

CANTINA

# Anfore ad uso enologico: un nuovo approccio scientifico per la caratterizzazione della permeabilità all'ossigeno

FABRIZIO MINUTE E FEDERICO GIOTTO (GiottoConsulting srl)  
INGNACIO NEVARES E MARIA DEL ALAMO-SANZA (UVaMOX)  
FRANCESCO TAVA E FILIPPO CIMITAN (TAVA)

LE ANFORE AD USO  
ENOLOGICO RAPPRESENTANO  
UNO STRUMENTO MOLTO  
PRECISO PER UNA GESTIONE  
CONTROLLATA DELLA  
MICRO-OSSIGENAZIONE DEI  
VINI E QUINDI DELLA LORO  
EVOLUZIONE NEL TEMPO



Il ruolo chiave dell'ossigeno nella caratterizzazione chimica e sensoriale di un vino è stato descritto per la prima volta nel 1866, quando Pasteur nel suo "Etudes sur les vins" scrisse: "è l'ossigeno che fa il vino ed è l'ossigeno che lo distrugge". Nonostante al tempo non fossero chiaramente disponibili le tecnologie e le conoscenze attuali, l'intuizione di Pasteur descrive perfettamente l'importanza che ricopre l'ossigeno nel modulare le complesse cascate di reazioni responsabili delle caratteristiche cromatiche e organolettiche dei vini, con effetti che possono essere migliorativi (nei casi di una gestione mirata dell'ossigeno in fase di vinificazione/affinamento) o peggiorativi (ad esempio ossidazioni incontrollate).

Delle diverse fasi del processo di vinificazione, l'affinamento può essere considerato lo step in cui l'enologo ha il maggior "controllo" della gestione dell'ossigeno, potendo optare per diverse soluzioni che andranno a definire lo stile del futuro vino. Come verrà discusso in questo articolo, le anfore ad uso enologico rappresentano uno strumento molto preciso per una gestione controllata della micro-ossigenazione dei vini e quindi della loro evoluzione nel tempo.

## Ossigeno e affinamento

Fino a qualche anno fa, l'utilizzo di botti di diversi formati e tipologie (specie e origine botanica del legno, grado di tostatura, ecc.) rappresentava lo standard per la maturazione dei vini, soprattutto in materia di vini rossi di qualità. Oltre ad aspetti legati alla storicità e alla tradizione, le motivazioni alla base del loro utilizzo sono da ricondurre principalmente all'impatto sensoriale del legno sul vino, con la cessione di sostanze volatili che contribuiscono alla complessità del bouquet aro-

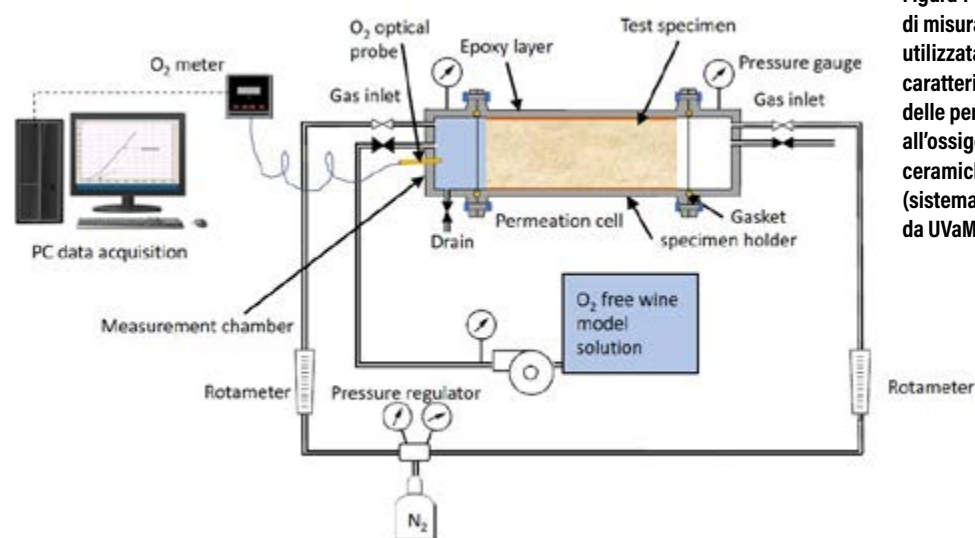


Figura 1 - Camera di misura utilizzata per la caratterizzazione delle permeabilità all'ossigeno delle ceramiche TAVA (sistema brevettato da UVaMOX)

