

**ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
CAMPUS DI CESENA
SCUOLA DI AGRARIA E MEDICINA VETERINARIA**

CORSO DI LAUREA IN VITICOLTURA ED ENOLOGIA

**“RUOLO DELL’OSSIGENO DURANTE LA CONSERVAZIONE
DEL VINO BIANCO: ASPETTI CHIMICI E SENSORIALI”**

Relazione finale in Chimica Enologica

Relatore: Prof. Andrea Versari

Presentata da Raffaele Mazzoni

Correlatore: Dott.ssa Giuseppina P. Parpinello

Sessione II

Anno accademico 2014/2015

Ringraziamenti

Desidero ringraziare il Professor Andrea Versari, docente di Chimica Enologica, per la sua competenza e disponibilità sia durante il corso universitario sia durante la stesura del presente lavoro.

Inoltre, ringrazio la cooperativa agricola Caviro che mi ha permesso di svolgere la tesi al suo interno, in particolar modo la Dott.ssa Barbieri Barbara, il Dott. Mazzavillani Giacomo e l'Ing. Marani Giovanni per la loro chiarezza e gentilezza nello svolgimento della tesi.

Un grazie di cuore è doveroso farlo a coloro che mi hanno sempre supportato in questo percorso. Mi hanno dato la forza morale per arrivare a questo traguardo, sono sempre stati vicino in ogni difficoltà, mi hanno sempre sostenuto, sono stati i primi a credere in me, e al raggiungimento di questo scopo. Grazie Mamma, grazie Babbo e grazie Nonni.

Un altro appoggio fondamentale per il raggiungimento di questo obiettivo sono stati i miei amici per avermi sopportato, aiutato e motivato a farmi rialzare sempre e comunque. Grazie.

INDICE

CAPITOLO 1. INTRODUZIONE.....pag. 7

- 1.1 Importanza dell'ossigeno in enologia
- 1.2 Dissoluzione e consumo dell'ossigeno nel vino
- 1.3 Gestione dell'ossigeno
- 1.4 Ossigeno nel confezionamento e imbottigliamento
- 1.5 Come misurare l'ossigeno

CAPITOLO 2. OBIETTIVO.....pag. 28

CAPITOLO 3. MATERIALI E METODI.....pag. 29

- 3.1 L'azienda
- 3.2 I campioni
- 3.3 Analisi svolte
- 3.4 Metodiche utilizzate
- 3.5 Processo

CAPITOLO 4. RISULTATI E DISCUSSIONE....pag. 43

- 4.1 Analisi chimiche pre-confezionamento taglio 230
 - 4.1.1 Temperatura e ossigeno nelle fasi
 - 4.1.2 Grafici
 - 4.1.3 Altri dati
 - 4.1.4 Analisi chimiche post-confezionamento
 - 4.1.5 Analisi sensoriale shelf-life
- 4.2 Analisi chimiche pre-confezionamento taglio 282
 - 4.2.1 Temperatura e ossigeno nelle fasi
 - 4.2.2 Grafici
 - 4.2.3 Analisi chimiche post-confezionamento
 - 4.2.4 Analisi sensoriale shelf-life
- 4.3 Profili aromatico
- 4.4 Panel università

CAPITOLO 5. CONCLUSIONI.....pag. 86

CAPITOLO 6. BIBLIOGRAFIA.....pag. 88

CAPITOLO 7. SITOGRAFIA.....pag. 90

CAPITOLO 1

INTRODUZIONE

CAPITOLO 1.1 L'IMPORTANZA DELL'OSSIGENO IN ENOLOGIA

“L’ossigeno è il peggior nemico del vino, ma è l’ossigeno che fa un vino buono” (Pasteur 1866).

1.1.1 L’ossigeno

L’ossigeno appartiene al VI gruppo del sistema periodico degli elementi. È un gas piuttosto diffuso nell’universo, e nell’atmosfera terrestre ed è presente in una percentuale pari al 21% circa.

Rappresenta con il carbonio e l’idrogeno uno dei principali costituenti della materia organica. Dopo il fluoro è l’elemento a più alta elettronegatività, e da questa caratteristica dipendono gran parte delle sue proprietà chimiche. La reazione tra l’ossigeno e le sostanze organiche è energeticamente molto favorita, ma le reazioni si svolgono lentamente in condizioni normali, se non in presenza di luce o di qualche altra fonte radicalica .

1.1.2 L’influenza dell’ossigeno nel vino

L’ossigeno ha un ruolo chiave durante i processi di vinificazione: le diverse azioni che esercita prima, durante e dopo la fermentazione sono tali e tante da condizionare in modo decisivo le caratteristiche del prodotto finito (*Petrozziello 2004*). L’effetto di questo gas dipende dal tipo di vino e dalla intensità delle ossidazioni: troppo poco ossigeno porta all’insorgenza di un ambiente riducente, con sviluppo di gravi difetti organolettici, mentre un piccolo apporto di ossigeno è essenziale per una evoluzione positiva della qualità organolettica. Se però l’apporto di ossigeno al vino è eccessivo si possono avere fenomeni ossidativi indesiderati. I problemi derivanti da una quantità troppo bassa (riduzione) o troppo alta (ossidazione) di ossigeno sono all’origine dei più importanti difetti che si sviluppano nel vino in bottiglia e che, non potendo essere corretti dall’enologo, determinano gravi difetti qualitativi al momento

del consumo (*Tondello 2012*).

Esaminando longitudinalmente il processo della produzione del vino, dal grappolo fino alla bottiglia, possiamo immaginare di dividerlo in due parti. Una prima in cui la presenza di ossigeno è cercata e voluta, per favorire alcuni processi fisici e chimici, ma anche per migliorare le caratteristiche organolettiche del vino, in particolare per i rossi, attraverso apporti contenuti di ossigeno. Una seconda in cui invece è necessario proteggere il vino dall'ossigeno e dal rischio che esso possa compromettere la qualità del prodotto. Travasi, centrifugazioni, filtrazioni, apportano quantità di ossigeno notevoli al vino, che dipendono dalle condizioni di lavoro con le quali avviene il movimento del liquido (*Bolla 2010*).

1.1.3 Le vie dell'ossigeno

L'ossigeno partecipa alla vita del vino nel bene e nel male, dal momento in cui l'uva diviene mosto fino all'imbottigliamento e anche oltre, nell'evoluzione del vino in bottiglia. Le vie d'accesso e di reazione sono essenzialmente tre e si succedono anche temporalmente nella vita dei mosti e dei vini:

- la prima è la via di consumo enzimatico dell'ossigeno e ha luogo principalmente nei mosti, al cui interno sono presenti gli enzimi ossidasici delle uve e di alcuni agenti patogeni come la *Botrytis cinerea*;
- la seconda è la via di consumo microbiologico che prevale soprattutto nel corso della fermentazione alcolica per il metabolismo dei lieviti *Saccharomyces cerevisiae*;
- la terza via è legata al consumo dell'ossigeno nelle reazioni chimiche dei costituenti del vino e prevale soprattutto nelle fasi di maturazione e affinamento. L'ingresso dell'ossigeno avverrà prevalentemente grazie alle reazioni enzimatiche nella fase prefermentativa, ai lieviti nel corso della fermentazione e ai sistemi chimici dei polifenoli nel corso dell'affinamento (*De Basquiat 2008*).

1.1.4 Le reazioni enzimatiche

Nei primissimi momenti della vinificazione, quando la bacca viene aperta e il suo contenuto si riversa all'esterno, l'ossigeno entra in contatto con alcuni costituenti dei mosti e con gli enzimi ossidasici dell'uva - le polifenolossidasi e, nel caso di uve non sane, la laccasi prodotta da *Botrytis cinerea* - e avvia una serie di reazioni ossidative di fondamentale importanza per la qualità del prodotto finale.

Se nei vini rossi la presenza di polifenoli con azione antiossidante può almeno in parte limitare l'azione negativa delle reazioni di ossidazione enzimatica, la gestione delle reazioni ossidative sui mosti delle uve bianche determina in gran parte la qualità

e lo stile finale del vino, tanto che il tipo di vinificazione si definisce proprio in funzione della modalità di gestione dell'ossigeno.

1.1.5 L'ossidazione dei vini

L'influenza delle ossidazioni sul vino è notevole, tanto da condizionare sia l'aspetto chimico-fisico che quello sensoriale. Fatta eccezione per quei vini nei quali il carattere "ossidato" è ricercato poiché peculiare della medesima tipologia di vino (basti pensare ai vini affinati sotto uno strato di lieviti *flor*, caratterizzati da un'intensa ossidazione biologica), la nota ossidata è da evitare perché incide negativamente sulla componente aromatica, sulla freschezza, sulla struttura e sul colore dei vini. L'ossidazione del vino comprende una serie di reazioni di primaria importanza per le caratteristiche del prodotto finito. Tali reazioni si possono manifestare durante il processo produttivo oppure nelle successive fasi di affinamento e devono essere opportunamente controllate sia che le si voglia favorire che evitare. Oggi le tecniche a disposizione sono molteplici e consentono di operare nelle varie fasi di vinificazione sia in riduzione che in ossidazione; sono stati sviluppati diversi metodi di lavoro come l'iperossigenazione, il rimontaggio all'aria o in presenza di azoto, l'utilizzo dei gas inerti per la conservazione e per l'imbottigliamento (*Ribéreau-Gayon, 1998*). La maggior parte dei vini bianchi sono ottenuti cercando di limitare i fenomeni ossidativi nelle diverse fasi produttive. L'ossidazione porterebbe fondamentalmente a tre conseguenze negative: l'imbrunimento del colore, la perdita di aromi fruttati nei vini giovani e la mancata formazione del *bouquet* di riduzione durante l'invecchiamento in bottiglia (*Ribéreau-Gayon, 1998*).

I processi ossidativi sono condizionati da vari fattori, i più importanti dei quali sono:

- il tempo di esposizione del vino all'aria, in quanto condiziona la dissoluzione dell'ossigeno (O₂) nel vino;
 - la temperatura, che influenza in maniera differente la dissoluzione e il consumo dell'O₂ nel vino;
 - il pH del vino, in quanto incide fortemente sulla velocità delle ossidazioni, regolando l'equilibrio fenolo-fenolato e dunque condizionando la concentrazione di fenolato disponibile a subire una reazione ossidativa.
- La protezione dei mosti dalle ossidazioni è svolta tradizionalmente con l'uso di antiossidanti come l'anidride solforosa e in tempi più recenti l'acido ascorbico, che agiscono interrompendo la catena ossidativa.

Recentemente si è diffusa la tecnica detta dell'iperiduzione, sviluppatasi prevalentemente in Australia e in Nuova Zelanda. Tale tecnica prevede insieme all'uso degli antiossidanti (anidride solforosa e acido ascorbico) distribuiti a partire dalle fasi di raccolta, la protezione del prodotto con gas inerte in tutte le fasi di lavorazione delle uve, dei mosti e dei vini. Lo scopo in questo caso è di proteggere dalle ossidazioni tutti i composti sensibili presenti, evitando l'innesco delle catene di ossidazione enzimatiche e il contatto con l'ossigeno. I vini ottenuti con questa tecnica conservano una buona aromaticità e freschezza aromatica.

Infine, la temperatura gioca un ruolo fondamentale in quanto più essa è bassa tanto minore sarà la velocità di consumo dell'ossigeno da parte delle polifenolossidasi dei mosti e quindi la produzione dei composti bruni (*De Basquiat 2008*).

CAPITOLO 1.2 DISSOLUZIONE E CONSUMO DELL'OSSIGENO NEL VINO

1.2.1 I gas in enologia

Quando un gas come l'ossigeno viene immesso in un mezzo nel quale non viene consumato, esso tende a passare dalla zona a maggior concentrazione a quella dove la concentrazione è minore: si forma cioè un gradiente di concentrazione. Questo fenomeno di diffusione è regolato dalla legge di Fick:

$$F = D \frac{dc}{dt} \quad \rightarrow \text{prima legge di Fick, dove:}$$

F: flusso di trasferimento mol/sec per m²

D: è il coefficiente di diffusione

dc/dt: esprime il gradiente di concentrazione nella direzione della diffusione e nell'unità di tempo.

La dissoluzione di un gas in un liquido procede fino a un punto di saturazione che varia in funzione della temperatura, della pressione e della sua solubilità. L'ossigeno disciolto nel vino fa riferimento alla diffusione di un gas in un mezzo liquido (vino) per cui la legge di Fick diventa:

$$F = Ki(C^* - C), \text{ dove:}$$

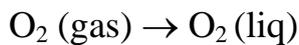
Ki: coefficiente di diffusione dell'ossigeno tra due diverse fasi in m/sec;

C*: rappresenta la concentrazione di ossigeno in condizioni di saturazione;

C: invece rappresenta la concentrazione di ossigeno disciolto nel mezzo.

La velocità con cui il processo di dissoluzione avviene dipende dalla temperatura e dalla superficie di contatto tra gas e liquido (*Biondi Bartolini 2008*).

L'ossigeno, sostanza apolare, manifesta una debole tendenza a disciogliersi nei liquidi e la sua solubilità dipende da due fattori: la temperatura e la pressione parziale dell'ossigeno nella fase gassosa a contatto con il liquido. Immaginando di portare a contatto una certa quantità di liquido (nel quale l'ossigeno all'inizio sia totalmente assente) con dell'aria, di cui l'ossigeno è uno dei principali costituenti, in corrispondenza della superficie di contatto tra le due fasi potrà avvenire il passaggio di molecole O₂ dalla fase gassosa alla fase liquida:



La velocità di questa reazione dipende dalla pressione parziale dell'ossigeno nella fase gassosa, grandezza direttamente proporzionale alla concentrazione molare, e poichè la pressione parziale dell'ossigeno rimane praticamente costante, la velocità di questa reazione si può ritenere costante. La solubilità dei gas in un liquido è regolata dalla legge di Henry. In particolare essa sostiene che: un gas che esercita una pressione sulla superficie di un liquido, vi entra in soluzione finché avrà raggiunto in quel liquido la stessa pressione che esercita sopra di esso.

La legge di Henry dice che a temperatura costante, la solubilità di un gas è direttamente proporzionale alla pressione che il gas esercita sulla soluzione e raggiunto l'equilibrio, il liquido si definisce saturo di quel gas a quella pressione. Tale stato di equilibrio permane fino a quando la pressione esterna del gas resterà inalterata, altrimenti, se essa aumenta, altri gas entreranno in soluzione; se diminuisce, il liquido si troverà in una situazione di sovrasaturazione e il gas si libererà tornando all'esterno fino a quando le pressioni saranno nuovamente equilibrate. Un'espressione matematica della legge di Henry può essere la seguente:

$$P = kC, \text{ dove:}$$

P è la pressione del gas sulla soluzione,

C è la concentrazione del gas nella soluzione,

k è una costante tipica di ciascun gas che correla la pressione del gas sulla soluzione e la sua concentrazione, ad esempio per l'ossigeno: $k = 4,34 \times 10^4 \text{ L} \cdot \text{atm/mol}$.

Il valore del coefficiente k varia al variare del solvente e della temperatura. Un aumento di temperatura, provocando un aumento dell'energia cinetica del gas, provoca una diminuzione di solubilità per l'effetto di allontanamento delle molecole gassose dalla fase liquida. A 25°C, infatti, la solubilità dell'ossigeno disciolto è 8,3

mg/L, mentre a 4°C, 13,1 mg/L. E' interessante tenere sotto controllo la temperatura poiché incide fortemente sulla dissoluzione dell'ossigeno nel vino (*Bolla 2010*).

1.2.2 I fattori che influenzano la solubilità e il consumo

Temperatura → influisce sul tasso di saturazione e sulla velocità di consumo dell'ossigeno. A bassa temperatura il tasso di saturazione è più elevato e la velocità di consumo minore;

SO₂ → Influisce poco al consumo di ossigeno di un vino rosso mentre influisce più sensibilmente nel consumo di ossigeno di un vino bianco;

Ferro e rame → sono catalizzatori dei fenomeni di ossidazione: la loro aggiunta può arrivare a raddoppiare la capacità di consumo dell'ossigeno da parte di un vino;

Etanolo → alle concentrazioni più alte influisce anche se in modo poco rilevante sulla velocità di consumo dell'ossigeno;

Catechine → aumentano la capacità di consumo dell'ossigeno fino a 2,5 volte quella iniziale;

Antociani → aumentano la capacità di consumo dell'ossigeno fino a 4 volte quella iniziale;

Complessi tannini-antociani → aumentano la capacità di consumo dell'ossigeno fino a 3,2 volte quella iniziale. (*Cavini 2008*)

Nel vino in condizioni di temperatura ambiente (20°C), in aria e a pressione atmosferica, la concentrazione di ossigeno disciolto in condizioni di saturazione corrisponde a 8,3 mg/L. Tenendo conto che la concentrazione in ossigeno nell'atmosfera è di circa il 20%, la concentrazione in condizioni di saturazione dell'ossigeno puro (100% di ossigeno) a pressione di 1 bar e a temperatura ambiente sarà cinque volte tanto cioè 42 mg/L. La presenza di altri gas disciolti in soluzione come la CO₂ riduce la dissoluzione dell'ossigeno (*Devatine et al., 2007*).

Nel vino il consumo di ossigeno, sia chimico sia microbiologico, segue una logica esattamente opposta: rallenta al diminuire della temperatura e aumenta al suo crescere. L'incremento di ossigeno disciolto e il suo mancato consumo alle basse temperature rappresentano per questo motivo uno dei punti di maggiore criticità nella prevenzione dei fenomeni ossidativi.

1.2.3 Come si consuma l'ossigeno

Le fonti di ossigeno nel vino derivano da apporti tecnologici (travasi e arieggiamenti) o dal passaggio dell'ossigeno attraverso le pareti dei recipienti (affinamento in barriques). È bene, innanzitutto, distinguere tra la dissoluzione, che indica l'assorbimento dell'ossigeno ad un dato momento, e il consumo dell'ossigeno, che risulta conseguente dell'attività ossido riduttiva del vino nel tempo. Dissoluzione e consumo dell'O₂ sono due fenomeni differenti e influenzati in maniera opposta dalla temperatura (*Dal Cin 1991*):

- la solubilità dell'O₂ nei liquidi decresce all'aumentare della temperatura;
- la velocità di reazione dell'O₂ con i composti del vino cresce all'aumentare della temperatura; infatti, ad alte temperature l'ossigeno disciolto nel vino scompare in pochi minuti. La quantità di ossigeno assorbito durante le lavorazioni di cantina è molto variabile e dipende da numerosi fattori: profondità e superficie a contatto con l'atmosfera, durata del contatto, eventuale agitazione del liquido, volume della massa, temperatura, presenza di gas inerti in soluzione. Usseglio-Tomasset (*1978*) precisa che i vini arricchiti in anidride carbonica presentano un minor assorbimento di ossigeno, specie se il contenuto in gas supera i 100 mg/L.

Dal Cin (1991) sostiene che, considerando l'esempio di un travaso, l'arricchimento di ossigeno muta fortemente se l'estremità di uscita del tubo viene immersa nella massa (0,1-0,3 mg/L di O₂) o se il getto viene fatto cadere dall'alto (2-5 mg/L di O₂). La solubilità dell'ossigeno nel vino varia da 5,6 a 6,0 mL/L a 20°C e da 6,3 a 6,7 mL/L a 12°C; inoltre, aumenta con l'aumentare del contenuto in alcool, perché quest'ultimo forma con l'aria un'emulsione persistente (*Usseglio-Tomasset 1978*).

I vini rossi sono caratterizzati da un contenuto di composti fenolici maggiore rispetto ai vini bianchi ed essendo queste sostanze molto ossidabili la velocità di consumo dell'ossigeno nei rossi rispetto ai bianchi è maggiore. Altro fattore che incrementa la velocità di consumo dell'ossigeno è la presenza dei catalizzatori ferro e rame (Fe e Cu).

1.2.4 Le vie per il consumo

Il consumo di ossigeno può avvenire per **via enzimatica**; avviene dal momento di raccolta dell' uva (all'interno dei contenitori), al momento di ricezione delle uve (diraspatura, pressatura ecc) fino all'inizio della fermentazione alcolica. Gli enzimi coinvolti sono le polifenolossidasi rappresentate dalla tirosinasi e dalla laccasi nel caso di uve affette da *Botrytis cinerea*. I substrati preferenziali delle polifenolossidasi sono gli acidi cinnamici (contenuti nelle uve a bacca nera o bianca in misura

pressoché equivalente, nel ordine dei 140 g/kg di uva).

Un'altra via principale è quella **microbiologica** di consumo di ossigeno durante la vinificazione è rappresentata da *Saccharomyces cerevisiae*, microorganismo eucariote agente della fermentazione alcolica. *Saccharomyces cerevisiae* è in grado di attuare metabolismo sia respiratorio (aerobio) che fermentativo (anaerobio) ma visto che appartiene al gruppo dei microorganismi Crab-tree positivi, nei quali il metabolismo respiratorio viene inibito da concentrazioni zuccherine superiori al 2%, in condizioni enologiche questo lievito è in grado di attuare solo il metabolismo fermentativo. Nonostante *S. cerevisiae* attui un metabolismo anaerobio è stato dimostrato che il suo fabbisogno in ossigeno riveste un'importanza determinante per il buon andamento della fermentazione alcolica. Infatti l'ossigeno è essenziale per la sintesi, da parte del lievito, dei suoi fattori di sopravvivenza, acidi grassi costituenti dei fosfolipidi e steroli, che rappresentano i principali costituenti della membrana cellulare dei lieviti. Un tenore in acidi grassi insaturi e di steroli insufficiente determina una perdita di funzionalità della membrana cellulare causando così l'arresto di fermentazione, dovuta, ad esempio, dall'entrata dell'etanolo nel citoplasma della cellula.

Dato il maggiore consumo di ossigeno dei vini rossi rispetto ai vini bianchi risulta evidente che i principali composti coinvolti nel **consumo chimico** di ossigeno nel vino siano i composti polifenolici, e tra questi soprattutto gli ortodidrossifenoli (ac. caffeico, ac. caftarico, le catechine ecc.). Altre molecole coinvolte nel consumo chimico di ossigeno nel vino sono i solfiti, l'acido ascorbico e l'etanolo che rivestono tuttavia importanza secondaria. Le reazioni tra ossigeno e composti fenolici avvengono solo dopo la loro attivazione: l'attivazione dell'ossigeno avviene tramite la fissazione su alcune sostanze chiamate autossidabili (Fe^{3+} , Cu^{2+}) dando perossidi instabili in grado di ossidare altre sostanze non direttamente ossidabili dall'ossigeno (Cavini 2008).

CAPITOLO 1.3 GESTIONE DELL'OSSIGENO

1.3.1 Generalità

La gestione dell'ossigeno durante il processo di vinificazione si può suddividere in 3 fasi: una prima fase pre-fermentativa (per i vini bianchi), una seconda fase fermentativa che va fino ai momenti immediatamente successivi alla svinatura nei vini rossi e una fase di affinamento.

Pre-fermentazione: in questa fase l'ossigeno disciolto non si combina direttamente con le sostanze ossidabili, ma per farlo necessita di alcuni catalizzatori quali enzimi

ossidasi (tirosinasi e laccasi), metalli pesanti (ferro e rame). Qui si può avere una prima ossidazione del mosto in caso di forte ossigenazione. Questa avviene a carico dei composti fenolici semplici (acidi fenolici) e dei chinoni. Alcuni aromi varietali sono molto sensibili all'ossidazione dovuta ad iper-ossigenazione, già a partire dal mosto (es. quelli del Sauvignon Blanc).

Nel mosto sono però già presenti composti naturali in grado di dare protezione contro l'ossidazione. Questi antiossidanti naturali sono:

- Vitamina C (acido ascorbico) che risulta però essere poco presente;
- Tannini e polifenoli: più importanti nei vini rossi;
- Glutazione: questo è un tripeptide ampiamente diffuso in natura, esso si combina con i chinoni per formare una molecola molto stabile ed inossidante. Esso è però molto ossidabile in fase di lavorazione dell'uva (pigiatura e pressatura), qui ne viene perso circa il 60%.

Fermentazione: nella fase fermentativa l'ossigeno è molto importante per la produzione di fondamentali fattori di crescita dei lieviti. Tra questi ci sono gli steroli, sostanze indispensabili al lievito poiché costituiscono la parete cellulare di quest'ultimo e permettono la sua resistenza all'alcool e ai prodotti secondari della fermentazione. Gli steroli si formano quando l'ossigeno è disponibile nella fase di massima crescita del lievito, per questo è necessario un buon apporto di ossigeno nelle prime fasi della fermentazione. Gli steroli sono tanto più necessari quando le condizioni sono difficili, ossia quando si hanno mosti con APA (azoto prontamente assimilabile) molto basso, quantità di zuccheri molto alta (aumento dell'effetto osmotico dello zucchero con difficoltà di sviluppo iniziale dei lieviti) e temperature molto alte. I lieviti tendono a consumare immediatamente tutto l'ossigeno disponibile ed allo stesso tempo a produrre anidride carbonica (con la fermentazione), in questo modo non avviene alcuna ossidazione in questa fase.

Post-fermentazione / affinamento: l'ossigeno gioca un ruolo fondamentale nell'affinamento dei vini, può apportare notevoli benefici o può essere fonte di problematiche. L'ossigeno nei vini rossi porta due sostanziali vantaggi, infatti esso partecipa all'evoluzione e stabilizzazione del colore e partecipa alla riduzione dell'astringenza dovuta ai tannini. Qui l'ossigeno tende ad ossidare una piccola parte di alcool creando così acetaldeide, che in quantità controllate aiuta a stabilizzare il vino soprattutto contribuendo al mantenimento del colore. Nei vini bianchi partecipa al miglioramento del "corpo" e può eliminare spiacevoli caratteri per esaltarne altri (*Ruggeri 2010*).

1.3.2 Come si arricchisce il vino in ossigeno

La concentrazione di ossigeno nel vino viene misurata in varie fasi: produzione, stoccaggio e confezionamento. Ogni vino reagisce all'ossigeno in modo unico e differenziato, per cui è necessario verificare che il dosaggio non sia mai eccessivo e che non si abbiano accumuli di ossigeno disciolto nocivi alla qualità del vino. Quando il vino esce dalla fase di fermentazione (in cui è protetto dalla CO₂ di fermentazione che il lievito produce) e passa a quella di stabilizzazione, subisce diversi processi/trattamenti che arricchiscono in ossigeno il vino. Ciò avviene principalmente nelle prime fasi dei trasferimenti della massa da un contenitore ad un altro, specialmente se il circuito non è inertizzato.

