Lo studio è stato realizzato su iniziativa e con il coordinamento dell'Unità di Progetto Novimpresa di AREA Science Park.
È stato finanziato con il contributo del Fondo Europeo per lo Sviluppo Regionale

Valeria Mazzoleni
Istituto di Enologia e Ingegneria Alimentare
Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza

Roberto Zironi
Dipartimento di Scienze degli Alimenti
Università degli Studi di Udine

Barbara Campisi
Dipartimento di Economia e Merceologia delle Risorse Naturali e della Produzione
Università degli Studi di Trieste

Copyright © 2001 by
Consorzio per l'AREA di ricerca scientifica e tecnologica di Trieste
AREA Science Park
Padriciano, 99 - 34012 Trieste

prima edizione: Settembre 2001

fotografie al microscopio elettronico: M.D. Fumi, Istituto di Enologia e Ingegneria Alimentare, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza
progetto grafico: Mariangela Paludo
stampato presso la Tipografia Filacorda Udine

autori

Valeria Mazzoleni
Roberto Zironi
Barbara Campisi

l'argomento

Manuale d'uso sulle tecniche di tappatura delle bottiglie di vino

a cura di

AREA Science Park

PROGETTO NOVIMPRESA

numero

14

AREA Science Park
per la diffusione dell'innovazione

AREA Science Park è uno dei principali parchi scientifici multisettoriali d'Europa.

Suo obiettivo principale è favorire lo sviluppo del territorio regionale grazie alla creazione di un legame stabile tra il mondo della ricerca e il sistema imprenditoriale, attraverso iniziative che promuovono e facilitano la diffusione dell'innovazione tecnologica.

In particolare nella zona Obiettivo 2 del Friuli-Venezia Giulia AREA ha attivato "Progetto Novimpresa", un'iniziativa cofinanziata da Unione Europea, Stato e Regione che offre alle imprese del territorio numerosi servizi a sostegno dello sviluppo tecnologico e della loro competitività.

Dall'attività a fianco delle imprese sono stati evidenziati alcuni temi di particolare interesse per gruppi di imprese o settori produttivi. In questa collana vengono pubblicati i risultati degli approfondimenti e degli studi.

AREA Science Park - Progetto Novimpresa
Padriciano, 99 - 34012 Trieste
tel. 040.375.5275 - fax 040.226698
e-mail: novimpresa@area.trieste.it
http://novimpresa.area.trieste.it

Presentazione

Prosegue con questo volume la serie delle pubblicazioni di AREA dedicate all'innovazione e alle nuove tecnologie per le imprese.
Un ulteriore piccolo contributo - altri sono già in programma - per portare al mondo produttivo del Friuli-Venezia Giulia nuove conoscenze utili a migliorarne la competitività e per dimostrare come in realtà non sia così difficile il dialogo con il mondo della ricerca.

In particolare questo studio nasce da una precisa domanda dei produttori di vino regionali che operano nell'area Obiettivo 2 ed è a loro dedicato, per aiutarli ad evitare che le bottiglie del loro buon vino alla fine "sappiano di tappo".
È un argomento che è presente nell'esperienza di tutti, all'apparenza molto semplice, ma che è di soluzione tutt'altro che facile per le implicazioni di natura tecnica (ottima conservazione del vino) non sempre garantita dai tappi in sughero e per quelle legate al gusto estetico e alle valenze tradizionali che mal si raccordano e limitano gli impieghi di soluzioni innovative.

Confidiamo che questo contributo sia utile agli operatori del settore e rappresenti un punto di avvio per successivi approfondimenti e sperimentazioni, a sostegno della qualità di una produzione così importante economicamente per l'intera regione.

Lucio Susmel
Presidente Consorzio per l'AREA di ricerca scientifica e tecnologica di Trieste

Indice

Parte I – I tappi in sughero
a cura di Valeria Mazzoleni p. 11

1. Tipi di chiusure reperibili sul mercato p. 11

2. Cenni sulla produzione p. 14

3. Sistema bottiglia/tappatrice/tappo p. 21

4. Interazione tappo/bottiglia. Alcuni incidenti di imbottigliamento e loro possibili cause p. 27

5. Odori e sapori anomali p. 31

6. Confronto tra le prestazioni di vari tipi di tappo p. 41

7. Cenni sulla struttura di un capitolato di acquisto p. 44

Appendice 1. Provenienza del sughero p. 47

Appendice 2. Morfologia della cellula suberosa p. 49

Appendice 3. Proprietà fisiche e chimiche del sughero p. 50

Appendice 4. Aspetti microbiologici p. 52

Appendice 5. Classificazione dei gusti e dei sapori anomali p. 54

Parte II – I tappi sintetici
a cura di Roberto Zironi p. 57

8. Caratteristiche delle chiusure sintetiche p. 57

9. Confronto tra chiusure naturali e sintetiche p. 61

Parte III – Il mercato dei tappi sintetici
a cura di Barbara Campisi p. 65

10. Analisi del mercato dei tappi sintetici p. 65

Bibliografia p. 78

Avvertenze

I dati tecnici riportati sono da considerarsi puramente indicativi. Tutte le notizie contenute nel testo, per le parti I e II, sono state ottenute da comunicazioni personali e dalla consultazione delle seguenti fonti bibliografiche:

Colagrande O. (1996), *Il tappo di sughero*, Chiriotti Editori, Pinerolo (Torino).

Disciplinare sulla produzione e utilizzo del tappo di sughero in enologia, 1996, Stazione Sperimentale del Sughero, Tempio Pausania (Sassari).

Charte des bouchonniers liégeurs, 4° edizione, 1998, Fédération Française des Syndicats du liège, Paris.

Codice Internazionale per la produzione dei tappi di sughero, 3° edizione, 2000, Confédération Européenne du Liège (C.E.Liège), Paris.

Chatonnet P., Labadie D. e Gubbiotti M-C. (1999), "Etude comparative des caractéristiques de bouchons en liège et en matériaux synthétiques – Premiers résultats", *Revue des Oenologues*, 26 (92): 9.

Chatonnet P., Labadie D. e Gubbiotti M-C. (2000), "Etude comparative des performances de différents types de bouchage", *Revue des Oenologues*, 27 (95): 7.

Chatonnet P. e Labadie D. (2001), "Une nouvelle génération de bouchons industriels à bese de liege: Evaluation des performances du bouchon Neutrocork d'Amorim & Irmaos. Partie I", *Revue des Oenologues*, 28 (98): 26.

Chatonnet P. e Gubbiotti M-C. (2001), "Une nouvelle génération de bouchons industriels à bese de liege: Evaluation des performances du bouchon Neutrocork d'Amorim & Irmaos. Partie II", *Revue des Oenologues*, 28 (99): 7.

Iung R. e Zurn F. (2000), "Nouveautés dans les bouchons en plastique", *Revue Française d'Oenologie*, 183: 29.

Progetto Quercus, 1997, Stazione Sperimentale del Sughero, Tempio Pausania (Sassari).

Natural Cork Quality Council, Sebastopol (California), http: / / www.corkqc.com

Parte I

I tappi in sughero

a cura di Valeria Mazzoleni

1. Tipi di chiusure reperibili sul mercato

I tappi in sughero per vini tranquilli reperibili in commercio si possono distinguere come segue:

- **tappi monopezzo** in sughero naturale;
- **tappi accoppiati o compensati** in sughero naturale, costituiti da due o più parti di sughero unite mediante un collante. Il sughero proviene da plance di basso spessore, a crescita lenta, in modo da dare un tappo ad elevata densità;
- **tappi tecnici**, distinguibili in tappi agglomerati o tappi compositi a seconda del sistema di fabbricazione (vedere capitolo 2). Al corpo del tappo, formato da granuli di sughero uniti da un collante, possono essere incollate una rondella in sughero naturale (dalla parte in contatto con il vino) o due rondelle una da ciascuna parte del tappo (tappo 1+1), o ancora due rondelle entrambe dalla parte in contatto con il vino (tappo 0+2).

Nella Tabella 1 sono riportati alcuni dati tecnici riguardanti le tre tipologie di tappo in sughero reperibili sul mercato.

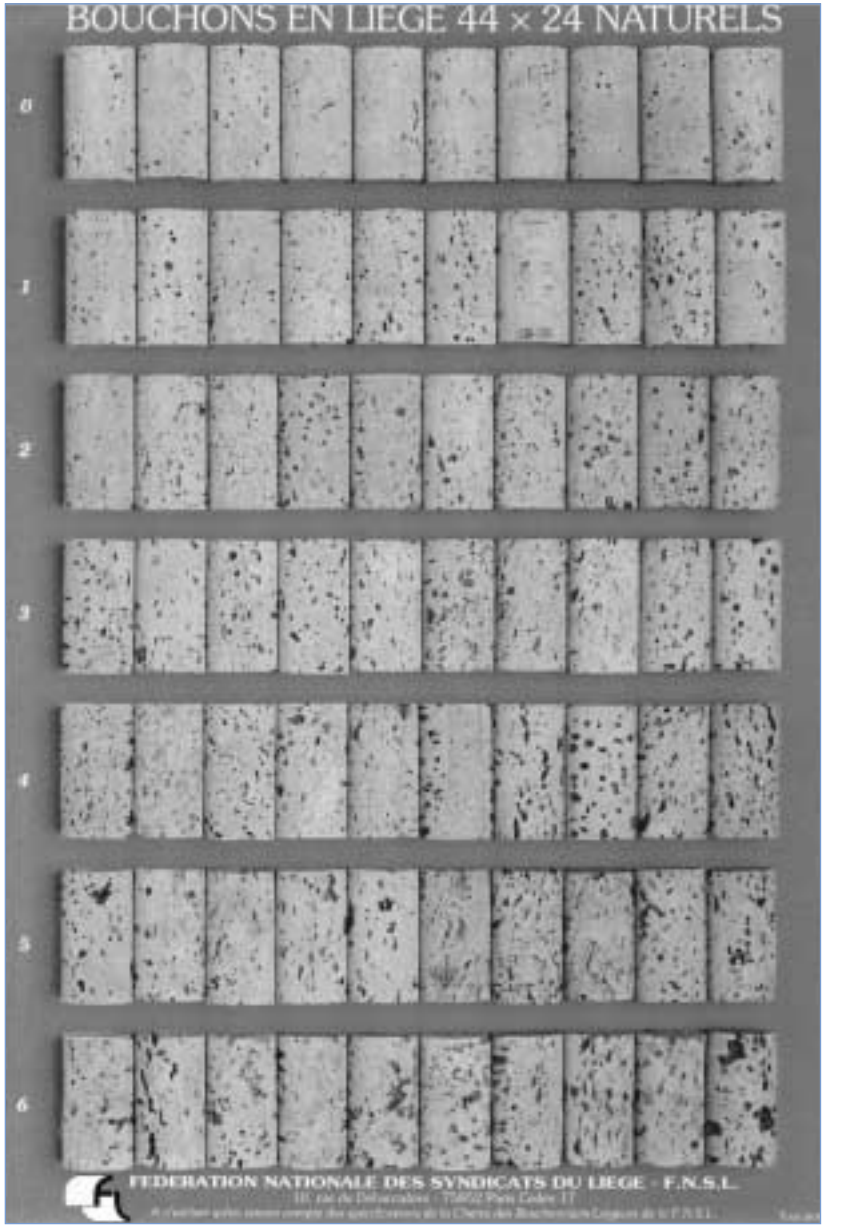
Tabella 1 - Caratteristiche tecniche di differenti tipologie di tappo in sughero. I dati riportati si intendono puramente indicativi e possono subire modificazioni a seconda del produttore.

	Tappo monopezzo	Tappo accoppiato	Tappo tecnico
Diametro (mm)	24-26 ± 0,4	24-25 ± 0,4	23-26 ± 0,4
Lunghezza (mm)	38-54 ± 0,5	48 ± 0,5	38-44 ± 0,5
Umidità (%)	< 6	< 6	< 6
Peso specifico corpo (kg/m^3)	130 - 180	180 - 200	265 - 320
Forza di stappatura (kg)	20 - 45	20 - 45	20 - 45

In realtà, il tappo accoppiato ha attualmente una diffusione limitatissima e viene prodotto solo da pochi sugherifici: data la sua elevata densità, è in genere destinato a vini che subiscono lunghi periodi di conservazione in bottiglia, come i vini invecchiati o i vini di pregio in genere. Oggi i tappi in sughero utilizzati per vini tranquilli ricadono praticamente tutti nella categoria dei tappi monopezzo o di quelli tecnici.

I tappi tecnici possono anche essere utilizzati per la conservazione di vini frizzanti, nel qual caso hanno diametro superiore rispetto ai valori riportati nella Tabella 1 (25-26 mm), o per vini spumanti, nel qual caso hanno misure particolari (30,5 x 48 mm; peso minimo 8 g).
Commercialmente i tappi monopezzo aventi le stesse misure vengono raggruppati, in base all'aspetto estetico, in classi, a ciascuna delle quali si attribuisce un valore commerciale.
La selezione viene eseguita automaticamente, mediante lettori ottici che rilevano le misure e alcune caratteristiche estetiche dei tappi (frequenza e distribuzione dei pori, ovalizzazione). Le fotocellule sono regolate tramite un programmatore, in modo da scartare automaticamente i tappi che non rientrano entro i limiti qualitativi fissati dall'azienda produttrice. Una successiva cernita manuale consente di scartare tappi con anomalie interne, che non possono essere rilevate per via elettronica.
Oggi non esiste in Italia un sistema univoco di classificazione dei tappi a cui produttori ed utilizzatori possano fare riferimento. Uno dei sistemi più impiegati è quello proposto dalla Fédération Française des Syndicats du Liège, che prevede 7 livelli di classificazione (Figura 1); nel "Disciplinare sulla produzione ed utilizzo del tappo di sughero in enologia" (pubblicato dalla Stazione Sperimentale del Sughero, Tempio Pausania) ne sono previsti invece 4.
Per i tappi tecnici alla produzione sono controllate automaticamente le dimensioni, la distribuzione e l'omogeneità dei granuli, la superficie che deve essere liscia ed uniforme, la mancanza di pori grossolani (diametro >2mm, profondità >1 mm).
Nel caso di tappi con rondella, la suddivisione in classi viene effettuata con gli stessi criteri convenzionali impiegati anche per il tappo monopezzo, facendo riferimento alla classificazione prevista per le rondelle da tappo spumante.

Figura 1 - Criterio di classificazione visiva per tappi in sughero monopezzo proposta dalla Fédération Française des Syndicats du Liège.



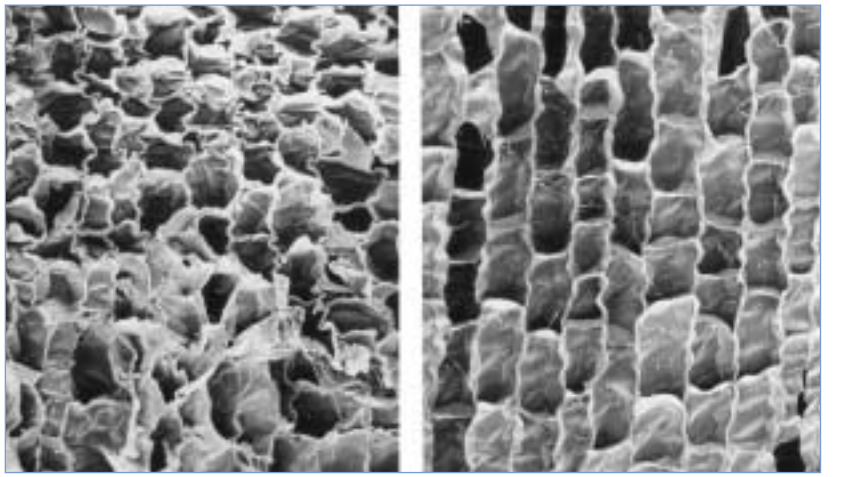
2. Cenni sulla produzione

2.1 Dalla raccolta allo stoccaggio delle plance

Il sughero, pur partecipando alla crescita dell'albero, non concorre alle funzioni attive della vegetazione e per questo motivo può essere staccato dall'albero senza comprometterne l'esistenza. Questa proprietà sta alla base dello sfruttamento della quercia da sughero (*Quercus suber L.*), la cui provenienza è ricordata nell'Appendice 1. Nelle Appendici 2 e 3 sono riportate notizie riguardanti la morfologia della cellula suberosa e le proprietà fisico-chimiche del sughero.
Il sughero che viene staccato dalla pianta la prima volta, chiamato "sughero maschio", è molto grossolano e si ottiene da piante di 25-30 anni. Il successivo strato di sughero che si forma, il "sughero femmina", si recupera ad intervalli di tempo di 9-10 anni nelle foreste di pianura e di 10-12 in quelle di montagna (Figura 2). Perciò la quercia da sughero diventa produttiva oltre i 40 anni e tale rimane fino a 200 anni e più: l'esemplare più vecchio oggi conosciuto si trova in Portogallo, ha oltre 210 anni ed è tuttora in produzione.
La qualità del sughero è correlata alle condizioni ecopedologiche della sughereta, all'età e allo stato vegetativo delle piante, al loro corredo genetico.
Dopo la raccolta, il sughero viene sottoposto ad un periodo di stagionatura all'aperto della durata di 8-12 mesi; con l'esposizione all'aria il sughero si essicca, perde gran parte della polvere rossa contenuta nelle lenticelle (aperture a forma tondeggiante disposte in modo da permettere scambi gassosi tra i tessuti interni e l'esterno della pianta), migliora le sue caratteristiche tecnologiche, ed in particolare la morbidezza e l'elasticità.
Segue la prima bollitura in acqua per 1-1.5 ore, a seguito della quale si abbassa la carica microbica, si estraggono le sostanze idrosolubili (tannini, sali minerali), si ammorbidisce il tessuto suberoso rendendone più facile la lavorazione (Figura 3).

Figura 2 - Fase di decortica della quercia da sughero.

Figura 3 - Struttura cellulare del sughero prima (a sinistra) e dopo (a destra) la bollitura. Fotografia al microscopio elettronico a scansione (375 X).