**LA PRECISIONE NEL CONTROLLO DELLA TEMPERATURA IN FASE DI COTTURA È FONDAMENTALE PER DEFINIRE LE CARATTERISTICHE DI PERMEABILITÀ ALL'OSSIGENO DELLE ANFORE, GIOCANDO INOLTRE UN RUOLO CHIAVE NEL GARANTIRE L'UNIFORMITÀ DELLE PROPRIETÀ CHIMICO-FISICHE DEI MATERIALI CERAMICI STESSI**

matico (comparsa di note di vaniglia, spezie, mandorle tostate, ecc.) e, aspetto ancor più importante, all'effetto di micro-ossigenazione in grado di promuovere le reazioni di polimerizzazione dei tannini e dei polimeri pigmentati con effetti benefici in termini cromatici e gustativi.

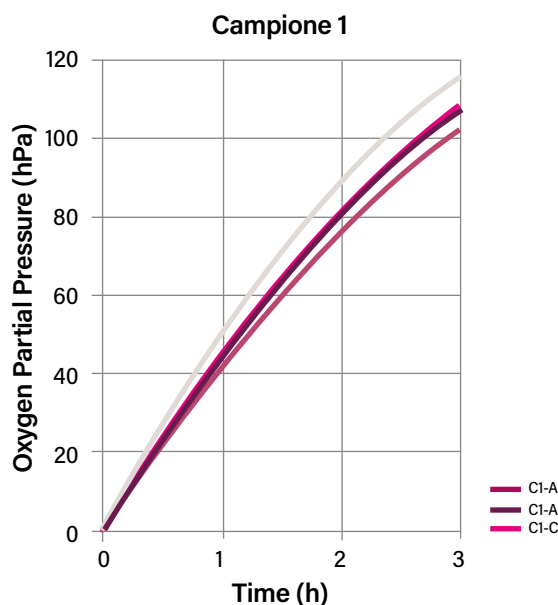
Considerando l'importanza di tale tematica, la permeabilità all'ossigeno delle barriques è stata ampiamente studiata da numerosi gruppi di ricerca con risultati spesso contrastanti. I tassi di permeabilità all'ossigeno OTR (*Oxygen Transmission Rate*) riportati in letteratura, infatti, variano da circa 10 a 45 mg/L/anno in funzione del piano sperimentale adottato. Nello studio "Recent advances in the evaluation of the

*oxygen transfer rate in oak barrels*" (Alamo-Sanza and Nevares, 2014), molte delle criticità evidenziate nei precedenti lavori sono state chiarite ed hanno portato ad una caratterizzazione molto precisa dell'OTR delle barriques, con arricchimenti di ossigeno di circa 10 mg/L/anno. Chiaramente, essendo il legno un materiale "dinamico" (la permeabilità all'ossigeno non è costante nel tempo) caratterizzato da un'elevata eterogeneità, questo valore non è rappresentativo di tutte le barriques presenti in commercio, ma può essere considerato un ottimo punto di partenza per cercare di capire quali siano i tassi di arricchimento in ossigeno "ricercati" dai produttori enologici.

## Le anfore enologiche

La volontà da parte di molti produttori di esaltare le caratteristiche identitarie dei propri vini, ricercando note fruttate a discapito dei caratteristici sentori di "boisé" riconducibili all'utilizzo del legno, ha contribuito alla diffusione negli ultimi anni di vasi vinari alternativi, contraddistinti da una maggiore neutralità aromatica e da una permeabilità all'ossigeno confrontabile con quella delle barriques. Tra questi, le anfore ad uso enologico ri-

## OTR MEASUREMENT (dry material-gas)



OTR-gas n=3	Average	SD
hPa/h	39.16	4.05
cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .day	65528.05	7118.54
(SI)mol/m <sup>2</sup> .s	3.39 · 10 <sup>-5</sup>	0.37 · 10 <sup>-5</sup>
Permeability coeff. m <sup>3</sup> (STP).m/m <sup>2</sup> .s.Pa	1.10 · 10 <sup>-12</sup>	0.15 · 10 <sup>-12</sup>
Permeability coeff. (SI) mol/m.s.Pa	4.90 · 10 <sup>-11</sup>	0.69 · 10 <sup>-11</sup>

**Figura 2 -  
Esempio  
dei risultati  
ottenuti  
tramite  
l'approccio  
sperimentale  
adottato in  
questa ricerca**

vestono sempre più un ruolo di primaria importanza all'interno delle cantine di tutto il mondo.