Origine	Operazioni	Ossigeno disciolto
Trasferimenti	Pompaggio	2 mg/L
	Travaso da vasca a <i>barrique</i>	6 mg/L
	Travaso dal basso da vasca a vasca	4 mg/L
	Travaso dall'alto da vasca a vasca	6 mg/L
Trattamenti	Filtrazione su terra	7 mg/L
	Filtrazione	4 mg/L
	Centrifugazione	8 mg/L
	Imbottigliamento	3 mg/L
Interventi	Travaso con arieggiamento	5 mg/L
	Travaso senza arieggiamento	3 mg/L
	Colmatura delle <i>barrique</i>	0,25 mg/L
Legno	<i>Barrique</i> Limousin nuove	20 mg/L · anno
	<i>Barrique</i> Centre nuove con tappo in legno appoggiato	28 mg/L · anno
	<i>Barrique</i> Centre nuove con tappo in legno di lato	36 mg/L · anno
	<i>Barrique</i> Centre nuove con tappo in silicone	45 mg/L · anno
	<i>Barrique</i> usate (5 vini)	10 mg/L · anno

(Vidal e Moutounet 2001)

Nella tabella sono riportati alcune pratiche di cantina e la quantità massima di ossigeno disciolto nel vino misurata dopo il trattamento. I dati derivano da prove effettuate da Vidal e Moutounet che nel 2001, hanno osservato che la quantità di ossigeno che si discioglie nel vino può causare danni qualitativi. Questo avviene principalmente in fase di avviamento e fermo degli impianti; per quanto riguarda ad esempio le operazioni di pompaggio e travaso le fasi critiche sono l'avviamento e la fine dell'operazione. L'arricchimento di ossigeno è dovuto pertanto al contatto con l'aria che si trova nel volume vuoto del circuito all'inizio e alla fine del pompaggio. Gli autori della tabella nelle loro prove hanno individuato anche che i principali punti critici sono i travasi e pompaggi della massa, soprattutto nelle realtà industriali, dalla

vasca alla cisterna stradale, e dalla cisterna alla vasca vuota. La concentrazione in ossigeno disciolto dei vini trasportati per mezzo delle cisterne al loro ricevimento dipende quasi sempre dal livello di riempimento del compartimento. Hanno misurato che in una cisterna a temperatura del vino a 18°C piena, l'ossigeno è pari a 0,4 mg/L mentre a cisterna vuota per il 20% misurano una concentrazione di ossigeno disciolto pari a 1,4 mg/L. Lo stesso accade in una cisterna di vino rosso: a cisterna piena l'ossigeno disciolto è pari a 0,7 mg/L mentre a cisterna vuota del 30% è di 3,3 mg/L (*Vidal e Moutounet 2001*).

La quantità di ossigeno disciolto nel vino dipende anche dal tipo di pompa utilizzata: una leggera aerazione del vino nella fase di partenza del pompaggio è inevitabile ed è preferibile utilizzare pompe monovite, poiché inducono meno turbolenza di altre, come per esempio quelle a pistoni. Da evitare le pompe centrifughe, che apportano anche 2-3 mg/L di ossigeno, a causa della cavitazione che si forma all'inizio e alla fine del pompaggio, portando nel vino notevoli volumi d'aria; ciò si può evitare applicando alla pompa un variatore di frequenza (inverter) (*Desseigne, Vidal, Moutonnet 2001*).

1.3.3 Macro e micro-ossigenazione

La distinzione tra macro e micro-ossigenazione riguarda l'entità dei dosaggi di ossigeno immesso nel vino ed è dell'ordine dei mg/l giorno nel primo caso e dei mg/L/mese nel secondo. Il principio della somministrazione in modo continuo di una dose definita nell'arco di tempo impostato (un mese o un giorno) non varia tra una tecnica e l'altra. Uno stesso dosaggio di ossigeno può essere somministrato anziché con un flusso continuo anche in modo puntuale, in dose singola, iniettando in un'unica soluzione e in un intervallo di tempo ridotto, tutta la dose di ossigeno.

In questo caso non è corretto parlare di micro-ossigenazione in quanto sia l'effetto sia la cinetica di discioglimento dell'ossigeno nel vino saranno più simili a quanto avviene in un rimontaggio con areazione o in un travaso, piuttosto che nell'applicazione di una micro dose di ossigeno in modo continuo.

Esistono tuttavia casi in cui anche questo tipo di applicazione risulta utile (per esempio nel corso della fermentazione alcolica o nella simulazione o riproduzione di un travaso) per cui un buon micro-ossigenatore presenta anche la possibilità di utilizzo di questo tipo di somministrazione puntuale.

La distinzione tra macro e micro-ossigenazione riguarda poi come conseguenza dei diversi dosaggi utilizzati, le applicazioni nelle quali la prima o la seconda tecnica vengono utilizzati.

Si parlerà di macro-ossigenazione e di ossigenazione in dose singola nella fase fermentativa e durante la macerazione e di sola macro-ossigenazione nelle fasi

immediatamente successive alla svinatura nei vini rossi, quando le dosi di ossigeno in giovo sono dell'ordine di alcuni mg/L giorno, da somministrarsi nell'arco di un periodo ridotto (da uno fino ad alcuni giorni).

Si parlerà invece di micro-ossigenazione quando le dosi utilizzate, dell'ordine di pochi mg/L/mese, verranno somministrate continuamente per periodi prolungati allo scopo di soddisfare il fabbisogno di ossigeno del vino in maturazione e gestire l'evoluzione del colore e delle caratteristiche gustative nel corso dell'elevage (*Biondi Bartolini 2008*).

1.3.4 Obiettivi della micro-ossigenazione

Con l'apporto di basse quantità di ossigeno nel vino nella fase successiva alla fermentazione malo lattica è possibile raggiungere i seguenti obiettivi anche nella maturazione in vasca:

1. Correggere i difetti di “verde” o “vegetale”;
2. Prevenire gli stati di riduzione;
3. Evitare gli eccessi di ossigeno disciolto che si creano nel corso dei travasi nel caso in cui sia necessario intervenire per eliminare eventuali difetti di riduzione sopraggiunti;
4. Mantenere il vino a un potenziale ossido riduttivo stabile e regolare lo stato di apertura e chiusura aromatica ai livelli desiderati in funzione dell'obiettivo e del destino del vino stesso;
5. Prolungare la sosta dei vini “*sur lies*” senza incorrere nell'insorgenza dei fenomeni di riduzione;
6. Riprodurre, facendo uso del legno, l'evoluzione aromatica e la maturazione organolettica dei tannini che si possono osservare nell'affinamento in barrique.

1.3.5 Come utilizzare la tecnica in presenza di riduzione

La riduzione è il difetto legato ai descrittori olfattivi di uovo marcio, gomma bruciata, cerino o cavolo cotto, dovuto alla presenza nei vini di composti solforati di varia natura. La riduzione indica una condizione chimico-fisica del vino, relativa al suo stato di ossidoriduzione, che si contrappone allo stato di ossidazione, mentre sono i composti solforati nelle loro forme ridotte a causare il difetto olfattivo ben conosciuto. La maggior parte delle fasi di elaborazione dei vini si svolge in un ambiente riducente (si pensi alla fermentazione alcolica e a quella malolattica, alla maggior parte delle tecniche di affinamento e, naturalmente, all'evoluzione in bottiglia), senza che necessariamente si manifestino difetti dovuti ai composti solforati. Allo stesso tempo, è possibile che vi siano composti solforati maleodoranti

anche in vini ossidati o con un potenziale redox elevato, dovuto per esempio a un'aerazione.

La micro e la macro-ossigenazione consentono di intervenire in modo tempestivo per eliminare la comparsa di riduzioni dovute alla presenza di composti solforati leggeri. E' necessario comunque seguire delle regole fondamentali :

- a) Nei vini con naturale tendenza alla riduzione sarà opportuno non tanto attendere la comparsa del difetto di riduzione per poi andarlo a correggere, quanto prevenirlo partendo con una corretta gestione dell'ossigeno in fermentazione alcolica e in seguito applicando una micro-ossigenazione continua ai dosaggi di 0,5-5 mg/L/mese in funzione delle caratteristiche del vino;
- b) Per i vini affinati "sur lies" in vasca è consigliabile rimettere in sospensione le fecce e micro-ossigenare con buona frequenza almeno nei primi tempi di affinamento, quando i complessi enzimatici delle riduttasi sono ancora particolarmente attivi. Il trattamento per la prevenzione degli stati di riduzione potrà essere effettuato nel corso dell'affinamento dei vini "sur lies" contemporaneamente ad un'operazione di batonnage con una dose di 0,5-4 mg/L di ossigeno in macro-ossigenazione o in dose singola a seconda della freschezza delle fecce;
- c) In caso di normali affinamenti in vasca chiusa la correzione degli stati di riduzione può essere ottenuta con dosaggi che vanno a seconda del tipo di vino dai 4 mg/L/giorno per i vini più giovani e strutturati o nei quali il periodo di tempo disponibile per la correzione del difetto sia breve, fino a 2 mg/L/mese in vini più "fragili" e per periodi più lunghi;
- d) Nel caso in cui infine il fenomeno di ridotto si manifesti in vini conservati in barrique la correzione potrà essere ottenuta attraverso l'applicazione di un dosaggio in dose singola di 1 mg/L;
- e) L'uso associato di derivati del legno come i chips per i vini rossi o di derivati del lievito per i vini bianchi e per i vini rossi agevola la rimozione del difetto di riduzione mediante l'allontanamento delle molecole meno volatili.

CAPITOLO 1.4 OSSIGENO NEL CONFEZIONAMENTO E IMBOTTIGLIAMENTO

1.4.1 Packaging

A oggi il vetro rappresenta il materiale preferito per l'imbottigliamento del vino, C'è però una crescente richiesta di soluzioni alternative più economiche o meno inquinanti per l'ambiente. Il materiale di imbottigliamento scelto può però influenzare in modo significativo la conservazione del vino. Uno dei principali parametri fondamentali in tal senso è il trasferimento di gas attraverso il materiale di packaging . L'ossigeno, in particolare, è uno dei primi fattori responsabili del deterioramento del vino e quindi il controllo dei livelli di questo gas è un aspetto chiave per migliorare la qualità del vino. L'ossidazione crea, infatti, rilevanti modificazioni sensoriali per quanto riguarda sia il flavor sia il colore, ma anche la creazione di aromi alternativi, la degradazione di antocianine e tannini, e la comparsa di un precipitato marrone.

Il packaging del vino gioca un ruolo fondamentale nel contatto tra il vino e il consumatore. Le immagini e le parole utilizzate nella grafica della confezione sono strumenti chiave della comunicazione verso il consumatore. La confezione determina anche il tipo d'esperienza che ha luogo al momento del consumo del prodotto. Inoltre, il contenitore del vino gioca un ruolo fondamentale nel preservare la qualità e l'uniformità durante il tempo che intercorre dall'imbottigliamento al consumo.

Dal punto di vista del marketing, la confezione del vino deve comunicare dallo scaffale il messaggio legato al marchio. Il packaging può essere utilizzato per catturare l'attenzione del consumatore, con le parole e le immagini ma anche con la forma del contenitore. La tradizionale bottiglia di vetro chiusa con tappo in sughero sta vivendo la sfida posta dalle esigenze marketing di presentare il vino a nuovi tipi di consumatore.

Uno specifico design del packaging è una componente importante nelle strategie tese a sviluppare la domanda in particolari gruppi di consumatori: il colore, la forma, le proporzioni e la grafica contribuiscono all'immagine complessiva ed al messaggio che viene comunicato con il packaging

(<http://www.imbottigliamento.it/2013/04/11/influenza-del-packaging-sulla-conservazione-del-vino/>)

1.4.2 Il tappo

Nell'imbottigliamento del vino ha grande importanza il tipo di chiusura: il tappo, oltre ad avere questa funzione, è fondamentale per il mantenimento nel tempo della qualità del prodotto contenuto nella bottiglia stessa.

Il mercato delle chiusure per vino propone una vasta gamma di soluzioni: dal sughero, sia esso naturale monopezzo oppure tappo tecnico, che è il sistema decisamente più diffuso, fino alle chiusure alternative, ancora poco utilizzate.

Tappi a base sughero → Prodotti a partire dal sughero ma costituiti da più elementi tenuti insieme da collanti di vario tipo e si distinguono in:

– *accoppiati o compensati*: costituiti da strisce di sughero di basso spessore e alta densità unite da un collante;

– *tappi tecnici*: divisibili in compositi, ottenuti tramite sistemi a compressione rotazionale, e agglomerati, ottenuti con sistemi a estrusione, a stampo o a blocchi, sono entrambi prodotti a partire da granuli di sughero uniti da un legante.

Tappi sintetici → I materiali utilizzati per la loro produzione sono materie plastiche che appartengono a due categorie di polimeri derivanti una dal butadiene e l'altra dalle poliolefine, a cui vengono aggiunti materiali espandenti. Possono essere realizzati secondo tre procedimenti: lo stampaggio a iniezione, l'estrusione e la coestrusione.

Tappi a vite → Chiusura costituita da un involucro di alluminio che contiene al proprio interno una guarnizione di tenuta multistrato (poliacoppiato di polietilene espanso+strato isolante [Saranex, alluminio, stagno] + film trasparente idoneo al contatto con gli alimenti). Per il loro uso è necessaria una bottiglia con il collo adatto, con bocca BVS o BVP e una filettatura esterna sul collo della bottiglia. Le chiusure a vite più diffuse sono la "rote" e la "wak".

Tappi in vetro → Per il loro utilizzo occorrono bottiglie con imboccatura diversa dalle classiche e la tenuta è assicurata da una piccola guarnizione in plastica tra tappo e bottiglia. Per questo tipo di chiusure le esperienze di confezionamento sono ancora poche (http://www.infowine.com/docs/Newsletter248_Def.htm.)

1.4.3 Imbottigliamento e confezionamento

La fase successiva alla stabilizzazione e alla filtrazione è senz'altro una delle fasi più critiche nella gestione dell'ossigeno in cantina; si tratta dell'imbottigliamento, o meglio del confezionamento in bottiglia, Bag In Box, brick, Pet o Kegs.

Il tenore medio di ossigeno disciolto in uscita da un serbatoio polmone di solito è di 3,41 mg/L, mentre in bottiglia il valore sale a 4,04 mg/L, con un arricchimento di 0,63 mg/L. Lo stesso studio (Vidal, Moutounet, 2004) conferma che maggiore è la

concentrazione in ossigeno disciolto nel vino, più elevata è la quantità di fenomeni ossidativi che si riscontrano nel vino in bottiglia, e l'intensità dipenderà dal tipo di vino (bianco, rosato o rosso) e dalla sua suscettibilità di evoluzione verso l'ossidazione (contenuto in molecole ossidanti e antiossidanti). L'imbottigliamento, fisso o mobile, è il momento in cui la dissoluzione dell'ossigeno è tra le più forti, ma è anche il più critico giacché la quantità di ossigeno introdotta in questa fase non può essere tolta o ridotta, e rimane contenuta nello spazio di testa o disciolta nel vino. Già alcuni autori (*Muller-Spath 1966; Vivas, Glories 1996*) avevano riportato nei loro lavori sull'ossigeno, che l'apporto può raggiungere valori intorno ai 3 mg/L. In aggiunta a questo, lo studio di Vidal e Moutonet (*2004*) evidenzia l'importanza delle condizioni operative e quantifica gli arricchimenti dei momenti e dei luoghi critici, analizzando anche le differenti performance di un imbottigliamento mobile rispetto a quello fisso.

1.4.4 Il consumo di ossigeno nel vino confezionato

Dal momento in cui il vino è confezionato, il tenore in ossigeno della fase gassosa e di quella liquida diminuisce nel corso dei primi due mesi e la cinetica dipende dalla temperatura. In seguito questa diminuzione rallenta fino a che le concentrazioni si stabilizzano progressivamente a valori inferiori a 0,1 mg/L per il vino e a 1% v/v per lo spazio di testa nella bottiglia. Inoltre, la percentuale di saturazione in ossigeno dello spazio di testa è sempre superiore a quella del vino; ciò significa che, per la ricerca di equilibrio, avviene il trasferimento di ossigeno dallo spazio di testa al vino. Inoltre, man mano che il vino consuma l'ossigeno che contiene, vi è una dissoluzione dell'ossigeno dello spazio di testa nel vino attraverso la superficie di contatto gas-liquido.

All'imbottigliamento, la quantità di ossigeno intrappolato nello spazio di testa non è trascurabile. Uno studio condotto da Vidal e Moutonet (*2004*) in cui viene monitorato l'ossigeno in fase liquida e gassosa nella bottiglia, la quantità del gas varia da 0,50 a 4,77 mg/L; la quantità dipende dal tipo di tappo, dal volume dello spazio di testa, dal riempimento e dalla tecnica di protezione utilizzata contro l'ossigeno (gas inerte).

Secondo Vidal e Moutonet (*2004*) il volume dell'ossigeno occupato nello spazio di testa (ml) e la modalità di riempimento della bottiglia agiscono sulla quantità di ossigeno disciolta nel vino. Di notevole efficacia è la tecnica di riempimento utilizzata che prevede l'iniezione di gas inerte (N₂ o CO₂) dopo il riempimento della bottiglia, abbassando la quantità di ossigeno nello spazio di testa per esempio da 14,8 a 3,06 v/v di ossigeno e la quantità di ossigeno disciolto da 5,88 mg/75 cl a 3,34 mg/75 cl. (*Soave 2010*).

1.4.5 Come evolve l'ossigeno disciolto nel vino

La serbevolezza di un vino nel tempo di conservazione si determina soprattutto attraverso la concentrazione di ossigeno disciolto, poichè possono verificarsi processi di ossidazione che influiscono negativamente sul vino, quali l'imbrunimento ossidativo, la moltiplicazione di microrganismi, la perdita di freschezza e aroma e l'evoluzione precoce del gusto.

Ecco perché durante le fasi finali e soprattutto durante l'imbottigliamento, si deve evitare un incremento di ossigeno.

L'ossigeno disciolto viene progressivamente consumato da diverse sostanze presenti nel vino, principalmente dai polifenoli, dall' SO_2 e dalle molecole aromatiche.

Gli aromi floreali sono i primi a risentire della presenza dell'ossigeno nel vino e in genere le alterazioni aromatiche sorgono prima delle alterazioni cromatiche.

Molti autori hanno verificato che appena 2 mg/L di ossigeno in più su vini bianchi causano modifiche sensoriali significative appena dopo qualche mese.

Un vino saturo consuma l'ossigeno circa in 1-3 settimane e la cinetica di consumo è più veloce nei i vini rossi che con quelli bianchi. La velocità di consumo dell'ossigeno aumenta quando anche la temperatura aumenta e se la quantità di aria introdotta si rinnova, il consumo di ossigeno prosegue; la capacità totale di assorbimento del vino è pari a circa 80 mg/L per i bianchi e fino a 800 mg/L per i vini rossi (*Tebaldi 2010*).

1.4.6 L'effetto dell'ossigeno disciolto sull'anidride solforosa

Una volta imbottigliato però, l'ossigeno è il principale nemico della serbevolezza dei vini: ogni milligrammo di ossigeno disciolto è capace di ossidare 4 mg di SO_2 . Ne diminuisce così in maniera considerevole l'effetto conservante; vini con basso contenuto in SO_2 e quantità di ossigeno eccessive possono soffrire di fenomeni di ossidazione indesiderati e presentare aromi eccessivamente evoluti; la tonalità di colore può cambiare verso toni meno gradevoli.

Per questo è consigliato stabilizzare e minimizzare quanto più possibile il tenore di ossigeno nei vini al fine di evitare i processi di ossidazione indesiderati, che deteriorano le caratteristiche organolettiche del prodotto.

CAPITOLO 1.5 COME MISURARE L'OSSIGENO

1.5.1 Perché misurare l'ossigeno

L'ossigeno libero tende a combinarsi molto rapidamente con i composti del vino. Di conseguenza, l'attuale uso di cantina prevede il monitoraggio della SO₂ libera con discreta frequenza e il relativo ripristino a valori di sicurezza. Buona parte di tali aggiunte potrebbe essere utilmente evitata prevenendo la combinazione della SO₂ con l'ossigeno che si discioglie nelle varie fasi di lavorazione.

Ciò è possibile solo attuando metodi di lavoro che prevengono la dissoluzione dell'ossigeno, o togliendolo repentinamente laddove il suo ingresso sia realmente inevitabile. Per questo motivo si rende fondamentale la misurazione repentina dell'arricchimento in ossigeno ad individuare i punti più critici, consentendo quindi di mettere in atto tutte le precauzioni possibili (inertizzazione di tubi, pompe e contenitori; adeguato dimensionamento dei tubi, specialmente in aspirazione delle pompe per evitare la cavitazione, posizionamento delle pompe stesse, sostituzione di tubazioni mobili con tubazioni fisse, controllo di raccordi e guarnizioni) (*Soave 2010*).

1.5.2 Misure indirette per quantificare l'ossigeno disciolto

- Etanolo – può reagire per formare acetaldeide;
- Aldeide acetica – valutazione della combinazione dell'ossigeno con l'etanolo;
- Lettura a 420/520/620 nm – evoluzione del colore;
- POM Test: metodo di stima della ossidazione chimica. Rispetto al metodo standard, detto test di maderizzazione, che consente essenzialmente di valutare l'ossidazione in base alla variazione d'intensità di colore (determinata con lo spettrofotometro o in caso estremo a vista), permette una valutazione della possibilità o meno di sottoporre un vino ad invecchiamento. Si tratta quindi di un indice per valutare l'instabilità ossidativa del prodotto di partenza. All'aumentare del valore di POM Test, il vino è maggiormente suscettibile all'ossidazione.
- SO₂ libera – valutazione della sua combinazione nel tempo;
- Indice di SO₂ combinabile: è un indice determinato in laboratorio attraverso vari test di reazione e titolazione e rappresenta l'entità di accettori ossidativi. L'indice viene utilizzato per calcolare il livello di solforosa libera che si vuole raggiungere e mantenere stabile:

$$X = (\text{SO}_2 \text{ libera desiderata} - \text{SO}_2 \text{ libera attuale}) \times \text{indice di SO}_2 \text{ combinabile}$$

X: mg di SO₂ che si devono aggiungere

A parità di SO₂ desiderata e SO₂ libera presente nel vino, un indice di solforosa combinabile più alto indica una quantità superiore di accettori ossidativi presenti nel vino.

1.5.3 Misure dirette

Per la misurazione dell'ossigeno disciolto esistono vari strumenti, tra i più semplici e i più sofisticati. Tuttavia, per una funzionale diagnosi degli arricchimenti in caso di lavorazione, sono più che sufficienti apparecchi portatili di ultima generazione ed idonei a misurare sia in ambiente statico (vasche) che dinamico (flusso a passaggio), grazie alle sue caratteristiche di robustezza, facilità d'uso e scarsa manutenzione. Sono strumenti affidabili; la loro precisione è infatti dell'ordine di 0,01 mg/L.

1.5.4 Lo strumento

L'ossigeno in bottiglia si può misurare con vari metodi: uno di questi è legato allo strumento NomaSense brevettato dalla Nomacorc, che opera attraverso un complesso sistema di oxiluminescenza, è in grado di misurare l'ossigeno in maniera non invasiva ovvero senza dover aprire la bottiglia. In questo modo è possibile valutare quanto ossigeno (disciolto) si trova nel vino e quanto se ne trova nello spazio di testa, cioè quello spazio di "aria" che si trova tra il livello del vino e il tappo. I due valori ci danno il quantitativo totale iniziale della quantità di ossigeno della bottiglia.

Il NomaSense consente di effettuare una misurazione precisa, semplice e non invasiva dell'ossigeno nel vino. Il NomaSense è in grado di **misurare concentrazioni di ossigeno di appena 1 microgrammo/L**. Le sue capacità di misurazione soddisfano anche i requisiti analitici e di ricerca dei laboratori in termini di analisi di tracce per la misurazione della permeabilità di diversi tipi di confezione (soprattutto dei tappi per vino) o per il monitoraggio delle concentrazioni di ossigeno disciolto molto basse durante le fasi di invecchiamento.

Ciascun dispositivo è dotato di una sonda di temperatura e di un barometro per compensare l'influsso della temperatura e della pressione. La gestione della calibrazione si basa sull'uso di un lettore di codici QR, il quale è in grado di riconoscere ciascun sensore e memorizzare fino a 100 calibrazioni.

E'adatto per la valutazione delle prestazioni della linea di imbottigliamento, ma il NomaSense può anche essere utilizzato per misurare l'ossigeno in ogni fase del processo di vinificazione, di conseguenza sarà in grado di fornire una risposta immediata in più fasi.

Vantaggi:

- Individua l'assorbimento di ossigeno critico e imposta la strategia di gestione dell'ossigeno opportuna al giusto costo; allo stesso tempo, è in grado di controllare in modo regolare l'efficacia delle procedure messe in atto.
- Strumento perfetto per valutare le prestazioni della linea di imbottigliamento e stabilire le giuste procedure per ottenere la TPO minima.
- Estende la durata a scaffale dei prodotti e assicura prestazioni del tappo migliori, nonché strategie di successo per vini a basso contenuto di SO₂.
- Particolarmente adatto alla valutazione della permeabilità della confezione: utile alle aziende vinicole per scegliere l'attrezzatura o la confezione più idonee (<http://it.nomacorc.com/enologia/gestione-dellossigeno/>).

1.5.5 Metodi per rimuovere l'ossigeno disciolto dal vino

Esistono diversi sistemi per la rimozione dell'ossigeno disciolto nel vino. Uno più invasivo consiste nello strippaggio del liquido con l'utilizzo di un gas inerte, solitamente azoto ma anche anidride carbonica. Questo porta a una riduzione di ossigeno variabile tra il 40-70%, provocando però nel contempo una perdita, a volte considerevole, di molecole aromatiche volatili.

Un altro sistema è proposto dalla tecnologia Oxi Out, che consente l'eliminazione di differenti gas a basso peso molecolare disciolti nel vino, tramite un setaccio molecolare a membrana.

Ossigeno e/o anidride carbonica possono essere tolti in funzione del gas di processo impiegato. La sottrazione di ossigeno, utilizzando l'azoto, può variare tra 80-97%, e quella di CO₂ fino al 70%, in funzione della portata e della modalità d'uso. I vantaggi che si ricavano dall'utilizzo di tale tecnologia sono svariati e di considerevole importanza: innanzitutto è possibile la riduzione della quantità di antiossidanti necessari alla conservazione (SO₂, acido ascorbico), si ottiene un aumento della stabilità dei vini bianchi e rosati e una maggiore stabilizzazione del colore e della struttura dei vini rossi, e infine si può avere un controllo del profilo aromatico dei vini bianchi e rosati (*Bolla 2010*).

CAPITOLO 2

OBIETTIVO

Lo scopo di questa tesi è stato quello di estendere la shelf-life di un vino bianco in relazione alla gestione dell'ossigeno in fase di post-fermentazione. A tale fine si è cercato di monitorare il vino nelle varie fasi di lavorazione e dopo il confezionamento, relativamente al contenuto di ossigeno ed alle relative variazioni chimiche e sensoriali, verificando anche l'influenza di diversi metodi di stabilizzazione tartarica del vino e di tipologia di confezionamento.

CAPITOLO 3

MATERIALI E METODI

3.1 L'azienda

La tesi è stata svolta presso la CAVIRO, una cooperativa vitivinicola di secondo livello con sede in Emilia Romagna, che riceve vino grezzo dai soci conferitori (32 cantine sociali conferenti vino che raggruppano 11.500 viticoltori in una superficie di 31.000 ettari e che producono 6.200.000 quintali di uva) e lo lavora fino al confezionamento di diverse tipologie di contenitori (vetro, bag in box, brick). L'azienda rappresenta attualmente il primo produttore italiano di vino daily con prodotti posizionati nelle diverse fasce di prezzo.

3.2 I campioni

Sono stati analizzati due vini bianchi di Pinot Grigio delle Venezie IGT annata 2013, provenienti dal Friuli Venezia Giulia e dal Veneto, denominati: Taglio 230 e Taglio 282. Tutte le fasi della lavorazione, dall'arrivo del vino in cantina fino al suo confezionamento/imbottigliamento, sono state campionate ai fini della verifica del contenuto di ossigeno e dell'evoluzione chimica ed organolettica del vino.

3.2.1 Taglio 230

I vini di questo taglio sono stati miscelati in vasca nel mese di ottobre 2014 e successivamente sottoposti a lavorazione fino al confezionamento, come indicato nello schema di processo al punto 3.5.

