un'insufficiente pressione della gabbiettatrice sulla testa del tappo non consente agli anelli delle gambe della gabbietta di posizionarsi correttamente sotto la бага (E).

L'ancoraggio precario della gabbietta può essere completamente compromesso per diversi motivi, quali: assestamenti o vibrazioni subiti dalla gabbietta stessa, oppure aumento della pressione in bottiglia per innalzamento della temperatura (ad esempio durante un trasporto), determinandone lo svincolo e la conseguente auto-espulsione del tappo.

Figura C.8 – Gabbietta non correttamente posizionata sotto la controbaga.



Inoltre, l'ancoraggio imperfetto determina, comunque, un minor effetto tappo corona e una conseguente perdita di pressione.

Nel caso in cui il tappo arrivi alla gabbiettatrice fuori asse, quest'ultima, pur vincolando correttamente la gabbietta alla bottiglia, non riesce a recuperarne l'ortogonalità. Questo difetto (schema F) può essere determinato da un insufficiente affondamento del tappo e, quindi, la parte esterna eccessivamente lunga risulta facilmente storta. Le conseguenze risultano del tutto simili a quelle richiamate in *Figura C.7-D*.

Alcuni esempi di gabbiette mal posizionate

Figura C.9 – Deformazione del tappo per gabbiettatura difettosa.

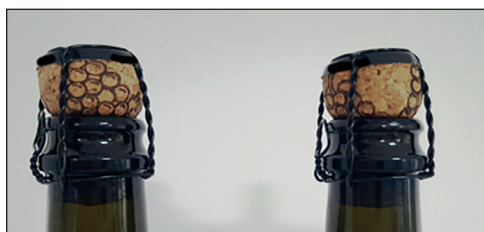


Figura C.10 – Trafilamento spumante per mancanza "effetto tappo corona" dovuto a difetto di gabbiettatura.



C.3 Bottiglia

Le bottiglie sono un elemento della massima importanza per il buon esito della tappatura; alcuni loro difetti possono provocare inconvenienti sulla linea di imbottigliamento e sul prodotto finito.

Svuotamento del collo

In *Figura C.11* è illustrata la sezione di un collo di bottiglia che, nella sua parte interna, anziché avere una conicità in apertura, evidenzia uno svuotamento eccessivo, dove il tappo può espandersi e assestarsi. In contemporaneità con un eccessivo affondamento del tappo, ne determina difficoltà di estrazione.

Disassamento

Il disassamento del collo della bottiglia rappresentato in *Figura C.12* è molto marcato, allo scopo di chiarire la natura del difetto che provoca difficoltà in tutto il ciclo di utilizzo della bottiglia, dal riempimento alla tappatura e alla gabbiettatura.

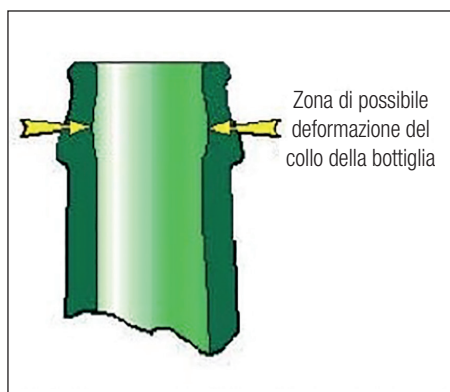


Figura C.11 – Svuotamento del collo della bottiglia.