Le plance di sughero grezzo vengono poi suddivise nelle diverse categorie di qualità e conservate in ambiente aerato e asciutto. Non esistono norme precise a cui fare riferimento, per cui la classificazione viene effettuata in maniera diversa, puramente soggettiva, nei vari paesi produttori e gli scambi commerciali avvengono sulla base di campioni di materia prima. La qualità più ricercata è densa, liscia, omogenea, senza nodi, senza ineguaglianze, senza fori né crepe. All'interno della stessa classe, le plance vengono suddivise per spessore. Le plance più spesse vengono utilizzate per la produzione dei tappi monopezzo, quelle più sottili per la produzione delle rondelle. Le plance, dopo classificazione, vengono riunite in balle e conferite all'industria trasformatrice, dove vengono immagazzinate.
Un compendio degli accorgimenti razionali di lavorazione delle plance è riportato nella Tabella 2.

Tabella 2 - Influenza delle fasi di lavorazione della plancia grezza sulla qualità del tappo e del vino.

Fase della lavorazione	**Raccomandazioni**	**Effetti del cattivo trattamento**
Sughero sulla pianta	Evitare trattamenti delle foreste con fitofarmaci contenenti clorofenoli	Cessione di pentaclorofenolo alla plancia.
Decortica della pianta	Ogni 9-10 anni. Selezione delle plance scartando quelle difettose (attaccate da Armillaria mellea, verdonate o perforate dagli insetti).	Gusto di tappo. Scarsa tenuta del tappo. Rottura del tappo.
Stagionatura	Non meno di 6 mesi. Utilizzo di pallets di legno per evitare il contatto con il terreno, sufficiente aerazione. Non usare pallets trattati con pentaclorofenolo.	Sviluppo di microrganismi. Cessione di pentaclorofenolo alla plancia.
Bollitura	In acqua per 1-1.5 ore a temperatura vicino a 100°C. Controllare la presenza di sostanze (es. tannini…) nell'acqua di bollitura. Cambiare frequentemente l'acqua.	Cessione di sostanze tanniche al vino (gusto di sughero).
Immagazzinamento	2-4 settimane in ambiente aerato per evitare che le muffe sviluppate sulla superficie penetrino all'interno del tessuto suberoso. Evitare il contatto con il terreno.	Gusto di muffa.

2.2 Produzione del tappo monopezzo e delle rondelle

Le plance vengono riumidificate mediante una seconda bollitura in acqua per almeno 30 minuti, in modo da renderle più morbide, e lasciate asciugare in ambienti ben ventilati. Le plance vengono poi tagliate in strisce di larghezza corrispondente alla lunghezza del tappo che si vuole ottenere. In questo modo, una volta che il tappo sarà inserito nella bottiglia, la porosità naturale del sughero (dovuta soprattutto alle lenticelle) risulterà orientata perpendicolarmente rispetto al vetro. Dalle strisce di sughero si ricavano i tappi con macchine fustellatrici costituite da lame rotanti (Figura 4). Per la fabbricazione delle rondelle, le strisce di sughero vengono tagliate in lamelle di 6-8 mm di spessore, dalle quali si ricavano le rondelle per fustellatura.

Figura 4 - Banda di sughero con tappi fustellati.

I tappi vengono poi smerigliati, per regolarne le dimensioni, selezionati elettronicamente o manualmente, per eliminare i pezzi difettosi, e infine lavati.
Il lavaggio con prodotti sbiancanti e disinfettanti ha lo scopo di pulire, disinfettare e migliorare l'aspetto estetico. Fino agli anni 80, i tappi erano trattati con soluzioni contenenti prodotti ossidanti a base di cloro (generalmente ipocloriti). È in quel periodo che diversi ricercatori hanno messo in relazione questo tipo di lavaggio con la comparsa nel tappo di odori e sapori anomali (vedere capitolo 5), per cui il lavaggio a base di cloro è oggi sconsigliato. Attualmente è molto diffuso l'uso dei perossidi (acqua ossigenata, acido peracetico, perossido di sodio, ecc.) che hanno grande efficacia disinfettante; questo tipo di trattamento ha però bisogno di un accurato controllo nella fase del ri-

sciacquo, per evitare la presenza nei tappi di residui di sostanze fortemente ossidanti.
Un trattamento che permette di eliminare completamente la microflora dai tappi, senza danneggiare la struttura del sughero, è il calore secco a 115 ºC. In questo caso i tappi mantengono il loro colore naturale.
Infine i tappi vengono essiccati a temperatura relativamente bassa (≅80 ºC), per estrarre anche l'acqua contenuta al loro interno, portando il tenore di umidità ad un valore inferiore al 6-7%.
I tappi vengono suddivisi in classi (vedere capitolo 1), timbrati, sporati (cioè scossi per allontanare la polvere), lubrificati e chiusi ermeticamente in sacchi di materiale plastico, dove devono essere conservati fino al momento dell'uso per evitare contaminazioni.
La lubrificazione permette una più facile estrazione del tappo dal collo della bottiglia e migliora l'impermeabilità del sughero. Il trattamento deve essere scelto in funzione del tipo di vino che si deve imbottigliare, del tempo di conservazione del vino in bottiglia, della zona geografica di destinazione. I prodotti utilizzati devono essere chimicamente inerti, inodori, non tossici e devono rispettare le norme di legge stabilite per i materiali in contatto con gli alimenti. Esistono numerosi lubrificanti, come paraffine, siliconi, cere naturali, emulsioni polimeriche, ecc. L'uso di paraffine dà ottimi risultati nel rendere il tappo più ermetico ed impermeabile, anche se esiste la possibilità della incollatura del tappo al collo della bottiglia, difetto che si può evitare con l'uso di paraffine ad alto punto di fusione. Il trattamento più diffuso attualmente è però l'uso di lubrificanti di natura siliconica, il cui impiego non presenta inconvenienti e permette di stappare la bottiglia agevolmente.
Un compendio degli accorgimenti razionali da applicare nelle fasi finali di lavorazione dei tappi è esposto nella Tabella 3.
I tappi accoppiati (o compensati) si ottengono dalle plance riumidificate o tagliando su misura le varie parti e successivamente incollandole tra loro, oppure fustellando strisce di sughero ottenute incollando tra loro più strati di sughero di basso spessore (15-20 mm). Le fasi finali di lavorazione sono uguali a quelle già descritte per i tappi monopezzo.

Tabella 3 - Influenza delle fasi di lavorazione del tappo sulla qualità del tappo e del vino.

Fase della lavorazione	Raccomandazioni	Effetti del cattivo trattamento
Tiratura in bande e fustellatura	Il diametro dei turaccioli deve essere il più vicino possibile allo spessore delle plance.	Scarsa tenuta.
Lavaggio	Effettuare l'ultimo lavaggio con acqua per evitare la presenza di residui di lavaggio nei tappi.	Formazione di cloroanisoli (gusto di tappo). Ossidazione dei vini.
Essiccazione	Umidità finale massima del 6-7%.	Possibile sviluppo di microrganismi.
Lubrificazione e timbratura	Trattamenti superficiali con prodotti di qualità garantita che mantengano le loro proprietà anche con elevati sbalzi termici.	Scarsa tenuta. Difficoltà alla stappatura.
Imballaggio e spedizione	Stoccaggio in locali adatti (disinfettati, ventilati, U.R. 50-70%, temperatura 15-20 ºC).	Utilizzare i tappi entro 12 mesi Assorbimento di sostanze volatili dall'ambiente.

2.3 Produzione dei tappi tecnici (agglomerati)

La produzione di tappi tecnici si è sviluppata negli ultimi decenni, sia per dare una destinazione alle plance di spessore molto basso, sia per recuperare la massa di cascami di lavorazione dei tappi monopezzo. I tappi tecnici sono fabbricati unendo tra loro granuli di sughero con sostanze collanti.
Dalla plancia bollita si ottiene per triturazione il granulo di sughero che viene poi vagliato per separare le impurezze (frammenti di corteccia ecc.) e frazionato in funzione del peso specifico: solo i granuli con minore peso specifico (45-70 kg/m^3) vengono utilizzati per la produzione dei tappi.
Le colle più diffuse sono elastomeri, a base di poliuretano o butadiene opportunamente polimerizzati, o lattici naturali. Esse devono avere un forte effetto agglomerante in modo da conferire al tappo finito una elevata resistenza alla compressione ed alla torsione; infine non devono cedere sostanze al vino.
Le cannelle di agglomerato possono essere prodotte **per estrusione**.

L'agglomerato viene mescolato alla colla e spinto attraverso un estrusore costituito da un tubo riscaldato, del diametro del tappo che si vuole produrre, dove il collante solidifica. Un pistone spinge la cannella verso l'uscita dell'estrusore. Dalla cannella si tagliano tappi della lunghezza desiderata. La densità del tappo può essere condizionata, entro certi limiti, dalla forza di compressione e dall'attrito dell'agglomerato contro le pareti dell'estrusore.
Un altro metodo per produrre tappi agglomerati è quello **a stampo**: una quantità nota di granulato e di legante viene pressata, a caldo, in uno stampo delle dimensioni del tappo. Con questo sistema si garantisce una densità media costante.
Con il metodo **a blocchi** si pressa la miscela granulo/legante in uno stampo rettangolare (1 m x 50 cm x 20 cm di spessore) che viene poi posto in forno per la polimerizzazione del legante. I blocchi di agglomerato così ottenuti vengono fustellati con la produzione del tappo.
Il sistema brevettato per **distribuzione centrifuga** del granulo richiede l'uso di un'apposita apparecchiatura, costituita da un tubo elicoidale nel quale ruota una vite che comprime il materiale. Si ottengono così delle barre molto compatte e con una distribuzione omogenea dei granuli di sughero.
Al corpo agglomerato si possono poi applicare le rondelle mediante l'uso di un collante, dello stesso tipo di quello utilizzato per produrre il corpo.

3. Sistema bottiglia/tappatrice/tappo

Per garantire la qualità della tappatura, è necessario assicurarsi che l'intera linea di imbottigliamento sia in buono stato per quanto riguarda:

- il grado di usura di tutte le parti meccaniche,
- la pulizia e l'igiene,
- la regolarità della manutenzione.

Ciò detto, è chiaro che esistono alcuni aspetti tecnici che influiscono particolarmente sul corretto andamento delle operazioni di tappatura e che, per un determinato tappo, riguardano il sistema bottiglia/tappatrice.

3.1 La bottiglia

La buona tenuta del tappo è fortemente compromessa se il **collo della bottiglia è bagnato**. Infatti, il film liquido presente tra sughero e vetro fa sì che il sughero inumidito perda di elasticità, facilitando il passaggio di liquido. In questo modo anche tappi normalmente elastici finiscono per avere problemi di tenuta.

Le cause possono derivare da:

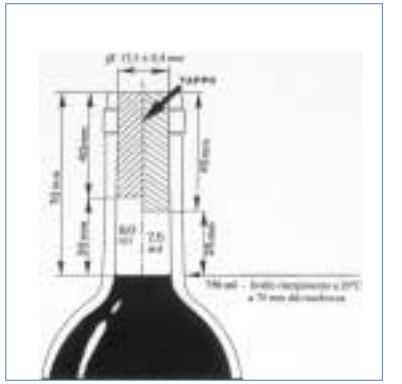
- cattiva asciugatura dopo il lavaggio della bottiglia,
- formazione di condensa a causa della differenza di temperatura tra il vetro e il vino,
- flusso di riempimento orientato in modo da provocare turbolenza del vino con conseguente formazione di schiuma,
- livello di riempimento troppo alto.

La **scelta del tipo di bottiglia** è fondamentale nel garantire l'ermeticità della tappatura. In commercio esistono bottiglie di diverse forme, prodotte secondo normative che regolamentano le dimensioni inter-

ne ed esterne del collo. In particolare esiste una norma comunitaria, cui rispondono le bottiglie prodotte nei paesi europei, che prevede un diametro interno di 18,5 mm ±0,5 a raso bocca e di 20 mm ±1 a 45 mm di profondità (calibratura CETIE). Tradizionalmente, le bottiglie prodotte in Italia presentano misure leggermente diverse (normalizzate UNI), che prevedono un diametro interno di 17,5 mm ±0,4 a raso bocca e di 19 mm ±1 a 45 mm di profondità (calibratura Italia).
Le bottiglie per vini tranquilli possono quindi avere il collo largo (collo CETIE) o stretto (collo Italia); in ogni caso le forme più comuni sono le bordolesi o le renane. In funzione della forma del collo, esistono poi altri tipi di bottiglie, come quelle svasate (es. borgognotta o altre destinate a vini frizzanti e spumanti), quelle larghe svasate (es. bottiglioni) oppure quelle per usi specifici che possono essere sia molto strette, sia a conicità contraria (es. bottiglie per distillati e liquori).
Per tutte le bottiglie da vino, vale la regola che il diametro interno del collo non può essere in alcun punto minore del diametro all'imboccatura.
In funzione delle dimensioni e della forma del collo della bottiglia si devono scegliere le **dimensioni più opportune del tappo**. Ad esempio, per un tappo monopezzo di diametro 24 mm sono adatte bottiglie a collo stretto (collo Italia), mentre per lo stesso tipo di tappo con diametro 26 mm si possono anche utilizzare bottiglie a collo largo o bottiglie svasate. Nel caso dei tappi agglomerati, il collo stretto può essere impiegato con un tappo dal diametro di 23 mm, mentre un collo più largo o svasato richiede un diametro superiore.
Per quanto riguarda la lunghezza, la scelta del tappo dipende, oltre che dal tipo di bottiglia, dalla durata della conservazione del vino. Nel tempo, il sughero tende a perdere lentamente le proprie caratteristiche di impermeabilità; per questo motivo, nel caso di vini da invecchiamento è preferito l'impiego di tappi lunghi (> 40 mm) e di alta qualità, siano essi tappi monopezzo oppure compensati o anche agglomerati con rondelle. Tuttavia occorre considerare, a questo proposito, che la regolarità del profilo interno del collo della bottiglia può essere attualmente garantita dal fabbricante fino a 45 mm di profondità dal raso bocca. È pertanto inutile utilizzare tappi più lunghi di questo valore, perché la tenuta non sarebbe comunque garantita.
Un tappo troppo lungo, che vada oltre l'inizio della svasatura, non applica nell'ultima parte una pressione sufficiente ad assicurare l'ermeticità: se la bottiglia è coricata, il vino si introduce tra il sughero e il vetro creando condizioni favorevoli alla colatura (vedere capitolo 4).
In ogni caso l'uso di tappi molto lunghi richiede la disponibilità di bottiglie dalla conformazione del collo particolare e molto regolare.

Un altro aspetto da non dimenticare riguarda il **livello di riempimento della bottiglia** che deve essere calcolato a seconda del tipo di bottiglia, della temperatura del vino (durante le fasi di imbottigliamento, di stoccaggio, si trasporto), della lunghezza del tappo (Figura 5).

Figura 5 - Livello di riempimento di una bottiglia bordolese tradizionale a collo stretto ed entità della camera d'aria in funzione della lunghezza del tappo.



Appositi tabulati consentono di calcolare la dilatazione di volume di un vino in funzione degli aumenti di temperatura (Tabella 4).

Tabella 4 - Esempio di dilatazione apparente prevedibile (ml) subita da un vino secco con gradazione alcolica di 12% vol. in bottiglia da 750 ml, a seguito di incrementi di temperatura durante la conservazione.

Temperatura al riempimento (°C)	**Temperatura massima di conservazione (°C)**						
	10	**15**	**20**	**25**	**30**	**35**	**40**
5	0,6	1,5	2,5	3,6	4,8	6,1	7,7
10	0	0,9	1,9	3,0	4,2	5,5	7,1
15		0	1,0	2,1	3,3	4,6	6,7
20			0	1,1	2,3	3,6	4,2
25				0	1,2	2,5	4,1

I valori sono indicativi e possono variare in funzione del tipo di bottiglia.

A seconda del tipo di bottiglia, si può quindi calcolare il grado di innalzamento del liquido correlato ad un certo aumento della tempera-

tura di conservazione del vino imbottigliato. Ad esempio, in una bottiglia con collo largo, quando la temperatura del vino passa da 15°C a 20°C, il livello si alza di 2-4 mm a seconda del tipo di bottiglia.
Il tecnico può quindi scegliere opportunamente il livello di riempimento, che viene poi mantenuto costante grazie al sistema automatico di controllo esistente nelle moderne riempitrici.
L'innalzamento eccessivo di questo livello durante la conservazione del vino, provocando una riduzione del volume vuoto all'interno della bottiglia (camera d'aria), può causare aumenti della pressione interna della camera d'aria tali da influire negativamente sulla qualità della tappatura. A questo proposito, è raccomandabile che durante l'imbottigliamento la temperatura del tappo, del vino e dell'ambiente non siano mai inferiori a 15°C.
All'interno della camera d'aria è contenuta una certa quantità di ossigeno: ad esempio, per una bottiglia bordolese tradizionale, riempita fino a 70 mm dal raso bocca, restano nella camera d'aria circa 20 ml di aria che contengono circa 4 ml di ossigeno. Questo ossigeno può provocare fenomeni di ossidazione se il vino non è convenientemente stabilizzato.
Per limitare i problemi legati alla creazione di una sovrappressione ed alla presenza di ossigeno nella camera d'aria della bottiglia, è stato concepito il sistema di imbottigliamento sotto vuoto. Anche l'imbottigliamento sotto CO_2 può essere utile perché questo gas si discioglie nel vino e lascia delle pressioni residue molto basse; l'azoto invece è poco solubile nel vino e il suo impiego può causare qualche problema.
L'ultimo aspetto da tenere presente riguarda la **posizione della bottiglia subito dopo la tappatura**. A tale proposito, occorre tenere presente che quando un tappo viene compresso dalla tappatrice (es. da 24 mm a 15,5mm ±0,5) e subito rilasciato, la ripresa elastica del sughero avviene in diverse fasi: quasi istantaneamente il tappo riprende l'85% circa del diametro iniziale; dopo 3 ore riprende il 95%, dopo 6 ore il 98% e dopo 24 ore il 99%.
Queste cifre indicative vanno raffrontate con le dimensioni interne del collo della bottiglia: confrontando i 20,4 mm del diametro del tappo nella prima fase della sua ripresa elastica (che rappresentano l'85% del diametro iniziale di un tappo da 24 mm) con i 21 mm del diametro interno del collo della bottiglia a 45 mm di profondità (collo CETIE), ci si rende conto dell'entità del problema. Su una bottiglia coricata immediatamente dopo la tappatura, la parte più bassa del tappo, ritornato all'85% del diametro iniziale, non tocca praticamente il vetro se il diametro del collo a 45 mm di profondità è superiore a 20,4 mm.