Dopo la filtrazione tangenziale è stata effettuata la stabilizzazione tartarica utilizzando due metodi differenti: impianto frigorifero e impianto a resine.

I due vini ottenuti dai due metodi di stabilizzazione sono stati confezionati nel mese di novembre sia in bottiglia da 0,75 L, che in bag in box (3 L). Tali vini sono stati analizzati al momento del confezionamento e con cadenza mensile per sei mesi, sia dal punto di vista chimico, sia sottoponendoli all'assaggio da parte del panel addestrato.

3.2.2 Taglio 282

Il vino utilizzato in questo taglio è arrivato presso la Caviro a fine ottobre 2014 ed è stato lavorato sempre secondo lo schema al punto 3.5, utilizzando però come metodo di stabilizzazione solo quella tramite impianto frigorifero. Il vino stabilizzato è stato confezionato a fine gennaio/primi di febbraio in bottiglie da 0,75 e 1,5 L ed in bag in box da 3 L. Come per il precedente taglio sono state analizzate tutte le fasi di lavorazione e il prodotto confezionato è stato controllato dal punto di vista chimico ed organolettico da parte del panel addestrato aziendale, per quattro mesi, al fine di evidenziare differenze riconducibili alla tipologia di packaging. Sono stati analizzati solo in questo taglio dei campioni per l'identificazione degli aromi in pre e post confezionamento

3.3 Analisi svolte

Analisi chimico-fisiche:

- temperatura
- ossigeno
- SO₂ libera, totale e molecolare
- Densità Ottica 420nm
- Rame e Ferro
- pH
- solforosa molecolare
- Acetaldeide
- Etilacetato
- Profilo aromatico GC/MS

Analisi organolettiche:

Il panel aziendale addestrato composto da almeno 8 assaggiatori per seduta ha valutato i descrittori legati a Odore, Gusto e Persistenza retro olfattiva, indicando inoltre un giudizio globale sul campione.

3.4 Le metodiche utilizzate

3.4.1 Temperatura e ossigeno (NomaSense)

Per la misurazione della temperatura e dell'ossigeno è stato utilizzato lo strumento NomaSense (fig. 1) della NomaCorc. Questo strumento si basa sulla determinazione dell'ossigeno tramite oxiluminescenza (fig.6) utilizzando sensori inseriti su sonda a

immersione (fig. 5) o applicati direttamente su specole (fig. 2), in bottiglie trasparenti (fig. 3) o bag in box (fig. 4), e permette di quantificare sia l'ossigeno disciolto nel vino che quello presente nello spazio di testa. La temperatura è determinata da una sonda PT1000.



Figura 1. STRUMENTO NOMASENSE

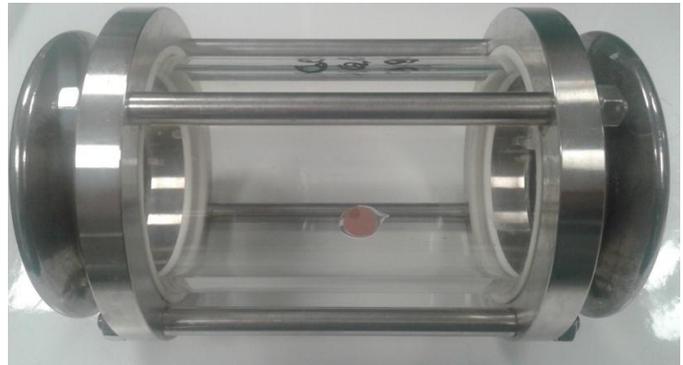


Figura 2. SPECOLA CON SENSORE



Figura 3. BOTTIGLIA CON SENSORE



Figura 4. BAG CON SENSORE



Figura 5. SONDA A IMMERSIONE

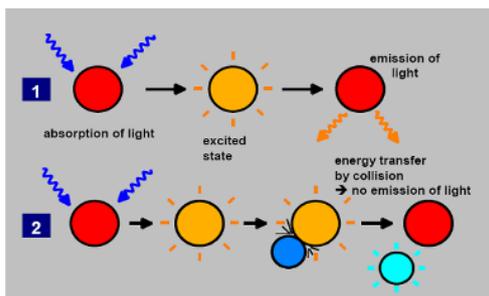
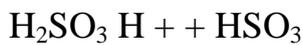


Figura 6. SCHEMA LETTURA SENSORE

3.4.2 Solforosa libera e totale

La determinazione dell'anidride solforosa libera e totale è stata effettuata secondo la metodica OIV-MA-AS323-04B. L'anidride solforosa libera è definita come il biossido di zolfo presente nel mosto o nel vino nelle forme seguenti: H_2SO_3 , HSO_3^- , il cui equilibrio in funzione del pH e della temperatura è:



H_2SO_3 rappresenta anidride solforosa molecolare.

Anidride solforosa totale è definita come l'insieme di tutte le varie forme di anidride solforosa presenti nel vino, sia allo stato libero o combinato con i loro componenti.

L'anidride solforosa libera viene determinata mediante titolazione diretta con iodio. L'anidride solforosa combinata viene determinata mediante titolazione iodometrica effettuata dopo idrolisi alcalina e sommata alla libera determina l'anidride solforosa totale.

3.4.3 Densità Ottica

La densità ottica è stata valutata tramite spettrofotometro con misurazione dell'assorbanza a 420 nm, con 1 cm di spessore ottico, tenendo conto delle eventuali diluizioni del campione.

3.4.4 Rame e Ferro

La misurazione del Rame e del Ferro è stata effettuata tramite spettrofotometria ad assorbimento atomico secondo la metodica OIV-MA-AS322-06 (Rame) e OIV-MA-AS322-05 (Ferro).

3.4.5 pH

Misurazione effettuata tramite strumento FOSS (wine scan FT 2) con metodica FT-IR- OIV-OENO 390-2010 EN.

3.4.5 SO_2 molecolare

- L'anidride solforosa SO_2 molecolare è identificabile come la frazione indissociata dell'acido solforoso H_2SO_3 e viene determinata mediante un calcolo, noti il contenuto di SO_2 libera a 20°C, il pH ed il grado secondo quanto riportato da delfini, 1981. (<http://lucio15.altervista.org/vino/tabella4.htm>).

3.4.6 Acetaldeide e etilacetato

Per la determinazione dell' acetaldeide e etilacetato è stata usata la tecnica della gascromatografia come di seguito indicato:

Colonna → capillare

Gradiente di temperatura → 38-170-230°C

Fase mobile → He

Flusso → 2,7 ml/min

Temperatura iniettore → 250°C

Rivelatore → FID

3.4.7 Analisi sensoriale (panel)

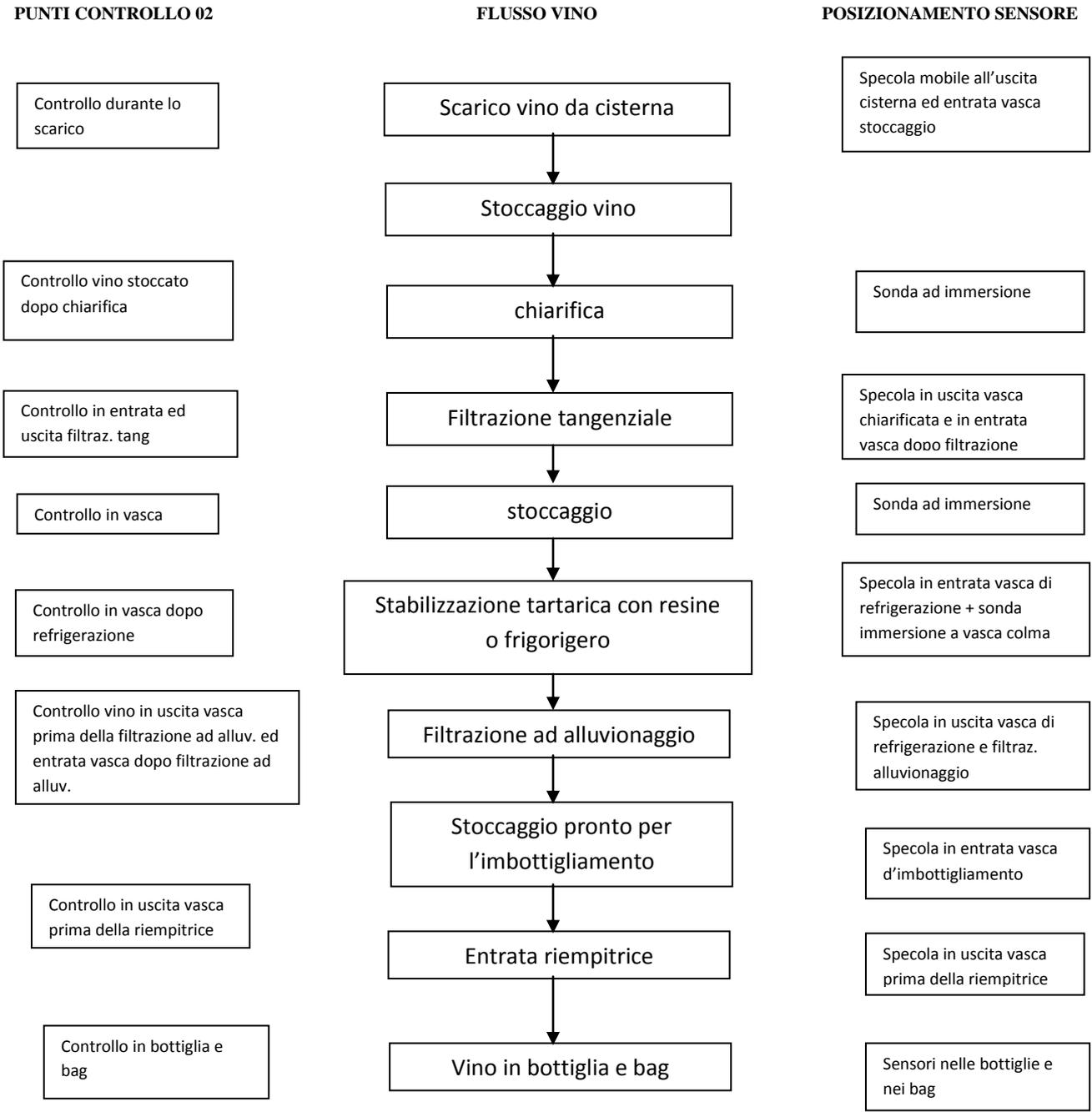
L'analisi sensoriale è stata effettuata tramite assaggi effettuati dal panel selezionato ed addestrato di Caviro, facente parte del Ring Test dell'Unione Italiana Vini. Il panel ha individuato i descrittori olfattivi e gustativi all'inizio dei test e valutato l'andamento dell'evoluzione del vino rispetto ai descrittori stabiliti nelle fasi di lavorazione e di shelf life del prodotto confezionato, quest'ultima con assaggi mensili.

Inoltre i campioni confezionati a fine sperimentazione sono stati sottoposti all'assaggio da parte di un gruppo di studenti dell'Università di Bologna, Corso di Laurea in Viticoltura ed Enologia, al fine di simulare la valutazione da parte di possibili consumatori, sottoponendo loro schede di valutazione con gli stessi descrittori già individuati dal panel aziendale e richiedendo inoltre tramite test di Friedman la classificazione dei campioni stessi rispetto al gusto personale.

3.4.8 Metodo per aromi

La determinazione degli aromi è stata effettuata con la tecnica della gascromatografia. (Patrignani et al. 2013)

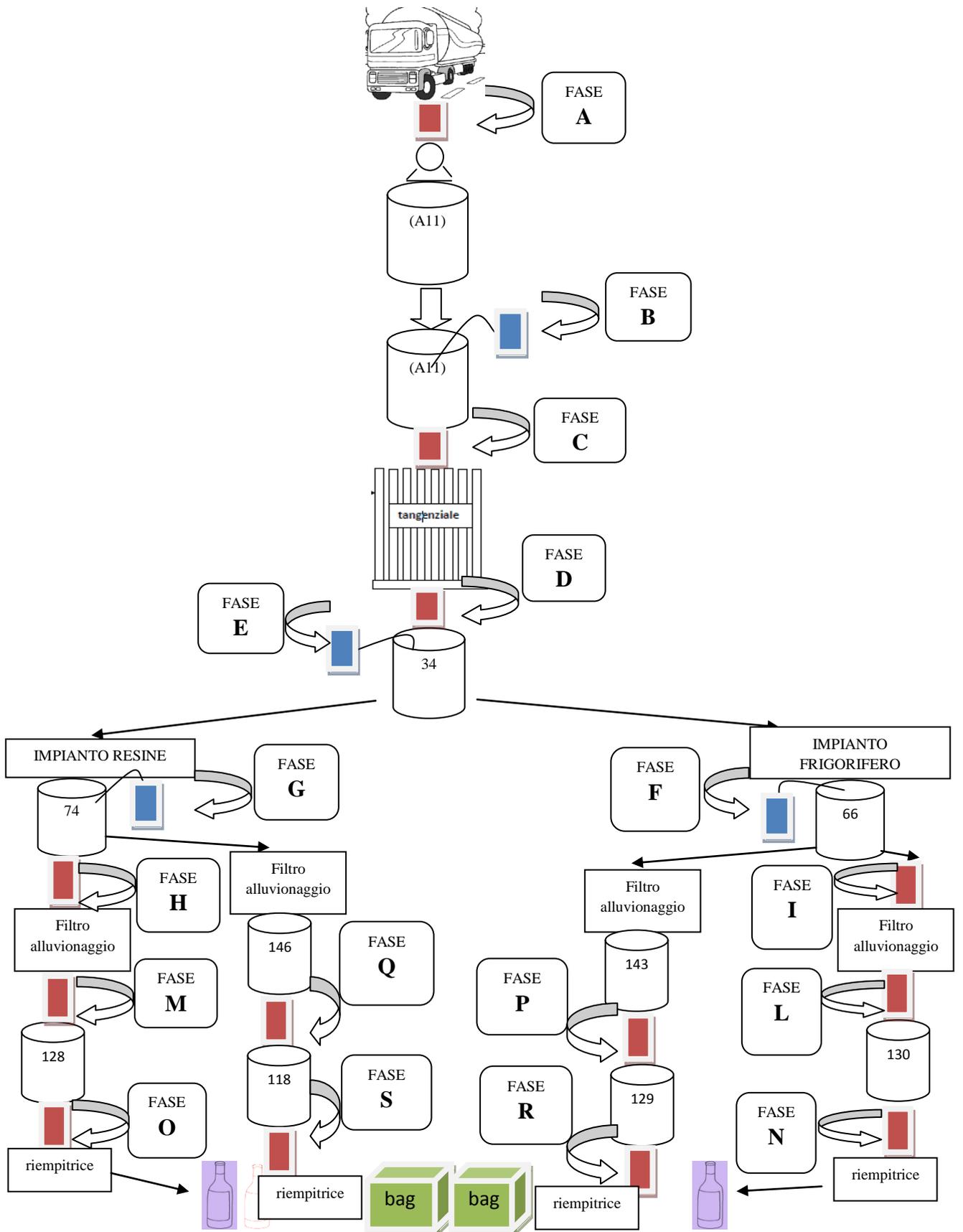
3.5 Processo



3.5.1 Schema Gantt taglio 230

FASI	VINO E LAVORAZIONE VINO GREZZO			PREPARAZIONE VINO PER CONF.				CONF.	SHELF-LIFE	
DATA	29/9	ottobre	3/10	14-15/10	16/10	20/10	04/11-07/11	04/11-05/11	12/11	22/5
ARRIVO VINO GREZZO	scarico vino da autocisterne in vasca A11									
STOCCAGGIO VINO GREZZO										
CHIARIFICA E FILTR. TANG.			chiarif. filtrazione tang.							
STAB. FRIGO E RES.					stab.frig stab.res					
FILTRAZIONE FINALE							filtro finale			
CONFEZIONAMENTO								bottiglie e bib		
SHLEF LIFE									shelf-life	

3.5.2 Schema fasi taglio 230



LEGENDA:



specola



sonda a immersione

Lettura



- FASE A : non rilevato l'ossigeno e temperatura allo scarico
- FASE B :sonda a immersione
- FASE C : specola
- FASE D : specola
- FASE E : sonda a immersione
- FASE F : sonda a immersione
- FASE G : sonda a immersione
- FASE H : specola
- FASE I : specola
- FASE L : specola
- FASE M : specola
- FASE N : specola
- FASE O : specola
- FASE R : specola
- FASE S : specola
- FASE P : specola
- FASE Q : specola

Per questo taglio le verifiche sono iniziate in data 2 ottobre 2014 a partire dal vino scaricato nei giorni precedenti e stoccato in una cisterna da 5100 hl. (**fase A**)

Il giorno dopo è stata effettuata la chiarifica con bentonite, metabisolfito e gelatina, (**fase B**) e una volta terminata questa operazione si è misurato l'ossigeno all'interno della vasca con una sonda ad immersione. (**fase B**)

In data 14 e 15/10/2014 il vino chiarificato è stato filtrato tramite filtri tangenziali in due vasche con capacità ciascuna 2600 hl; il controllo dell'ossigeno è stato eseguito tramite NomaSense, inserendo le specole con i sensori all'uscita della vasca in prechiarifica e all'entrata della vasca dopo la chiarifica (**fase C-D**). Un successivo controllo è stato compiuto il giorno seguente tramite NomaSense con sonda a immersione nella vasca colma stoccata (**fase E**). Il vino è stato quindi sottoposto a stabilizzazione tartarica suddividendolo in due parti: una è stata sottoposta a refrigerazione frigorifera portando il vino a una temperatura -3°C per un tempo di 12-15 ore (**fase F**) e l'altra massa è stata stabilizzata mediante un impianto a resine (**fase G**). A fine stabilizzazione è stato controllato il vino stoccato nelle rispettive vasche. Successivamente attraverso un filtro ad alluvionaggio il vino stabilizzato stoccato nelle vasche è stato filtrato e preparato per il confezionamento. Durante queste fasi l'ossigeno è stato verificato tramite specole con sensore inserite in uscita dalla vasca di stoccaggio e in entrata a quella per il vino pronto per il confezionamento (**fase H-I-M-P-Q-L**). Il vino è stato quindi confezionato in bag-in-box e bottiglie da 0,75 L in giornate successive, utilizzando sia il vino stabilizzato con impianto frigorifero, sia quello stabilizzato con impianto a resine.

Durante le fasi di confezionamento l'ossigeno è stato monitorato sempre tramite NomaSense tramite inserimento di una specola con sensore all'uscita della vasca di stoccaggio del vino pronto per imbottigliamento (**fase O-S-R-N**)

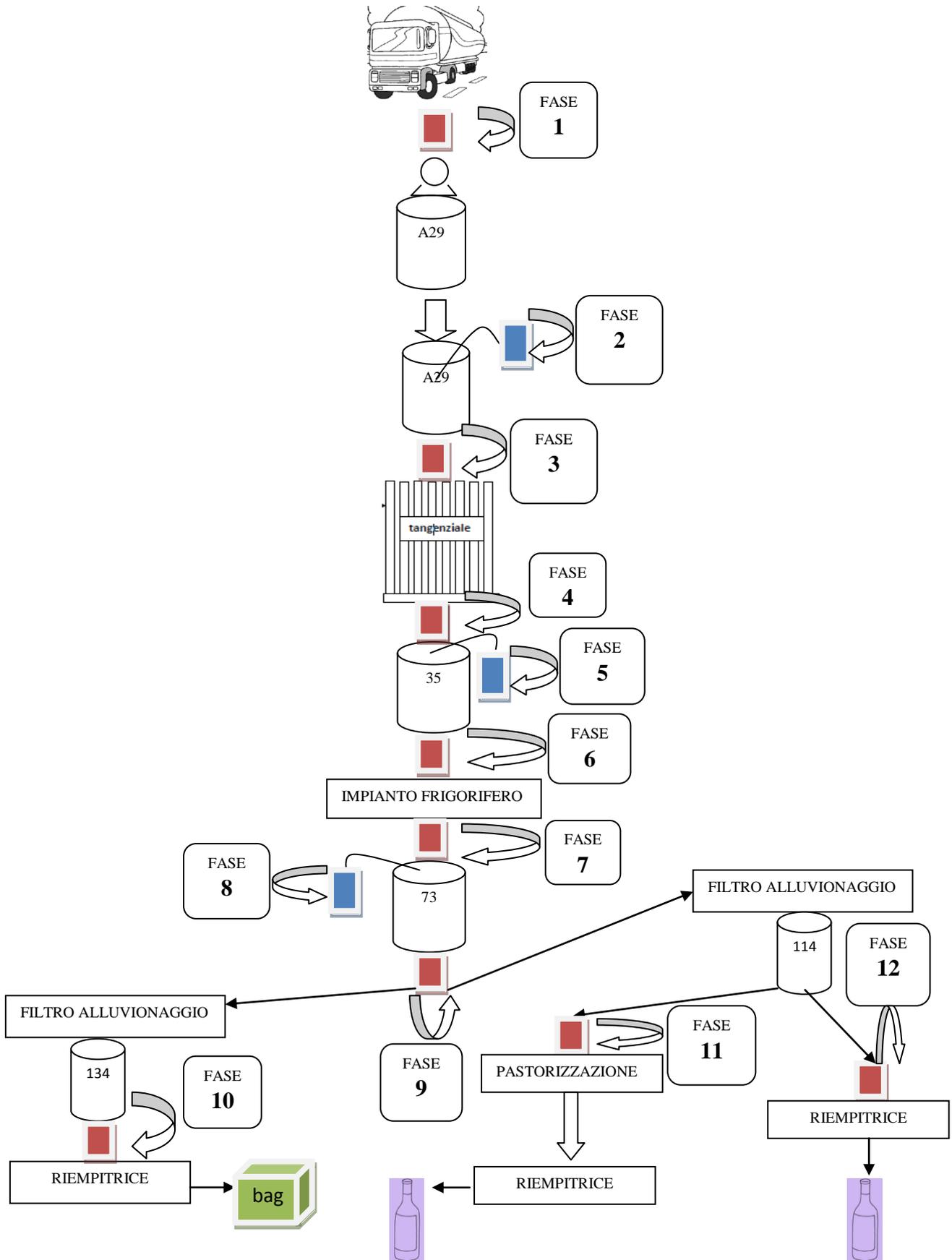
Durante il confezionamento invece bottiglie con inseriti i sensori sono state collocate lungo la linea di imbottigliamento e prelevate dopo la tappatura, sacche di bag con tappi trasparenti ove era stato collocato il sensore sono stati posti in linea di confezionamento e prelevati dopo il riempimento.

Sono stati prelevati dei campioni per ciascuna fase della lavorazione del vino analizzati dal laboratorio chimico della Caviro (tabella 1). Oltre a campioni con sensore, bottiglie e confezioni di bag in box sono state mantenute stoccate a temperatura ambiente e verificate mensilmente per la valutazione della shelf life (tabella 2).

3.5.3 Schema Gantt taglio 282

FASE	ARRIVO VINO E PRIMA LAVORAZIONE VINO GREZZO				PREPARAZIONE VINO PER CONF.			CONF.		SHELF-LIFE	
DATA	27-31/10	14/11	14/12	20/1	26/1	27/1	29/01/2015	10/2	22/5		
ARRIVO VINO GREZZO	scarico vino da autocisterne in v. A29										
STOCCAGGIO VINO GREZZO											
CHIARIFICA E FILTR. TANG.				chiarifica filtr.tang							
STAB. FRIGO					stab.	stoccaggio dopo stab					
CONFEZIONAMENTO							confez bottiglie				
SHLEF LIFE								shelf-life			

3.5.4 Schema fasi taglio 282



LEGENDA:  specola  sonda a immersione
lettura 

- FASE 1 : specola
- FASE 2 : sonda a immersione
- FASE 3 : specola
- FASE 4 : specola
- FASE 5 : sonda a immersione
- FASE 6 : specola
- FASE 7 : specola
- FASE 8 : sonda immersione
- FASE 9: specola
- FASE 10 : specola
- FASE 11 : specola
- FASE 12 : specola

In questo taglio il processo del vino è stato lo stesso del precedente ma con alcune variazioni; ad esempio, in questo taglio è stato possibile controllare l'ossigeno allo scarico dell'autocisterne (**fase 1**) . Il 31/10/2014 è arrivato il vino con le autocisterne sempre dal Friuli e dal Veneto. In seguito (20/01/2015) è stata eseguita la chiarifica e la filtrazione tangenziale e i rispettivi controlli dell'ossigeno sono stati fatti negli stessi punti del taglio 230 (**fase 2- 3- 4**) .

Dopo la filtrazione tangenziale il vino è stato conservato in un serbatoio da 2650 hl (n. 035) (**fase 5**) Parte di questa massa (1200 hl) è stata sottoposta a stabilizzazione tartarica con impianto frigorifero (n. 073) e sono stati eseguiti i controlli di ossigeno: pre e post stabilizzazione e a vasca colma con sonda ad immersione (**fase 6- 7- 8**) . La restante massa non è stata presi in considerazione nella tesi.

Con il filtro alluvionaggio è stato preparato il vino per essere imbottigliato e confezionato e controllato con la specola all'uscita verso vasche 134-114 ossigeno e temperatura (**fase 9**) .

- vasca 073 (500 hl) → 134 30/01/2015

- vasca 073 (300 hl) → 114 09/02/2015

Il 17/02/2015 il vino della vasca 114 è stato imbottigliato con tappi a sughero bottiglie da 0.75 L (i controlli ossigeno e temperatura sono stati eseguiti all'uscita della vasca 114 e nel vino in bottiglia dotata di sensore). (**fase 12**)

Lo stesso giorno il vino rimanente è stato imbottigliato in un'altra linea d'imbottigliamento per la produzione di bottiglie da 1.5 L.(**fase 11**). Il vino in questa fase ha subito anche una pastorizzazione flash (70°C x 20 sec) e le bottiglie sono state tappate con tappi a vite.

La vasca 134 invece è stata usata per il confezionamento del bag da 3 L (i controlli ossigeno e temperatura sono stati gli stessi del taglio 230) (**fase 10**).

CAPITOLO 4.