L'assenza di una letteratura scientifica relativa alla permeabilità all'ossigeno delle anfore, unita alle informazioni spesso discordanti e non supportate da evidenze scientifiche fornite da molti produttori, rendono però complicato capire come e quando utilizzare le anfore in funzione degli obiettivi enologici prefissati. Per questo motivo TAVA ha deciso di avviare un'attività di ricerca finalizzata a caratterizzare la permeabilità all'ossigeno delle anfore, coinvolgendo la Giottoconsultingsrl e UVaMOX dell'Università di Valla-

dolid, centro di ricerca specializzato nel campo della valutazione dell'ossigeno ed autore di numerose pubblicazioni scientifiche che hanno affrontato tale tematica.

### L'influenza della tecnica di lavorazione sulla permeabilità all'ossigeno dei materiali ceramici

Prima di approfondire il tema della permeabilità all'ossigeno, è necessario chiarire alcuni aspetti relativi ai materiali ceramici. Contrariamente a quanto si possa pensare, le anfore ad uso enologico non sono tutte uguali. Le materie prime utilizzate e il gradiente di temperatura ap-

plicato in fase di cottura hanno infatti un effetto molto marcato sulla porosità delle ceramiche e quindi sulla permeabilità all'ossigeno delle stesse.

Come brevemente descritto nel precedente articolo "La ceramica e il vino: esperienze di sanificazione" (VVQ Novembre 2020), le anfore TAVA sono caratterizzate da una porosità più bassa rispetto alle anfore "tradizionali" per effetto del gradiente di temperatura applicato in fase di cottura che prevede temperature massime (da 1200 ° a 1260 °C) sensibilmente più elevate rispetto alle anfore tradizionali (intorno ai 1000-1100 °C). Tale scelta è il risultato di anni di prove comparative che hanno coinvolto vini di diverse varietà finalizzate a capire quale fosse il gradiente termico di cottura più idoneo per la loro evoluzione nel tempo.

Ma quanto incide il gradiente di temperatura in fase in cottura sulle caratteristiche di permeabilità all'ossigeno delle anfore?

Per rispondere a questa domanda sono state eseguite delle misurazioni presso UVaMOX tramite una particolare camera di misura, brevettata dal centro di ricerca e schematizzata in Figura 1, che consente di caratterizzare in modo preciso e ripetibile la permeabilità di diversi materiali porosi a partire da provini cilindrici dello stesso spessore dei vasi vinari oggetto di studio.

Sono state testate cinque diverse ceramiche (Campione 0-1-2-3-4) caratterizzate dallo stesso impasto ma sottoposte a diversi gradienti di temperatura di cottura. Nello specifico, le ceramiche 0-3-4 sono state ottenute tramite gradienti di cottura con temperature massime >1200 °C (protocollo TAVA). I campioni 1 e 2, invece, sono rappresentativi di anfore tradizionali ottenute tramite temperature di cottura più basse,