È evidente la necessità di un periodo di stazionamento verticale della bottiglia dopo tappatura, oltre che l'importanza delle dimensioni e della regolarità del profilo interno del collo della bottiglia. Conviene anche tenere conto della sovrappressione provocata dall'affondamento del tappo nel collo della bottiglia, che può accentuare il problema. Prima di coricare la bottiglia occorre dare alla sovrappressione interna il tempo di scaricarsi, grazie all'evacuazione dell'aria tra il tappo e il vetro, e dare al sughero il tempo di indurirsi, poiché la compressione forzata a cui è stato sottoposto lo ha rammollito momentaneamente.
La bottiglia va coricata solo quando il tappo assicura una tenuta perfetta. Per avere una buona tenuta del tappo sarebbe indispensabile mantenere in piedi la bottiglia appena tappata per parecchi minuti, ancor meglio per alcune ore, anche se le cadenze elevate di imbottigliamento spesso non permettono di rispettare quest'ultimo termine.

3.2 La tappatrice

Il corretto funzionamento della tappatrice consente di mantenere il tappo nelle migliori condizioni di integrità.
Se si considera la **tramoggia di ricezione** e le canalizzazioni di discesa dei tappi, i fattori che favoriscono la buona qualità della tappatura sono:

- il movimento dolce dei sistemi meccanici e pneumatici,
- la mancanza di asperità o di parti taglienti,
- la compatibilità tra il diametro dei dispositivi di discesa ed il calibro dei tappi,
- il buono stato di tutte le parti mobili.

L'alimentazione delle tramogge deve essere effettuata automaticamente, tramite elevatori a coclea, mantenendo il livello dei tappi sempre al minimo. Questo permette di danneggiare i tappi il meno possibile, rispetto ad un sistema di caricamento manuale, e quindi ostacola la formazione di frammenti di sughero che potrebbero poi passare nel vino in bottiglia.
Il **punzone di inserimento** deve consentire il buon posizionamento del tappo al momento dell'appoggio e deve inoltre avere un diametro ottimale di 14 mm, una centratura e una verticalità buone, l'assenza di brecce o di crepe.
Il **livello di affondamento** ideale per un vino tranquillo si situa a ra-

so bocca, sia per favorire l'applicazione della capsula, sia per controllare precisamente il volume della camera d'aria tra sughero e vino, sia per evitare che il fondo del tappo venga spinto fino ad un punto del collo della bottiglia eccessivamente svasato, dove il sughero non fa più tenuta.
Inoltre il raso bocca esatto permette al tappo di occupare precisamente la leggera svasatura presente sul bordo interno della bocca della bottiglia, creando un giunto di tenuta supplementare.
Tuttavia alcuni tecnici preferiscono affondare leggermente il tappo per compensare una piccola risalita dovuta all'elasticità naturale del sughero; in questo caso non si dovrebbe superare la tolleranza di 0,5 mm.
Il **sistema di compressione** più adatto è quello a 4 ganasce. Occorre controllare periodicamente l'usura progressiva delle ganasce, in modo da assicurare sempre:

- il mantenimento della forma cilindrica del tappo durante la fase di compressione,
- la regolarità del diametro di compressione delle ganasce,
- un buon accoppiamento delle superfici di scorrimento delle ganasce, con gioco ridotto al minimo,
- la mancanza di crepe sugli spigoli di contatto delle ganasce e di irregolarità sulla loro superficie laterale, per evitare di pizzicare il sughero.

Il **diametro di compressione ideale** per un tappo da 24 mm deve situarsi tra 15,5 e 16,0 mm. Una compressione più forte traumatizza il sughero, nuocendo al suo ritorno elastico. Una compressione meno forte, pur favorendo un ritorno elastico più rapido, provoca una cattiva evacuazione dell'aria contenuta nella bottiglia, poiché il tappo compresso troppo poco agisce come un pistone. All'interno della bottiglia si crea una sovrappressione che può provocare perdite del tappo, se l'imbottigliatrice non funziona sotto vuoto.
Altre conseguenze di un diametro di compressione insufficiente sono: l'affondamento del pistone nella testa del tappo, un livello di affondamento irregolare, la deformazione della base del tappo.
Per quanto concerne la **cadenza** della tappatrice, il principio generale da rispettare è il seguente: **compressione lenta, affondamento rapido**.
Indicativamente le cadenze orarie consigliabili sono: per un tappatore monotesta, da 800 a 3000 tappi (raccomandato 2500); per un tappatore pluritesta, da 800 a 1500 tappi (raccomandato 1250).

4. Interazione tappo/bottiglia. Alcuni incidenti di imbottigliamento e loro possibili cause

I principali problemi che si possono rilevare sul vino imbottigliato e che derivano dall'interazione tappo/bottiglia sono:

- fenomeni di colatura,
- parziale autoespulsione del tappo,
- rottura del tappo alla stappatura.

4.1 Fenomeni di colatura

La colatura è il fenomeno per cui il vino riesce a filtrare tra la parete del tappo e quella di vetro, fuoriuscendo dalla bottiglia. Questo difetto, praticamente limitato ai tappi in sughero monopezzo, può verificarsi durante lo stoccaggio del vino, ma può anche evidenziarsi in tempi molto brevi dopo la tappatura e rappresenta un problema sia per le implicazioni negative sulla presentazione della bottiglia, sia perché una bottiglia colosa non è più impenetrabile all'ossigeno.
La mancata tenuta del tappo può essere dovuta ad una eccessiva porosità del tessuto suberoso, che provoca la risalita di liquido tra sughero e vetro, quando la bottiglia è coricata, o che può dare fenomeni di trasudazione e cioè di perdita di vino attraverso il tappo. Questi comportamenti anomali sono da collegarsi ad una suberificazione incompleta delle cellule, cosa che si verifica ad esempio nel sughero verdonato (*), il quale in genere viene identificato e scartato alla fonte.
A parte il caso di sughero difettoso, la mancata tenuta del tappo dipende essenzialmente dalla scelta di un inadeguato rapporto tra **diametro del tappo e diametro del collo della bottiglia** oppure tra **lunghezza del tappo e svasatura del collo della bottiglia**, oltre che da una cattiva gestione del sistema bottiglia/tappatrice/tappo (vedere capitolo 3).

(*) Sughero verdonato: sughero a maturazione incompleta. Durante la stagionatura il sughero verdonato si restringe, diventa di colore più chiaro e presenta una grande permeabilità. Questo difetto è molto evidente sulle plance appena raccolte, più difficile da evidenziare dopo la stagionatura.

La bottiglia, e più precisamente il **profilo interno del collo**, può essere causa di perdite in caso di:

- svasatura eccessiva rispetto a quanto previsto dalla norma (vedere capitolo 3),
- ovalizzazione eccessiva,
- conicità inversa,
- strozzature che creano fenomeni di sovrappressione, in quanto rendono più difficile l'evacuazione dell'aria compressa nello spazio vuoto della bottiglia a seguito dell'affondamento del tappo.

La **cadenza della tappatrice** può provocare la colosità del tappo se:

- la **compressione** è troppo rapida o troppo forte, con perdita di elasticità del sughero,
- **l'affondamento** è troppo lento, in modo da non permettere la fuoriuscita di aria dallo spazio di testa della bottiglia e quindi creare una sovrappressione interna,
- il **coricamento** delle bottiglie è troppo rapido e impedisce una ripresa sufficiente del tappo. Un piano di accumulo delle bottiglie alla fine della catena di imbottigliamento può risolvere questo problema.

All'origine di molti problemi di colosità stanno gli **sbalzi di temperatura** a cui viene sottoposto un vino imbottigliato, in particolare durante lo stoccaggio e il trasporto nella fase di distribuzione del prodotto, sbalzi la cui entità è molto difficile da quantificare e controllare da parte del produttore.

4.2 Autoespulsione del tappo

Questo incidente, che interessa sia tappi monopezzo, sia tappi tecnici, è frequentemente dovuto ad un uso improprio del lubrificante durante la produzione del tappo (es. dosaggio eccessivo). Nel caso di tappi monopezzo, la fuoriuscita anche parziale del tappo può poi essere dovuta ai seguenti fattori:

- eccessiva morbidezza del sughero causata da difettosità del tessuto suberoso, per cui il tappo non esercita una forza sufficiente contro il vetro,
- eccessiva umidità del tappo, dovuta ad un essiccamento insufficiente o al trasporto e all'immagazzinamento dei tappi in ambienti umidi.

Infine la cattiva tenuta del tappo (monopezzo e tecnico) può essere legata a fattori connessi con l'operazione di tappatura e precisamente:

- eccessiva compressione del tappo (diametro <15 mm), che ammorbidisce il sughero più o meno irreversibilmente,
- cattiva regolazione del punzone di inserimento,
- conicità inversa o strozzature nel collo della bottiglia,
- condizioni di sovrappressione all'interno della bottiglia dovute a: aumento della temperatura del vino, strozzature del collo, affondamento troppo lento del tappo, livello di riempimento non adeguato…
- impreciso posizionamento della bottiglia sotto la tappatrice.

4.3 Incidenti alla stappatura

La rottura del tappo monopezzo al momento della stappatura può essere causata dall'uso di tappi troppo secchi (con umidità relativa inferiore a 4%) o che presentano al loro interno crepe dovute ad esempio ad insetti, oppure da una adesione troppo forte del tappo contro il vetro. Quest'ultimo inconveniente può essere dovuto a variazioni momentanee di temperatura durante lo stoccaggio delle bottiglie, che hanno dapprima rammollito e poi indurito certi rivestimenti di superficie (es. paraffina); l'inadeguatezza delle temperature di stoccaggio può anche causare la presenza di tracce di lubrificante nel vino.
Altri fattori di rischio comuni sia ai tappi monopezzo, sia ai tappi tecnici, riguardano le modalità di stappatura e precisamente:

- l'uso di cavatappi non idonei (punta troppo corta; punta con diametro eccessivo rispetto al diametro del tappo; diametro della spirale troppo ridotto; punta non ben centrata rispetto al tappo; cavatappi a leva che torcono il tappo man mano che lo estraggono dalla bottiglia),
- il cattivo uso del cavatappi (affondamento insufficiente della punta; torsione eccessiva del tappo).

Infine la stappatura può essere difficoltosa se il collo della bottiglia presenta una strozzatura o uno svasamento eccessivi.

Un caso particolare di rottura del tappo alla stappatura riguarda lo scollamento della rondella dei tappi tecnici, incidente che è dovuto non tanto all'interazione tappo/bottiglia, quanto a problemi nell'uso del collante.
Se la stappatura avviene con eccessiva facilità, o se il tappo tende a girare all'interno della bottiglia quando viene perforato dalla punta del cavatappi, si può supporre l'uso di una dose eccessiva di lubrificante o la scarsa tenuta del tappo (in questo caso ci può essere concomitanza o meno di risalita di vino tra tappo e vetro). La misura della forza di stappatura dà una buona indicazione della prestazione del tappo.

5. Odori e sapori anomali

Entrando in contatto con il vino, dopo l'imbottigliamento, il sughero può cedergli sostanze organoletticamente attive, che fanno parte della sua composizione chimica naturale. In genere il **gusto di sughero** tende con il tempo ad affievolirsi e ad integrarsi con i caratteri sensoriali del vino soprattutto in determinati casi come quello dei vini rossi invecchiati.
Negli ultimi anni, l'analisi chimica del sughero ha permesso di individuare un certo numero di sostanze (ad esempio la vanillina) cedibili al vino e che perciò influiscono sulla qualità enologica del tappo. Un elenco parziale di queste sostanze è riportato nell'Appendice 3. Durante la lavorazione (es. stagionatura e bollitura delle plance, lavaggio dei tappi) il sughero perde parte delle sostanze estraibili, ma difficilmente può essere reso totalmente neutro, soprattutto nel caso di tappi monopezzo.
Oltre alle sostanze normalmente presenti nel sughero sano, sono state identificate nel sughero anche sostanze inquinanti, la cui cessione al vino può provocare l'insorgere di difetti sensoriali. Esistono a questo proposito diverse stime della quantità di prodotto scartato a causa di difetti rinconducibili al tappo: pare che un valore medio di difettosità dei tappi compreso tra lo 0,5 e il 2% sia abbastanza aderente alla realtà, ma si tratta di un valore molto difficile o addirittura impossibile da calcolare con precisione. Resta il fatto che attualmente il problema della qualità enologica del tappo in sughero preoccupa molto i tecnici enologici.
In realtà, **la problematica legata ai tappi "difettosi" è molto complessa e presenta ancora numerosi punti oscuri**. A partire dagli anni 80, le sostanze anomale presenti nel sughero sono state oggetto di numerose ricerche riguardanti sia la loro determinazione, sia la loro origine. Un certo numero di sostanze è stato identificato come causa di inquinamento del sughero in quanto in grado di conferire odore di terra, di fungo, di muffa, con un impatto sulla qualità del tappo diverso, a seconda della loro soglia di percezione sensoriale (Tabella 5).
Un elenco di riferimento per i descrittori delle anomalie del sughero è riportato nell'Appendice 5.

Tabella 5 - Sostanze responsabili di odori e sapori anomali nel sughero o loro precursori.

	Odore	Soglia di percezione in vino (ng/l)
2,4,6-tricloroanisolo	Muffa, cartone bagnato	4
2,3,4,6-tetracloroanisolo	Muffa	4-11
Pentacloroanisolo	Muffa	4000*
2,4,6-triclorofenolo	Chimico, solvente	43000
Pentaclorofenolo	Chimico	32000*
1-otten-3-olo	Fungo, metallico	20000
1-otten-3-one	Fungo, metallico	20
Guaiacolo	Affumicato, fenolico	20000
2-metilisoborneolo	Terroso, fungo	30
Geosmina	Terroso, fungo	25

(*) Soglie determinate in acqua.

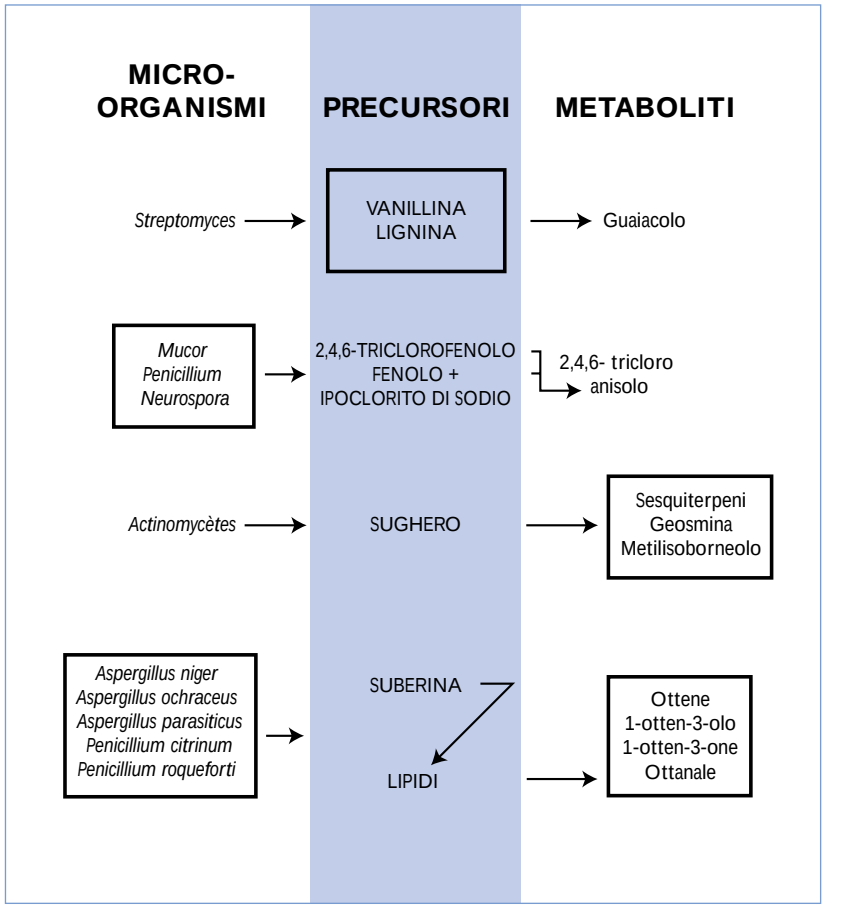
La più studiata tra le sostanze anomale è attualmente il **2,4,6-tricloroanisolo** (TCA), una delle cause più frequenti del gusto di tappo, la cui presenza è stata rilevata in plance grezze, in sughero a diverso stadio di lavorazione, in tappi, in vini imbottigliati e, in alcuni casi, anche in vini conservati in vasca. Quest'ultimo fenomeno rappresenta un esempio di contaminazione ambientale di cantina.
I cloroanisoli presentano una bassissima soglia di percezione, soprattutto nel caso del TCA, mentre i clorofenoli (che sono i loro precursori) sono meno odoranti (Tabella 5). Il 2,4,6-tricloroanisolo è stato indicato come responsabile del **gusto di tappo**, mentre il 2,3,4,6-tetracloroanisolo sarebbe responsabile del **gusto di muffa**. In pratica questi due tipi di odori sono estremamente difficili da distinguere l'uno dall'altro, per cui solitamente le due definizioni sono utilizzate come sinonimi.
Non sono state rilevate correlazioni tra l'origine geografica delle plance ed il livello di TCA nel sughero. Comunque, nel caso in cui questo contaminante sia presente nel sughero ancora sull'albero, si ritrova soprattutto nella parte bassa della pianta, la cui corteccia non è utilizzabile per produrre tappi. Per spiegare questo dato, si ipotizza da un lato un effetto dilavante sulle parti aeree e sulle cime dei fusti ad opera delle piogge, dall'altro l'intervento di microrganismi del suolo in grado di sintetizzare la molecola.
Le possibili origini delle sostanze contaminanti sono così riassumibili:

- origine microbiologica,
- origine esogena,
- origine tecnologica.

a) Origine microbica

La maggior parte dei microrganismi presenti sul sughero (vedere Appendice 4) può sopravvivere su substrati disidratati e svilupparsi rapidamente alla minima variazione delle condizioni ambientali (temperatura ed umidità), utilizzando i costituenti del sughero (polisaccaridi, lipidi, fenoli, tannini) e le sostanze impiegate nei trattamenti di rifinitura dei tappi (paraffina, silicone, colle, coloranti). Si formano così dei metaboliti che, se ceduti al vino, possono conferirgli sensazioni organolettiche più o meno sgradevoli e non sempre ben definibili. Per alcuni metaboliti la letteratura indica le possibili origini microbiche (Figura 6).