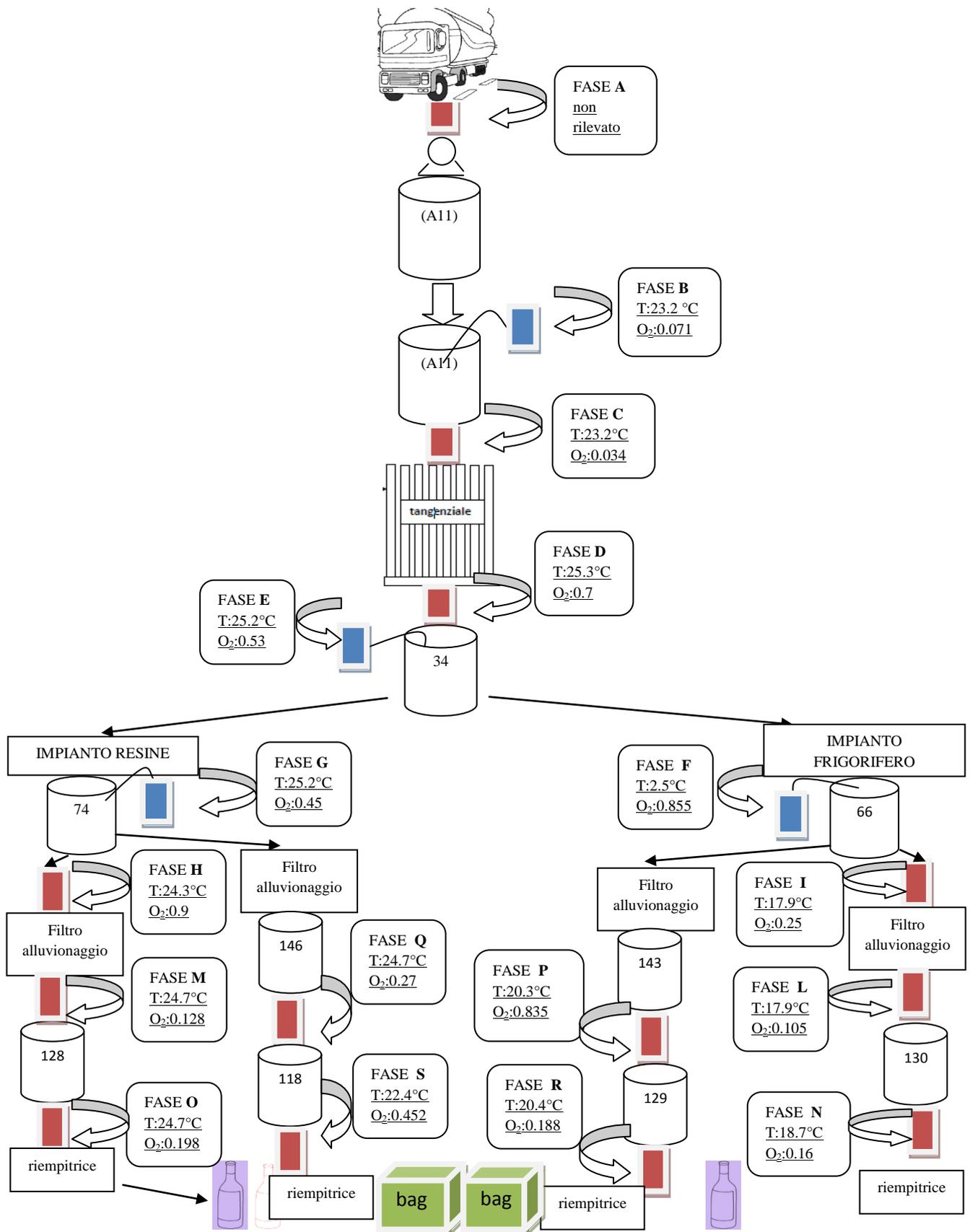
RISULTATI E DISCUSSIONE

4.1 Analisi chimiche pre-confezionamento TAGLIO 230

Tabella 1. Analisi chimiche pre-confezionamento vino TAGLIO 230.

DATA	VASCA	STATO	FASE	TEMP (°C)	O2 (ppm)	pH	SO2 MOL (mg/l)	SO2 LIB (mg/l)	SO2 TOT (mg/l)	Densità ottica	CU (ppm)	FE (ppm)	acetaldeide (mg/l)	etilacetato (g/l)
14/10/2014	A11	prefiltrazione	B	23,2	0,071	3,35	0,66	24	95	0,08	/	/	41,1	36,1
14/10/2014	A11	avvio verso filtrazione	C	23,2	0,034	3,35	/	/	/	/	/	/	/	/
14/10/2014	34	entrata in vasca dopo filtrazione	D	25,3	0,7	3,34	/	/	/	/	/	/	/	/
16/10/2014	34	vasca colma post filtrazione	E	25,2	0,531	3,34	0,62	22	88	0,08	0,09	1,3	77,0	29,9
17/10/2014	66	vasca colma dopo stab.frigorifera	F	2,5	0,855	3,32	0,65	22	90	0,08	0,11	1,3	39,8	35,5
20/10/2014	74	vasca colma dopo stab. con resine	G	25,2	0,45	3,22	1,43	39	115	0,08	0,09	1,7	16,2	29,3
04/11/2014	74	vasca stab (resine) prefiltraz alluvionaggio	H	24,3	0,9	3,32	1,08	37	118	0,08	0,03	1,4	45,0	44,0
04/11/2014	66	vasca stab (frigo) prefiltraz alluvionaggio	I	17,9	0,25	3,31	0,60	20	92	0,07	0,07	1,6	42,7	38,3
04/11/2014	66	dopo filtro alluvionaggio verso vasca 130	L	17,9	0,105	3,32	/	/	/	/	/	/	/	/
04/11/2014	74	dopo filtro alluvionaggio verso vasca 128	M	24,7	0,128	3,22	/	/	/	/	/	/	/	/
05/11/2014	130	verso imbottigliamento	N	18,7	0,16	3,31	1,14	38	110	0,08	0,08	1,6	55,0	42,0
05/11/2014	128	verso imbottigliamento	O	24,7	0,198	3,22	1,54	42	122	0,08	0,04	1,4	36,3	33,1
07/11/2014	143	uscita verso 129	P	20,3	0,835	3,28	1,09	34	113	0,08	0,1	1,5	59,0	41,0
07/11/2014	146	uscita verso 118	Q	24,7	0,27	3,21	1,39	37	119	0,08	0,06	1,3	53,0	42,0
11/11/2014	129	uscita verso impianto bag	R	20,4	0,188	3,29	/	/	/	/	/	/	59,0	41,0
12/11/2014	118	uscita verso impianto bag	S	22,4	0,452	3,22	/	/	/	/	/	/	53,0	42,0

4.1.1 Temperatura e ossigeno nelle fasi



LEGENDA:



specola



sonda a immersione

Lettura



- FASE A : non rilevato l'ossigeno e temperatura allo scarico
- FASE B :sonda a immersione
- FASE C : specola
- FASE D : specola
- FASE E : sonda a immersione
- FASE F : sonda a immersione
- FASE G : sonda a immersione
- FASE H : specola
- FASE I : specola
- FASE L : specola
- FASE M : specola
- FASE N : specola
- FASE O : specola
- FASE R : specola
- FASE S : specola
- FASE P : specola
- FASE Q : specola

4.1.2 Grafici

LEGENDA :

(F) → identifica il vino inerente all'impianto frigorifero + colore linea rosso

(R) → identifica il vino inerente all'impianto di resine + colore linea verde

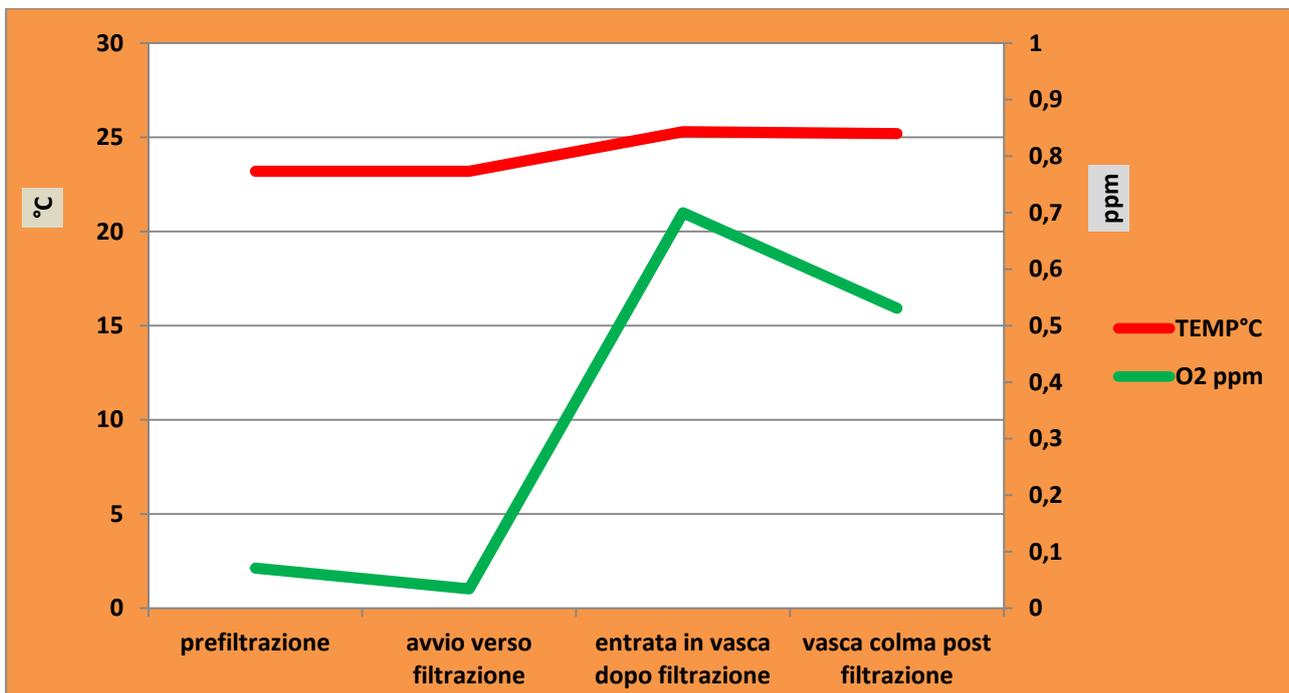


Figura 7. Temperatura e ossigeno del vino 230 prima della stabilizzazione

Il vino è stato stoccato due settimane nel serbatoio da 5100 hl e prima di essere stato filtrato ha misurato un contenuto di ossigeno molto basso. Non avendo misurato l'arrivo della cisterna non possiamo definire se è stato consumato durante lo stoccaggio o aveva già una quantità simile.

Dopo la filtrazione c'è stato un incremento di ossigeno importante probabilmente dovuto proprio alle membrane del filtro tangenziale. La temperatura in questa fase non ha influito sull'andamento dell'ossigeno dato che ha avuto sempre valori costanti.

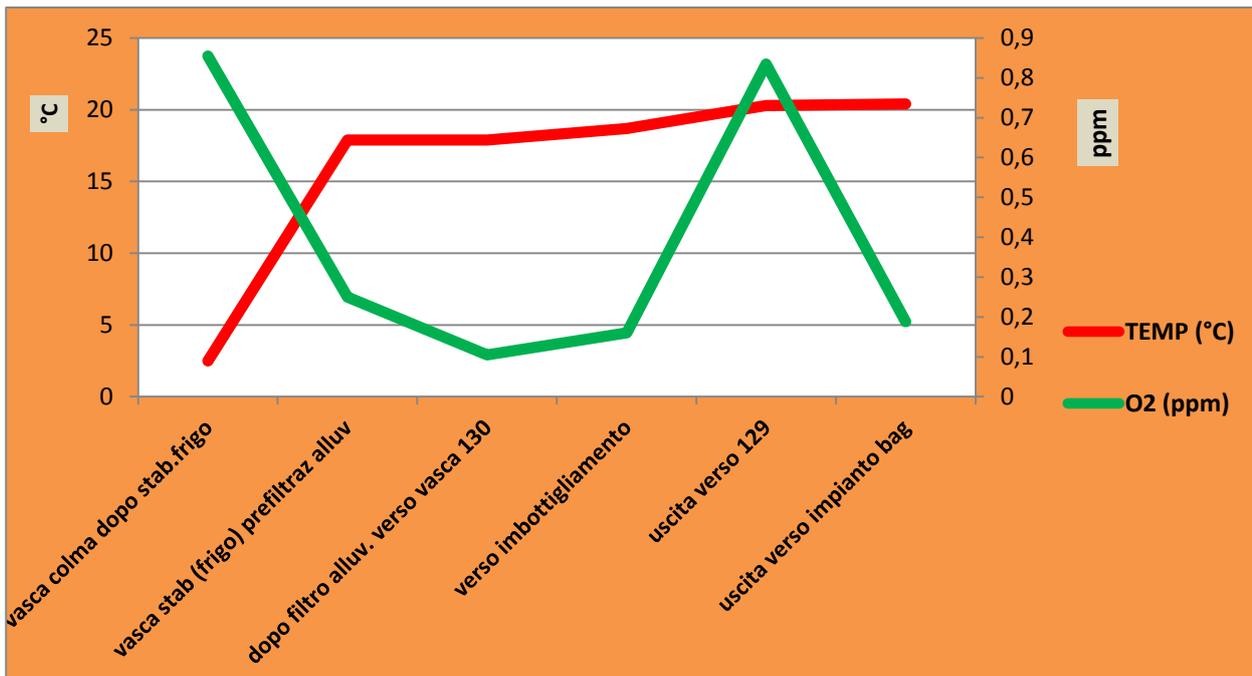


Figura 8. Temperatura e ossigeno del vino '230' post- stabilizzazione (tramite impianto frigorifero)

In questa figura osserviamo il comportamento dell'ossigeno dopo la stabilizzazione tartarica effettuata con l'impianto frigorifero. Il vino è stato portato ad una temperatura vicino ai 0°C e questo ha provocato un incremento notevole dell'ossigeno; dopodiché il vino è stato stoccato in vasca per circa due settimane e al termine è stato preparato per essere imbottigliato e confezionato. La temperatura ha raggiunto i 17°C e l'ossigeno, data la sosta è stato consumato fino ad arrivare a valori come quelli iniziali. Per la preparazione del vino è stato usato un filtro ad alluvionaggio dosando anidride solforosa. Il vino della vasca 130 è stato imbottigliato e la misurazione dell'ossigeno prima dell'imbottigliamento era 0.1 ppm. Nel grafico si nota un innalzamento di ossigeno, dovuto al travaso effettuato con una pompa a pistoncini. Successivamente è stato confezionato in bag in box: nell'avvio di questa fase si è misurato il suo contenuto in avvio a valori simili a quelli della vasca 130.

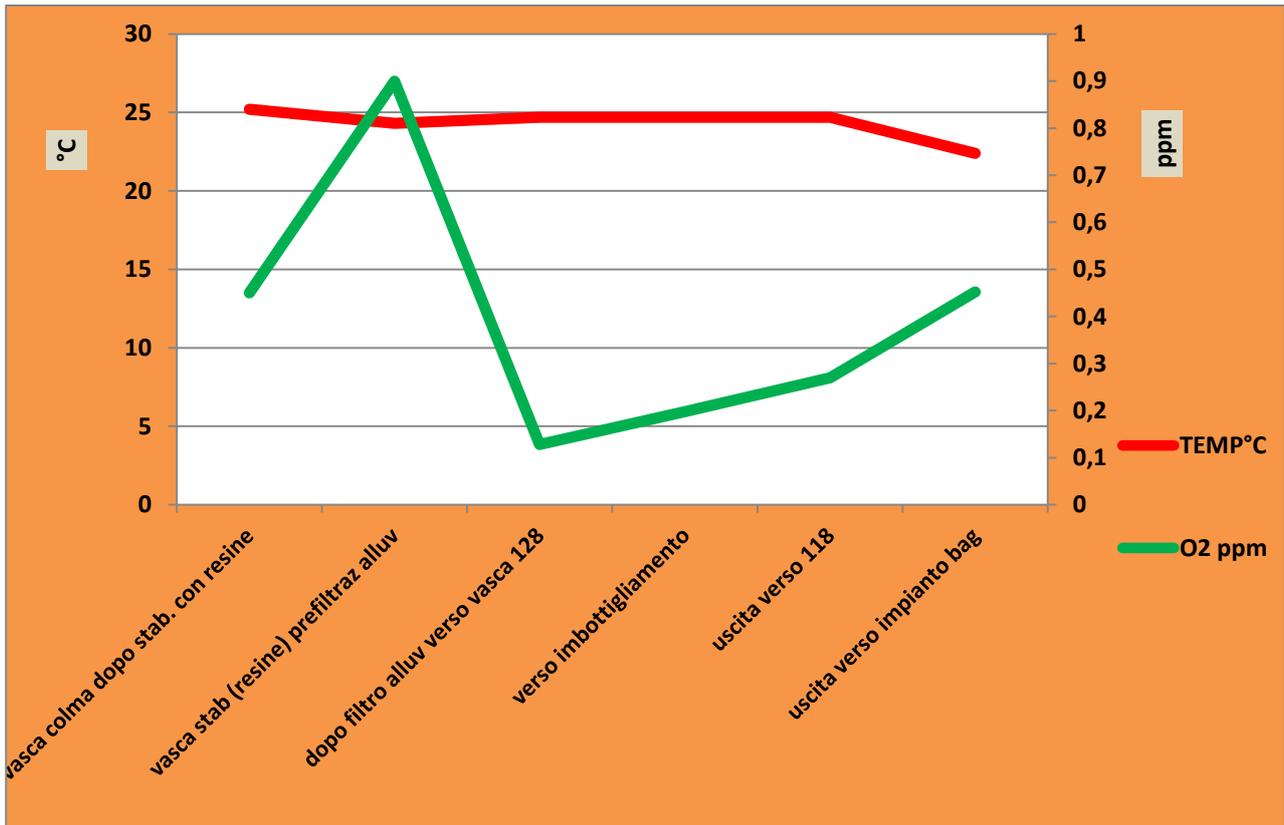


Figura 9. Temperatura e ossigeno del vino '230' post- stabilizzazione (impianto resine)

A differenza della figura precedente, nel grafico si osserva l'andamento dopo la stabilizzazione tartarica effettuata con le resine. Rispetto al frigorifero non ci sono stati sbalzi di temperatura .

Le resine non hanno influito in modo significativo sul consumo di ossigeno, dato che dopo passaggio il vino ha mantenuto un livello simile a quello in post filtrazione tangenziale. Per la preparazione finale del prodotto il vino è stato filtrato con filtro ad alluvionaggio. Per quanto riguarda alla fase della preparazione del vino una parte è stata usata per confezionamento del bag e l'altra per imbottigliamento. Nel grafico si può notare come l'avvio della filtrazione con il filtro ad alluvionaggio abbia fatto incrementare notevolmente l'ossigeno

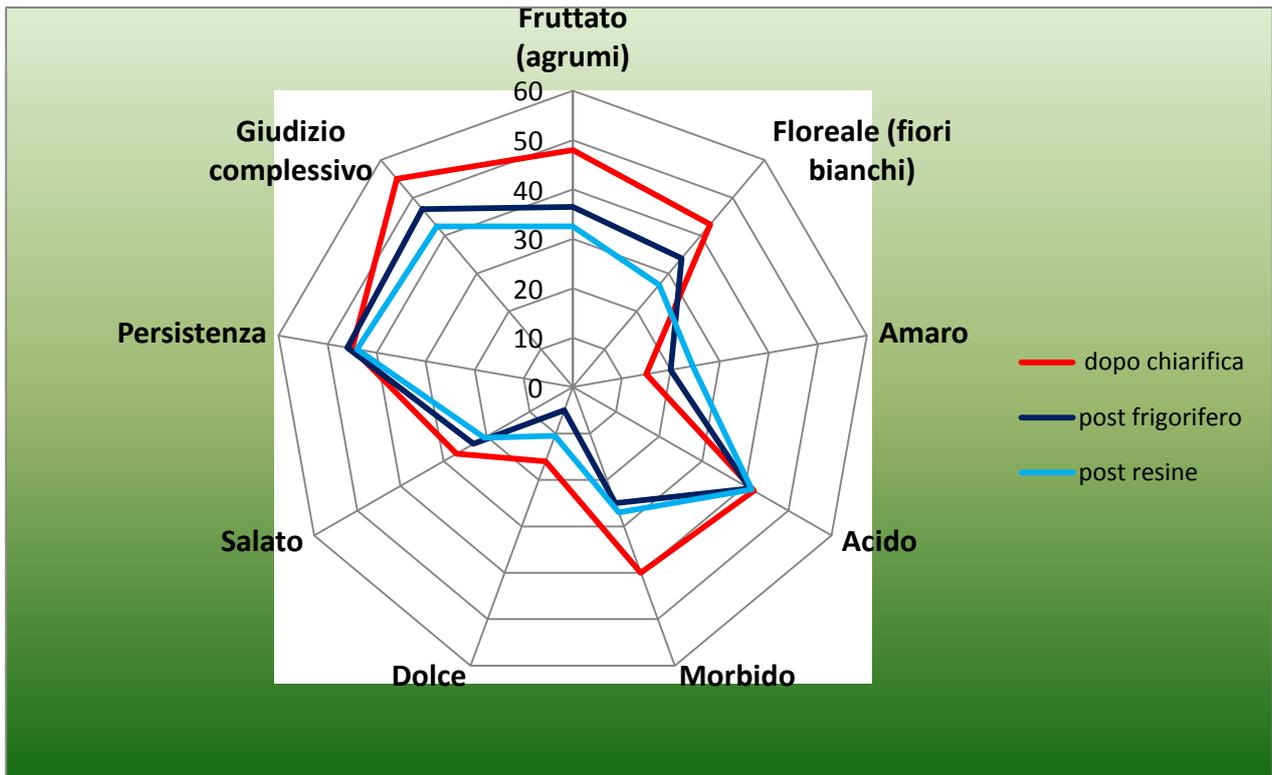


Figura 10. Analisi sensoriale del vino '230' nel pre-confezionamento

Nello spider sono stati riportati i descrittori olfattivi, gustativi, e il giudizio complessivo valutati dal gruppo panel. I campioni assaggiati sono stati tre: dopo chiarifica, post impianto frigorifero, e post impianto resine. Nel grafico si può osservare il campione dopo chiarifica con i punteggi più alti in quasi tutti i descrittori. Negli altri due campioni assaggiati, cioè quelli dopo stabilizzazione, non si notano differenze sostanziali tra loro, ma sicuramente si osserva un peggioramento rispetto al campione del dopo chiarifica

4.1.3 Altri dati

Densità ottica: il colore nelle fasi di pre-confezionamento non ha portato a variazioni importanti, infatti ha mantenuto il suo valore stabile 0.07-0.08.

pH: il suo valore medio delle fasi è stato 3,28. Non ha avuto oscillazioni determinanti ad eccezione della fase della stabilizzazione con le resine che ha abbassato il ph da 3,32 a 3,22, mentre per l'altro impianto è rimasto invariato.

Solforosa libera,molecolare,totale: sono stati aggiunti quantità di anidride solforosa nelle fasi di preparazione del vino, quindi questo dato non può essere significativo.

Acetaldeide e etilacetato: dati non significativi

Rame e ferro: dati non significativi

4.1.4 Analisi chimiche post - confezionamento (shelf-life)

Tabella 2. Analisi svolte nella shelf-life del vino '230'

data	vasca	Stato	TEMP (°C)	O2 (ppm)	pH	SO2 MOL (mg/l)	SO2 LIB (mg/l)	SO2 TOT (mg/l)	densità ottica	acet aldeide (mg/l)	e tilacetato (g/l)
21/11/2014	130	bottiglia stab frigo	20	0,16	3,32	1,11	38	110	0,08	55	42
21/11/2014	128	bottiglia stab resine	20	0,198	3,21	1,57	42	122	0,08	49	42
21/11/2014	129	BAG 3L stab frigo	20	1,47	3,3	1,65	38	112	0,08	59	42
21/11/2014	118	BAG 3L stab resine	20	1,53	3,21	1,26	33	117	0,08	53	42
10/12/2014	130	bottiglia stab frigo	20	0,04	3,31	0,78	26	113	0,08	56	44
10/12/2014	128	bottiglia stab resine	20	0,1	3,21	1,16	31	123	0,08	53	43
10/12/2014	129	BAG 3L stab frigo	20	0,81	3,3	0,89	29	119	0,08	53	42
10/12/2014	118	BAG 3L stab resine	20	0,81	3,21	1,05	28	118	0,08	53	44
16/01/2015	130	bottiglia stab frigo	20	0,07	3,32	0,76	26	107	0,08	58	45
16/01/2015	128	bottiglia stab resine	20	0,05	3,22	1,06	29	117	0,08	54	45
16/01/2015	118	BAG 3L stab resine	20	0,52	3,23	0,86	24	110	0,08	53	45
16/01/2015	129	BAG 3L stab frigo	20	0,34	3,3	0,77	25	111	0,08	57	44
16/02/2015	129	BAG 3L stab frigo	20	0,4	3,32	0,76	26	108	0,08	59	44
16/02/2015	118	BAG 3L stab resine	20	0,49	3,23	0,75	21	106	0,08	54	46
16/02/2015	130	bottiglia stab frigo	20	0,04	3,32	0,7	24	107	0,08	56	47
16/02/2015	128	bottiglia stab resine	20	0,05	3,23	1	28	116	0,08	55	46
12/03/2015	129	BAG 3L stab frigo	20	0,45	3,31	0,72	24	107	0,08	56	45
12/03/2015	118	BAG 3L stab resine	20	0,3	3,23	0,79	22	104	0,09	52	46
12/03/2015	128	bottiglia stab resine	20	0,02	3,21	0,83	27	114	0,08	52	46
12/03/2015	130	bottiglia stab frigo	20	0,03	3,31	0,72	24	108	0,08	60	47
17/04/2015	128	bottiglia stab resine	20	0	3,23	1	28	114	0,07	53	49
17/04/2015	130	bottiglia stab frigo	20	0	3,31	0,75	25	106	0,07	55	49
17/04/2015	129	BAG 3L stab frigo	20	0,29	3,31	0,63	21	101	0,08	57	46
17/04/2015	118	BAG 3L stab resine	20	0,34	3,23	0,68	19	100	0,08	52	48
21/05/2015	129	BAG 3L stab frigo	20	0,35	3,31	0,63	21	98	0,08	38	44
21/05/2015	118	BAG 3L stab resine	20	0,3	3,23	0,65	18	95	0,09	37	44
21/05/2015	128	bottiglia stab resine	20	0	3,23	1,04	29	115	0,08	39	45
21/05/2015	130	bottiglia stab frigo	20	0	3,3	0,73	24	104	0,08	35	44

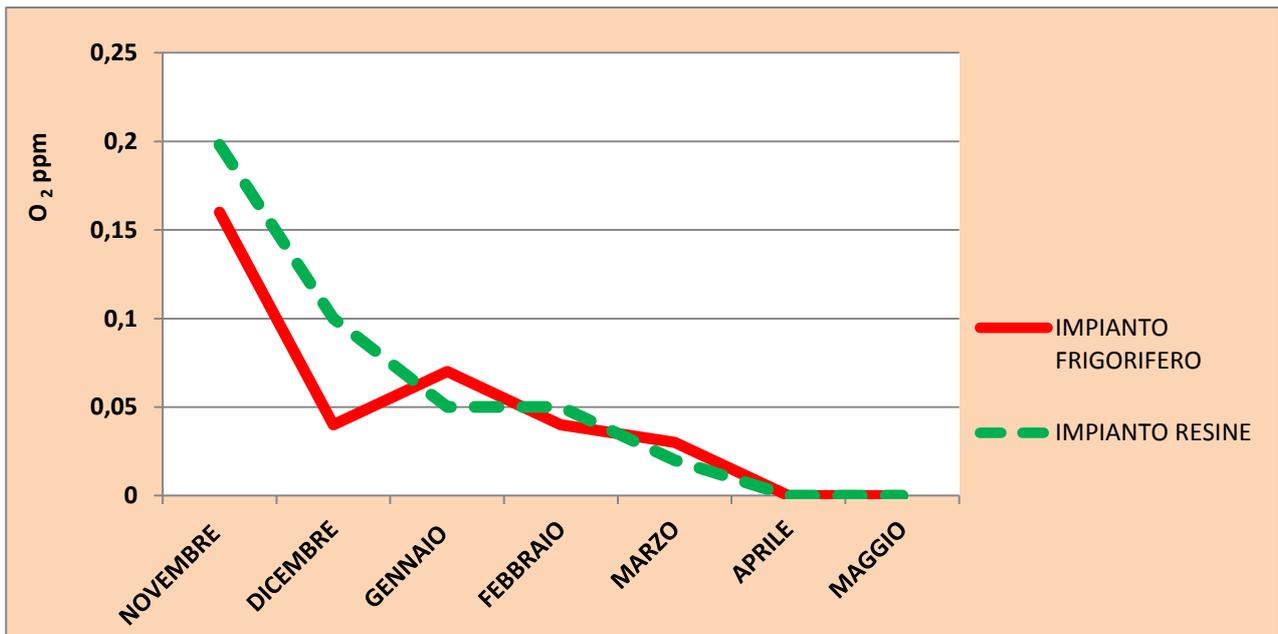


Figura 11. Andamento dell'ossigeno in bottiglia del vino '230'

L'andamento dell'ossigeno nelle bottiglie stabilizzate con i due impianti non hanno dimostrato differenze; infatti nel grafico si nota come è stato consumato l'ossigeno durante i mesi di shelf-life concludendo entrambe le bottiglie all'ultimo mese con 0 ppm.