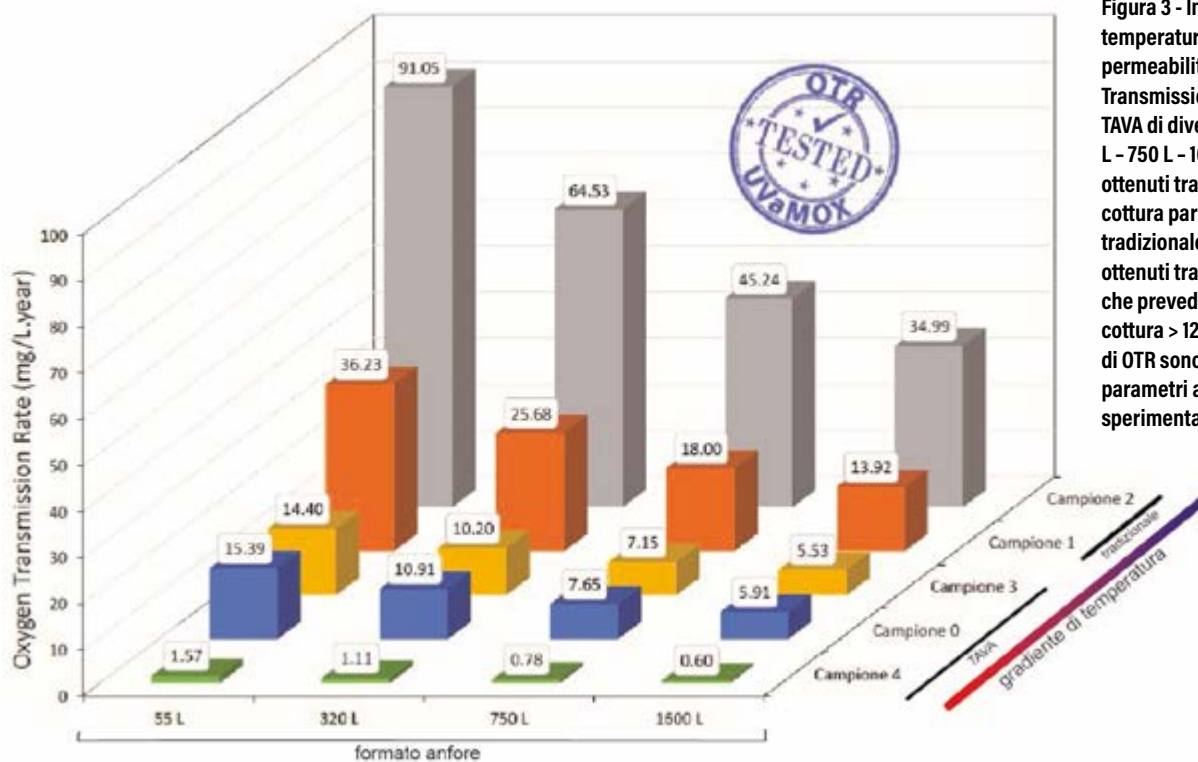


Figura 3 - Influenza del gradiente di temperatura di cottura sui tassi di permeabilità all'ossigeno (Oxygen Transmission Rate - OTR) di anfore TAVA di diverse dimensioni (55L - 320 L - 750 L - 1600 L). I campioni 1-2 sono ottenuti tramite temperature massime di cottura pari a 1100°C e 1150 °C (protocollo tradizionale). I campioni 0-3-4 sono ottenuti tramite gradienti di temperatura che prevedono temperature massime di cottura > 1200°C (protocollo TAVA). I valori di OTR sono stati calcolati utilizzando i parametri analitici ottenuti durante la sperimentazione in LIQUID-condition

rispettivamente 1150°C e 1100°C. Le misurazioni sono state effettuate a diverse condizioni sperimentali, in DRY-condition (utilizzando ceramiche asciutte) e in condizioni reali (LIQUID-condition), ovvero misurando le cinetiche di incremento dell'ossigeno disciolto in una soluzione simil-vino (soluzione idroalcolica a 12.5v/v e pH 3.5) a contatto con una delle due facce del provino ceramico. La scelta di utilizzare una soluzione modello è necessaria per eliminare l'effetto di consumo dell'ossigeno che si verificherebbe utilizzando un vino, non consentendo quindi di caratterizzare in modo preciso l'OTR dei materiali ceramici. In Figura 2 sono riportati a titolo di esempio i risultati ottenuti dalle misurazioni di una delle ceramiche oggetto di studio. Nota la superficie interna e il volume delle anfore TAVA, è possibile calcolare la permeabilità all'ossigeno (espressa in mg/L/anno) delle anfore di diversa dimensione (55L -

320 L - 750 L - 1600 L) utilizzando i dati delle misurazioni eseguite in LIQUID-condition. Come schematizzato in Figura 3, i tassi di permeabilità all'ossigeno sono inversamente correlati alla temperatura massima di cottura applicata, con valori di OTR più elevati nelle ceramiche sottoposte a temperature di cottura più basse (quindi caratterizzate da una maggior porosità). Le ceramiche ottenute tramite il protocollo TAVA ( $T^{\text{max}} > 1220^{\circ}\text{C}$ ) presentano permeabilità all'ossigeno molto più basse rispetto ai protocolli tradizionali ( $\sim 1000^{\circ}\text{C}$ ), confermando i risultati ottenuti dalle prove comparative svolte da TAVA nel corso degli anni. Queste ultime infatti avevano evidenziato la necessità di adottare protocolli di cottura che consentissero di ottenere anfore

in grado di garantire un profilo evolutivo "meno ossidativo" dei vini affinati al loro interno.