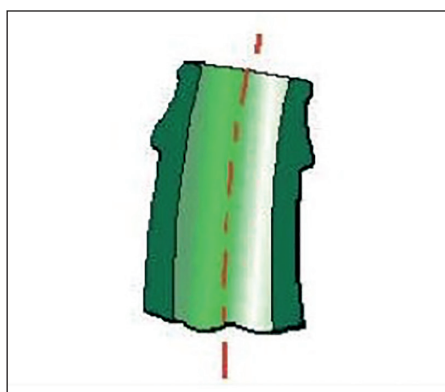
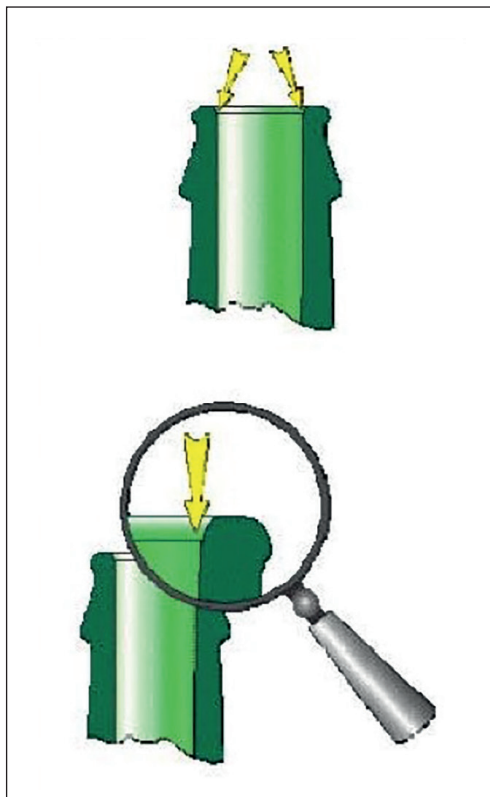


Figura C.12 – Disassamento del collo della bottiglia.

Imboccatura difettosa

La *Figura C.13* evidenzia la presenza di un bordino tagliente, dovuto a una sbavatura nell'imboccatura della bottiglia (indicata dalle frecce), in grado di contrastare la penetrazione del tappo danneggiandolo, sino a staccarne delle particelle e, di conseguenza, inficiandone la funzionalità.

Figura C.13 – Imboccatura del collo della bottiglia con bordino tagliente.



Ovalizzazione dell'imboccatura

Un esempio di ovalizzazione dell'imboccatura della bottiglia è rappresentato in *Figura C.14*: l'imboccatura in “A” è perfettamente rotonda, quella in “B” ha una accentuata ovalizzazione che determinare aleatorietà della quota di affondamento del tappo e problemi di sgasatura, in quanto la forza di espansione radiale del tappo risulta, necessariamente, disomogenea.

Conicità inversa

La conicità inversa (*Figura C.15*) si verifica quando il diametro interno del collo della bottiglia tende progressivamente a diminuire con la profondità, determinando seri problemi sia nella pausa di rinvenimento, possibile auto-espulsione del tappo, sia per la minor tenuta della pressione, essendo compromessa la capacità di adesione del sughero alla parete interna del collo.

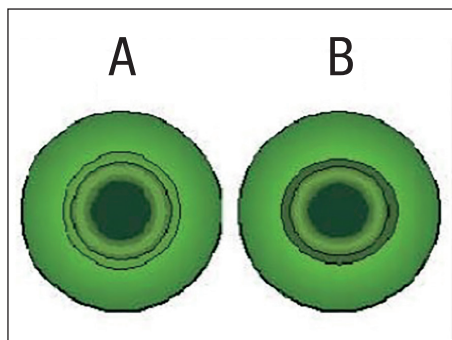


Figura C.14 – Ovalizzazione dell'imboccatura (B).



Figura C.15 – Collo della bottiglia con conicità inversa.

Ulteriori difettosità

Ulteriori difettosità che le bottiglie possono presentare sono:

- propensione alla rottura, derivante da errori nei procedimenti termici durante la fase di produzione;
- difficoltà di estrazione dei tappi riconducibili a difetti della geometria dell'imboccatura. L'eventuale penetrazione nel collo bottiglia di sostanze utilizzate per il trattamento a freddo della superficie esterna potrebbe facilitare la fase di stappatura, oppure, in altri casi, potrebbe determinare una difficoltà di estrazione del tappo specialmente a basse temperature.

C.4 Case studies

Eccessivo affondamento del tappo

Una partita di tappi in agglomerato è stata utilizzata per la chiusura di bottiglie contenenti 3 spumanti diversi.

Evento: perdita di pressione.

I risultati dei valori sovrappressione P e della lunghezza del gambo dei tappi, per le tre tipologie di vino spumante, sono riportati nella successiva *Tabella C.1*.

Analisi dell'evento: l'esame dei dati riportati in *Tabella C.1* evidenzia che l'inserimento del tappo nel collo delle bottiglie risulta molto disomogeneo e, spesso, eccede il valore di 24 mm.