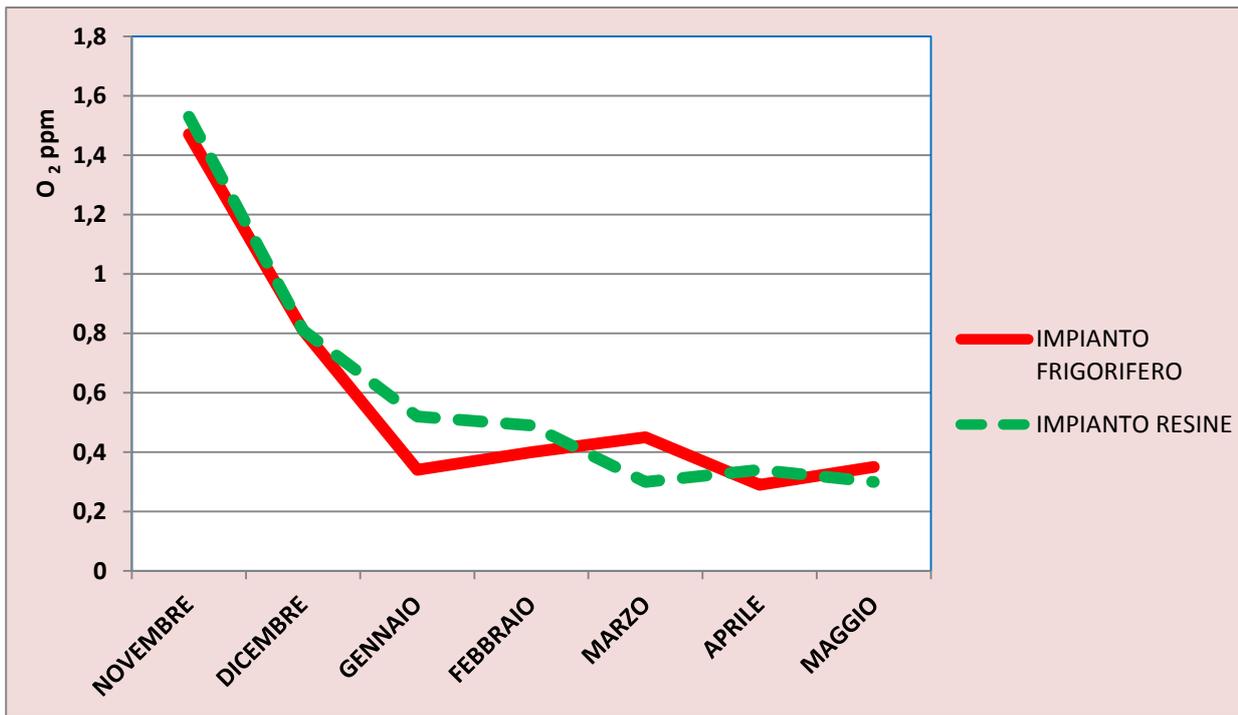


Figura 12. Andamento dell'ossigeno nel bag del vino '230'

Nei bag in box dei due impianti si nota che il consumo di ossigeno all'interno sia il medesimo per entrambi durante la shelf-life.

Rispetto alle bottiglie però il vino nel bag dato un valore iniziale più elevato di ossigeno non è riuscito ad essere ancora consumato.

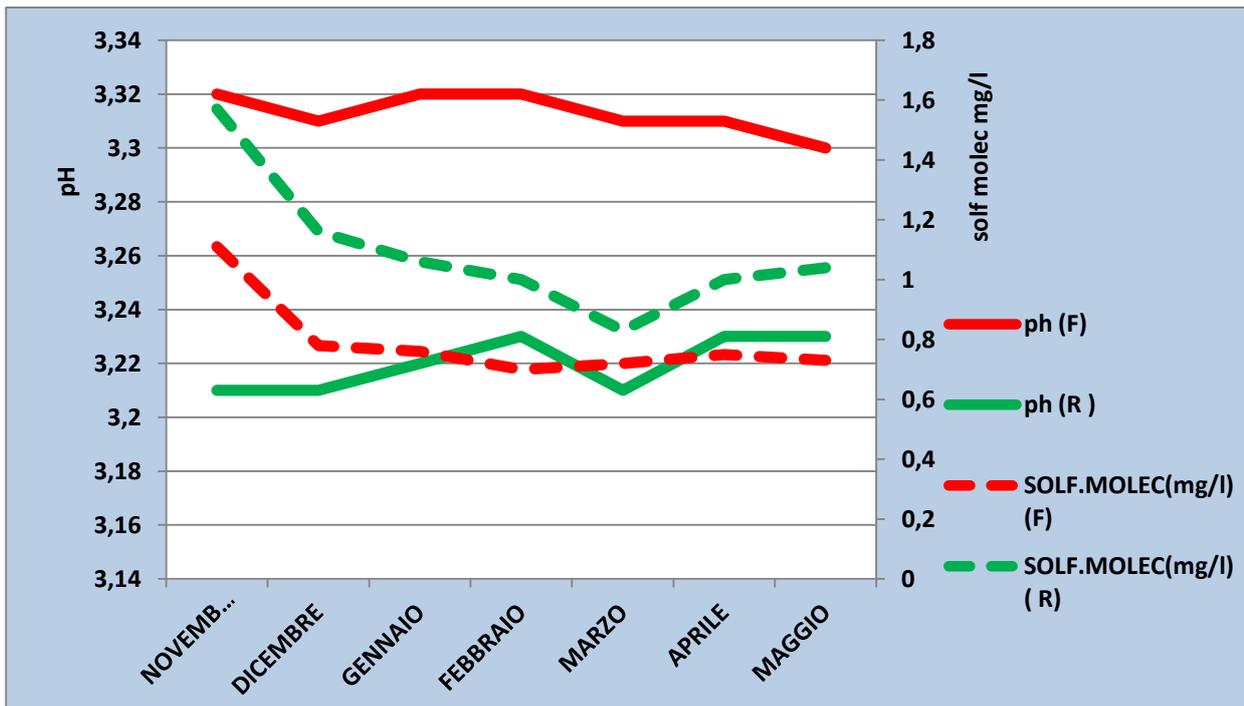


Figura 13. pH e solforosa molecolare nella shelf-life del vino '230'imbottigliato

Ovviamente il vino con il pH piu' basso ha piu' SO₂ molecolare; La protezione contro le ossidazioni è garantita con 0,6 mg/L pertanto i valori sono più che adeguati.

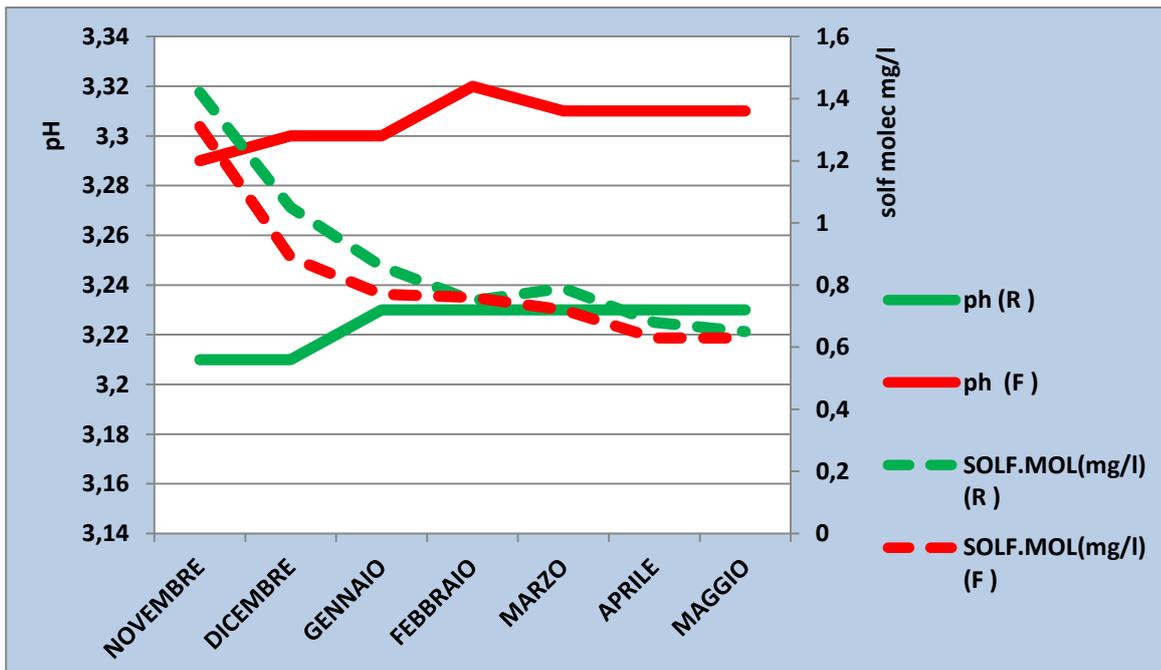


Figura 14. pH e solforosa molecolare nella shelf-life nei bag in box del vino '230'

Anche per i bag in box la protezione contro le ossidazioni è garantita.

4.1.5 Analisi sensoriali shelf-life

BAG 3 L IMPIANTO FRIGORIFERO

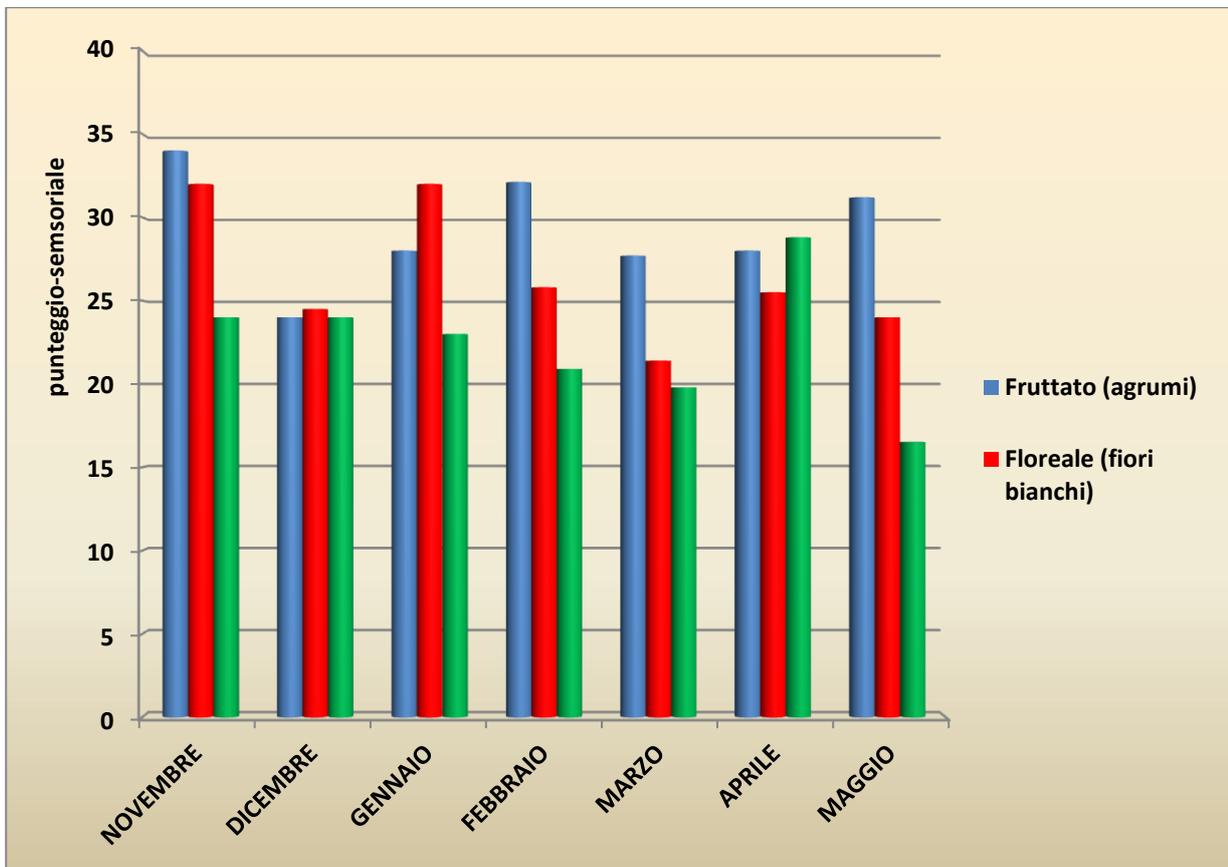


Figura 15. Descrittori olfattivi del vino '230'

Dall'assaggio del panel si nota che nel bag la nota fruttata nella shelf-life non diminuisce e rimane sempre con punteggi alti. Il floreale è stato percepito meno nel corso dei mesi, questo anche causa della sensazione della pungenza della solforosa che si è mantenuta nel passare dei mesi

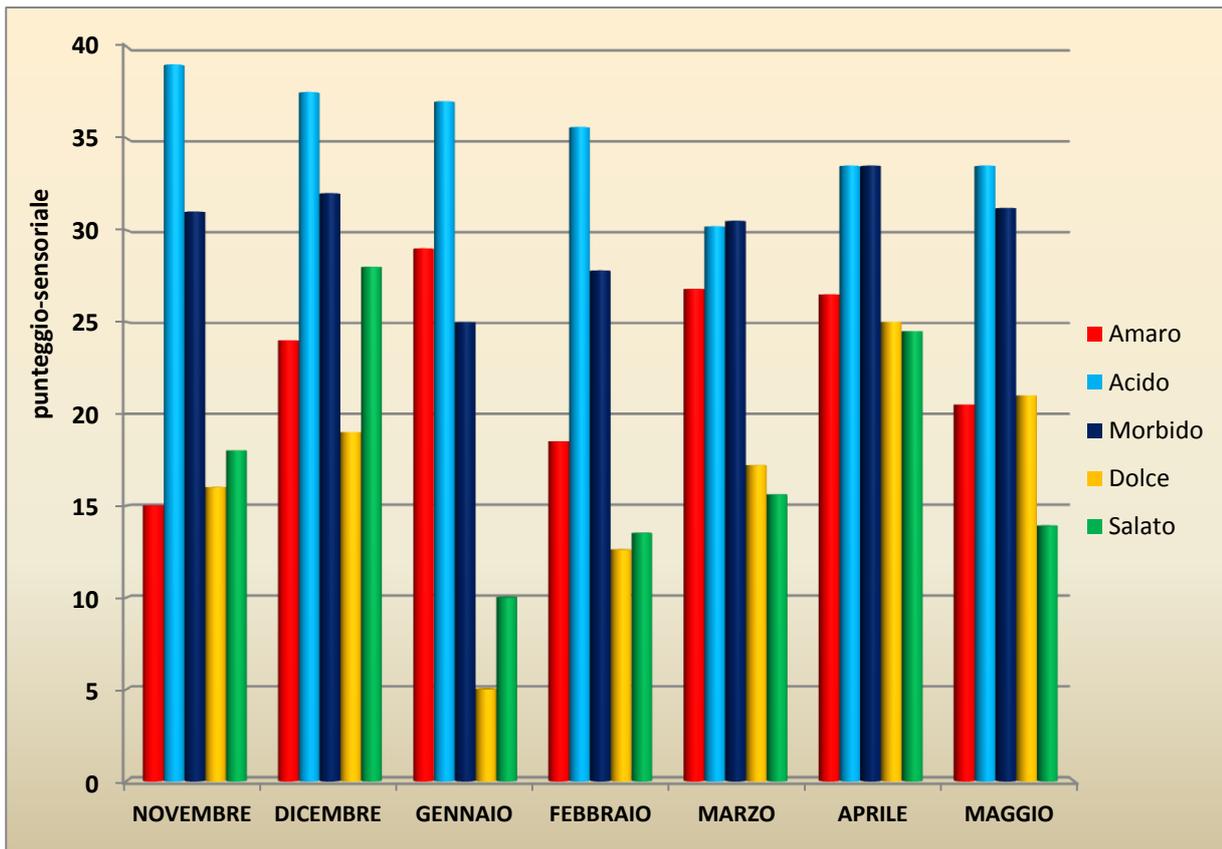


Figura 16. Descrittori gustativi del vino '230'

Il bag è stato percepito in tutti i mesi con buona struttura acida accompagnata anche da una lieve morbidezza. Il campione non è stato percepito particolarmente amaro, mentre la dolcezza e la sapidità è stata lievemente colta solo in alcuni punti della shelf.life

BOTTIGLIA 0.75 L IMPIANTO FRIGORIFERO

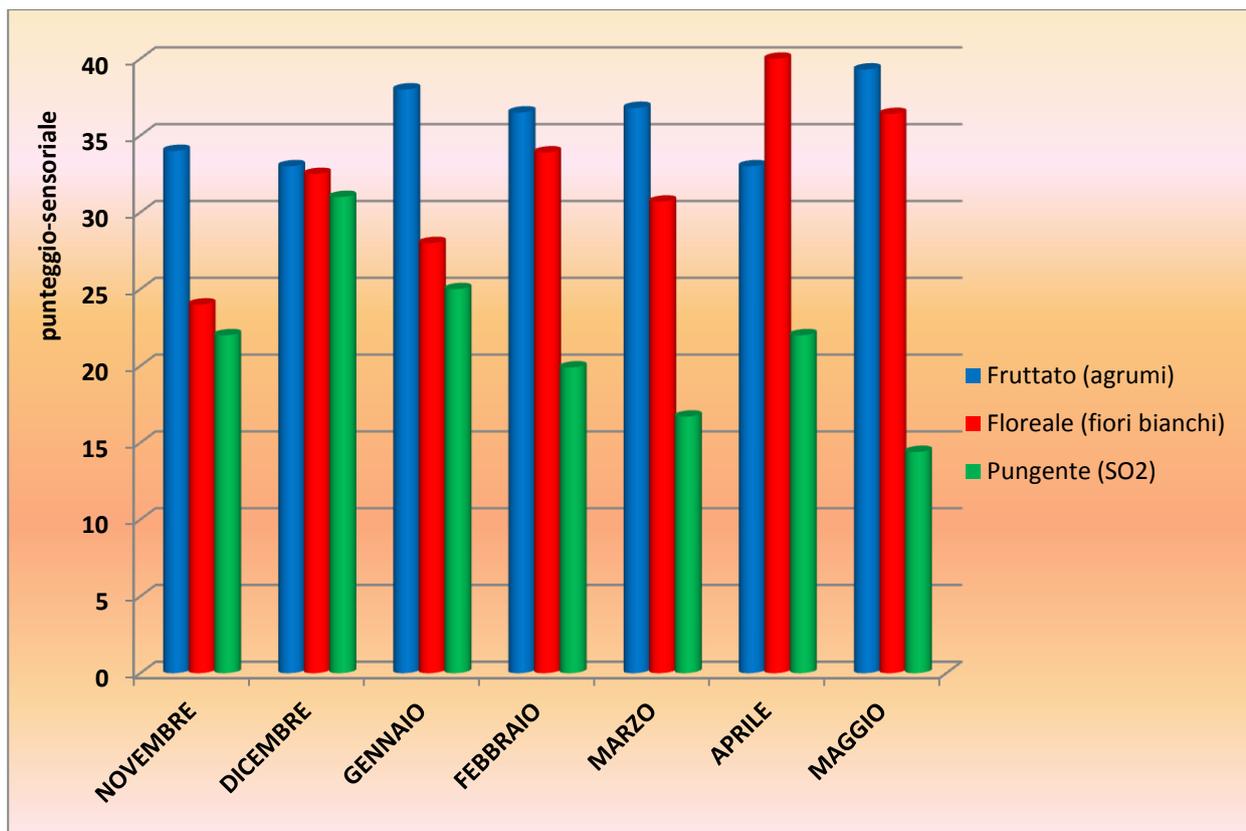


Figura 17. Descrittori olfattivi del vino '230'

La pungenza nel corso della shelf-life è diminuita e proprio per questo che gli assaggiatori negli ultimi mesi hanno potuto percepire più le caratteristiche di fruttato e floreale.

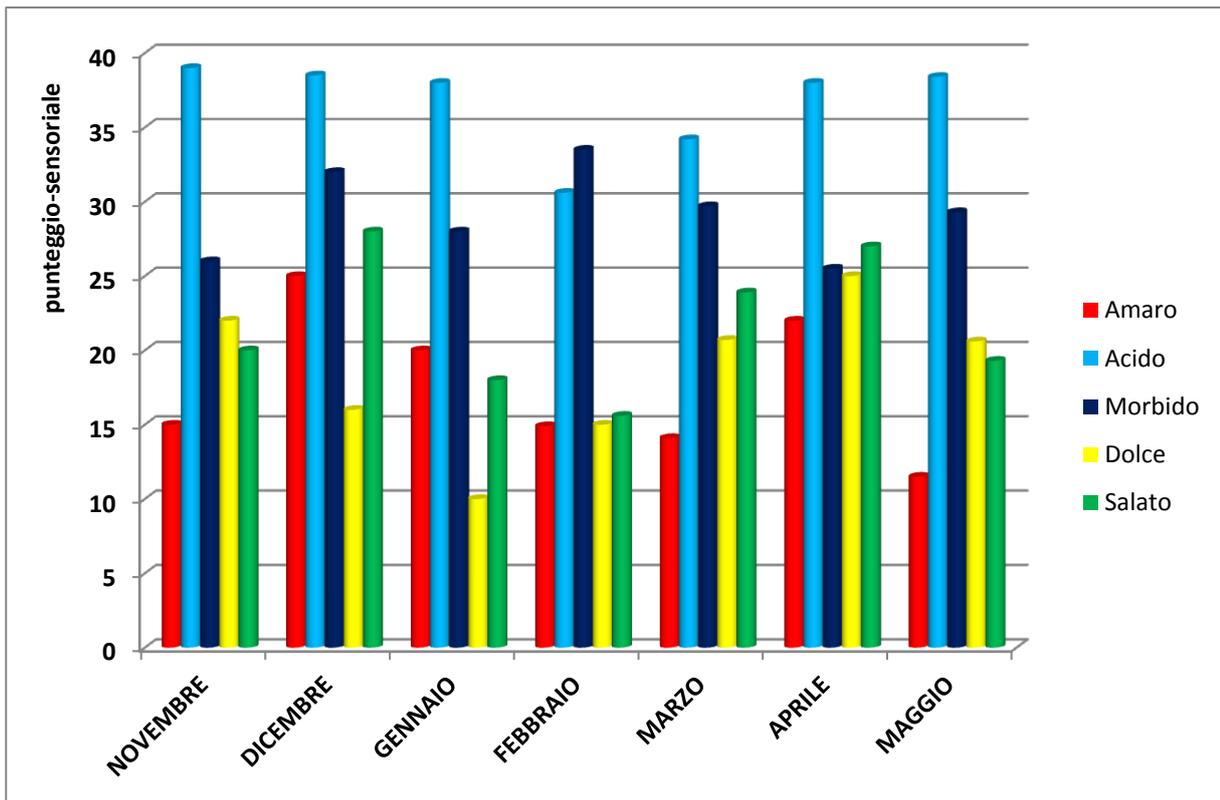


Figura 18. Descrittori gustativi del vino '230'

L'acidità è stata percepita in modo importante anche nella bottiglia, senza grosse variazioni di percezione. La morbidezza è minore rispetto al punteggio del bag, e si può anche notare uno squilibrio tra i descrittori gustativi.

BAG 3 L IMPIANTO RESINE

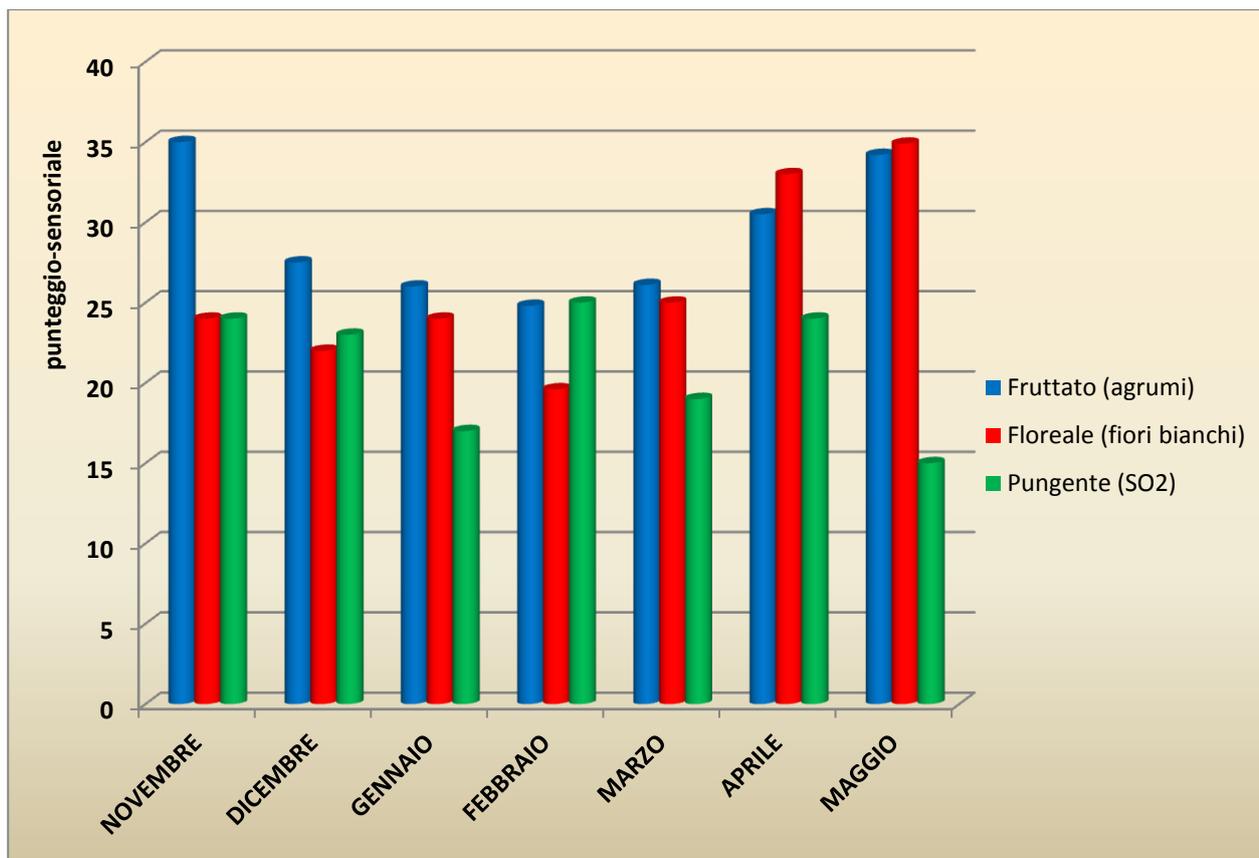


Figura 19. Descrittori olfattivi del vino '230'

Nei primi mesi di shelf-life nel bag è stato colta una pungenza eccessiva, dovuta all'anidride solforosa. Inizialmente si nota un picco della nota fruttata, ma nei mesi successivi c'è stata una diminuzione notevole. Solo negli ultimi mesi quando la pungenza è stata percepita meno gli assaggiatori hanno potuto comprendere le caratteristiche olfattive fruttate e floreale.