Figura 6 - Vie metaboliche proposte per la formazione di sostanze inquinanti nel sughero.



La via di formazione ipotizzata per 2,4,6-triclorofenolo, 2,4,6-tricloroanisolo, 2,3,4,6-tetraclorofenolo e 2,3,4,6-tetracloroanisolo prevede la presenza di cloro nel sughero. Il cloro (proveniente da diverse fonti), reagendo con i prodotti fenolici di degradazione della lignina, formerebbe i clorofenoli che poi verrebbero metilati ai corrispondenti cloroanisoli grazie all'attività metabolica della flora fungina. La metilazione dei clorofenoli è un processo di detossificazione poichè i clorofenoli sono tossici per la maggior parte dei microrganismi.
D'altra parte, altri studi hanno dimostrato che non è necessaria la presenza di composti fenolici nel sughero, poiché il fenolo può essere sintetizzato dai microrganismi stessi partendo da una fonte di idrocarburi, che sono ampiamente presenti nel sughero.
L'origine microbiologica di composti alogenati è stata dimostrata in mezzo sintetico con *Penicillium* e spiegherebbe anche la presenza di 2,4,6-tricloroanisolo in vini non imbottigliati (perciò senza contatto con il sughero), ma contenenti una determinata microflora oltre a residui di composti clorurati (es. sanitizzanti delle vasche, sanitizzanti degli ambienti ecc.).
Il pentacloroanisolo dovrebbe derivare invece dal pentaclorofenolo presente, ad esempio, nei biocidi usati nelle sugherete, il quale verrebbe trasformato dai batteri del terreno attraverso due vie: 1) metilazione del gruppo fenolico e conseguente formazione del pentacloroanisolo; 2) declorurazione che comporterebbe la formazione di diversi triclorofenoli, ma prevalentemente di 3,4,5-triclorofenolo (diversa posizione del cloro sull'anello fenolico rispetto al TCA).
In Tabella 6 sono riassunte le possibili origini del TCA con l'indicazione degli eventuali co-contaminanti che possono essere contemporaneamente presenti nel sughero.

Tabella 6 - Indicazione dell'origine del TCA, in base alla presenza contemporanea di particolari co-contaminanti.

ORIGINE DEL TCA	CO-CONTAMINANTI CLOROFENOLICI
PENTACLOROFENOLO	pentacloroanisolo; 2,3,4,6-tetracloroanisolo ed eventualmente una miscela di clorofenoli
2,3,6-TRICLOROFENOLO	Nessun co-contaminante o piccole quantità di dicloroanisoli e 2,3,4,6-tetracloroanisolo
IPOCLORITI O COMPOSTI CONTENENTI CLORO	Nessun co-contaminante o dicloroanisoli e tracce di 2,3,4,6-tetracloroanisolo

Per quanto riguarda le altre sostanze anomale ritenute causa di difetti gusto-olfattivi del sughero, le notizie reperibili sono molto più scarse e si riferiscono, nella quasi totalità dei casi, a prove effettuate in laboratorio o a riscontri effettuati su altri prodotti (es. acque potabili, alimenti vari). Dunque l'estensione al sughero dei risultati ottenuti va considerata oggi come un'ipotesi di lavoro, più o meno fondata.
Sono stati isolati dal sughero dei *Penicillium spp.* capaci di produrre, in mezzo sintetico, metaboliti dall'odore di tappo, identificati come sesquiterpeni, o metaboliti dall'odore di fungo, identificati come ottenoli. L'1-ottene-3-one e l'1-ottene-3-olo potrebbero essere sintetizzati da microrganismi, in particolare *Aspergillus spp.* e *Penicillium spp.*, per degradazione enzimatica dei lipidi presenti nel sughero, dai quali si libererebbe dell'acido oleico che si ossiderebbe all'aria, con formazione di frammenti a 8 atomi di carbonio.
Ceppi di *Streptomyces*, *Aspergillus*, *Penicillium*, isolati anche dal sughero, sono in grado di metabolizzare dei terpeni (classe di composti naturali presenti anche nel sughero), con la produzione di sostanze dall'odore caratteristico di terra, muffa, canfora, note per essere responsabili di odori sgradevoli nelle acque potabili. Alcuni di questi composti quali la geosmina e il 2-metilisoborneolo, sono stati identificati in campioni di tappo difettoso, ma solo in alcuni dei relativi vini. Ciò può essere dovuto al fatto che in un mezzo acido come il vino questo terpenolo si degrada dando luogo a prodotti poco odorosi.
Il guaiacolo (2-metossifenolo) è stato identificato in campioni di vino che presentavano anomalie organolettiche dovute al tappo, ma in concentrazione inferiore alla sua soglia di percezione e ciò fa pensare ad un effetto sinergico. Questo derivato fenolico è indicato come il principale metabolita degli *Streptomyces*, presenti in campioni di sughero affetti da macchia gialla, dove esso potrebbe formarsi per biodegradazione della lignina del sughero. La presenza nei tappi di altri composti intermedi della reazione di degradazione della lignina (es. vanillina, acetovanillone ecc.) confermano questa teoria.

b) Origine esogena

Il sughero è capace di assorbire selettivamente dall'ambiente in cui è conservato certe molecole allo stato gassoso (fenolo, naftalene…). Successivamente queste molecole possono essere cedute al vino quando il tappo è inserito nel collo della bottiglia.
In letteratura esistono diversi esempi di contaminazione del tappo di natura esogena. Tappi di sughero imballati in scatole di cartone e diretti via nave in Australia sono stati contaminati dal 2,4,6-triclorofe-

nolo, contenuto in un prodotto per conservare il legno del pavimento, ed in minor misura da TCA.
Riscontri sperimentali hanno dimostrato che, a volte, l'origine del TCA non è il sughero ma il vino o l'ambiente di cantina. Infatti si è osservato che tappi conservati in un'atmosfera artificialmente contaminata con tricloroanisolo, sono in grado di captare la molecola e di cederla al vino dopo essere stati messi in bottiglia, ad un livello sufficiente per produrre odore di muffa. È anche stato dimostrato che bottiglie vuote messe nella stessa atmosfera dell'esperimento precedente venivano contaminate.
Questi dati ottenuti su scala di laboratorio possono dare suggerimenti pratici di notevole utilità e indicano quali devono essere le cautele da osservare durante la permanenza del sughero in cantina (sia prima che dopo l'imbottigliamento).
I cloroanisoli possono formarsi nell'atmosfera delle cantine, nel caso in cui siano presenti contemporaneamente: 1) i tetra- e/o i pentaclorofenoli utilizzati ad esempio per i trattamenti fungicidi del legno; 2) i microrganismi in grado di trasformare questi fenoli. Allo stesso modo possono essere contaminati la bentonite ed altri coadiuvanti enologici, oppure i materiali di imballaggio e trasporto (cartoni, sacchi, pallet di legno).
La contaminazione dei tappi e dei vini è fortemente correlata quindi all'uso in cantina di sostanze idonee ed alle condizioni igieniche degli impianti e delle strutture.

c) Origine tecnologica

Riguarda tutte le fasi di lavorazione del tappo in cui la microflora naturale del sughero trova condizioni adatte al suo sviluppo. Si fa riferimento, in particolare, alla fase di stagionatura o al periodo di immagazzinamento dopo la bollitura, anche se esistono problemi pratici difficili da risolvere in condizioni reali, per attuare un controllo microbiologico vero e proprio in queste fasi della lavorazione. Per quanto riguarda il trattamento di disinfezione e sbiancatura dei tappi grezzi mediante soluzioni clorurate, è nota la possibilità che questo trattamento provochi la formazione di clorofenoli (e poi di cloroanisoli per successivo intervento microbico), tanto è vero che l'uso di prodotti a base di cloro è attualmente sconsigliato dalle principali associazioni di sugherai.
Anche i trattamenti dei tappi con dosi elevate di anidride solforosa potrebbero essere fonte della comparsa di anomalie, in quanto darebbero luogo alla formazione di acidi lignin-solfonici (dovuti all'interazione tra lignina e SO_2), che possono reagire con i componenti dei vini formando composti come la 2-metil-3-etiltiopirazina e la 2,5-dimetilpirazina dall'odore di muffa.
Infine pare che specifiche lavorazioni dei tappi grezzi o del granulato di sughero possano far diminuire il livello di TCA e probabilmente di altri inquinanti: ad esempio i lavaggi in acqua o i trattamenti che sfruttano l'effetto volatilizzante dell'alta temperatura o di altri principi fisici (es. microonde, ozono, irradiamento). La bollitura stessa, se condotta con particolari accorgimenti di ricambio e di purificazione delle acque utilizzate, può abbassare il contenuto di TCA nelle plance. Pur considerando la scarsità di riscontri scientifici a riguardo, è verosimile supporre che l'efficacia dei trattamenti sopra citati dipenda dal grado di inquinamento iniziale e dalla **localizzazione** della sostanza anomala all'interno del tappo o della plancia.
Di recente, la messa a punto di metodi analitici molto sensibili ha permesso di localizzare il TCA nelle diverse parti di un tappo monopezzo e di avere in questo modo un'idea del momento in cui si è verificata la contaminazione: se il tenore di TCA aumenta a partire dal lato del tappo corrispondente al ventre della plancia verso il lato corrispondente alla crosta, allora la contaminazione si è verificata quando la plancia era ancora sull'albero. Se il tenore di TCA è maggiore nella parte esterna del tappo e diminuisce uniformemente verso il centro, la contaminazione si è verificata dopo la punzonatura della plancia.

5.1 Prevenzione delle alterazioni organolettiche alla cantina

Tenendo conto delle possibili origini delle sostanze inquinanti, si possono evidenziare i seguenti accorgimenti che, se non riescono ad eliminare completamente il rischio, senza dubbio ne limitano di parecchio l'entità.
Per quanto riguarda gli aspetti microbiologici, è necessario impedire che i tappi, consegnati alla cantina in sacchi ermeticamente chiusi, possano inquinarsi durante la conservazione o nelle fasi di tappatura. Questo è valido anche per quanto riguarda le sostanze che il sughero può assorbire per contaminazione ambientale.
Quindi gli accorgimenti utili a prevenire la comparsa alla cantina di odori o sapori anomali sono:

- uso di mezzi di trasporto dei tappi dal produttore alla cantina in buone condizioni sanitarie; occorre evitare di mettere i tappi a stretto contatto con merci che possono cedere note olfattive estranee,

- precauzioni durante le operazioni di scarico dei tappi alla cantina,
- uso di locali per lo stoccaggio dei tappi nuovi in perfette condizioni igieniche e in condizioni controllate di temperatura e di umidità; uso di prodotti per il trattamento dei locali compatibili con le proprietà del sughero,
- periodo limitato di conservazione in cantina dei tappi prima dell'uso, poiché per tempi troppo lunghi si possono alterare i caratteri di umidità e il buono stato microbiologico,
- corretta disinfezione di tutte le superfici di cantina con cui entra in contatto il tappo.

Per completezza di trattazione, occorre anche riconoscere che, a volte, le tecnologie di vinificazione adottate possono contribuire alla produzione di vini dalla struttura fragile o poco equilibrata, che possono andare incontro ad alterazioni sensoriali estranee all'intervento del tappo. Queste alterazioni possono interessare uniformemente intere masse di vino oppure riguardare solo una parte della massa imbottigliata e in quest'ultimo caso generalmente si è portati a credere che la causa del difetto sia sempre il tappo. Al contrario, esistono esempi di come la tecnologia di vinificazione possa essere causa di difetti solamente in una parte della massa imbottigliata:

- certi filtri nuovi possono dare alle prime aliquote di vino filtrate dei gusti anomali, per cui solo certe bottiglie provenienti da una stessa massa saranno difettose,
- certi prodotti per la pulizia o la rigenerazione dei filtri possono dare problemi analoghi, se non sono utilizzati correttamente,
- vasche e tubature mal lavate possono trasmettere odori o sapori estranei solo alle prime frazioni di liquido che entrano in contatto con loro.

5.2 Prospettive

Come si è visto in sintesi, sussistono diverse difficoltà nel controllare le cause di anomalie del tappo, dovute in parte alle peculiarità della filiera di produzione del sughero, in parte alla mancanza di una conoscenza approfondita dei fenomeni in gioco ed infine alla mancanza di sistemi affidabili di controllo.
Le linee di ricerca applicata che riguardano le anomalie del sughero meriterebbero di venire approfondite, in particolare quelle relative a cloroanisoli e clorofenoli. Come già detto, il sughero non è l'unica fonte possibile di questi inquinanti nel vino, tuttavia è la fonte che ha sicuramente attratto le maggiori attenzioni da parte dell'industria enologica; da qui la necessità di avere idee più chiare di quanto non si abbiano ora.
Dal punto di vista teorico, sarebbe senz'altro utile approfondire lo studio dell'origine degli inquinanti. Osservando poi il problema dal punto di vista pratico, utilizzatori e produttori oggi si pongono spesso questa domanda: qual è il limite massimo di tricloroanisolo che può essere presente in un tappo, affinché questo tappo non alteri il vino? Oppure: l'analisi di un tappo è in grado di predirne il comportamento dopo l'imbottigliamento?
Siamo ancora lontani dal poter rispondere con sicurezza a quesiti di questo tipo.
Esistono almeno due aspetti pratici legati allo studio della contaminazione da tricloroanisolo, ma che possono venire estesi ad altri contaminanti, che sarebbe importante chiarire per poter proseguire con razionalità lo studio della materia.

5.3 Disponibilità di uno strumento affidabile per scoprire l'anomalia.

Oggi per cercare di prevedere se un tappo è inquinato al punto da danneggiare il vino vengono essenzialmente impiegati metodi sensoriali. Questi metodi prevedono il contatto del tappo con una soluzione estraente e il successivo controllo sensoriale della soluzione stessa. I protocolli utilizzati sono i più vari: possono cambiare il tipo di soluzione (es. vino, soluzione idroalcolica…), i tempi di contatto, il rapporto tappo/soluzione; infine la valutazione sensoriale del difetto è lasciata alla soggettività del degustatore, quando si sa da studi specifici che all'interno di un gruppo di assaggio possono esserci anche differenze molto alte nella concentrazione minima percepita di TCA. Oltre che cercare di uniformare il più possibile le modalità dell'analisi sensoriale, occorre migliorare le prestazioni dell'analisi chimica e sviluppare così uno strumento affidabile per lo studio e per il controllo qualità dei tappi. Ciò presuppone la standardizzazione del metodo di analisi del TCA, cosa che non è ancora stata realizzata, anche se sono stati proposti diversi metodi per l'analisi del TCA nel sughero e nel vino, ognuno dei quali può dare risultati buoni.

5.4 Messa a punto di una procedura di analisi che indichi la quantità di tricloroanisolo cedibile in condizioni reali.

I problemi procedurali, che rendono a volte molto aleatorie le analisi effettuate sui diversi lotti di tappi, stanno nella difficoltà di ottenere da un determinato lotto di tappi una campionatura che sia effettivamente rappresentativa dell'intero lotto e successivamente nella difficoltà di ottimizzare le condizioni di estrazione del TCA dal sughero, in modo da avere un valore predittivo della qualità del tappo. La scelta più semplice sarebbe quella di lavorare su tappi macinati, ma in questo caso ci si allontana dalle condizioni reali di interazione tappo/vino. D'altra parte, lavorando su tappi interi, il problema è che non esiste una buona correlazione tra la quantità di TCA contenuta nel tappo nuovo e quella estraibile.

6. Confronto tra le prestazioni di vari tipi di tappo

Per una scelta oculata tra i vari tipi di tappo in sughero disponibili sul mercato, sarebbe interessante disporre di dati che confrontino le prestazioni dei tappi monopezzo rispetto a quelle dei tappi tecnici. Purtroppo non esistono in letteratura studi sistematici a questo riguardo e inoltre i parametri che possono influire sulla buona riuscita della tappatura sono tali e tanti che sarebbe difficile proporre schemi fissi. Le indicazioni di massima contenute nel presente capitolo si rifanno alle esperienze di professionisti del settore sugheriero ed enologico, che hanno una conoscenza pratica molto approfondita del materiale e del suo impiego, ma che mantengono spesso questa conoscenza all'interno dei rispettivi ambiti professionali.
Ogni volta che si voglia introdurre nel processo di lavorazione un certo tipo di tappo ci si deve chiedere quali sono le prestazioni che il tappo deve fornire. Quindi la domanda fondamentale a cui rispondere è: **quale tappo per quale vino?**
È cioè indispensabile definire quale è il destino (e la qualità) del vino che si vuole imbottigliare e cioè se si tratta di:

- un vino invecchiato che deve conservarsi in bottiglia per lunghi periodi,
- un vino di pronto consumo,
- un vino che deve viaggiare (in questo caso verso quale emisfero),
- un vino che viene esposto su uno scaffale di vendita.