Tabella C.1 – Valori relativi alla sovrappressione P in bottiglia e alla lunghezza del gambo dei tappi estratti.

Bottiglia n.	Sovrappressione (bar)	Lunghezza gambo del tappo estratto (mm)	Bottiglia n.	Sovrappressione (bar)	Lunghezza gambo del tappo estratto (mm)
1	3,4	24,2	19	4,7	23,2
2	4,5	22,5	20	4,5	21,1
3	4,8	24,2	21	4,8	22,2
4	4,6	23,2	22	5,1	22,4
5	4,6	21,3	23	3,9	22,6
6	4,8	22,6	24	0,5	24,0
7	4,8	22,6	25	1,1	25,9
8	4,8	23,2	26	0,6	25,0
9	4,8	22,7	27	0,4	24,6
10	4,7	23,9	28	1,5	24,4
11	4,9	23,1	29	0,7	24,5
12	4,3	22,6	30	6,1	24,0
13	4,8	22,8	31	1,2	24,8
14	4,8	24,0	32	5,1	21,1
15	2,2	24,1	33	2,2	26,1
16	4,9	22,2	34	1,6	23,2
17	1,5	25,4	35	5,7	21,8
18	4,7	23,7	36	1,1	25,7

In particolare, i tappi estratti dalle bottiglie che presentano la lunghezza del gambo (affondamento nel collo delle bottiglie) più elevata evidenziano la maggior perdita di pressione.

Nella *Figura C.16* è riportato l'andamento della lunghezza del gambo del tappo estratto in funzione della sovrappressione in bottiglia. La correlazione tra l'affondamento del tappo e il valore della sovrappressione è ben evidente. Infatti, nel grafico le bottiglie si posizionano in 2 gruppi distinti, in relazione alla lunghezza del gambo del tappo:

- perdita della pressione, inserimento superiore a 24 mm;
- tenuta della pressione, inserimento inferiore a 24 mm.

Questo caso studio, dunque, ben si ricollega a quanto riportato nel *Paragrafo C.1, punto A)*, della presente appendice.

Raccomandazione e azione correttiva

Raccomandazione: per ridurre il rischio di perdite di pressione in bottiglia è necessario rispettare la quota di affondamento del tappo spumante nel collo della bottiglia che, salvo diverso accordo tra le parti, deve essere compreso tra 23 e 24 mm per il tappo in agglomerato tradizionale e tra 24 e 26 mm per il tappo in micro granulato.

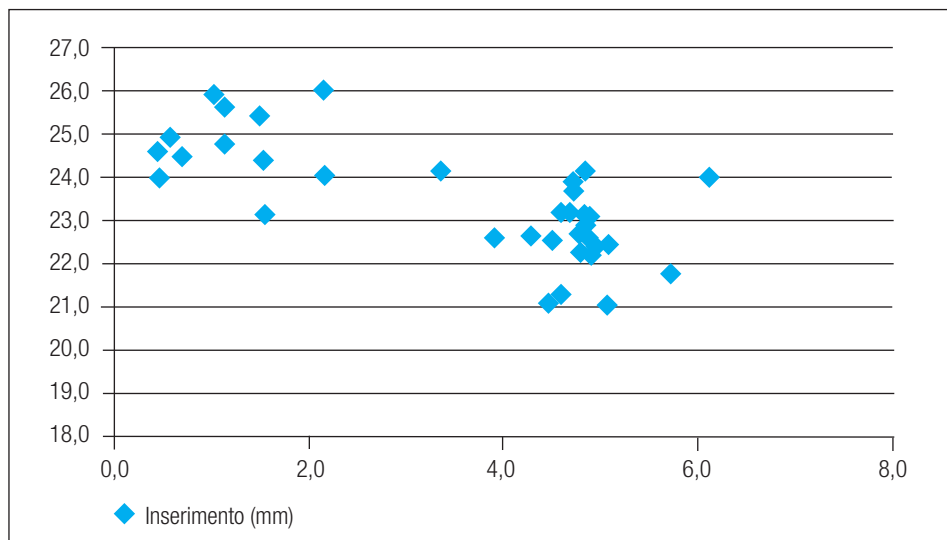


Figura C.16 – Correlazione tra lunghezza del gambo del tappo estratto in relazione alla sovrappressione in bottiglia.