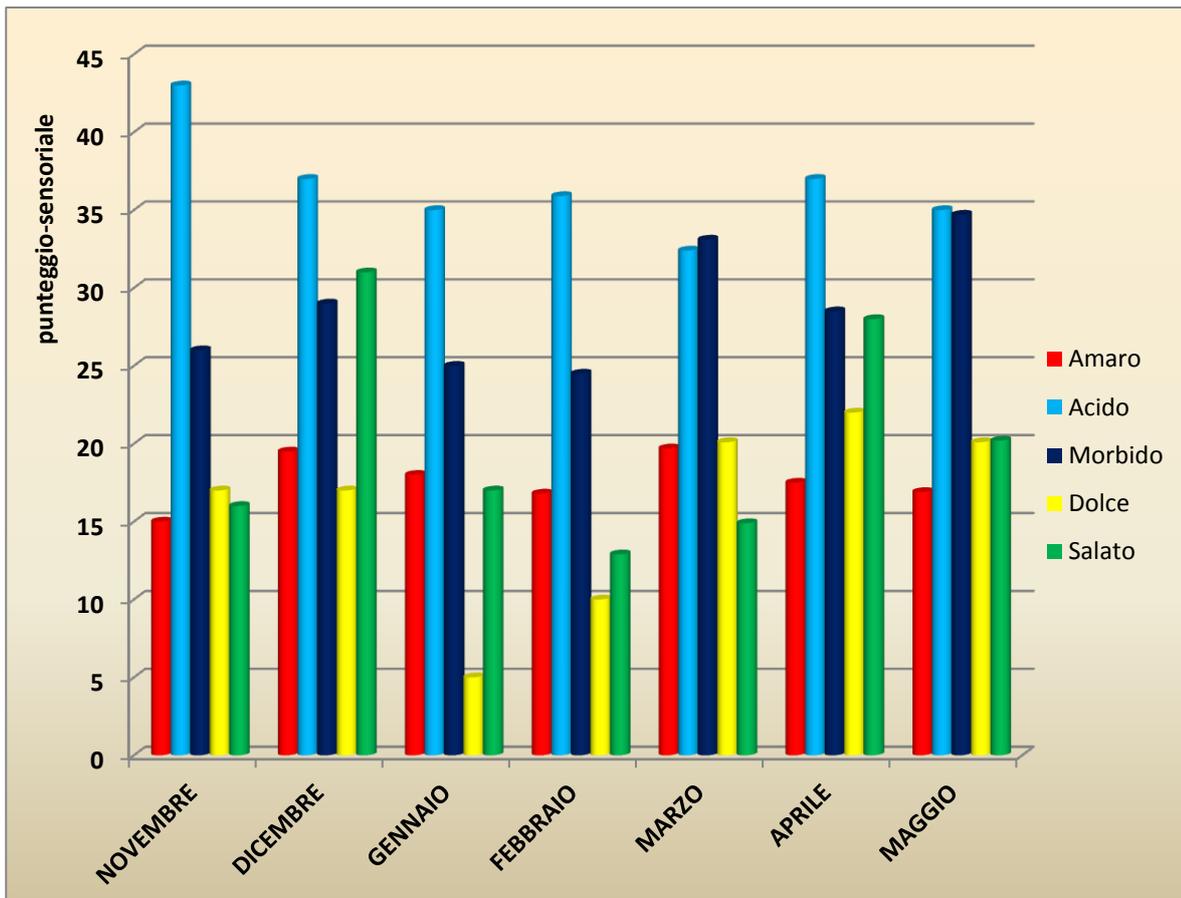


Figura 20. Descrittori gustativi del vino '230'

Da questo grafico si può notare come l'acidità sia ancora più percepita, questo in merito all'impianto resine usato per la stabilizzazione tartarica, che ha permesso al vino di mantenere nella shelf-life una buona struttura acida accompagnata da un importante morbidezza.

BOTTIGLIA 0.75 L IMPIANTO RESINE

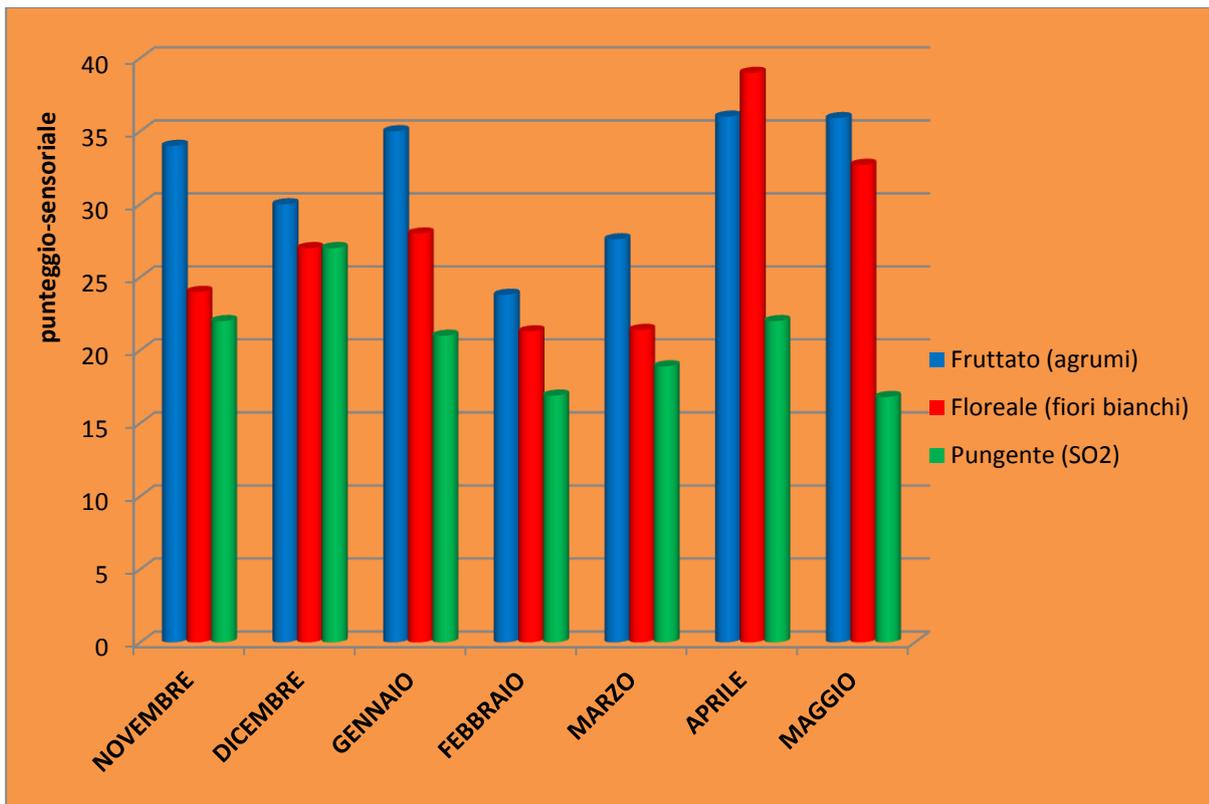


Figura 21. Descrittori olfattivi del vino '230'

Anche nella bottiglia come nel bag si nota nella shelf-life la diminuzione della pungenza che a sua volta da spazio alla percezione delle caratteristiche fruttate e floreali

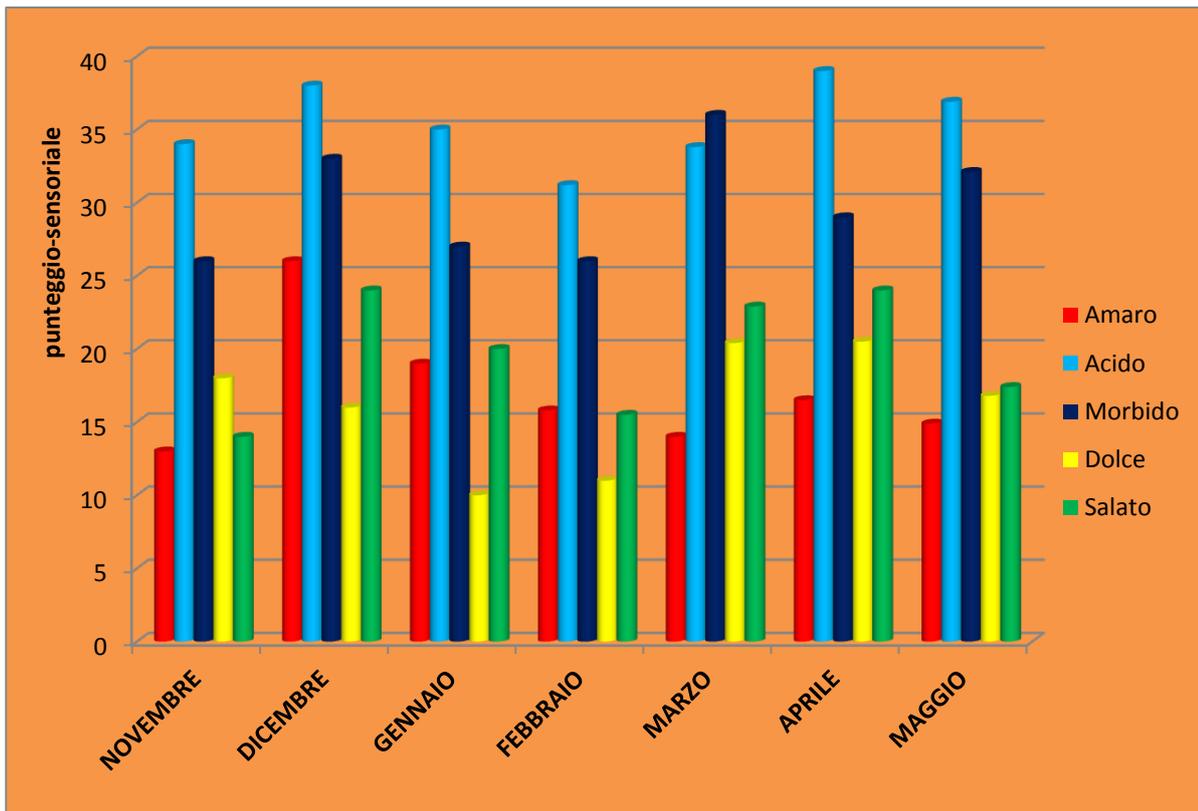


Figura 22. Descrittori gustativi del vino '230'

Nella bottiglia gli assaggiatore hanno percepito una buona acidità e una buona morbidezza prolungata nel tempo

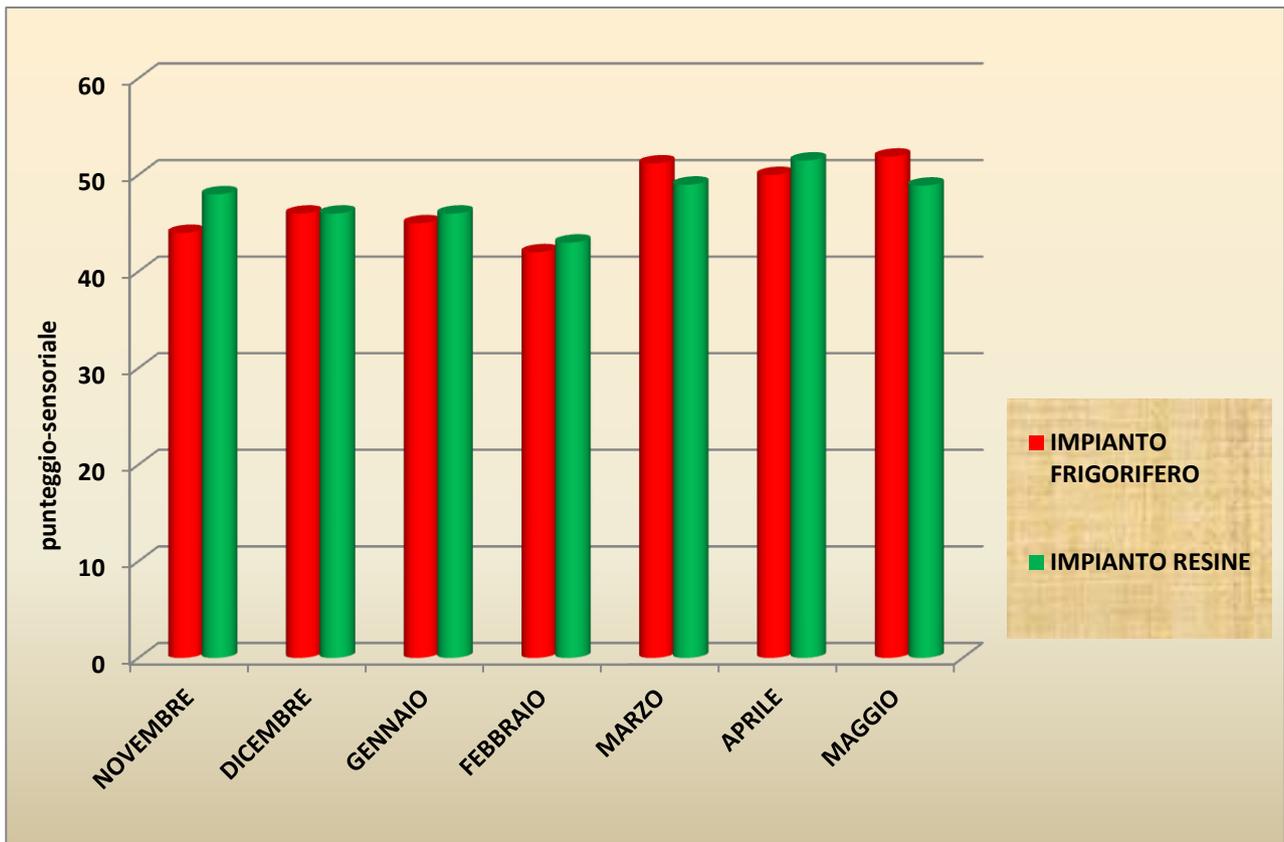


Figura 23. Giudizio complessivo delle bottiglie del vino '230'

Questo grafico mette in evidenza il giudizio complessivo dato dagli assaggiatori del panel nell'assaggio delle bottiglie stabilizzate con i due impianti differenti e come si può notare non emergono differenze significative, tranne che negli ultimi mesi i due campioni sono stati apprezzati di più rispetto ai mesi di inizio shelf-life

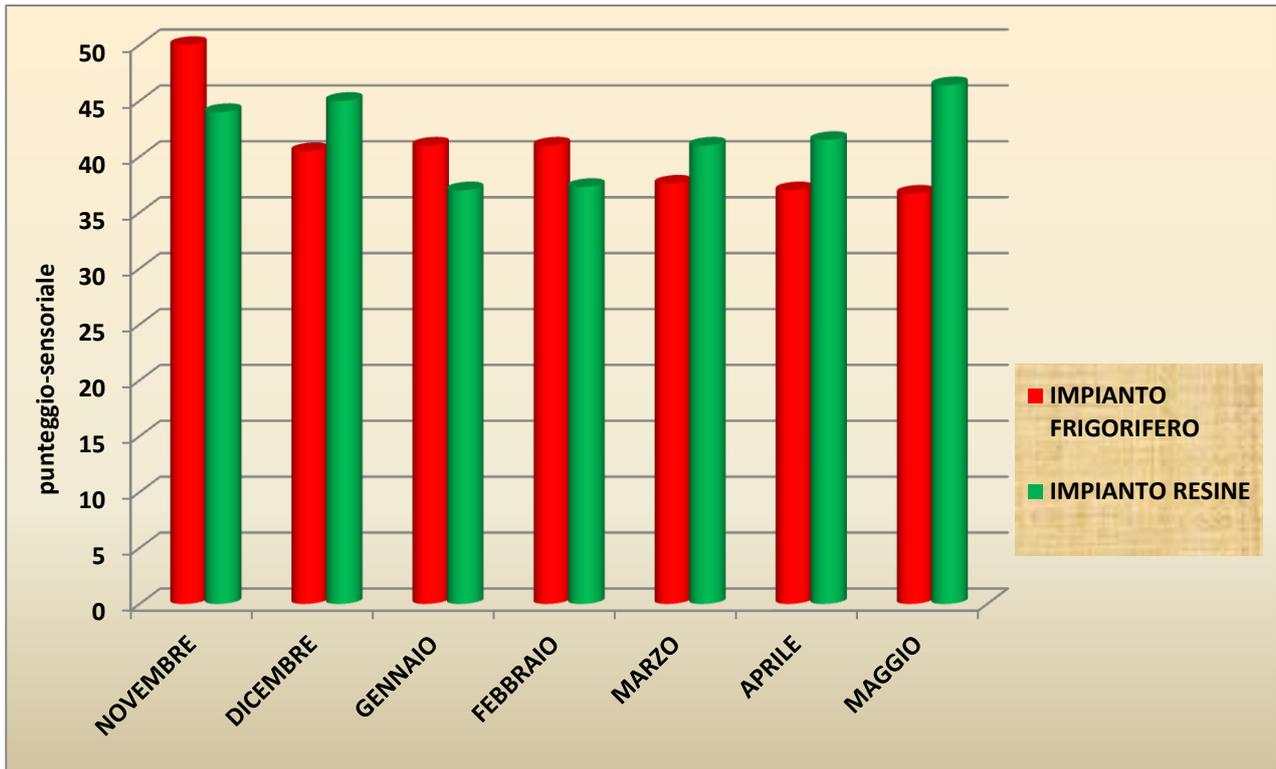


Figura 24. Giudizio complessivo dei bag in box del vino '230'

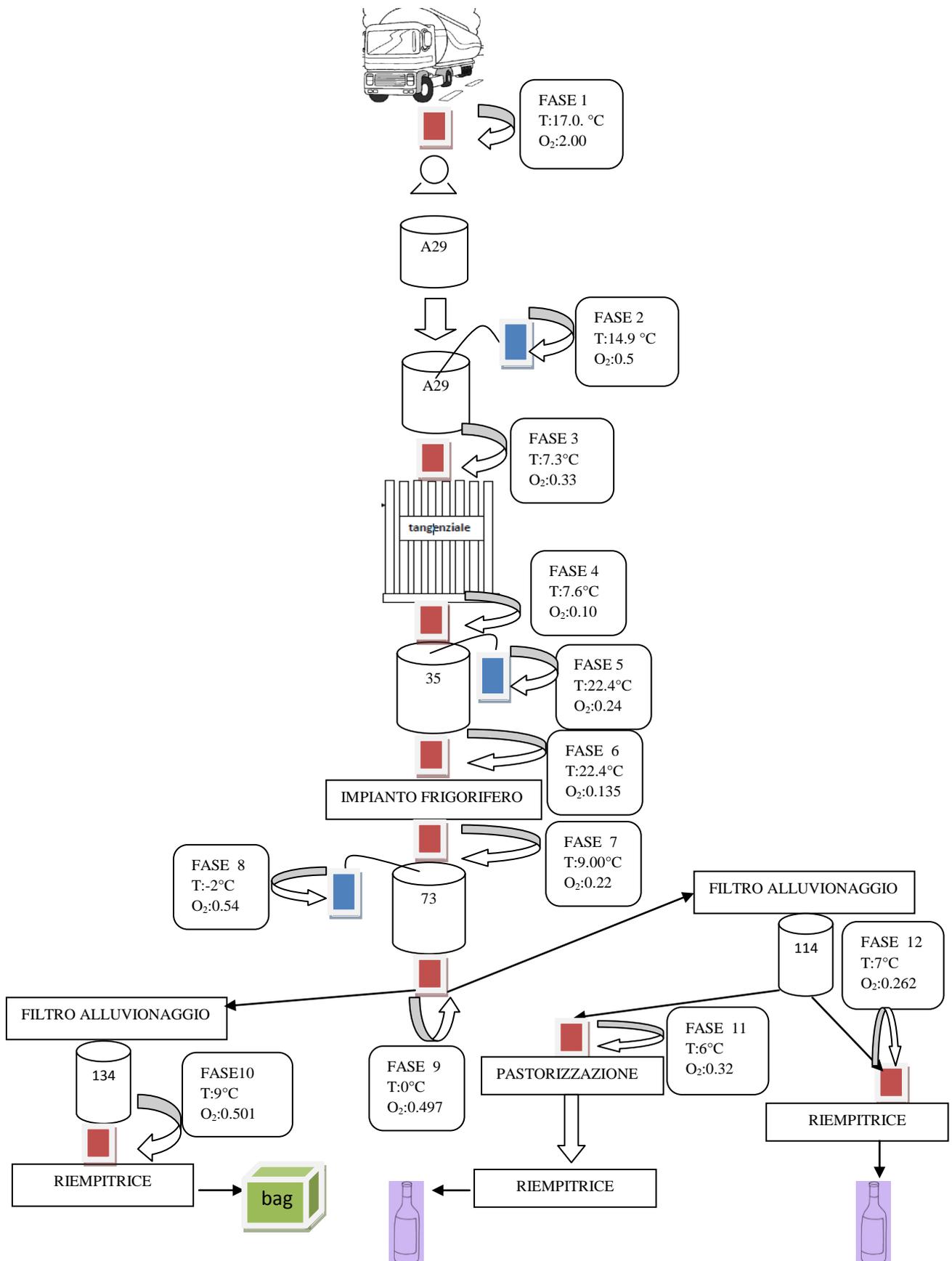
Il giudizio complessivo dato dal panel negli assaggi del bag permette di identificare quello stabilizzato con resine il campione con un punteggio più alto nel corso dei mesi di shelf-life. Si può notare come inizialmente il campione dell'impianto frigorifero sia stato apprezzato maggiormente dagli assaggiatori, ma nel corso dei mesi sia diminuito e allo stesso tempo preferito il campione di quello stabilizzato con resine. Grazie alla elevata struttura acida il vino è riuscito a mantenere un gusto più piacevole nel tempo.

4.2 Analisi chimiche pre-confezionamento TAGLIO 282

Tabella 3. Analisi chimiche nelle fasi di pre-confezionamento

DATA	VASCA	STATO	FASE	TEMP (°C)	O2 ppm	pH	SO2 MOL (mg/l)	SO2 LIB (mg/l)	SO2 TOT (mg/l)	densità ottica	CU (ppm)	FE (ppm)	acetaldeide (mg/l)	Etilacetato (g/l)
31/10/2014	A29	cisterna	1	17	2	3,32	0,58	20	105	0,120	0,27	1,65	/	/
31/10/2014	A29	vasca in stoccaggio	2	16,5	1,75	3,34	0,56	20	92	0,09	0,31	1,58	/	/
20/01/2015	A29	dopo-chiarifica	3	7,3	0,33	3,29	0,69	22	101	0,07	0,32	1,7	40,37	38,6
26/01/2015	A29	uscita vasca verso il filtro tangenziale	4	7,6	0,10	3,29	/	/	/	/	/	/	/	/
26/01/2015	35	entrata vasca dopo filtro tangenziale	5	22,4	0,24	3,29	0,72	23	98	0,07	0,27	1,2	43,79	40
27/01/2015	35	uscita vasca verso frigo	6	22,4	0,135	3,28	/	/	/	/	/	/	/	/
27/01/2015	73	entrata vasca dopo frigo	7	9	0,22	3,28	/	/	/	/	/	/	/	/
27/01/2015	73	vasca colma dopo refrigerazione frigo	8	-2	0,54	3,28	0,61	19	98	0,07	0,26	1,4	20,74	40,52
28/01/2015	73	uscita vasca 73 verso vasca 134 e 114	9	0	0,497	3,25	/	/	/	/	/	/	/	/
29/01/2015	134	verso impianto bag	10	9	0,501	3,25	1,2	35	120	0,08	/	/	38,40	39,39
10/02/2015	114	uscita vasca 114 verso bott 1,5 l	11	6	0,32	3,24	1,65	47	131	/	/	/	38,27	44,19
10/02/2015	114	uscita vasca 114 verso bott 0,75 l	12	7	0,262	3,24	1,51	43	127	/	/	/	34,51	44,05

4.2.1 Temperatura e ossigeno nelle fasi



LEGENDA:  **specola**  **sonda a immersione**
lettura 

- FASE 1 : specola
- FASE 2 : sonda a immersione
- FASE 3 : specola
- FASE 4 : specola
- FASE 5 : sonda a immersione
- FASE 6 : specola
- FASE 7 : specola
- FASE 8 : sonda immersione
- FASE 9: specola
- FASE 10 : specola
- FASE 11 : specola
- FASE 12 : specola

4.2.2 Grafici

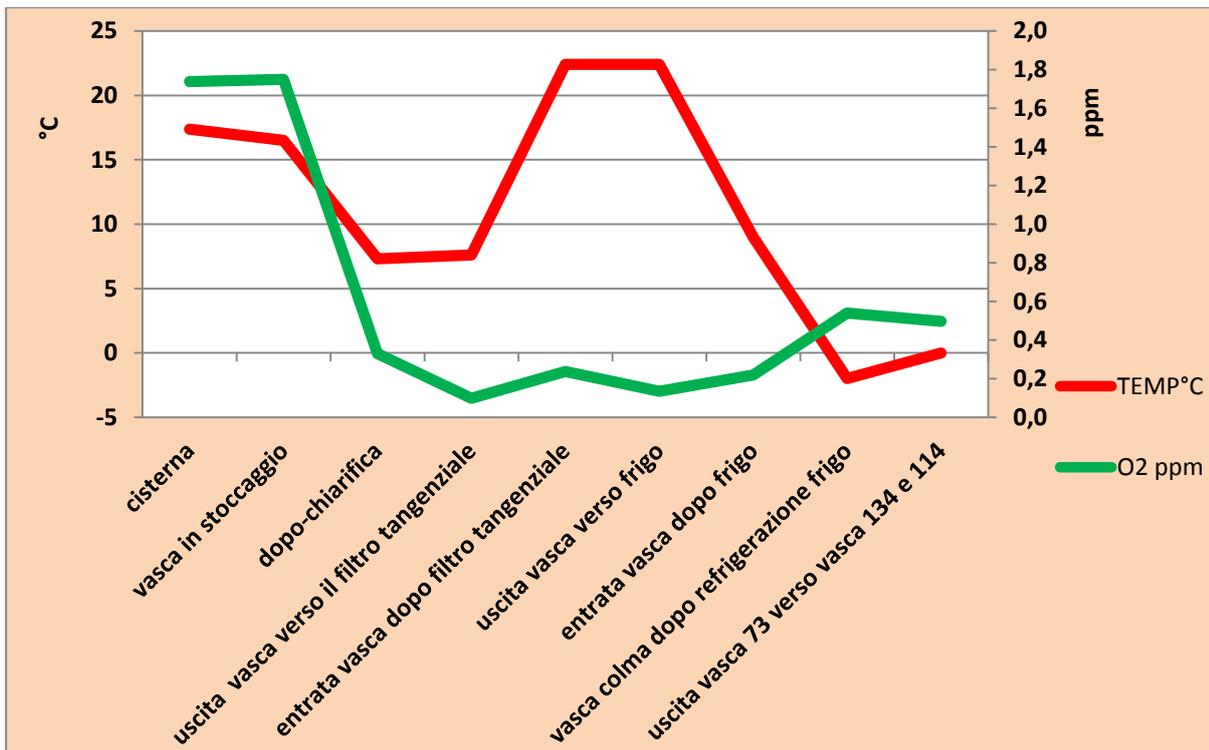


Figura 25. Temperatura e ossigeno in pre- confezionamento del vino '282'

Questo grafico mette in evidenza l'andamento dell'ossigeno dall'arrivo delle cisterne fino ad arrivare alle vasche di confezionamento. Si può notare che inizialmente il contenuto è stato attorno ai 2 ppm dopo lo scarico del vino, ma nel corso delle fasi successive si osserva un consumo notevole fino ad arrivare a 0,5 ppm. La diminuzione è causata dalla sosta in vasca di stoccaggio per tre mesi prima di essere stata chiarificata e filtrata. Da quella fase in poi l'ossigeno ha mantenuto dei valori costanti, con un innalzamento lieve durante la refrigerazione del vino raggiungendo temperature anche sotto i 0°C.