Secondariamente, la scelta dipenderà dal mercato cui la bottiglia è destinata e dall'**immagine** che la bottiglia confezionata dovrà presentare. Infine vi è il problema dei **costi di produzione**.
Questi ultimi due aspetti, che non sono normalmente controllabili da parte del personale tecnico, condizionano pesantemente la scelta del tappo.
È noto che, nei paesi tradizionalmente consumatori l'immagine del

vino di qualità è legata all'uso del tappo in sughero monopezzo, anche se attualmente il consumatore accetta i tappi tecnici, soprattutto nel caso del tipo 1+1, in cui la presenza della rondella superiore rende l'aspetto del tappo in bottiglia molto simile a quello del tappo monopezzo. Tuttavia se il vino vuole dare un'immagine di prestigio, la scelta quasi obbligata cade sul tappo monopezzo.
Se il criterio di scelta è puramente economico, il tappo va scelto solamente in funzione del costo. Si devono privilegiare allora i tappi tecnici, ma anche tra questi occorre scegliere le produzioni di minore qualità, accettando implicitamente le basse prestazioni che questi tappi daranno una volta impiegati.
Se il costo non rappresenta un problema vincolante, la scelta tra i tappi monopezzo e quelli tecnici non è netta per quanto riguarda le rispettive prestazioni. Di solito il fattore che fa scegliere il tappo tecnico rispetto al naturale rimane sempre quello economico, anche se attualmente il costo di un buon tappo agglomerato con rondelle (1+1) non è di molto inferiore a quello di un tappo naturale.
Nel caso di vini che devono restare in bottiglia per lunghi periodi (ad esempio più di 18 mesi), è opinione comune che sia da preferire il tappo in sughero monopezzo rispetto al tappo tecnico, non per ragioni di tenuta, quanto perché le interazioni tappo/vino sono percepite come più positive nel caso del prodotto naturale. Per i vini invecchiati, ad esempio, dove gli aspetti economici non sono decisivi, l'uso del tappo monopezzo è considerato favorevole all'evoluzione in bottiglia del vino, oltre che indispensabile per questioni di immagine.
In ogni caso, per lunghi periodi di contatto tra vino e tappo, si deve considerare la presenza nel tappo tecnico del collante: anche usando tappi agglomerati con rondella in sughero, a lungo andare il vino può entrare in contatto con il corpo agglomerato e quindi con i suoi costituenti.
È chiaro, d'altra parte, che il tappo tecnico può dare prestazioni più costanti, perché è un prodotto più "industriale" e cioè con caratteristiche più standardizzate rispetto ad un tappo in sughero naturale. Entro certi limiti, si possono scegliere tappi agglomerati con proprietà diverse, in funzione delle prestazioni richieste (es. differente densità del corpo agglomerato che darà un tappo con una tenuta più o meno alta).
Per quanto riguarda l'uso dei tappi monopezzo o tecnici rispetto alla linea di imbottigliamento, valgono per entrambi tutte le osservazioni fatte nei capitoli 3 e 4. L'unica differenza può esserci nell'impiego del tappo agglomerato con due rondelle entrambe dalla stessa parte (2+0), perché in questo caso la linea di alimentazione dei tappi deve prevedere un orientatore di tappi.
Dal punto di vista dei possibili difetti del tappo dovuti alla presenza di sostanze inquinanti, allo stato delle conoscenze attuali non si possono indicare differenze tra i due tipi di tappo per quanto riguarda i possibili inquinanti, il loro meccanismo di formazione, la loro origine o il loro meccanismo di estrazione. In sostanza tutto quanto detto a riguardo nel capitolo 5 vale sia per il tappo monopezzo, sia per il tappo tecnico.

7. Cenni sulla struttura di un capitolato di acquisto

Nella stesura di un capitolato di acquisto, occorre distinguere se ci si rivolge ad un nuovo fornitore, oppure se si tratta di un rapporto già consolidato.
Nel primo caso, l'utilizzatore deve fornire al produttore di tappi le informazioni più dettagliate possibile circa il processo di lavorazione: tipo di bottiglia, sistema di imbottigliamento, destinazione del vino sono solo alcuni dei parametri la cui definizione è indispensabile per poter mettere in grado il produttore di tappi di consigliare e fornire il tipo di prodotto più adatto alle esigenze del tecnico. Una visita allo stabilimento di produzione dei tappi sarebbe anche auspicabile, come base del rapporto commerciale.
Nel caso in cui la cantina si serva di un fornitore abituale, nel capitolato di acquisto di ciascuna fornitura vanno specificati i dati tecnici e i controlli che devono essere eseguiti a cura del produttore e che, eventualmente, possono essere ripetuti alla cantina. In questo modo, la cantina ha la possibilità di confermare la rispondenza alle specifiche richieste del lotto di tappi fornito. A questo proposito sarebbe utile per la cantina ricevere anticipatamente una campionatura dei tappi che costituiranno la fornitura vera e propria, in modo da segnalare tempestivamente al produttore di tappi un eventuale problema.
Se l'industria sugheriera lavora con certificazione di qualità, sia l'aspetto dei controlli qualitativi, sia quello della rintracciabilità dei lotti di tappi forniti (utile nel caso di contestazioni) sono fissati da appositi protocolli. Il controllo qualitativo del lotto di tappi fornito alla cantina è comunque reso difficile dal fatto che, in moltissimi casi, questo lotto deriva da una mescolanza di pezzi di diversa provenienza, con caratteristiche variabili. I controlli devono quindi fare sempre riferimento a valori medi, i quali sono in grado di rappresentare la qualità dell'intero lotto di tappi solo se le modalità di campionamento sono corrette. Esistono a questo proposito norme di riferimento in base alle quali stabilire la numerosità del campione analizzato in funzione della numerosità del lotto (cioè quanti tappi analizzare a seconda della quantità di pezzi che costituiscono il lotto fornito) e i livelli di qualità accettabili, in base ai quali stabilire la conformità o la non conformità del lotto e quindi la sua accettazione o meno.
Nella Figura 7 è illustrata, a titolo di esempio, una scheda riassuntiva dei controlli che possono essere richiesti, a seconda della tipologia di tappo, e che devono seguire le forniture.

Figura 7 - Scheda tipo per il controllo dei tappi.

Identificazione prodotto sigla — **Descrizione**

Lotto N° — **Dimensione**

Numerosità

Specifiche imballaggio — **Fascia di Qualità**

Controllo	Unità di misura	Tolleranze	Valori ottenuti med	min	max	Num.tà camp.	N.A.	N.R.	N° camp. difettosi	Dev. stand.	C. V.	Risultati
dimensionale	mm	l: ± 0,4 d: ± 0,3 ov: ± 0,5										
massa vol. apparente	Kg/m^3	240-320[a]										
peso	g	≥ 8[b]										
umidità	%	3 - 8										

Controllo	Criterio di valutazione e/o unità di misura	Num.tà camp.	N.A.	N.R.	N° camp. difettosi e/o valori ottenuti	Risultati
resistenza alla boll. test rondelle [c]	esame visivo: distacco rondelle					
resistenza alla boll. test agglom. [c]	esame visivo: disaggregazione granuli					
organolettico	odori e/o sapori anomali riconducibili a muffa e/o tappo					
cessioni polveri	fascia di qualità _____ mg/tappo					
cessioni sostanze ossidanti	mg/tappo ≤ 0.2					

Controlli aggiuntivi a richiesta

Controllo	Unità di misura	Tolleranze	Valori ottenuti med	min	max	Num.tà camp.	N.A.	N.R.	N° camp. difettosi	Dev. stand.	C. V.	Risultati
capillarità	mm											
forza di estrazione	kg	15-45[a]										
microbiol.	UFC/tappo	batteri < 30 fung. liev. < 10										

Osservazioni:

a) solo per tappi in sughero agglomerato e in sughero agglomerato con rondelle
b) solo per tappi per vini spumanti
c) solo per tappi in sughero agglomerato e in sughero agglomerato con rondelle

È in particolare importante l'identificazione univoca del prodotto, l'indicazione della numerosità del lotto e delle specifiche di imballaggio. Il lotto viene accettato se il numero di unità non conformi è minore o uguale al numero di accettazione stabilito (N.A. nella scheda). Se il numero di unità non conformi è maggiore o uguale al numero di rifiuto (N.R. nella scheda), si procede ad un nuovo campionamento e se anche in quest'ultimo caso il numero di unità non conformi risulta minore o uguale al N.A., il lotto viene rifiutato.
I controlli aggiuntivi riportati nella scheda possono essere effettuati solo saltuariamente, per monitorare la costanza della qualità nel tempo. Le tolleranze riportate nella scheda sono del tutto indicative, non esistendo attualmente norme a cui fare riferimento al proposito.

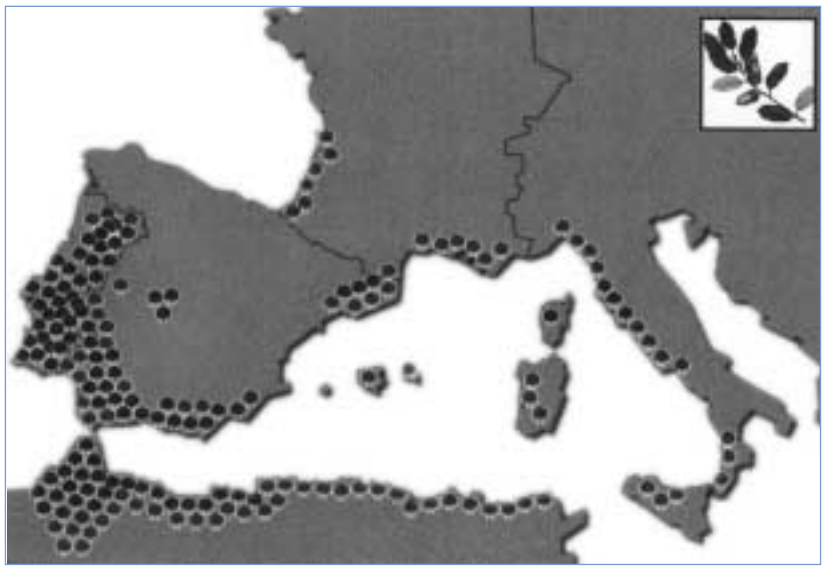
Appendice 1
Provenienza del sughero

Le principali zone di distribuzione della quercia da sughero si situano nel Mediterraneo occidentale (Figura 8) e sono caratterizzate da precipitazioni relativamente deboli, molta luminosità ed elevata umidità dell'aria. La quercia da sughero vive indistintamente in pianura e in montagna, fino ad una altitudine di 1200-1400 m. La produzione mondiale di sughero è di circa 380.000 t/anno.
Il Portogallo è il principale paese produttore e fornisce il 55% della produzione mondiale; la superficie occupata dalla quercia da sughero in Portogallo è stimata in 750.000 ha, che corrispondono al 22% della superficie forestale nazionale. Ben l'87% della superficie totale delle sugherete si situa nel sud del paese, nonostante quasi tutto il territorio portoghese possieda le caratteristiche di habitat richieste da questa essenza.
Il secondo paese produttore è la Spagna, col 26% della produzione totale. Le principali zone di produzione, che coprono circa 480.000 ha, sono le comunità autonome di Andalusia, Estremadura e Catalogna, con più del 90% della produzione nazionale.
Importante è inoltre il contributo alla produzione mondiale fornito dai paesi del Maghreb: Algeria con il 4%, Marocco con il 5% e Tunisia con il 3%. La quasi totalità della produzione maghrebina, mancando una locale industria enologica, è destinata all'esportazione ed è per la maggior parte gestita, a differenza di quella europea, dall'amministrazione statale.
Infine ricordiamo la produzione subericola italiana e francese che, pur non essendo rilevante (l'Italia infatti contribuisce alla produzione mondiale nella misura del 6%, la Francia dell'1%), riveste una grande importanza per l'economia locale delle zone di produzione, la Sardegna e la zona del Var rispettivamente.
Pur con tutte le differenze che si riscontrano nei vari paesi produttori, in relazione all'attività forestale e di traformazione, esistono nella subericoltura mondiale problematiche comuni legate all'irregolarità della produzione annuale. Tale irregolarità dipende da molti fattori, quali:

- l'incostanza del turno di decortica che può variare entro certi limiti da un paese produttore all'altro,

- l'influenza di fattori climatici esterni, quali ad esempio l'occorrenza di periodi siccitosi o di eccessive precipitazioni, che oltre ad influire sull'incremento annuo in corteccia, possono perturbare la normale riuscita della raccolta del sughero,
- l'abbandono o la trasformazione delle colture subericole, che possono determinare variazioni della produzione annuale non prevedibili anticipatamente,
- il fatto infine che non sempre le sugherete siano gestite in maniera moderna ed efficiente, per quanto riguarda ad esempio l'esecuzione dei lavori colturali (potatura, pulitura, ecc.), ma al contrario siano situate per lo più in zone marginali.

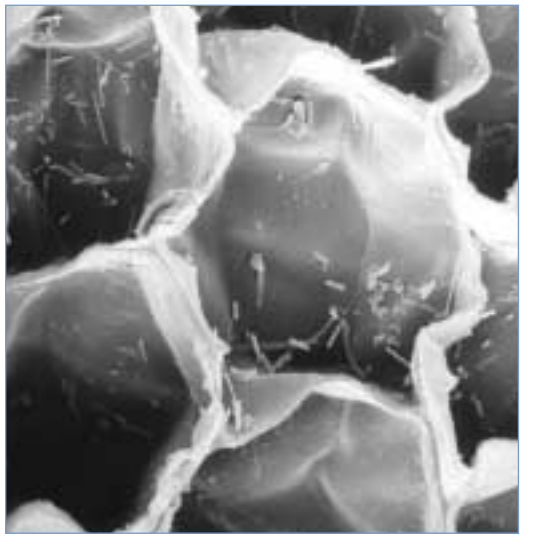
Figura 8 - Distribuzione geografica della quercia da sughero.



Appendice 2
Morfologia della cellula suberosa

Tra due cellule contigue del tessuto suberoso si possono distinguere 5 lamelle: quella mediana, (lignina+cellulosa) è inserita tra due lamelle di suberina (pareti secondarie della cellula) le quali, a loro volta, sono inserite tra due lamelle di cellulosa (pareti primarie della cellula).

Figura 9 - Cellula suberosa vista al microscopio elettronico a scansione (3750X).



Appendice 3
Proprietà fisiche e chimiche del sughero

Le **proprietà fisiche** salienti del sughero sono: comprimibilità, resilienza, flessibilità, impermeabilità ai liquidi. Dal punto di vista della qualità del tappo, la proprietà fondamentale è la resilienza e cioè la capacità di recupero dimensionale dopo compressione (detta anche ritorno elastico). La resilienza dipende fondamentalmente dal grado e dalla durata dello sforzo applicato, oltre che dal tenore di umidità del sughero, che deve essere compreso tra il 4 e l'8%. L'aderenza e il forte coefficiente di attrito che il sughero mostra a contatto con superfici lisce (es. collo della bottiglia) sono correlate a questa proprietà. Nonostante la ristrettezza delle zone produttive, il sughero è un materiale dalle **proprietà chimiche** molto eterogenee e ancora non ben conosciute, anche a causa della difficoltà di isolare analiticamente i singoli componenti che fanno parte della sua struttura. In sintesi, i principali componenti del sughero sono riportati nella Tabella 7.

Tabella 7 - Proprietà fisiche, struttura dei monomeri, contenuto medio dei principali costituenti polimerici del sughero secondo diversi autori.

Costituente	Proprietà	Monomeri	Composizione media %	Composizione media %
Suberina	Elasticità Impermeabilità	Acidi grassi Alcooli	45	39
Lignina	Resistenza alla compressione	Alcooli aromatici	27	22
Polisaccaridi	Resistenza all'allungamento	Monosaccaridi	12	20
Tannini		Acido ellagico Proantocianidine	6	15 (*)
Ceroidi	Impermeabilità	Fenoli Acidi grassi	7	

(*) Frazione estraibile comprendente ceroidi, tannini etc.

Si tratta di polimeri che costituiscono le pareti cellulari del sughero e che sono responsabili delle sue proprietà di elasticità, di impermeabilità e di resistenza alla compressione ed allo stiramento. La struttura di questi polimeri non è nota, anche se esistono diverse ipotesi al proposito. La loro possibilità di interagire con il vino è scarsa e dovuta al fatto che una loro degradazione per via chimica o enzimatica può portare alla formazione di sostanze cedibili al vino. Inoltre, le cere e i tannini vengono eliminati in parte durante la fase di bollitura delle plance.
Oltre ai costituenti maggioritari appena citati, nel sughero sono contenuti in quantità spesso minima composti che possono avere interesse enologico, in quanto sono solubili nel vino ed organoletticamente attivi. Ad esempio, la vanillina ceduta da tappi sani è citata da diversi autori come uno dei principali responsabili dell'odore di sughero che si può avvertire in vini appena tappati. È tuttavia impossibile stabilire quali delle sostanze presenti nel sughero svolga un ruolo primario nel definire certe note organolettiche.
Nella Tabella 8 sono riportati alcuni dei composti identificati nel sughero.

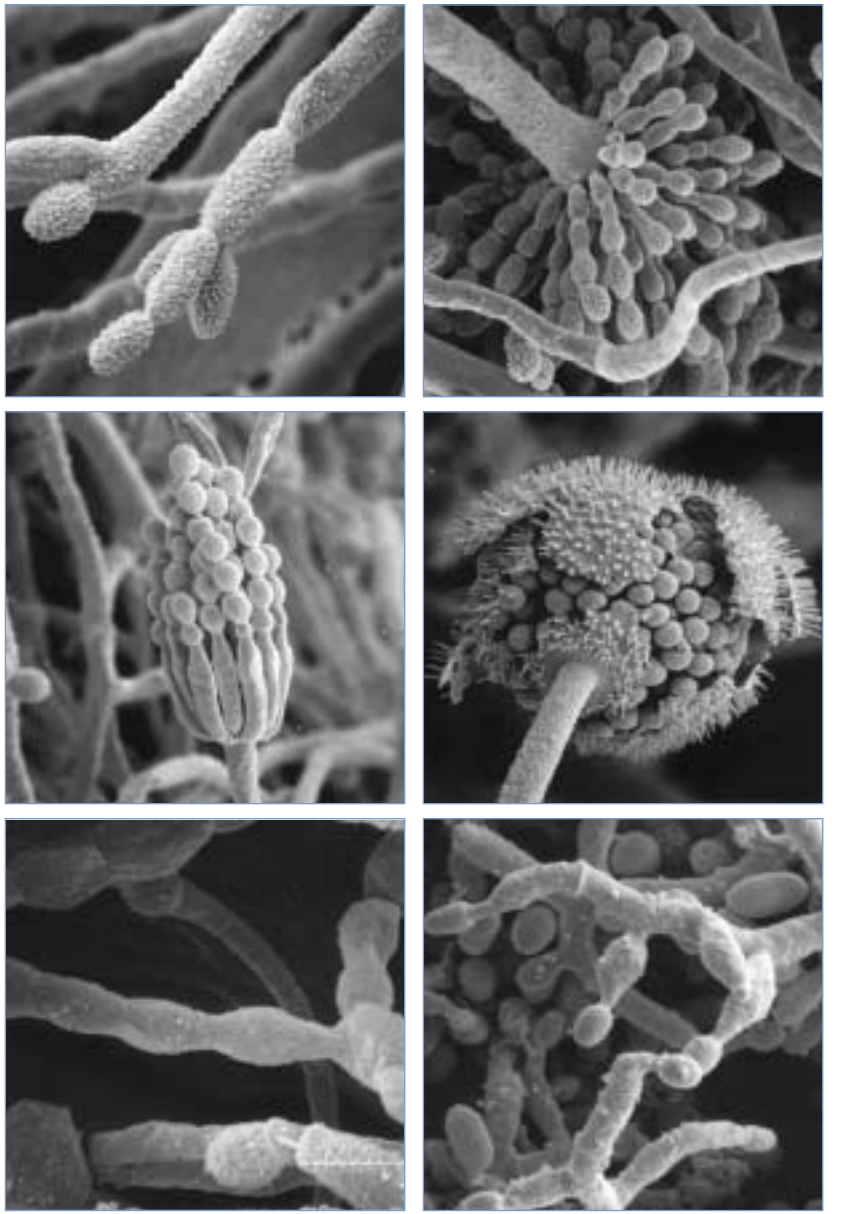
Tabella 8 - Composti volatili identificati nel sughero, capaci di interagire con il vino. Gli odori sono raggruppati sulla base della classificazione proposta nel Progetto Quercus (vedere Appendice 5).