Bisogna inoltre sottolineare come le notevoli differenze riscontrate in termini di OTR siano dovute in alcuni casi a piccole variazioni del gradiente di temperatura di cottura applicato (ad esempio la temperatura massima di cottura dei campioni 1 e 2 differisce di 50 °C). La precisione nel controllo della temperatura in fase di cottura è quindi fondamentale per definire le caratteristiche di permeabilità all'ossigeno delle anfore, giocando inoltre un ruolo chiave nel garantire l'uniformità delle proprietà chimico-fisiche dei materiali ceramici stessi. Quest'ultimo aspetto è estremamente importante in quanto consente di ottenere anfore caratterizzate da valori di permeabilità controllata, evitando evoluzioni "indesiderate" e

**L'OPPORTUNITÀ OFFERTA  
DALLE ANFORE NEL  
MODULARE CON ELEVATA  
PRECISIONE L'EVOLUZIONE  
CHIMICA E LO STILE DEL VINO  
ATTRAVERSO IL CONTROLLO  
DELL'ESPOSIZIONE  
ALL'OSSIGENO  
RAPPRESENTA UNA  
GRANDE OPPORTUNITÀ PER I  
PRODUTTORI ENOLOGICI**



**Figura 4 - Permeabilità all'ossigeno (mg/L·anno) delle anfore TAVA**

**LA SCELTA DEL GRADIENTE DI TEMPERATURA DI COTTURA IN FASE PRODUTTIVA DEVE TENER CONTO, OLTRE CHE DELLA PERMEABILITÀ ALL'OSSIGENO, ANCHE DI ALTRI ASPETTI QUALI L'INERZIA CHIMICA E LA FACILITÀ DELLE OPERAZIONI DI DETERGENZA E SANITIZZAZIONE, STRETTAMENTE CORRELATE ALLA POROSITÀ DEL MATERIALE CERAMICO**

in questa sperimentazione, solo due vengono attualmente applicati in fase di cottura per la produzione delle anfore TAVA, consentendo di ottenere anfore a permeabilità controllata caratterizzate da un range di OTR che va da valori simili o di poco inferiori a quelli stimati per le barriques fino ad un'assenza pressoché totale di scambio ossido-riduttivo (Figura 4).

## Conclusioni

I dati di OTR ottenuti tramite un approccio scientifico come quello riassunto in questo articolo sono un importante passo in avanti nella comprensione delle potenzialità e delle modalità di utilizzo delle anfore ad uso enologico. Le differenze riscontrate nei tassi di permeabilità in funzione del gradiente di temperatura applicato in fase di cottura evidenziano di quanto possano differire da un punto di vista funzionale le anfore presenti in commercio. Conoscere i valori di permeabilità diventa quindi un aspetto fondamentale al fine di evitare evoluzioni indesiderate dei propri vini durante le fasi di affinamento/stoccaggio. Per questi motivi, i tassi di permeabilità controllata all'ossigeno delle anfore TAVA rappresentano una grande opportunità per gli enologi, i quali hanno la possibilità di selezionare in modo consapevole l'anfora più adatta agli obiettivi enologici prefissati.

difficilmente prevedibili dei vini affinati/stoccati al loro interno.

## Anfore e permeabilità all'ossigeno "ottimale"

Come anticipato precedentemente, molto spesso quando si parla di affinamento si tende a considerare come "ottimali" i tassi di permeabilità all'ossigeno delle barriques. Ma di quanto ossigeno ha bisogno realmente il vino per esprimere tutto il suo potenziale? La risposta a questa domanda (ancora) non c'è, ma quello che si può dire con certezza è che la scelta del vaso vinario, e quindi dell'arricchimento in ossigeno del vino, dovrebbe essere fatta tenendo conto di diversi aspetti, quali la varietà, il protocollo di vinificazione e la durata dell'affinamento.

L'opportunità offerta dalle anfore nel modulare con elevata precisione l'evoluzione chimica e lo stile del vino attraverso il controllo dell'e-

sposizione all'ossigeno rappresenta in tal senso una grande opportunità per i produttori enologici. Le prove sperimentali riassunte in questo articolo evidenziano, infatti, come sia possibile ottenere anfore caratterizzate da un ampio range di valori di permeabilità controllata all'ossigeno, con OTR che variano da un minimo di 0.6 mg/L · anno a un massimo di 91.05 mg/L · anno, in funzione del gradiente di temperatura di cottura applicato (Campione 0-1-2-3-4) e del rapporto superficie/volume delle anfore.

La scelta del gradiente di temperatura di cottura in fase produttiva deve tener conto, oltre che della permeabilità all'ossigeno, anche di altri aspetti quali l'inerzia chimica e la facilità delle operazioni di detergenza e sanitizzazione, strettamente correlate alla porosità del materiale ceramico. Per questi motivi, dei cinque gradienti di temperatura testati