Inoltre, è necessario l'utilizzo di gabbiette con misure adeguate al sistema tappo/bottiglia in grado di formare correttamente la testa del tappo.

Azione correttiva: corretta regolazione del tappatore.

Scarso affondamento del tappo

Evento: espulsione spontanea del tappo alla sgabbiettatura e ossidazione del vino.

Prove di stappatura sono state eseguite su 8 bottiglie:

- 4 bottiglie sono state stappate alla temperatura di 0 °C mediante una modesta rotazione del tappo;
- 4 bottiglie sono state aperte a temperatura ambiente (circa 20 °C). In 3 bottiglie si è verificata l'autoespulsione del tappo alla sgabbiettatura, mentre in 1 è stata sufficiente una lieve rotazione del tappo.

L'analisi dimensionale effettuata sui tappi estratti dalle 8 bottiglie ha messo in evidenza la seguente lunghezza del gambo:

Tabella C.2 – Lunghezza del gambo dei tappi estratti.

Bottiglia n.	Lunghezza gambo del tappo estratto (mm)	Bottiglia n.	Lunghezza gambo del tappo estratto (mm)
1	17,4	5	18,2
2	18,2	6	18,8
3	19,2	7	17,5
4	17,8	8	17,9

Analisi dell'evento: i dati riportati nella *Tabella C.2* evidenziano un gambo molto corto, sempre ben inferiore al valore minimo consigliato di 23 mm.

Di conseguenza, i medesimi tappi presentano una testa piuttosto grande, ciò che non ha consentito il corretto ancoraggio della gabbietta sotto la бага della bottiglia. Per tale motivo, la gabbietta ha deformato lateralmente il tappo, come evidenziato nella foto delle 2 bottiglie esemplificativamente riportate nella *Figura C.17*.



Figura C.17 – Ancoraggio non corretto della gabbietta dovuto allo scarso affondamento.

In questi casi, la conseguenza più frequente è sicuramente l'auto-espulsione del tappo al momento della sgabbiettatura, oltre alla possibile ossidazione del vino in bottiglia.

L'esempio illustrato trova ampia conferma in quanto riportato nei *Paragrafi C.1 e C.2* della presente appendice.

Raccomandazioni e azione correttiva

Raccomandazioni: per evitare gli inconvenienti riportati nel presente esempio è necessario un affondamento del tappo corretto e allineato con il collo della bottiglia.

Altresì corretta deve essere la posizione della gabbietta, sempre ben ancorata sotto la бага della bottiglia. La parte esterna del tappo eccessivamente lunga rende difficile la fase di gabbiettatura, facilitando la formazione di tappo sghembo.

Azione correttiva: buona regolazione del tappatore, pressione e livello del vino in bottiglia corretti, adeguato ancoraggio della gabbietta alla бага del collo bottiglia.

Tappo sghembo

Evento: perdita completa di pressione in bottiglia².

Nella parte destra della *Figura C.18* è riportato il tappo in sughero naturale estratto dalla bottiglia, nella parte sinistra il tappo dopo il test di bollitura.

² Antonio Pes (1995), *Il sughero in cantina*, La Nuovissima Edizioni, Tempio Pausania, pp. 112-113.

Figura C.18 – Forma del turacciolo al momento della sua estrazione dalla bottiglia (destra) e dopo il test di bollitura (sinistra).



Analisi dell'evento

Dalla foto si nota la formazione tipica di “tappo sghembo” dovuto a un errato allineamento del collo della bottiglia all’asse del tappatore. Inoltre, il tappo presenta la tipica formazione del “gambo a chiodo”. La conseguenza più frequente del tappo sghembo è, senza dubbio, la perdita di pressione in bottiglia, mentre la formazione del gambo, cosiddetta “a chiodo”, è una semplice conseguenza della perdita di pressione. Il sughero, infatti, non ha perso la sua elasticità, come risulta evidente dal completo ritorno alla forma originale del turacciolo a seguito del test di bollitura.