Composti volatili	Odore	Soglia di percezione nel vino o in acqua*
	Conifera	
a-pinene	Resina	
b-pinene	Resina	10 ppb*
Isoborneolo	Canfora	
Canfora	Balsamico	
	Chimico	
Butanolo-1	Farmaceutico	5 ppm
Ottanolo-1	Cera	
Ac. 3-metilbutanoico	Rancido	0,7 ppm
Acido ottanoico	Cera, farmaceutico	15 ppm
	Vegetale	
Metil-3-butanolo-1	Speziato	300 ppm
Esanolo	Erbaceo	5 ppm
Limonene	Aromatico, fruttato	60 ppb*
Alcool benzilico	Aromatico, fruttato	50 ppm
Linalolo	Aromatico, floreale	100 ppb*
Borneolo	Pepe	
b-fellandrene	Aromatico, menta	
Esanale	Erbaceo	
2-esenale	Erbaceo	
Benzaldeide	Mandorla amara	3 ppm
Vanillina	Vaniglia	0,1 ppm *
2-butanone	Aromatico	
Acetofenone	Aromatico, floreale	
a-terpineolo	Aromatico, floreale	280 ppb*
Furfurale	Mandorla	65 ppm
Alcool furfurilico	Fieno	52 ppm
5-metilfurfurale	Mandorla tostata	35 ppm

Appendice 4
Aspetti microbiologici

I numerosi lavori riguardanti la microflora presente nel sughero hanno messo in evidenza la gran diversità di forme microbiche associate a questo materiale. Questa microflora trova nel sughero, materiale naturale con un elevato tasso di umidità, le condizioni ottimali per il suo sviluppo. Esiste una flora microbica naturale, già presente nel sughero sulla pianta, che si sviluppa all'interno del tessuto suberoso principalmente nelle cavità lenticolari, che presentano una maggiore umidità. Altri microorganismi si sviluppano durante la stagionatura delle plance, il ciclo di lavorazione e lo stoccaggio dei turaccioli.
Muffe appartenenti ai generi *Penicillium*, *Aspergillus*, *Trichoderma*, *Monilia*, *Mucor*, *Cladosporium* sono state molto spesso isolate dai sugheri (Figura 10), anche se la loro frequenza e distribuzione varia molto a seconda dell'origine, qualità, tenore di umidità e condizioni di lavorazione del sughero.
Per quanto riguarda la presenza di lieviti e batteri, i sugheri presentano tenori molto variabili. I batteri ritrovati più frequentemente sono *Bacillus*, *Streptococcus*, *Micrococcus*. I lieviti comprendono fondamentalmente il genere *Rhodotorula*, *Sporobolomyces*, *Cryptococcus*, *Saccharomyces* e *Candida*.

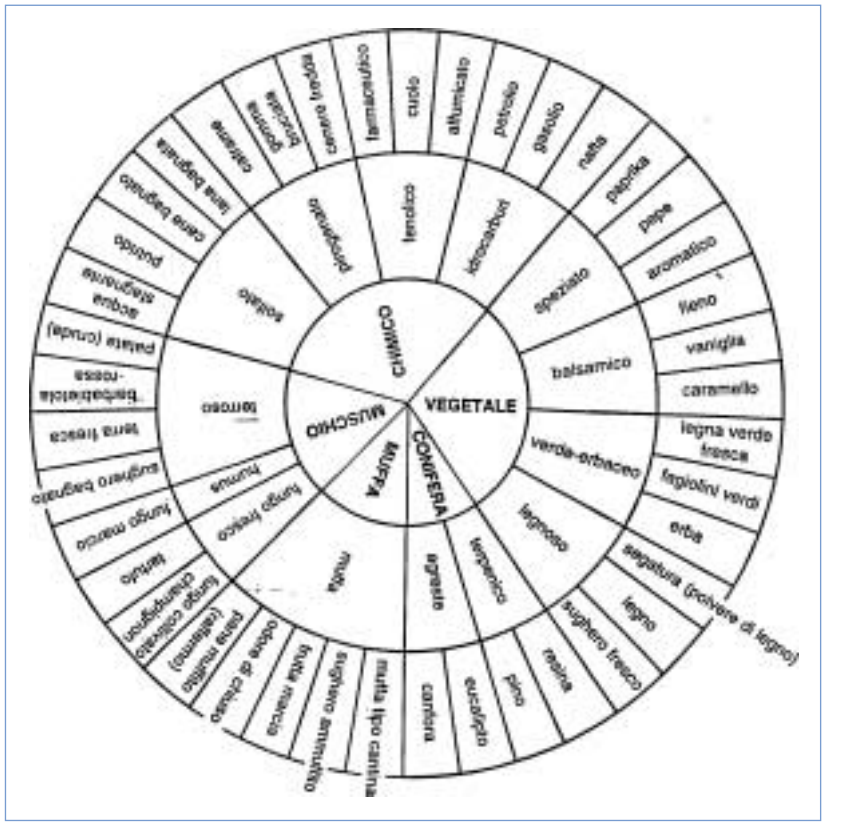
Figura 10 - Fotografie al microscopio elettronico a scansione di muffe isolate da tappi di sughero. Nell'ordine dall'alto in basso e da sinistra a destra: Cladosporium sp. (2200X), Aspergillus sp. (1700X), Penicillium sp. (2500X), Mucor sp. (770 X), Monilia sp. (1500X), Trichoderma sp. (2300X).



Appendice 5
Classificazione dei gusti e degli odori anomali del sughero

Gli operatori del sughero di tutta Europa, riuniti in seno alla Confederazione Europea del Sughero (C.E. Liège), hanno partecipato dal 1993 al 1996 al **progetto Quercus**, finanziato dall'unione Europea allo scopo di rafforzare le conoscenze sul sughero e sull'interazione sughero / vino. Una parte considerevole del lavoro ha riguardato la stesura di un **elenco di riferimento di descrittori** delle anomalie del sughero.
Si sono delimitate 5 grandi famiglie di gusti che possono essere legate al tappo: vegetale, conifera, muffa, muschio e chimico. Queste famiglie sono state a loro volta suddivise in sottofamiglie che permettono di dettagliare le note organolettiche percepite.
I difetti indicati dai consumatori come "gusto di tappo" appartengono soprattutto ai gruppi "muschio / muffa" e, ad un livello inferiore, a quelli "terroso" e "vegetale / legnoso".
La presentazione sotto forma di ruota (Figura 11) può essere utile ai degustatori per standardizzare l'uso dei descrittori.

Figura 11 - Ruota dei descrittori dei sapori e odori anomali del sughero.



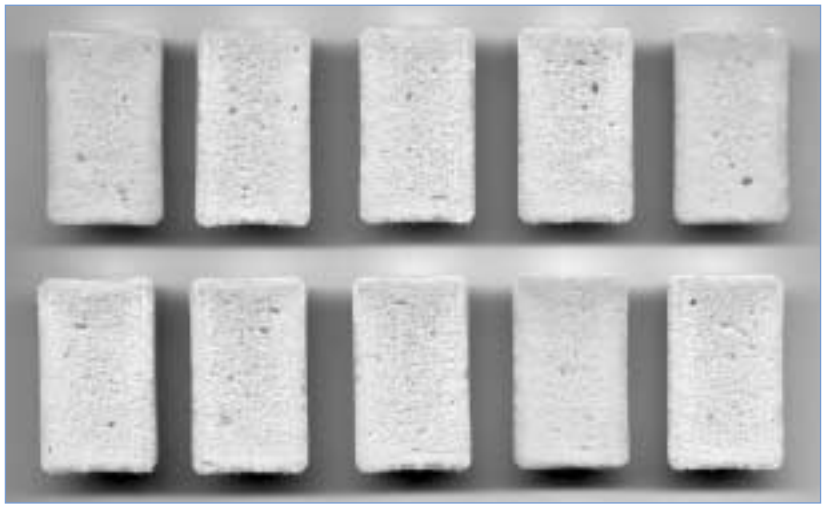
Parte II
I tappi sintetici

a cura di Roberto Zironi

8. Caratteristiche delle chiusure sintetiche.

Negli ultimi anni, in conseguenza dell'aumento del prezzo di mercato del sughero e dei persistenti problemi qualitativi posti dai tappi naturali, è notevolmente aumentata la richiesta di chiusure alternative.
Alcuni tipi di queste chiusure sono utilizzate da lungo tempo in enologia. Il tappo a corona, anche in acciaio inossidabile ha, ad esempio, rimpiazzato il sughero nella lavorazione degli spumanti rifermentati in bottiglia. Le capsule di alluminio con sottotappo di varia complessità e materiali, sono utilizzate per la chiusura di vini tranquilli, ma salvo rare eccezioni, pochi imbottigliatori utilizzano questo tipo di chiusura che richiede bottiglie speciali e modificazioni significative della tecnica di imbottigliamento.
È a partire dagli anni novanta che, per soddisfare le crescenti esigenze del mercato, numerosi fabbricanti di materiali plastici si sono orientati alla produzione di tappi sintetici per la chiusura delle bottiglie di vino.
Questi tappi vengono fabbricati utilizzando poliolefine variamente miscelate con elastomeri sintetici, cere, ecc. secondo due diverse metodologie. La prima, discontinua, prevede l'iniezione del polimero in forme, mentre la seconda, continua, prevede l'estrusione o la coestrusione del polimero in barre che vengono successivamente tagliate alle dimensioni desiderate. L'aggiunta alla miscela termoplastica di opportuni agenti espandenti, garantisce la formazione nella matrice polimerica di cavità che imitano la porosità tipica del sughero come illustrato nella figura 12. Infine, per consentire una facile tappatura della bottiglia e mantenere costante lo sforzo necessario per l'estrazione del tappo, le chiusure vengono lubrificate con materiali siliconici del tutto simili a quelli utilizzati per i tappi tradizionali.

Figura 12 - Sezione di alcuni tappi in materiale sintetico.



L'elasticità e il ritorno elastico dei sugheri si basano essenzialmente sulla struttura cellulare e l'inclusione di gas in un tessuto cellulare chiuso ermeticamente. Grazie a questa struttura cellulare particolare il tappo di sughero è molto leggero, essendo costituito fino a 80-85% di gas. La compressione del gas del sughero nella tappatrice e la successiva spinta del tappo nel collo della bottiglia conducono ad una nuova dilatazione del gas delle cellule che, creando una pressione sul collo della bottiglia, ne determina un notevole effetto sigillante. Nella formazione delle plastiche con le procedure ricordate si tenta di riprodurre questa struttura naturale del sughero. Se il peso specifico del sughero naturale è compreso fra 130 e 200 kg / m^3, nel caso di tappo in plastica però, la tecnica industriale di formatura non permette di produrre tappi con peso specifico inferiore a 500-800 kg / m^3.
Le dimensioni dei tappi di plastica sono normalmente comprese tra i 37 ed i 47 mm di lunghezza, con un diametro di 22 mm; sono disponibili anche tappi con diametro leggermente superiore utilizzabili anche per la chiusura dei vini frizzanti.
In una normale tappatrice, i tappi di sughero sono normalmente compressi da 24 mm (diametro esterno) e i tappi in plastica da 22 mm, fino a valori intorno a 16 mm. Pertanto, per effetto del diametro più elevato, i tappi di sughero sono più sollecitati rispetto ai tappi di plastica. Nonostante ciò le forze che devono essere applicate per la compressione nella tappatrice sono minime per il sughero naturale e massime per il tappo di plastica. Ciò dipende dalla struttura cellulare già descritta e dal comportamento fisico dei gas nei materiali solidi non a struttura alveolare, come il sughero. Tra i tappi sintetici, quelli ottenuti con processi di estrusione, essendo di densità inferiore, richiedono normalmente una minore forza di compressione. In tutti i casi, per i tappi sintetici, i costruttori garantiscono un ritorno elastico immediato superiore al 95% e pari al 98% dopo 15 minuti.
Per stappare delle bottiglie di vino si devono generalmente applicare delle forze di 20-45 Kg. Se i valori di trazione sono inferiori a questo intervallo i tappi non aderiscono al collo della bottiglia e non la chiudono in modo ermetico. I tappi ruotano già durante l'inserzione del cavatappi o scivolano all'interno della bottiglia. Qualora il tappo debba essere tolto con una forza superiore a 45 Kg il consumatore deve operare degli sforzi eccessivi durante la stappatura. Spesso, in questo caso, il problema è legato ad aderenze che si realizzano per impropri trattamenti di superficie dei tappi. I dati sperimentali dimostrano chiaramente che da questo punto di vista non esistono differenze significative tra i diversi tappi e che dei perfezionamenti significativi sulla tecnica di produzione dovranno essere attuati in tutti i tipi di chiusure tradizionali e non per minimizzare questo tipo di problemi.
Durante la conservazione in bottiglia il tappo assorbe molto lentamente nel tempo, se la bottiglia è conservata orizzontalmente, differenti quantità di vino in funzione del tipo di stoccaggio e della temperatura. I tappi di sughero perdono elasticità perché il gas che è responsabile della ripresa elastica delle cellule è lentamente sostituito dal vino. Sul piano macroscopico i tappi di plastica presentano invece nella maggior parte dei casi una superficie liscia. Si può per conseguenza supporre che non possono assorbire del vino anche se recenti esperienze dimostrano che le chiusure sintetiche possono assorbire quantità variabili di liquido a seconda del tipo di tappo.
L'assorbimento del vino è inoltre importante in conseguenza della possibile estrazione di costituenti del tappo. Pertanto delle note boisées, degli aromi di solvente o di muffa o dei componenti che modificano il gusto del vino possono essere disciolti dai tappi di sughero o agglomerati e influenzare diversamente i caratteri organolettici del vino (vedere capitolo 5, Parte I). Nel caso dei tappi in plastica si può ugualmente ipotizzare un'estrazione dei materiali utilizzati per la fabbricazione qualora, come già ricordato, la chiusura non sia perfettamente impermeabile al vino. Per quanto riguarda le avvertenze che vanno seguite dall'utilizzatore nell'uso di tappi in materiale plastico con le normali tappatrici, oltre a quanto già riportato nel capitolo 3, occorre tenere presente le seguenti precauzioni:

- pulire con cura i tasselli compressori da residui di polvere di tappo, di lubrificanti o altro,
- controllare la superficie dei tasselli compressori onde evitare rigature o pizzicature del tappo (molto più pericolose che nel tappo di sughero e responsabili di colature), osservando scrupolosamente le norma di manutenzione della macchina,
- utilizzare solo tappatori automatici o semiautomatici a 4 tasselli,
- regolare le ganasce di tappatura con chiusura a 15,5 o a 16 mm a seconda del tappo,
- prestare attenzione alla lubrificazione dei tasselli del tappatore che potrebbero rendere eccessivamente lubrificati i tappi,
- utilizzando bottiglie con baga a fascetta con diametro interno di mm 17,5, nel caso di utilizzo di Champagnotte, o di bottiglie con baga CETIE 18,5, è opportuno richiedere, se disponibili, tappi con diametro superiore a 22 mm e richiedere in tutti i casi chiarimenti alle aziende produttrici,
- tenere il livello di riempimento a 65/70 mm dal raso bocca (per i vini imbottigliati fino a 20°C) per evitare elongazioni del tappo nelle ore successive alla tappatura, anche se è tecnicamente preferibile adottare in alternativa la procedura del punto successivo,
- è consigliato creare il vuoto durante la fase di tappatura con una pompa di pre-evacuazione,
- il tappo deve essere inserito fino a non più di 2 mm sotto il raso-bocca,
- dopo l'imbottigliamento mantenere la bottiglia verticale per almeno un'ora,
- il tappo, una volta inserito dentro la bottiglia, può essere soggetto ad una elongazione di 1-4 mm in relazione alla forma del collo della bottiglia: questo deve essere considerato quando si stabilisce la lunghezza della capsula,
- onde evitare inconvenienti, è consigliabile conservare le bottiglie secondo buona tecnica enologica. Sbalzi di temperatura troppo elevati possono causare inconvenienti,
- consultare le relative schede tecniche aggiornate per singolo tipo di tappo.

9. Confronto tra chiusure naturali e sintetiche.

Nonostante le rassicuranti informazioni fornite dai fabbricanti dei tappi sintetici e le numerose prove documentarie di analisi e ricerche commissionate a laboratori terzi, permane nell'utilizzatore il dubbio sulle reali performance di questi nuovi tipi di chiusure. Mancano infatti dati comparativi tra tutte le diverse tipologie di tappi. Recentemente un laboratorio francese ha confrontato tre tappi sintetici di diversi produttori, due tappi sintetici a base di sughero agglomerato, un tappo di sughero agglomerato per estrusione e un tappo naturale. Dall'esame dei risultati pubblicati si possono trarre le seguenti informazioni.