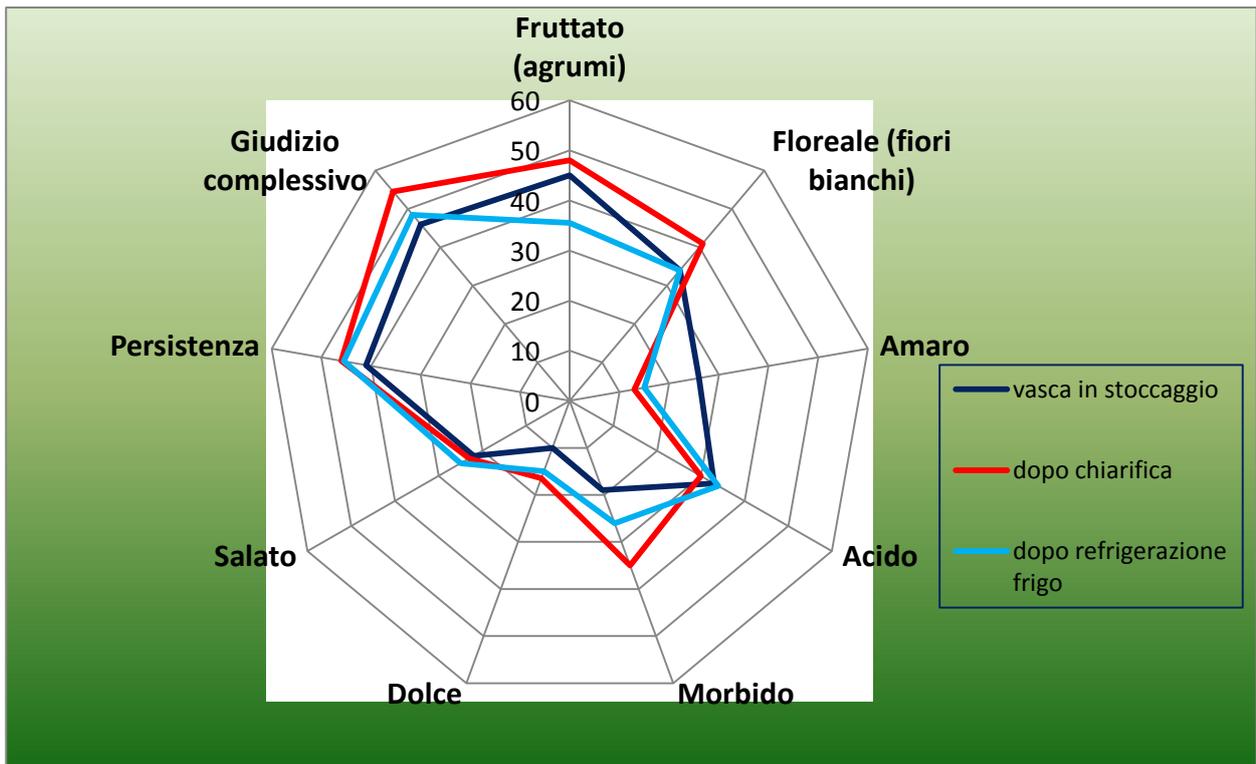


Figura 26. Analisi sensoriale prima del confezionamento del vino '282'

Gli assaggiatori hanno assaggiato tre campioni: dopo stoccaggio, dopo il trattamento di chiarifica e quello dopo refrigerazione. Lo spider dimostra che il punteggio più alto è stato ottenuto dal campione effettuato subito dopo la chiarifica. Il campione dopo la stabilizzazione tartarica data la sua efficacia, ha abbassato la soglia di percezione dei sensori olfattivi.

4.2.3 Analisi chimiche post - confezionamento (shelf-life)

Tabella 4. Analisi chimiche svolte nella shelf-life del vino '282'

DATA	STATO	VASCA	TEMP (°C)	O2 (ppm)	pH	SOLF MOL (mg/l)	SO2 LIB (mg/l)	SO2 TOT (mg/l)	densità ottica	acetaldeide (mg/l)	etilacetato (g/l)
17/02/2015	BOTTIGLIA 1,5 L TAPPO VITE	114	20	0,63	3,25	0,73	32	122	0,07	60	45
17/02/2015	BOTTIGLIA 0,75 L TAPPO SUGHERO	114	20	0,34	3,24	1,33	38	127	0,07	61	46
17/02/2015	BAG 3 LITRI	134	20	0,925	3,24	0,94	27	115	0,07	56	46
17/03/2015	BOTTIGLIA 1,5 L TAPPO VITE	114	20	0,11	3,24	1,01	29	113	0,07	57	46
17/03/2015	BOTTIGLIA 0,75 L TAPPO SUGHERO	114	20	0,13	3,24	1,16	33	120	0,07	56	46
17/03/2015	BAG 3 LITRI	134	20	0,06	3,24	0,73	21	101	0,07	55	47
21/04/2015	BAG 3 LITRI	134	20	0,17	3,24	0,77	22	103	0,07	57	48
21/04/2015	BOTTIGLIA 0,75 L TAPPO SUGHERO	114	20	0,08	3,24	1,08	31	121	0,06	62	48
21/04/2015	BOTTIGLIA 1,5 L TAPPO VITE	114	20	0,07	3,23	0,97	27	116	0,06	61	48
22/05/2015	BAG 3 LITRI	134	20	0,17	3,25	0,61	18	98	0,07	34	46
22/05/2015	BOTTIGLIA 1,5 L TAPPO VITE	114	20	0	3,25	0,79	23	107	0,07	37	46
22/05/2015	BOTTIGLIA 0,75 L TAPPO SUGHERO	114	20	0,06	3,24	0,98	28	115	0,06	36	46

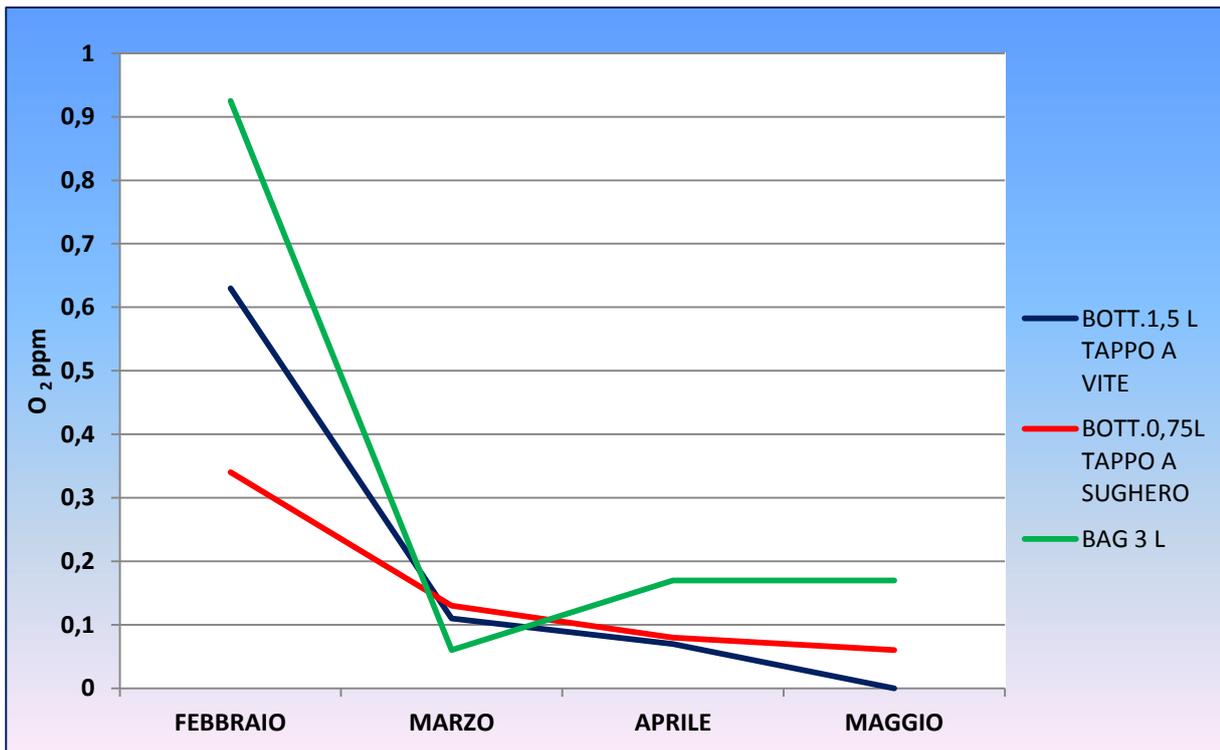


Figura 27. Ossigeno nella shelf life del vino '282'

Il grafico mostra l'andamento dell'ossigeno durante il controllo dei quattro mesi di shelf-life. Si osserva il consumo che avviene all'interno dei campioni, in particolare la bottiglia 1,5 L mostra un'eccessiva diminuzione fino a raggiungere i 0 ppm. La bottiglia 0,75 L con tappo a sughero non ha subito una variazione significativa, mentre per quanto riguarda il bag da 3 L si può osservare che ha mantenuto un contenuto di ossigeno più elevato probabilmente a conseguenza di un maggiore contenuto iniziale. Di conseguenza si può affermare che per tutti i tre i campioni in questi quattro mesi si è verificato un consumo notevole nonostante la breve shelf-life.

4.2.4 Analisi sensoriali shelf-life

BOTTIGLIA 1.5 L TAPPO A VITE

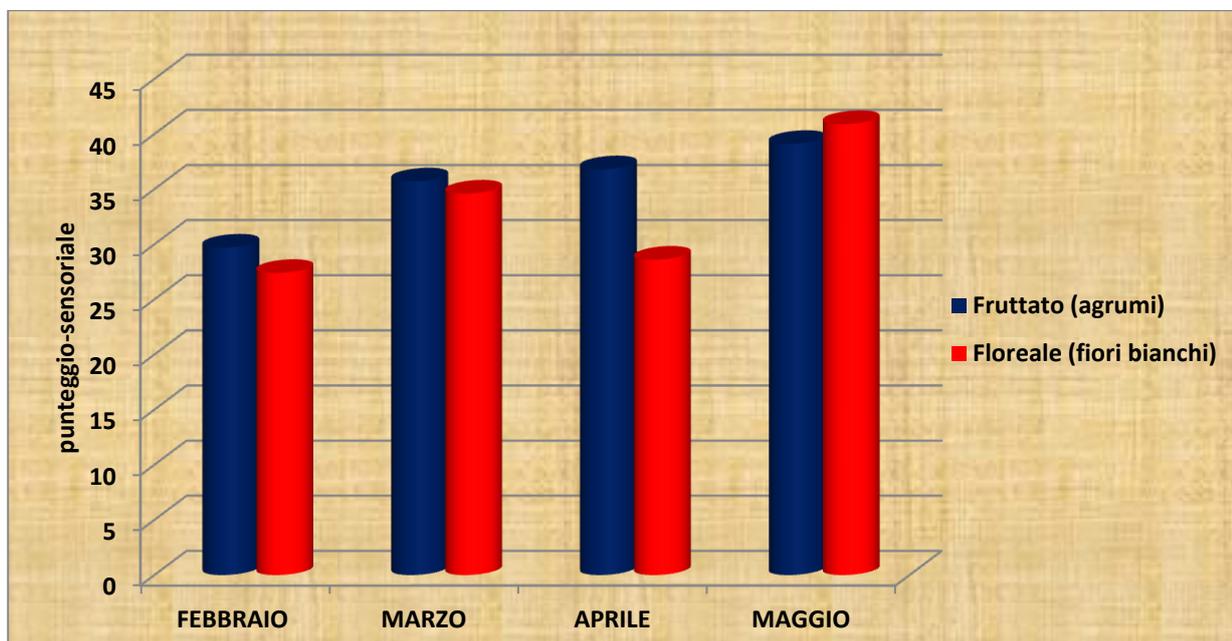


Figura 28. Descrittori olfattivi del vino '282'

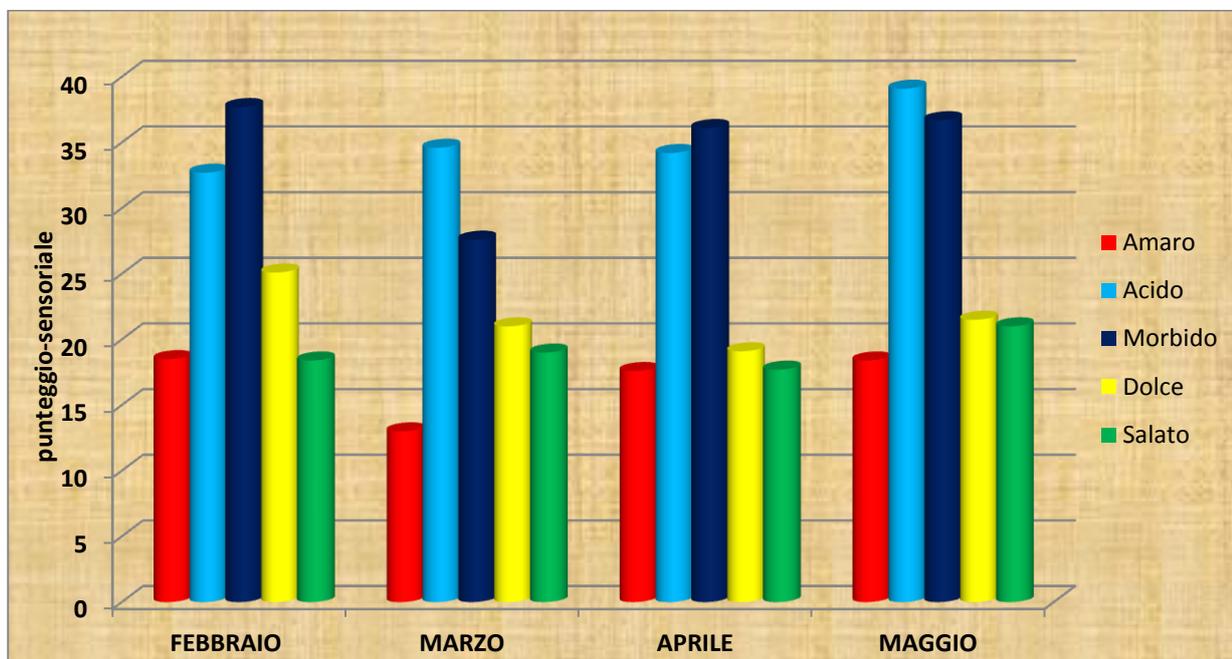


Figura 29. Descrittori gustativi del vino '282'

BOTTIGLIA 0.75 L TAPPO A SUGHERO

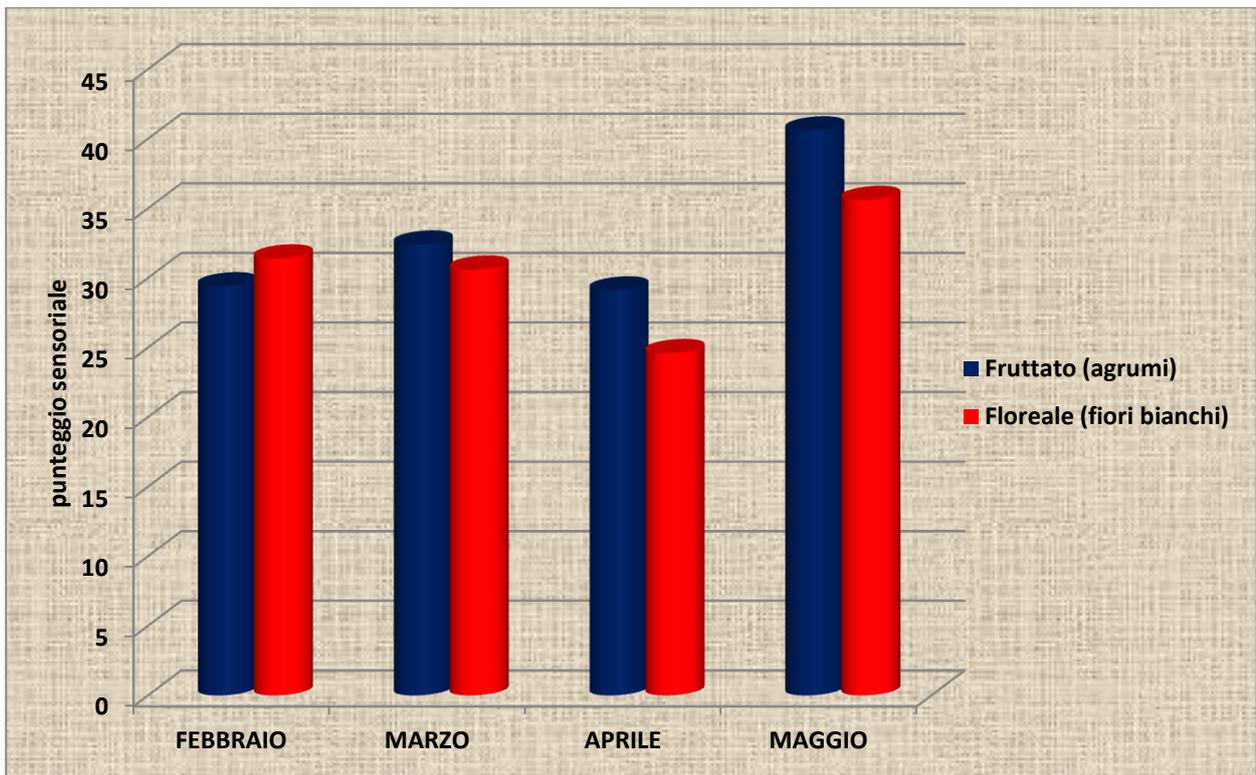


Figura 30. Descrittori olfattivi del '282'

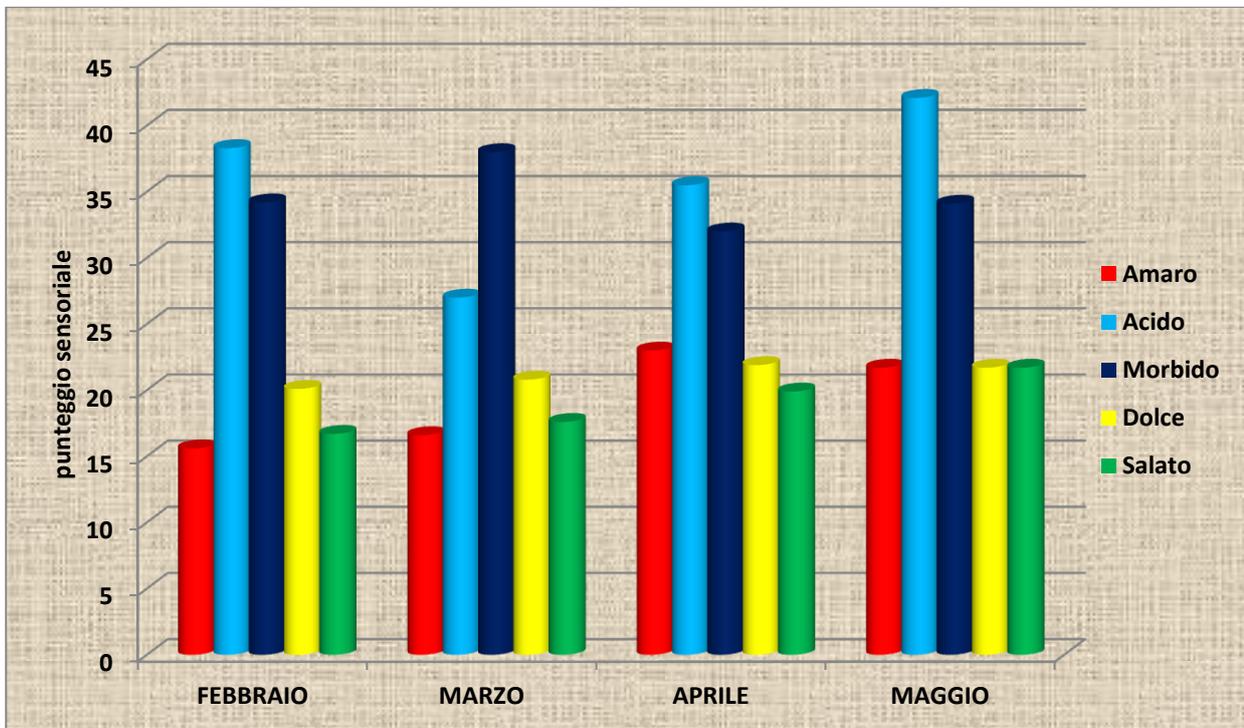


Figura 31. Descrittori gustativi del vino '282'

BAG 3 L

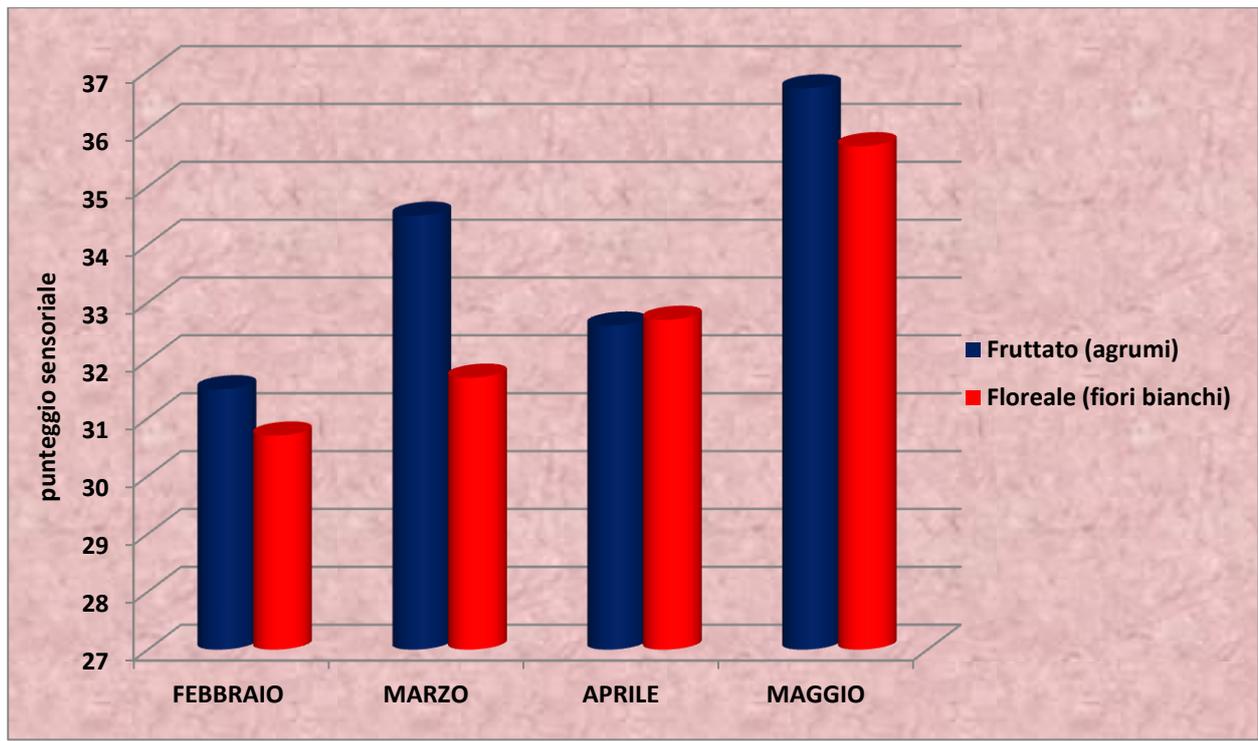


Figura 32. Descrittori olfattivi del vino '282'

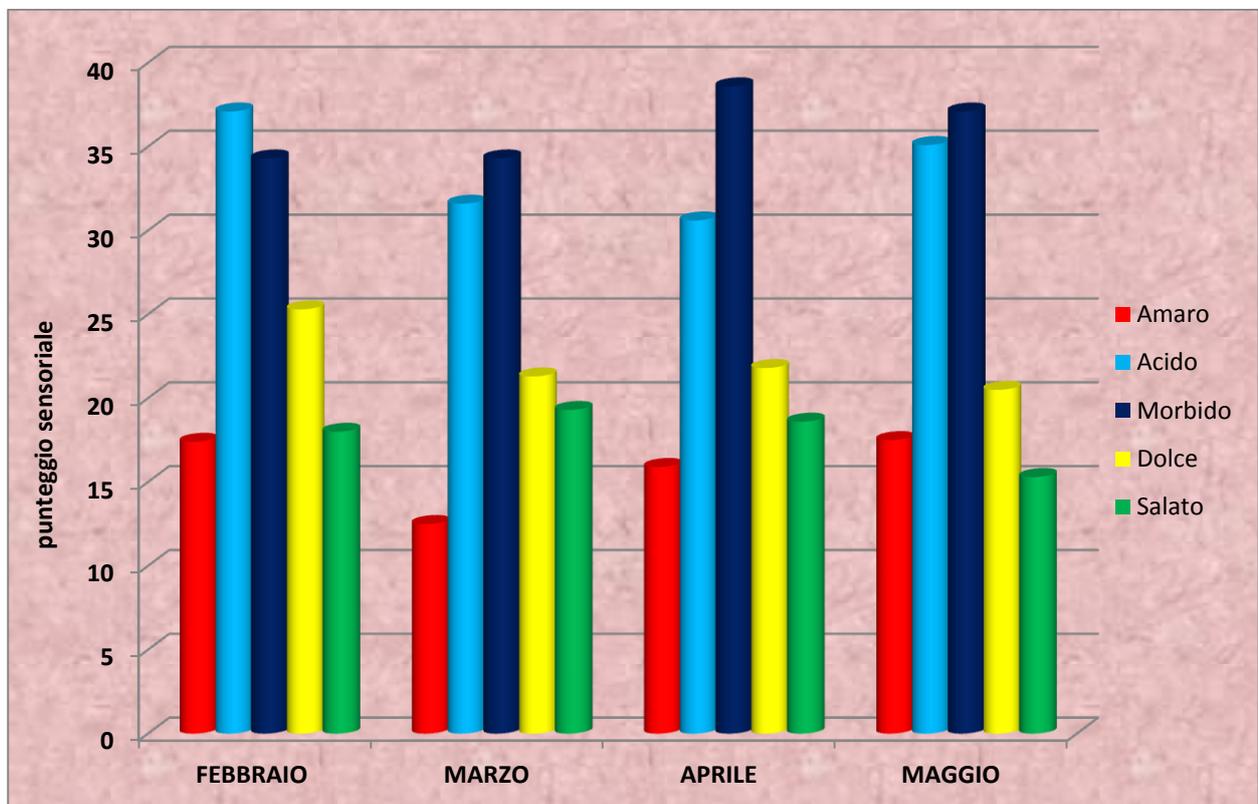


Figura 33. Descrittori gustativi del vino '282'

CONFRONTO TRA I 3 CAMPIONI

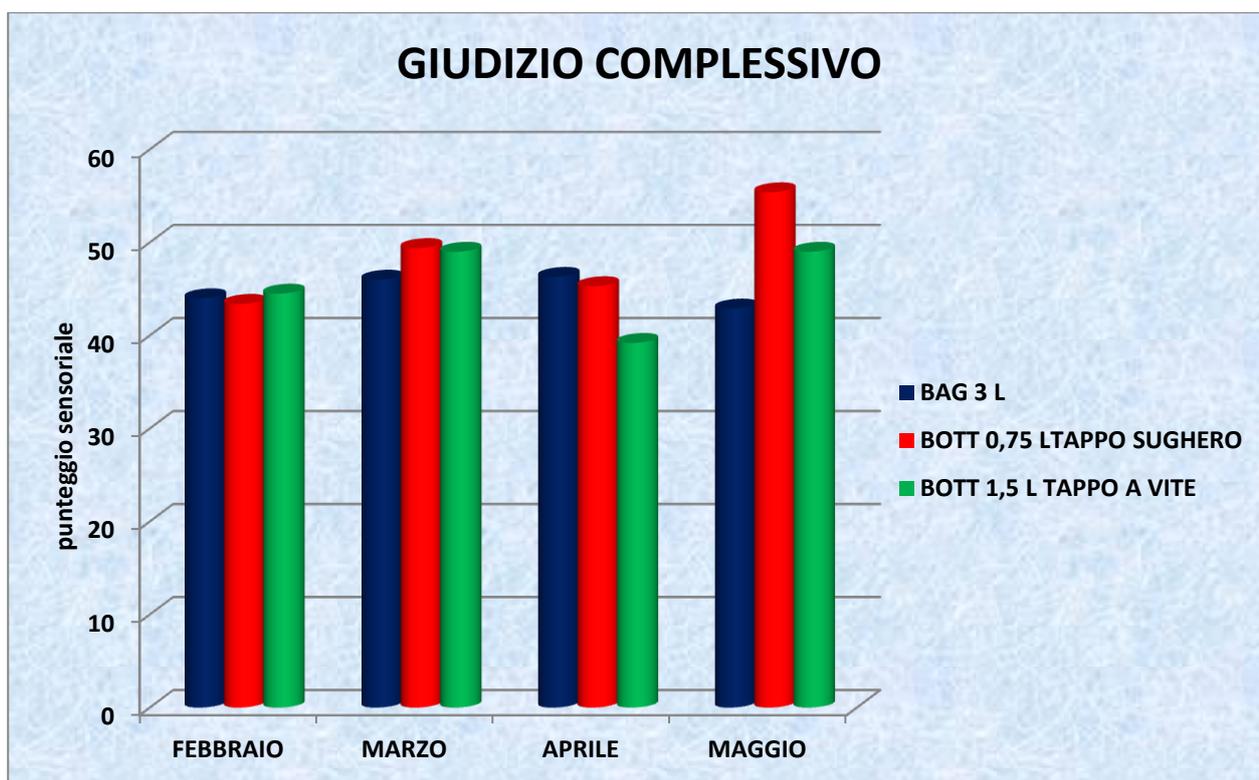


Figura 34. Giudizio complessivo nei campioni del vino '282'

Il grafico mostra il confronto tra i diversi campioni rispetto al giudizio complessivo del panel. Non si notano differenze significative, ma si può osservare comunque che la bottiglia da 0.75 L con tappo sughero è stata apprezzata maggiormente nell'ultimo mese, mentre il bag da 3 L è stato valutato nel corso della shelf-life con punteggi minori rispetto agli altri due campioni.