Raccomandazione e azione correttiva

Raccomandazione: è necessario rispettare rigorosamente l’allineamento dell’asse del tappatore con quello del collo bottiglia per assicurare la perfetta verticalità dell’inserimento del tappo in bottiglia.

Azione correttiva: idonea regolazione della verticalità del sistema di tappatura.

Tappo rigato

Evento: perdita completa di pressione in bottiglia³.

Nella parte destra della *Figura C.19* è riportato il tappo in sughero naturale con rondelle estratto dalla bottiglia, nella parte sinistra il tappo dopo il test di bollitura.

³ *Ivi*, pp. 110-111.



Figura C.19 – Forma del turacciolo al momento della sua estrazione dalla bottiglia (destra) e dopo il test di bollitura (sinistra).

Analisi dell'evento

Dalla foto si notano, soprattutto nelle rondelle, pieghe e rigature dovute al “pizzicamento” degli ingranaggi della tappatrice. Inoltre, il tappo presenta la tipica formazione del “gambo a chiodo”.

La conseguenza più frequente del tappo rigato è la perdita di pressione in bottiglia, mentre la formazione del gambo, cosiddetta “a chiodo”, è una semplice conseguenza della perdita di pressione. Il sughero, infatti, non ha perso la sua elasticità, come risulta evidente dal completo ritorno alla forma originale del turacciolo a seguito del test di bollitura.

Raccomandazione e azione correttiva

Raccomandazione: è necessario verificare l'integrità delle ganasce ed effettuare la corretta regolazione del sistema di compressione del tappo all'inizio di ogni operazione di tappatura.

Azione correttiva: idonea regolazione del sistema di tappatura, con particolare attenzione alla regolazione e all'integrità delle ganasce.

Errato inserimento della gabbietta

Evento: trafilamento vino spumante e perdita completa di pressione in bottiglia⁴.

Nella *Figura C.20* è riportato il tappo inserito nel collo bottiglia con evidenti segni di trafilamento di vino spumante. Inoltre, lo spumante risultava completamente “sgasato”.

Analisi dell'evento

Dalla foto si nota che la gabbietta non è posizionata correttamente. In

⁴ *Ivi*, pp. 108-109.

Figura C.20 – Errato posizionamento della gabbietta non vincolata sotto la бага. Il tappo non è ben assestato sul raso bocca e presenta evidenti segni di trafilamento del prodotto e di sviluppo di muffe.



particolare, è evidente l'errata legatura della reggetta sopra la бага. Ciò ha determinato un irregolare assestamento del tappo sul raso bocca che non ha consentito la formazione dell'effetto "tappo corona". In questi casi, le conseguenze più frequenti sono la perdita di prodotto e di pressione in bottiglia.

Raccomandazione e azione correttiva

Raccomandazione: è necessario assicurare il corretto posizionamento di legatura della gabbietta sotto la бага del collo bottiglia, agevolato anche dal corretto inserimento del tappo.

Azione correttiva: idonea regolazione del sistema di tappatura/gabbiettatura. Scelta adeguata della lunghezza delle gambe della gabbietta.

Il manuale *Il tappo di sughero per vino spumante - Guida all'utilizzo* rappresenta uno strumento indispensabile per tutte quelle figure professionali che, direttamente o indirettamente, si occupano del fine linea della filiera spumantistica.

Pur rappresentando la revisione aggiornata del precedente *Manuale di tappatura per vini spumante*, per la prima volta alla sua stesura hanno partecipato tutti i portatori di interesse, sia individualmente, sia attraverso le rispettive Associazioni di categoria, e risulta, pertanto, un documento condiviso ed esaustivo in ogni sua parte.

In questa nuova veste il manuale riporta regole precise, dettate dalle più recenti norme di legge e di buona tecnica enologica, necessarie per una corretta esecuzione di tutte le fasi dell'imbottigliamento del vino spumante. Inoltre, risulta particolarmente ricco di dettagli e di esemplificazioni pratiche (case studies) in grado di fornire utili elementi alla comprensione di problemi spesso fonte di contenziosi, indicandone le cause e suggerendo idonee azioni correttive e preventive.



tecniche nuove
www.tecnichenuove.com

ISBN 978-88-481-3841-3



9 788848 138413