9.1 Ultrastruttura e caratteristiche dimensionali

L'analisi al microscopio elettronico mostra che la struttura interna dei tappi sintetici varia tra i diversi fabbricanti. La struttura cellulare del sughero intero resta unica e difficilmente imitabile. Nonostante ciò è possibile rilevare tra i sugheri agglomerati a base di suberina, di nuova generazione, delle strutture micro-cellulari molto vicine a quelle del sughero.
Da un punto di vista dimensionale i tappi di sughero naturale possiedono sempre una ovalizzazione maggiore ed una eterogeneità più grande rispetto ai tappi tecnici o a quelli sintetici. I diametri di questi ultimi sono relativamente minori rispetto a quelli dei tappi classici.

9.2 Caratteristiche meccaniche e performance delle chiusure

Nei diversi sistemi di tappatura la forza di estrazione rilevata dai ricercatori è sempre compresa tra 15 e 35 kg rendendo agevole l'estrazione manuale del tappo. Dopo 8 giorni dalla tappatura solo un agglomerato tradizionale presenta una diminuzione della forza di estrazione mentre gli altri tappi non mostrano variazioni significative tra loro. Dopo 12 mesi di conservazione le diverse chiusure risultano an-

cora tra di loro comparabili e la forza di estrazione rimane in intervalli accettabili.
I tappi agglomerati presentano degli assorbimenti importanti e disomogenei di vino, perfino molto superiori a quelli del sughero naturali. I tappi sintetici presentano un assorbimento di liquido quasi nullo.
La tenuta del tappo sul collo della bottiglia è soddisfacente per i tappi di sughero naturali e agglomerati, mentre per un tappo sintetico la forte tensione superficiale dovuta alla natura del polimero utilizzato facilita il passaggio del liquido nell'interfaccia vetro-tappo.
La permeabilità ai gas dei tappi varia molto da un tipo di chiusura all'altro con valori particolarmente elevati per il tappo naturale, per i tappi agglomerati e per il tappo sintetico già ricordato, mentre è bassa per gli altri tappi sintetici e gli agglomerati tradizionali.

9.3 Inerzia chimica dei diversi tipi di tappo

Queste caratteristiche sono state valutate analizzando i residui di solvente presenti in fase gassosa, ricercando i composti volatili estratti in soluzione idroalcolica ed analizzando sensorialmente i macerati di tappo in soluzione modello.
L'inerzia chimica dei tappi agglomerati a base di suberina e dei tappi sintetici è irregolare e varia da un tipo di tappo all'altro, ma è nell'insieme poco soddisfacente. Inoltre l'inerzia organolettica non è garantita evidenziando in taluni casi la comparsa, nella soluzione modello, di un gusto di plastica.

9.4 Evoluzione della composizione e dell'ossidazione del vino nel tempo

Il comportamento del sistema di chiusura nei riguardi dell'ossidazione dei vini è stata studiata in maniera dettagliata durante 12 mesi di conservazione.
Nessuno dei lotti di tappi utilizzati presentava dei residui dei prodotti di lavaggio a carattere ossidante perciò le variazioni di ossidazione osservate sono direttamente legate alle caratteristiche di permeabilità dei tappi nei confronti dell'ossigeno e agli scambi tra vino e materiali.
La ricerca evidenzia che tutti i tappi analizzati, anche se con lievi variazioni tra una tipologia e l'altra, conferiscono al vino una buona resistenza all'ossidazione. Fa eccezione un tappo agglomerato di nuova concezione che produce in tutti i casi un'ossidazione rapida e violenta del vino, che porta ad un incremento marcato della colorazione e ad una caduta più rapida del contenuto di antiossidanti.
Da un punto di vista strettamente organolettico, ad eccezione di alcuni agglomerati che hanno apportato dei gusti di ossidazione e soprattutto di muffa legati alla diffusione del TCA, nessuno degli altri sistemi di chiusura ha alterato la qualità organolettica dei vini.
Dal punto di vista dell'inerzia chimica (ossia l'assenza di modificazioni significative della composizione del vino per diffusione di composti originati dai materiali delle chiusure) dopo 12 mesi di conservazione tutti i tappi agglomerati apportano al vino una quantità significativa di migranti esogeni. I tappi sintetici in materia plastica apportano ugualmente dei composti estranei al vino in quantità superiore a quella del sughero naturale. Si dovranno perciò intensificare le osservazioni per valutare l'impatto igienico delle sostanze cedute.
Pertanto, ad integrazione di quanto già segnalato nel capitolo 7, nella definizione di un capitolato d'acquisto di tappi sintetici, dovrà essere fatto specifico riferimento a garanzie circa la possibile cessione di sostanze estranee alla composizione del vino.
In tutti i casi queste molecole non sono, dopo 12 mesi di osservazione, responsabili di difetti organolettici nel vino confezionato.

Parte III

Il mercato dei tappi sintetici

a cura di Barbara Campisi

10. Analisi del mercato dei tappi sintetici.

Grazie all'evoluzione di prodotti tecnologicamente avanzati e di processi innovativi, il packaging in materia plastica continua a farsi strada in settori tradizionalmente riservati ad altri materiali.
Seguendo la tendenza generale, anche il settore della tappatura dei vini ha visto in tempi recenti svilupparsi significativamente i tappi sintetici in materiale plastico, divenuti, almeno in certi mercati geografici, un vero e proprio prodotto concorrente al tappo in sughero.
Il mercato dei tappi sintetici in materiale polimerico per l'imbottigliamento del vino rappresenta infatti un nuovo business che sembra offrire prospettive interessanti, sia alle grandi multinazionali delle materie plastiche e aziende costruttrici di macchinari del settore, sia agli stessi produttori di vino. Secondo il Cork Quality Council, il mercato mondiale di tappi di sughero ammonterebbe a poco meno di 13 miliardi di unità annue, per un valore di circa 1 mld US$, e questo motiverebbe la cresciuta attenzione rivolta verso questo settore [1].
Dopo decenni di incontrastato dominio del tappo in sughero per la tappatura dei vini, almeno per quelli tranquilli, la controversia riguardante i difetti legati principalmente al "gusto di tappo", causa la presenza del TCA, ha favorito anche la ricerca di sistemi di chiusura alternativi al prodotto naturale.
Da un lato, quindi, l'evoluzione recente della domanda del settore, dall'altro lo sviluppo di tappi sintetici con caratteristiche qualitative e prestazioni superiori rispetto al passato, hanno reso possibile ad alcuni produttori realizzare negli ultimi anni risultati positivi, tanto che i tappi sintetici sono divenuti il simbolo di una nuova tendenza nel packaging del "mercato vinicolo".
Un forte impulso alla diffusione dell'impiego dei tappi sintetici, quale sistema di chiusura delle bottiglie di vino, è senza dubbio comun-

que da attribuire alla presa di posizione assunta dalla grande distribuzione britannica verso i primi anni novanta.
Sono state infatti alcune catene di grandi magazzini, conosciute anche a livello internazionale, quali Marks & Spencer e Safeway, ad imporre ai propri fornitori tappature in materiale polimerico in sostituzione dei tappi in sughero per le bottiglie di vino.
È dal 1991, infatti, che la catena Marks & Spencer ha introdotto per prima sui propri scaffali vini in bottiglia con chiusura sintetica, non accettando per il vino percentuali di difettosità superiori a quelle comunemente accettate per un qualsiasi altro prodotto [2-3]. Il problema del "gusto di tappo" era infatti particolarmente sentito dai manager responsabili degli acquisti, che non volevano rischiare di vedersi precluso un segmento di mercato, a causa di potenziali difetti dovuti alla tappatura, che i loro clienti avrebbero potuto invece attribuire alla qualità del vino.
Anche parte del mercato vinicolo statunitense ed australiano è stato oramai conquistato dai tappi sintetici di plastica di nuova generazione. Grosse aziende vinicole californiane, del Midwest americano ed australiane sono passate interamente o quasi alle tappature sintetiche [4]. Non è pertanto un caso che i principali produttori, tra cui il leader mondiale di mercato, Supreme Corq, siano originari propri di questi paesi.
In particolare, è proprio il mercato americano quello che registra una forte competizione tra i produttori. In esso, attualmente operano quattro grosse società che, a suon di brevetti nazionali e internazionali, si contendono il mercato anche a livello tecnologico.
Tra queste ritroviamo, ad esempio, la Supreme Corq, la prima azienda ad aver sviluppato e commercializzato nel 1993 un tappo sintetico per bottiglie di vino negli Stati Uniti; la Guardian Cork, una divisione della Hettinga Technologies Inc., produttrice di macchine per lo stampaggio a iniezione di prodotti di materie plastiche, entrata sul mercato nel 2000 con un tappo ottenuto mediante un nuovo processo proprietario brevettato; la NewPack USA Inc. (ex Nomacorc), che ha iniziato a commercializzare il proprio tappo dal 1999, vantando un accordo commerciale con la Cork Supply USA; ed infine, la Neocork, entrata anch'essa sul mercato nel 1999, che vede alcune aziende vinicole californiane (Beringer, Clos du Bois, Kendall-Jackson, Robert Mondavi e Sebastiani) partecipare alla proprietà.
Dal canto suo, l'industria del sughero, per contrastare la diffusione delle chiusure alternative, ha dato inizio ad una vera e propria controffensiva portata avanti su più fronti. Sono stati infatti realizzati

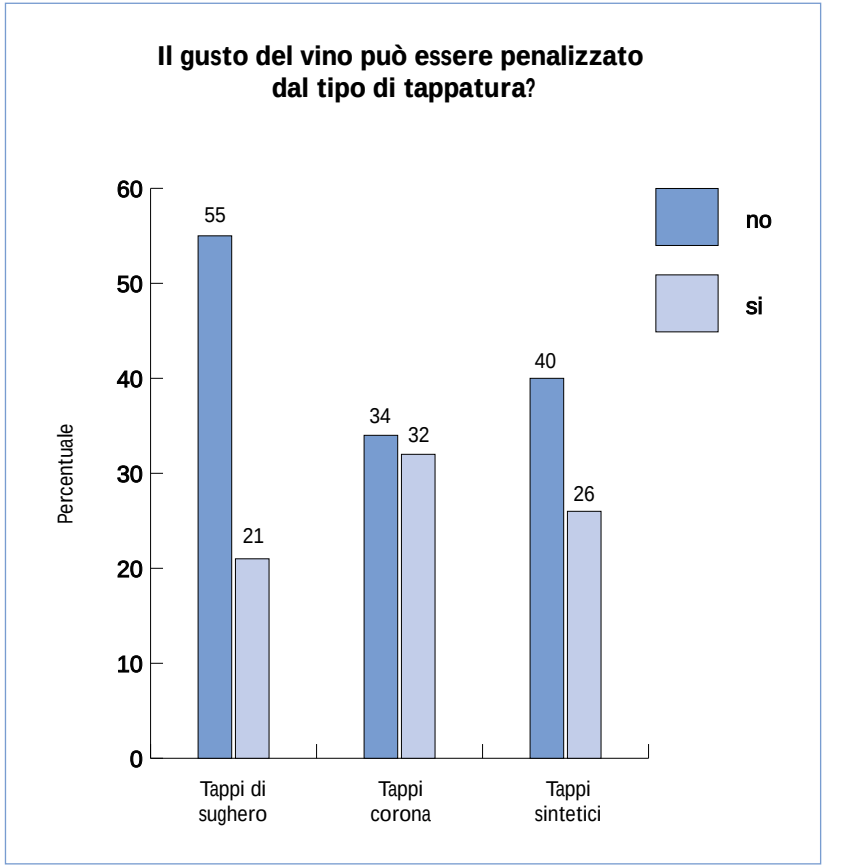
numerosi studi sulla contaminazione da TCA e nuove tecniche di trattamento della materia prima e del prodotto finito sono state individuate dai ricercatori; linee guida per le procedure del controllo qualità e codici di buona pratica sono stati definiti per i produttori; soluzioni alternative, come i tappi tecnici a base di sughero, sono state anche proposte da parte di grosse aziende del settore, quali la portoghese Amorim & Irmaos con il tappo Neutrocork® o la francese Sabaté con il tappo Altec® [5].
Anche l'Unione Europea non è rimasta a guardare, attivando finanziamenti a progetti di studio e di ricerca, sia di enti pubblici che privati, al fine di salvaguardare un settore tipicamente europeo e prevalentemente costituito da PMI, di cui potrebbe venire minacciata la stessa sopravvivenza ad opera di questo nuovo mercato.

10.1 L'Europa: un mercato potenziale?

Secondo alcuni il mercato dei tappi sintetici è in espansione poiché questi prodotti stanno iniziando ad incontrare il favore del consumatore, soprattutto grazie ad un'efficace politica di comunicazione, condotta dalle aziende produttrici, diretta a valorizzarne le prestazioni.
Informati sui difetti del tappo di sughero, negli Stati Uniti solo il 54% di consumatori, sembrerebbe volere la tappatura naturale per il vino, contro il 34% a favore del tappo sintetico [6]. Sembrerebbe infatti che al consumatore non interessi tanto il materiale di cui è fatto un tappo, quanto mantenere il tradizionale rituale della stappatura con il classico cavatappi [7].
Diverse sembrano essere le reazioni dei consumatori in Europa. In particolare, in paesi quali la Francia e l'Italia, che vantano una lunga tradizione vinicola e una cultura per il vino, continua a esserci un'accoglienza limitata da parte dei clienti utilizzatori finali, alquanto restii a considerare i tappi sintetici sostituti del tappo in sughero a tutti gli effetti. Dati recenti di un sondaggio, ad esempio, mostrano che al 75% dei francesi i tappi in materiale sintetico "non ispirano fiducia" [8].
Anche gli stessi consumatori britannici però non sembrerebbero apprezzare particolarmente i tappi sintetici quali chiusura alternativa alle bottiglie di vino. Almeno questo è quanto si desume dai risultati di una recente indagine, finalizzata ad analizzare le loro preferenze relativamente alla tappatura del vino in bottiglia e commissionata dall'azienda francese Sabaté, produttrice di tappi di sughero e del tappo Altec® [9].

I risultati di quest'indagine evidenzierebbero infatti che al tappo sintetico l'84% dei consumatori di vino preferisce il tappo di sughero, che viene preferito anche al tappo metallico a corona dall'81% degli intervistati. Quest'ultimo risulterebbe inoltre essere il meno gradito per la tappatura del vino, considerato che il 58% dei consumatori ha dichiarato di preferire il tappo sintetico al tappo corona.
Il 40% è inoltre d'accordo nell'affermare che tappi in plastica e di metallo rovinano l'evento e diminuiscono il piacere del consumo di vino. Nel contempo però, solo il 28% degli intervistati si è dichiarato disposto a pagare di più, pur di avere una bottiglia di vino con tappo di sughero invece di uno sintetico o metallico, mentre il 57% si è dichiarato contrario.
La figura 13 riporta le percentuali di soggetti d'accordo o meno nel ritenere che un certo tipo di tappatura per l'imbottigliamento del vino possa penalizzarne il gusto.
Sempre in merito al sistema di chiusura adottato, il 67% ha inoltre affermato di essere propenso ad una maggior informazione del cliente finale sulla differenza tra i tappi di sughero, plastica e quelli corona.
Nonostante i pareri discordi riguardo alla penetrazione dei tappi sintetici a lungo termine nel mercato vinicolo, è presumibile che l'evoluzione dell'offerta dovrà comunque, necessariamente, seguire andamenti legati soprattutto alle necessità di adattarsi al mercato geografico di riferimento.
È quindi logico attendersi che i produttori di vino, anche quelli francesi ed italiani, che puntano ad esportare i propri prodotti, non potranno quindi non tenere conto delle esigenze di mercati, quali quello americano in particolare, per i quali le perdite economiche e d'immagine, causa reclami per vini con sentore di tappo, risultano inaccettabili.
Stime diverse fanno oscillare infatti tra il 2 e l'8%, la quota di bottiglie di vino contaminate dal TCA, a seconda che il dato venga stimato dai produttori di tappi, dai produttori e distributori di vino o da altri professionisti del vino [3,7,10]. Un dato considerato da più parti attendibile è comunque quello del 5%. Pari ad una media di una bottiglia su venti con difetti riconducibili al tappo in sughero, tale stima non può non preoccupare un produttore di vino di qualità che si ponga obiettivi di mercato, puntando alla fidelizzazione del cliente.
Comunque, più che la scomparsa del tappo in sughero a vantaggio dei tappi sintetici in plastica, la tendenza logica che sembra delinearsi, anche per i mercati più legati al tappo tradizionale, è quella di una coesistenza dei due tipi di prodotto sul mercato del vino in bottiglia. Considerando che la qualità del tappo dovrebbe essere correlata alla qualità e al costo del vino imbottigliato, tappi di sughero di alta qualità dovrebbero essere destinati ai vini più pregiati, mentre i tappi sintetici andrebbero impiegati per determinati vini, in particolare bianchi e rossi giovani, che non necessitano di un invecchiamento in bottiglia, cosa che peraltro già avviene per alcune note aziende vinicole italiane [6].

Figura 13 - Difetti del gusto del vino in relazione al tipo di tappatura secondo i consumatori britannici (Fonte: "Wine bottle closures", Survey Results, Clayton Reed Associates – Sabaté, 1998)



10.2 Domanda attuale dei tappi sintetici e tendenze di sviluppo.

Risulterebbe senza dubbio interessante riuscire a delineare l'andamento del mercato dei tappi sintetici a livello internazionale e nazionale. Tuttavia, al momento, tale operazione risulta alquanto difficile, non essendo disponibili dati ufficiali di mercato suddivisi per segmento, che consentano di determinare quantitativamente la produzione di tappi sintetici per i solo vini in bottiglia.
Le sole informazioni di cui si dispone sono quelle fornite dagli operatori del settore, che inizialmente stimavano la quota di mercato dei tappi sintetici intorno all'1-2% dell'intero mercato dei tappi per il vino. Sebbene vi sia ancora qualcuno che continua a considerare valido questo dato, la Supreme Corq, produttore leader, dichiara che la quota di mercato di questi prodotti è oggi del 5%. Questo nuovo dato consentirebbe di avere un'idea approssimativa del tasso di crescita di questo nuovo settore, anche se c'è da considerare la possibilità che in effetti questo potrebbe essere ancora più elevato.
Il dato stimato dall'azienda è lo stesso di quello dichiarato all'inizio del 1999, anteriormente quindi all'entrata di nuovi grossi produttori e quindi, conseguentemente, all'allargamento della distribuzione dei tappi sintetici a livello mondiale [11].