4.3 Profilo aromatico

In questo taglio sono stati prelevati dei campioni in determinate fasi per osservare l'evoluzione del profilo aromatico. I campioni prelevati sono stati analizzati dall'Università di Bologna con gascromatografia ai fini di trovare nelle rispettive fasi le sostanze aromatiche

Campioni analizzati:

- Stoccaggio
- Pre-chiarifica
- Post-chiarifica
- Post-tangenziale
- Post-refrigerazione
- Vino pronto per il confezionamento bag in box
- Vino pronto per l'imbottigliamento
- Bag in box dopo 4 mesi di shelf-life
- Bottiglia 0.75 l dopo 4 mesi di shelf-lfe
- Bottiglia 1.5 l dopo 4 mesi di shelf-llife

RT (minutes)	Area (%)	Area (%)	Area (%)	Area (%)	Area (%)	Area (%)	Area (%)	Area (%)	Area (%)	Area (%)	Area (%)	SOSTANZA INDIVIDUATA
	STOCCAGGIO	PRE CHIAR	POST CHIAR	POST TANG	POST REFRIG	VINO PER IL BAG	VINO PER LE BOTT	BOTT 0,75	BAG	BOTT 1,5		
14,10	1,29	1,29	1,28	1,41	1,35	1,32	1,54	0,71	0,61	0,73		acido acetico esil estere
16,22	0,54	0,35	0,42	0,28	0,34	0,45	0,40	0,63	0,73	0,77		acido propanoico 2 idrossi etil estere
24,78	10,13	10,63	9,59	9,33	7,71	7,05	6,67	3,01	0,38	1,83		acido decanoico etil estere
25,73	2,05	2,00	1,72	1,78	1,97	1,92	1,76	3,05	3,82	2,70		acido butanedioico dietil etere
30,00	0,39	0,74	0,49	0,47	0,57	0,61	0,56	1,00	1,11	0,96		acido esanoico

Tabella 5. Composizione di alcuni aromi presenti nei vini analizzati.

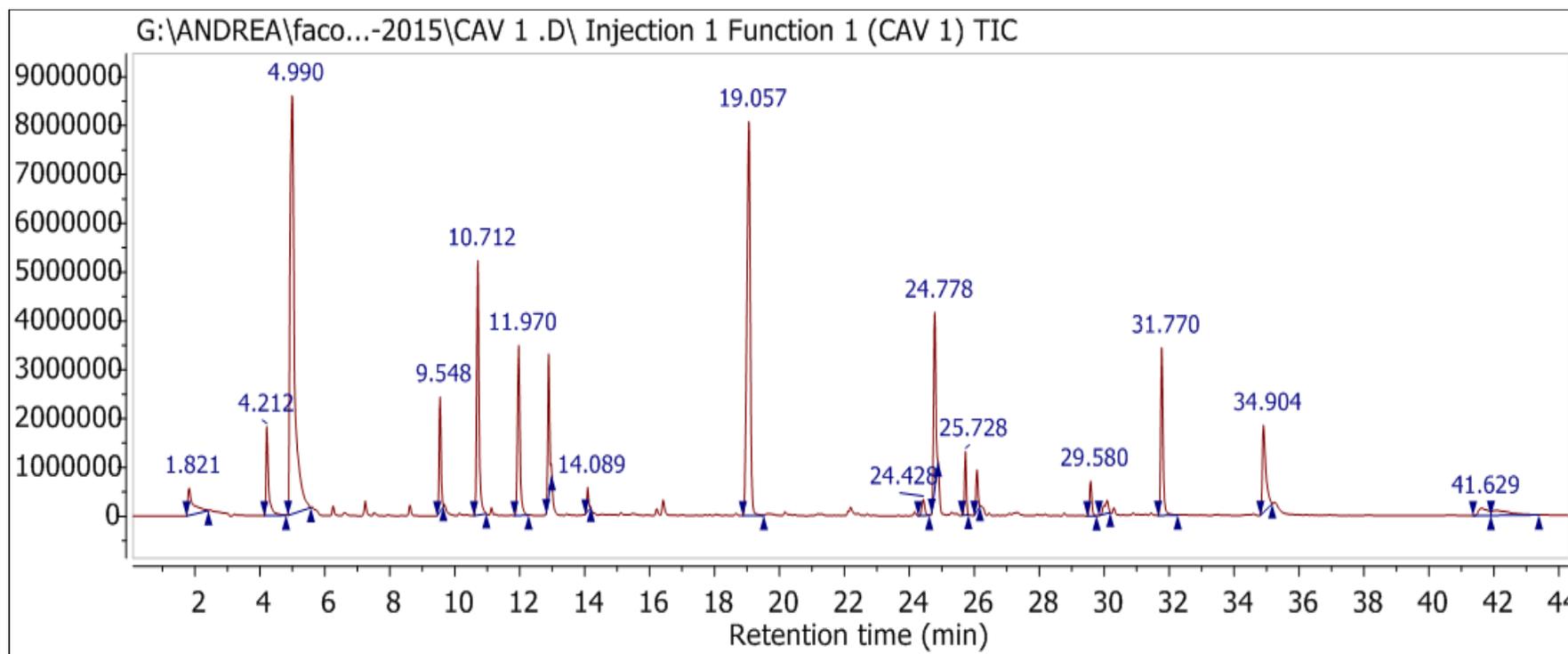


Figura 35. Esempio di profilo aromatico GC/MS di un vino bianco oggetto di studio.

Nella figura 34 si possono notare i picchi più importanti delle sostanze riportate in riferimento alla tabella 5 con dati e nome delle sostanze individuate nella lettura in base al tempo,

Le sostanze individuate :

1. Acido acetico esil estere → Acetato esil è un estere aroma volatile estratto dal lievito e prodotti durante la fermentazione di bevande alcoliche. Acetato esil è usato anche come condimento causa del suo odore fruttato, ed è naturalmente presente in molti frutti e bevande alcoliche. Sentori: verde, fruttato, dolce, grasso, mela e pera.
2. Acido propanoico 2 idrossil etil estere → Etil lattato è un composto presente in piccole quantità in un'ampia varietà di alimenti compresi vino, e vari frutti. E' responsabile della burrosa o dell'aroma del latticello. Sentori: crostata fruttata e burro.
3. Acido decanoico etil estere → Etil decanoato è un estere etilico volatili presenti nel vino e prodotto durante la fermentazione da lieviti. Esteri etilici sono formati dalla reazione di etanolo con un acido grasso. In genere hanno piacevoli aromi dolci. Le concentrazioni di etil estere diminuisce nel tempo nel vino causa dell'idrolisi spontanea. Sentori: dolce, fruttato (mela).
4. Acido butanedioico dietil estere → Estere instabile presente nel vino e prodotto durante la fermentazione. Esso è formato dalla reazione di etanolo con acido succinico. Sentori: leggermente fruttato e mela
5. Acido esanoico → Esanoico (caproico) è un acido grasso che si trova naturalmente in vari grassi e oli animali. Sentori: formaggio e sudore

Nella tabella 5, si osservano le varie aree % del picco della sostanza identificata, dando conferma su alcuni aromi percepiti da parte del gruppo panel.

Acido acetico esil estere: la sua intensità è stata percepita soprattutto all'inizio delle lavorazioni (stoccaggio, pre e post-chiarifica), mostrando linearità con quanto emerso dal panel. Infatti il suo sentore fruttato è stato il descrittore maggiormente percepito dagli assaggiatori nei campioni delle fasi iniziali.

Acido decanoico etil estere: il suo sentore di dolcezza e fruttato ha raggiunto percentuali elevate nelle prime fasi. Dopo lavorazione del vino questa sostanza ha subito una notevole diminuzione, esso conferma quanto emerso dal panel nell'assaggio dove la nota fruttata in pre e post chiarifica ha dato punteggi molto alti.

4.4 Panel universitario

Sono stati fatti assaggiare a 24 studenti i campioni dei 2 tagli, ed è stato richiesto mediante il test di Friedman di indicare (in merito al loro gusto personale) un ordine da 1 a 4 (tabella 2-3) e la compilazione delle schede sensoriali (figura 33-34-35).

4.5.1 Risultati – Analisi sensoriale -

TAGLIO 230

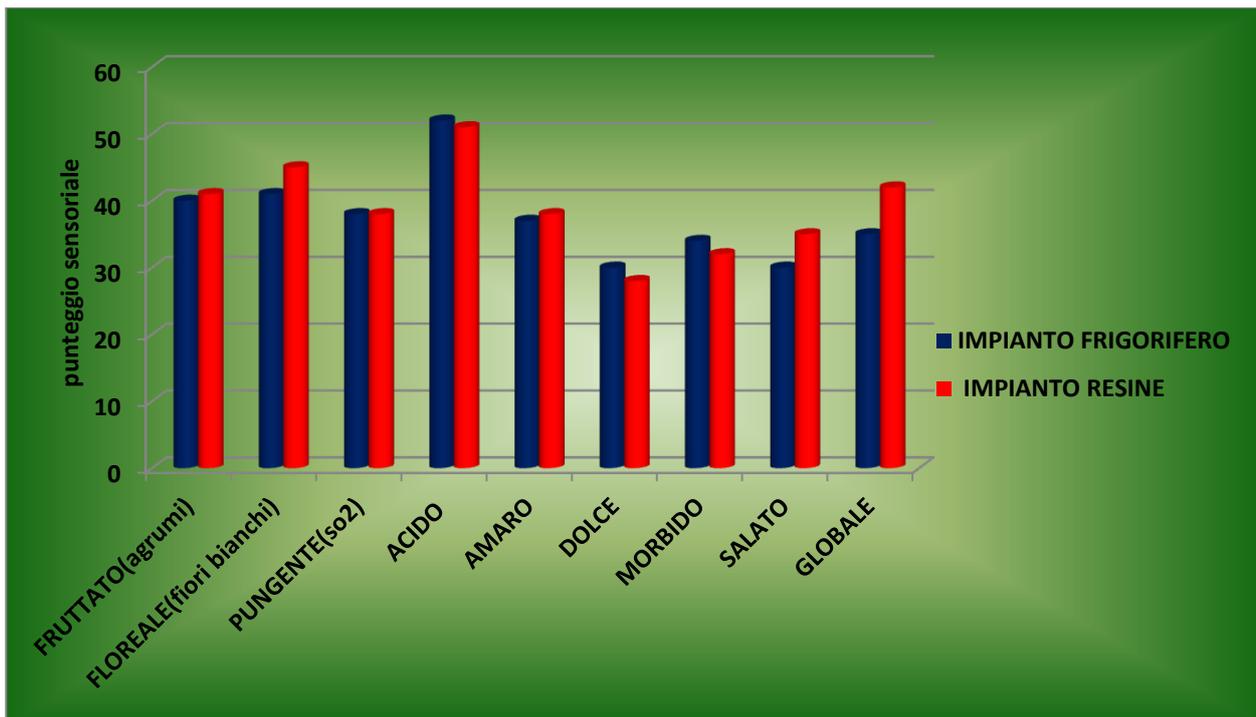


Figura 36. Analisi sensoriale dei bag del vino '230'

I bag assaggiati dagli studenti mostrano nel grafico una leggera preferenza su alcuni sensori in quello stabilizzato con le resine. Sono stati entrambi percepiti acidi ma non con differenti punteggi.

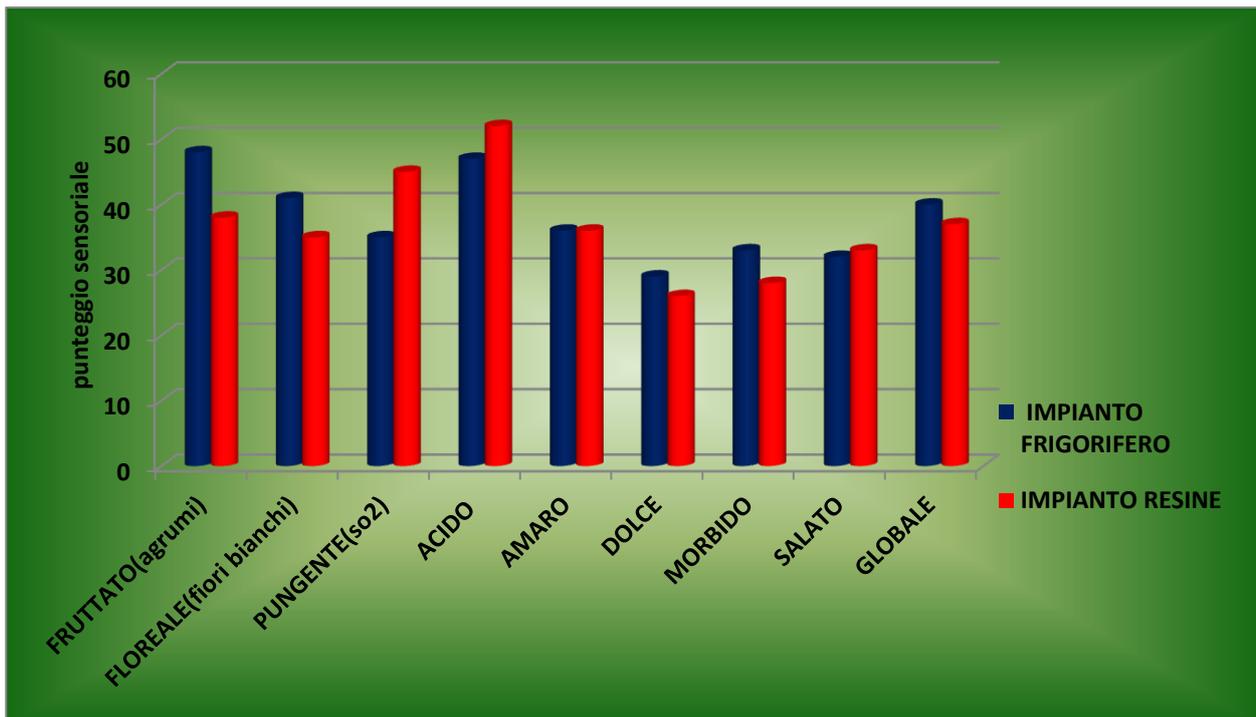


Figura 37. Analisi sensoriale delle bottiglie del vino '230'

Le bottiglie assaggiate sono state valutate con valutazioni più differenti tra i due campioni. Le note olfattive sono state maggiormente percepite nella bottiglia stabilizzata con frigo, mentre l'acidità raggiunge un picco più alto nel campione stabilizzato con le resine.

TAGLIO 282

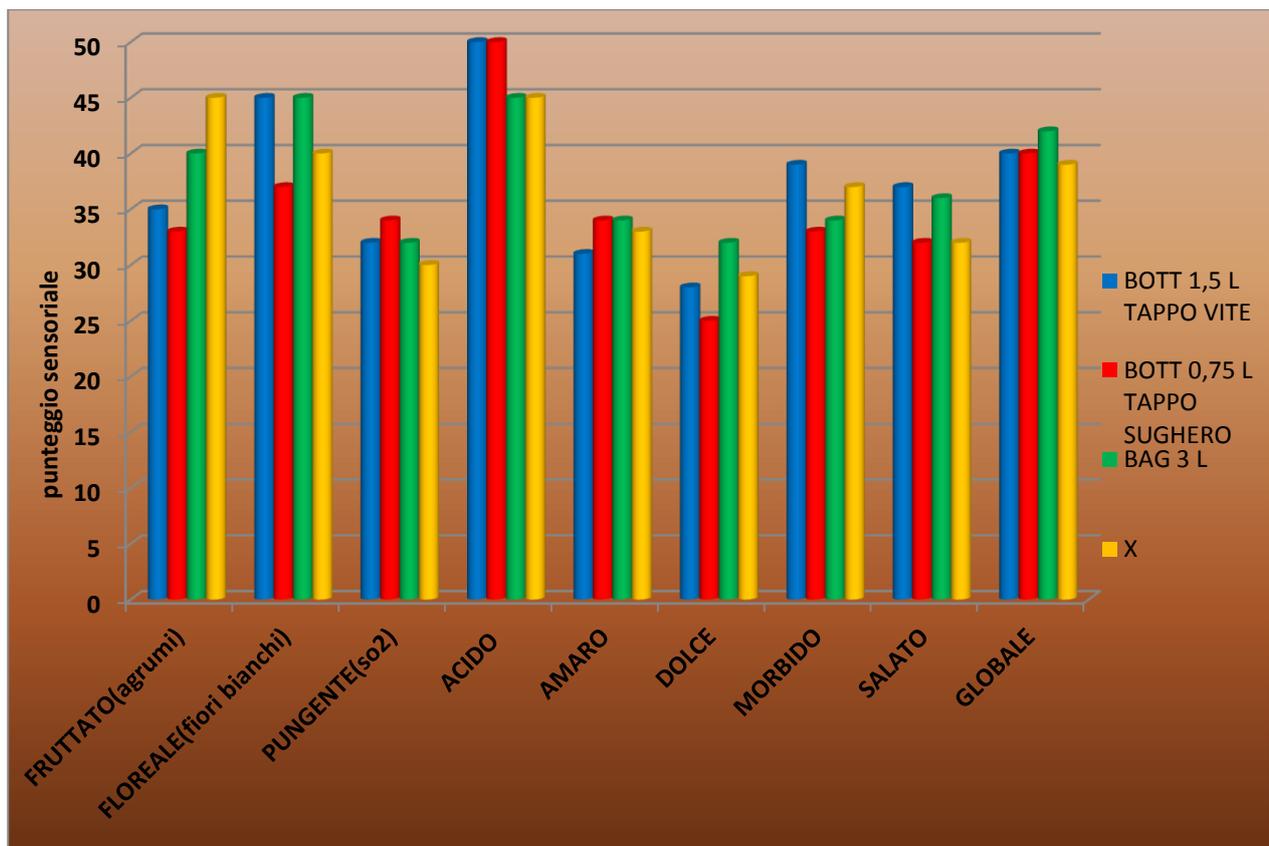


Figura 38. Analisi sensoriale dei campioni del vino '282'

Questo grafico mostra il confronto tra i 4 campioni assaggiati per il taglio 282. Le caratteristiche olfattive sono state percepite maggiormente nel campione "x" e nel campione bag 3 L. Sotto l'aspetto complessivo non si sono notano differenze, tutti i campioni sono stati apprezzati con punteggi positivi.

4.5.2 I risultati – test di Friedman –

TAGLIO 230

Dati:

- campione A → bag (impianto frigorifero)
- campione B → bottiglia (impianto frigorifero)
- campione C → bottiglia (impianto resine)
- campione D → bag (impianto resine)

Tabella 6. Preferenze (%) espresse dal panel di studenti sul vino taglio 230

	1	2	3	4
A	25,0	25,0	16,7	33,3
B	25,0	20,8	20,8	33,3
C	12,5	54,2	25,0	8,3
D	37,5	0,0	37,5	25,0

TAGLIO 282

Dati:

- campione A → bottiglia 1.5 l tappo a vite
- campione B → bottiglia 0.75 tappo sughero
- campione C → bag
- campione D → x

Tabella 7. Preferenze (%) espresse dal panel di studenti sul vino taglio 282

	1	2	3	4
A	20,8	41,7	25,0	12,5
B	50,0	8,3	20,8	20,8
C	20,8	20,8	25,0	33,3
D	8,3	29,2	29,2	33,3

Le due tabelle mostrano differenze non significative dato che con quattro prodotti e 24 assaggiatori la differenza minima significativa ($p < 0,05\%$) doveva essere 22.

Taglio 230 → differenza 8

Taglio 282 → differenza 18

Nonostante non ci siano differenze significative al test di Friedman in entrambi i vini (230 e 282) i prodotti più diversi tra loro sono risultati nel taglio 282 il campione D (non preferito) rispetto al campione B (preferito).

CAPITOLO 5

CONCLUSIONI

Il vino del taglio 230, stabilizzato con i due impianti differenti, ha mostrato una composizione sostanzialmente omogenea. L'andamento dell'ossigeno nel vino non è stato influenzato dalle tipologie di stabilizzazione, anche se c'è stato un incremento maggiore nell'impianto frigorifero, dovuto proprio alla sua azione di raffreddamento. Durante la shelf-life il vino imbottigliato e confezionato ha subito un consumo di ossigeno uguale per entrambe i vini stabilizzati con impianto frigorifero e resine. Per quanto riguarda l'analisi sensoriale, si può concludere che l'impianto resine ha permesso durante la shelf-life, di avere vini più apprezzabili nei bag in box. Mentre non si sono verificate differenze sostanziali con l'impianto a frigorifero.

Il vino taglio 282, confezionato con differenti contenitori, ha mostrato differenze analitiche trascurabili. La bottiglia da 1,5 L è stato l'unico contenitore a consumare velocemente l'ossigeno, fino ad arrivare dopo 4 mesi di shelf-life, a consumarlo tutto. L'effetto del caldo nella pastorizzazione prima dell'imbottigliamento ha influenzato questo dato, senza però condizionare l'esito dell'analisi sensoriale. Infatti nell'assaggio dei 3 campioni durante le sedute di panel, non sono emerse diversità tra loro.

La bottiglia con il tappo a sughero è stata leggermente preferita dagli assaggiatori di entrambi i panel, anche se è necessario ampliare l'indagine con assaggiatori non addestrati per avere un dato definitivo.

CAPITOLO 6

BIBLIOGRAFIA

- Patrignani et al. (2013) High-Pressure Homogenization to Modify Yeast Performance for Sparkling Wine Production According to Traditional Methods. *Am. J. Enol. Vitic.* 64, 258-267.
- Petroziello M. (2004), *Il controllo dell'ossigeno nel vino*. L'Informatore agrario N.40.
- Tondello P. (2012), *tecnologia innovativa per la misurazione dell'ossigeno nelle bottiglie di vino*. Timoxi wine (2012). Progetto realizzato dal CIRVE - Centro di Ricerca Interdipartimentale per la Viticoltura e l'Enologia dell'Università di Padova in collaborazione con Cantine Viticoltori Veneto Orientale Società Agricola Cooperativa (Vi.V.O. Cantine S.A.C.)
- Bolla V., Soave M. (2010), *speciale vino e ossigeno: In e out ossigeno sotto controllo*. VQ numero 6 luglio/agosto 2010
- De Basquiat M., Biondi Bartolini A., Cavini F. (2008), *Ossigeno e vino dal ruolo dell'ossigeno alla tecnica della micro-ossigenazione*. 2008 Parsec S.r.l Firenze.
- Riberau-Gayon P. (1998), *Trattato di enologia 2-chimica del vino stabilizzazione e trattamenti*. Edagricole S.r.l: Bologna
- Devatine Et Al (2007), A. *Micro-oxygenation of wine in presence of dissolved carbon dioxide*. Chemical Engineering Science
- *Dal Cin G., (1991). Elaborazione e stabilizzazione dei vini. Ed. Dal Cin S.p.A., Sesto S.G. (MI).*
- Usseglio-Tomasset L., (1978). *Chimica enologica, Edizioni AEB, Brescia*
- Ruggeri A. (2010), *L'ossigeno, il vino e i microrganismi*. Vinnatur. Seminario Bologna, 11 giugno 2010.
- Vidal, Moutonet, Muller-Spath, Vivas, Glories: Tebaldi 2010, *La rimozione dell'ossigeno disciolto nei vini: studio sull'effetto dei trattamenti di cantina nella dissoluzione dell'ossigeno e applicazione della tecnologia a membrana per prevenire l'ossidazione*. Tebaldi innovatori per passioni 2010 rev.2 29/03/2010. Colognola Ai Colli.

CAPITOLO 7.

SITOGRAFIA

- <http://www.imbottigliamento.it/2013/04/11/influenza-del-packaging-sulla-conservazione-del-vino/>
- http://www.infowine.com/docs/Newsletter248_Def.htm
- <http://it.nomacorc.com/enologia/gestione-dellossigeno/>
- <http://lucio15.altervista.org/vino/tabella4.htm>