10.3 Gli attori principali

Tra i principali produttori a livello mondiale di tappi sintetici ritroviamo due aziende statunitensi, la Supreme Corq e la Newpack USA, affiancate da un'azienda australiana, la Anthony Smith Australasia (ASA). Accanto a queste vi sono tuttavia altre aziende sparse per il mondo che possono venire menzionate, tra cui Cortex e Cellukork, Guardian, Southcorp Packaging e altre ancora.
In Italia sul mercato dei tappi sintetici ritroviamo, oltre ai prodotti di provenienza estera forniti dai distributori ufficiali a livello nazionale ed europeo, anche alcuni tappi sintetici prodotti localmente.
Nella tabella 9 vengono riportate rispettivamente le denominazioni delle aziende e i nomi commerciali dei loro prodotti e gli eventuali indirizzi del sito internet aziendale.

Tabella 9 - Alcuni dei principali produttori di tappi sintetici nel mondo e in Italia

Azienda	Marchio del prodotto		Sito web
Supreme Corq, Inc.	US	SupremeCorq™	www.supremecorq.com
Newpak USA, Inc	US	Nomacorc®	www.newpakusa.com
Guardian Cork Company	US	GuardianTM Cork	jelinek.com
Neocork Technologies	US	Neocork	www.neocork.com
Cellucork	US	Cellukork	
ASA	AU	Integra	www.integraclosures.com
Southcorp Packaging	AU	Aegis	
Betacorque Ltd.	GB	BetacorqueTM	www.betacorque.co.uk
Novembal	F	Tage	
Cortex	N	Ecork	
Gültig	D	Vision®	
Milova Plast s.r.l	I	Art-up®	www.dalcin.com
Supercap s.r.l.	I	Supercap®	www.supercap.it
Seleplatic	I	Universal Cork ®	www.seleplastic.it
CO.PLAST	I	Cortex	www.coplast.it

10.4 Evoluzione dei materiali e caratteristiche del prodotto

I tappi sintetici sono prodotti a base polimerica, ottenuti mescolando ai polimeri di base vari additivi, per modificarne le caratteristiche e/o conferirne altre, migliorando le prestazioni del prodotto finale. Tra questi, ad esempio, possono venire menzionati i plastificanti per migliorarne la flessibilità, le sostanze lubrificanti per facilitarne l'estrusione o lo stacco dagli stampi, i coloranti o pigmenti per renderli simili al sughero naturale o, seguendo le ultime tendenze, per differenziarli totalmente attribuendo loro colori sgargianti.
Inizialmente, per la produzione dei tappi sintetici venivano impiegati, in particolare, materiali termoplastici poliolefinici quali polietilene (PE), copolimeri a base di stirene, o, ancora, elastomeri come l'etilen-vinil acetato (EVA), che non erano tossici e possedevano caratteristiche quali flessibilità ed elasticità.
Queste resine venivano miscelate con agenti espandenti (azodicarbonamide), al fine di ottenere materiali più leggeri, con una struttura interna cellulare, per renderli più simili al prodotto naturale in sughero.
Nella scelta dei materiali molta attenzione era stata data inizialmente all'ottenimento di una chiusura alternativa al tappo naturale, che risultasse chimicamente inerte e con caratteristiche di barriera all'ossi-

geno, penalizzando però la funzione “sigillatura”. I primi tappi sintetici, dopo essere stati inseriti, tendevano infatti ad incresparsi, formando dei canali lungo la loro superficie esterna, non riuscendo a mantenere la pressione iniziale contro il collo della bottiglia fino al momento della stappatura.
È così che si è arrivati all’impiego nella produzione dei tappi degli elastomeri termoplastici (TPE), materiali simili alla gomma, facili da lavorare, che possono essere colorati e riciclati.
Il materiale elastomerico - essendo facilmente accoppiato con le poliolefine, dando luogo agli elastomeri termoplastici poliolefinici (TEO) - ha consentito di ottenere prodotti con sezioni rigide e flessibili secondo le necessità. È divenuto così possibile far acquisire al prodotto finale la capacità di deformarsi in modo elastico, conferendogli quell’elasticità necessaria che mancava ai prodotti iniziali.
Attualmente, le aziende principali, che dominano il mercato dei tappi sintetici, si contendono le vendite proponendo prodotti che vanterebbero prestazioni migliori rispetto a quelli precedenti e/o concorrenti, non solo grazie ad innovazioni tecnologiche relative alla composizione e quindi alle materie plastiche, additivi, e altro, utilizzate. In tempi recenti si è infatti assistito al lancio sul mercato di chiusure sintetiche ottenute mediante processi produttivi innovativi.
È il caso, ad esempio, del Guardian Cork, un tappo stampato ad iniezione mediante un processo brevettato dalla stessa azienda produttrice. O ancora, dei recenti Nomacorc, un tappo estruso, e Neocork, ottenuto mediante coestrusione, che si differenziano principalmente per la tecnologia di processo, essendo ottenuta per stampaggio ad iniezione la gran parte dei tappi sintetici presenti oggidì sul mercato.
Anche i risultati di uno studio recentemente condotto da un laboratorio tedesco, in effetti, confermerebbe la netta differenza dei tappi in materiale plastico di recente introduzione sul mercato rispetto a quelli precedenti. Dai risultati emersi dai test comparativi, effettuati su tappi in sughero, agglomerati e sintetici in materiale plastico sia stampati ad iniezione che (co)estrusi, sembrerebbe che l’evoluzione dei materiali e delle tecnologie utilizzati nella produzione dei tappi sintetici abbia portato ad un efficace sviluppo dei prodotti, in grado oggi di meglio rispondere alle esigenze del settore rispetto a quanto avvenisse in passato [12].
La tabella 10 riporta le caratteristiche principali che si ritiene un buon tappo in materiale plastico debba possedere. In tabella 11 sono riportati invece le specifiche tecniche di alcuni tappi sintetici presenti sul mercato.

Tabella 10 - Caratteristiche principali di un buon tappo sintetico

Non deve:

- sgretolarsi o rompersi durante la stappatura
- produrre polvere
- essere attaccabile da muffe o batteri

Viceversa deve:

- offrire un’eccellente e duratura barriera all’ossigeno, preservando nel tempo le caratteristiche organolettiche del vino
- essere assolutamente immune da cessioni di qualsiasi tipo
- essere compatibile con gli impianti di imbottigliamento esistenti
- essere facilmente inseribile e re-inseribile dopo la stappatura
- essere facilmente estraibile dal cliente finale mediante i cavatappi tradizionali
- essere leggero/avere una densità inferiore ai 0.7 kg/m^3, preferibilmente intorno ai 0.5 kg/m^3
- consentire spedizioni e stoccaggio delle bottiglie sia verticale che orizzontale
- essere pigmentabile, decorabile
- avere un aspetto naturale
- essere riciclabile

Tabella 11 - Specifiche di alcuni tappi sintetici per vini tranquilli presenti sul mercato internazionale e nazionale

	Lunghezza (mm)	Diametro (mm)	Peso (g)
SupremeCorq™	38 45		
GuardianTM Cork	38 44.5	21.1 21.0	7.5 ± 0.2 8.5 ± 0.2
Nomacorc®	37 43	22 ± 0.3	
Neocork	38.1 ± 1.0 43.2 ± 1.0	21.85 ± 0.25	5.85*
Integra	38 ± 1.0 42 ± 1.0	21.5 ± 0.5	7.2 - 7.7 7.9 - 8.5
Supercap®	37 44	21	
Art-Up®	42 42.1	21.7 21.9	7.8 8.4

* Valore desunto

10.5 Analisi dei brevetti dei tappi sintetici di plastica per vini tranquilli.

Al fine di delineare le tendenze di un segmento di mercato recente, come quello dei tappi per vini fermi, per il quale pochi sono i dati e le informazioni disponibili, ma che, al tempo stesso, mostra una certa dinamicità, sono state consultate alcune banche dati relative alle domande di brevetto presso l'Ufficio Europeo dei Brevetti (EPO), l'Ufficio Brevetti Statunitense (USPTO) e quello Internazionale (WIPO).
Tenuto conto che i brevetti rappresentano i primi risultati tangibili e quindi verificabili della ricerca e sviluppo, l'analisi brevettale consente di determinare i cosiddetti "monopoli delle idee innovative", individuando sia i principali attori sia le nuove applicazioni di materiali e tecnologie in un settore specifico.
I brevetti sono visti infatti dalle aziende più innovative come uno strumento efficace di competizione, che consente loro di proteggere le invenzioni bloccando i concorrenti. Pertanto, sempre più spesso ricorrono oggi alla brevettazione per assicurarsi un mercato o una nicchia di mercato.
L'analisi delle domande dei brevetti internazionali ed europei permette inoltre di tracciare i limiti territoriali entro cui le imprese intendono far valere i propri diritti di proprietà intellettuale, evidenziando così l'eventuale intenzione di operare sul mercato internazionale.
È probabile infatti che un'azienda che deposita una domanda di brevetto all'estero, intenda in futuro esportare oppure produrre direttamente o tramite una sussidiaria o ancora mediante la concessione di licenze il proprio prodotto in quei paesi.
Nel caso specifico, la ricerca delle domande di brevetti è stata limitata ai soli tappi sintetici per i vini tranquilli, omettendo dall'analisi quelle relative ai tappi tecnici, nonché quelli per i vini frizzanti o altre bevande alcoliche.

Il diagramma a torta riportato in Figura 14 rappresenta le percentuali dei brevetti registrati dall'ufficio europeo (EPO), statunitense (USPO) e mondiale (WIPO). In particolare, i dati si riferiscono ai brevetti per i quali hanno validità legale i diritti di esclusiva dell'invenzione, non essendo scaduti ancora i termini temporali previsti.
Non si è tenuto conto, in questo caso, delle domande di brevetto che appartengono alla stessa famiglia in quanto si riferiscono alla medesima invenzione. In taluni casi infatti si può parlare di veri e propri "pacchetti" brevettuali, che derivano da un'invenzione iniziale, a cui vengono apportate modifiche o aggiunte, integrandola o migliorandola nel tempo. È per questo che il numero di brevetti rivendicato da alcune aziende nel proprio patrimonio brevettuale non corrisponde propriamente al numero di invenzioni innovative effettivamente realizzate.

Figura 14 - Percentuali delle domande di brevetto per tappi sintetici in materiale plastico ripartite secondo l'ufficio presso il quale è stata depositata la domanda: USPO (Ufficio Brevetti Statunitense), EPO (Ufficio Europeo dei Brevetti) e WIPO (Organizzazione Mondiale per la proprietà intellettuale).

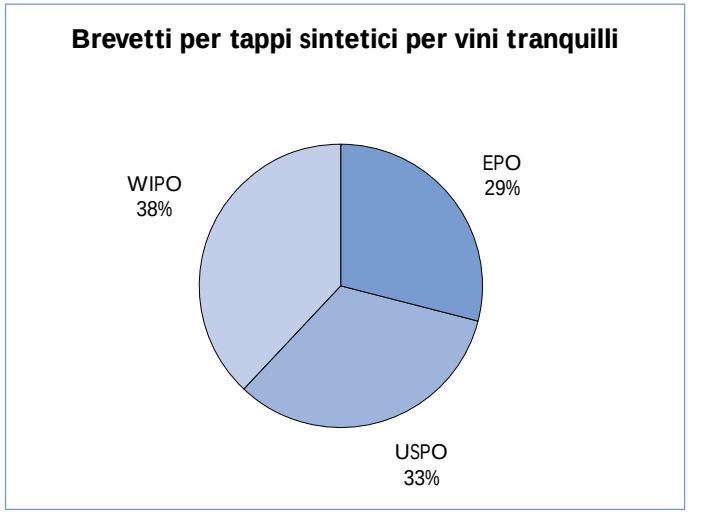
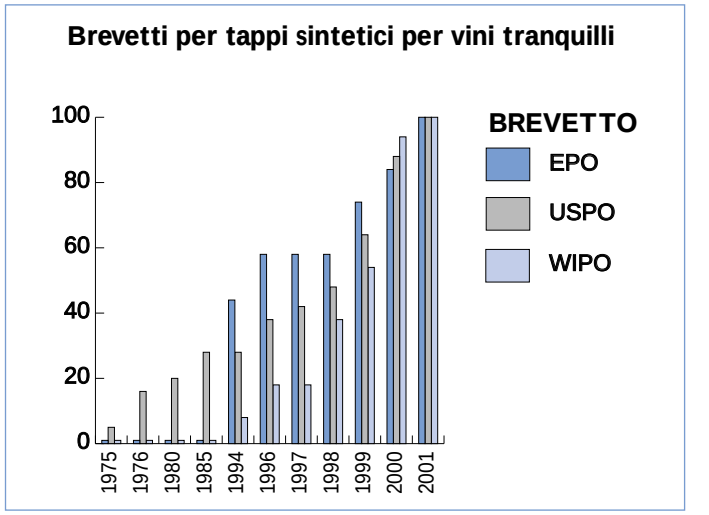
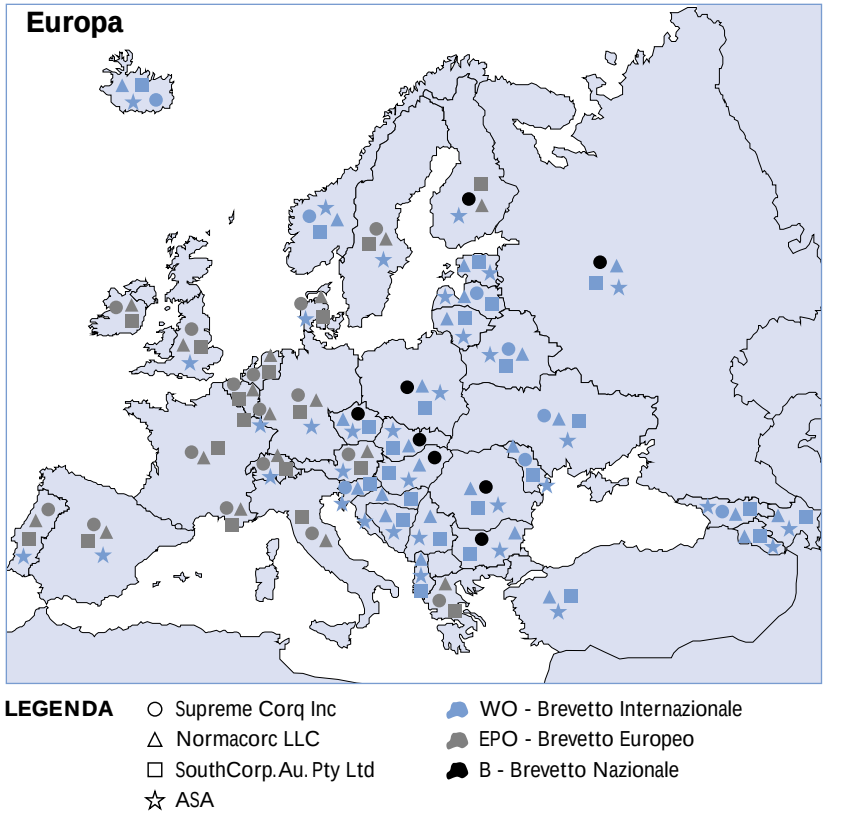


Figura 15 - Percentuale cumulate delle domande di brevetto per tappi sintetici per vini tranquilli.



La figura 15, soprastante, evidenzia invece il trend di crescita delle domande di brevetto presentate presso i tre uffici nel periodo che va dal 1975 al 2001. In esso vengono riportate le percentuali cumulate delle domanda di brevetti, mettendo in evidenza un incremento delle domande per il triennio in corso (1999-2001) che corrisponde in effetti al periodo in cui sono entrati sul mercato nuovi tappi sintetici.
Nella Figura 16 è rappresentata invece una mappa tematica per le domande di brevetto depositate dai principali produttori di tappi sintetici, ovverosia SupremeCorq, Newpack (ex Nomacorc), ASA e SouthCorp Australia Pty. La Neocork, assieme alla NewPack diretto concorrente della SupremeCorq negli S.U., non ha al momento presentato alcuna domanda di brevetto internazionale.
Dalla figura è possibile senza dubbio riscontare il vantaggio sui concorrenti della SupremeCorq sul piano della brevettazione internazionale. Il numero di paesi in cui la SupremeCorq ha già depositato le domande di brevetti nazionali, continuando quindi la procedura per il rilascio dei brevetti nei singoli stati dopo il deposito della domanda di brevetto internazionale, è più elevato. Si evidenzia inoltre in modo chiaro la selezione dei mercati internazionali effettuata finora dalla Supreme Corq.

Figura 16 - Mappa tematica per le domande di brevetto depositate dai principali produttori di tappi sintetici.



Bibliografia

[1] *Industry Statistics*, Cork Quality Council, www.corkqc.com

[2] Hunt J., "Taint necessarily so…", *Packaging Week*, 1997, 16

[3] "A Corking Row", *The Economist*, Jun 5, 1999

[4] Silfven S., "More vinters pop for synthetic corks to preserve the quality of their wine", *The Detroit News*, Apr 14, 1998

[5] "Il tappo di plastica: come è fatto e quanto costa", www.enotime.it

[6] Caputo T., "The cork industry responds", *Wine & Vines*, Aug 1999

[7] Pitcher S., "Cork. Essential stopper material or wine last affectation?", *Vineyard & Winery Management*, 1999, n. 25, 6

[8] "La tentation du plastique", *Science & Avenir*, 1999, 263

[9] "Wine bottle closures", *Survey Results*, Clayton Reed Associates – Sabaté, 1998

[10] Atkin T., "What a corker Sunday", *Observer*, Jul 30, 2000

[11] "The great cork controversy", www.winexwired.com

[12] E. Goncalves, *The Cork Report*, Dec 2000

[13] Jung R., Zürn F., "Nouveautée dans les bouchons en plastiques" *Revue Française d'œnologie*, juillet / août 2000, 183, 29

Finito di stampare nel mese di Settembre 2001