

Un sistema di vinificazione gestisce ed esegue il monitoraggio della cantina attraverso l'uso di pc o tablet; dotato di sensori controllati da un software (ad intelligenza artificiale con auto apprendimento), regola i parametri di vinificazione in funzione della fermentazione, previene e segnala eventi imprevisti che potrebbero portare ad incidenti enologici.

■ Lisa Borreani

Una cantina gestita e controllata informaticamente

Negli ultimi anni sono stati fatti notevoli progressi nella gestione e nel controllo della vinificazione. Per esempio sono state ideate vasche di vinificazione attrezzate con sistemi automatici di rimontaggio, di controllo della temperatura con possibilità di modificare caldo e freddo,

gestiti con il supporto di unità di elaborazione dei dati provenienti da una serie di sensori posti a bordo delle vasche stesse, che rilevano la densità del mosto, la portata (*mass flow*) dell'anidride carbonica (CO₂) sviluppata, la temperatura del mosto, ecc. Tali sistemi permettono all'utilizzatore di monitorare il processo di fermentazione e di poter manualmente modificare i parametri di vinificazione (tra cui l'aumento e/o diminuzione di temperatura, l'apporto di nutrienti, l'azionamento di pompe ed attuatori meccanici di rimescolamento del mosto, ecc). Nonostante i progressi citati, la gestione del processo di vinificazione è ancora molto lontana dall'essere ottimizzata automaticamente, essendo ad esempio legata in maniera preponderante alle scelte umane; scelte basate sull'esperienza personale e su dati empirici piuttosto che su una interpretazione analitica e scientifica di dati chimico/fisici. Si riscontra dunque, specialmente nei produttori di vino più dinamici ed attenti

alla qualità finale, l'esigenza di applicare procedure di vinificazione assistite da un approccio scientifico ripetibile il cui risultato sia conforme agli obiettivi prefissati in riferimento alle caratteristiche del materiale di partenza. Inoltre, è sicuramente importante un monitoraggio più accurato del processo di vinificazione, durante la sua esecuzione.

Il sistema Vinifica

Si tratta di un sistema automatizzato di vinificazione nato con l'obiettivo principale di risolvere le problematiche sopra evidenziate. Tramite una rete neurale opportunamente addestrata, il sistema elabora un'insieme di dati storici riguardanti processi di vinificazione, memorizzati in modo scientifico e sistematico in un database, al fine di ottenere, tramite un processo di "data mining" un modello di vinificazione ottimizzato. Attraverso l'utilizzo di un'opportuna unità ad intelligenza artificiale, il sistema gestisce e pilota il processo di vinificazione ed è in grado di attuare operazioni di auto-adattamento e



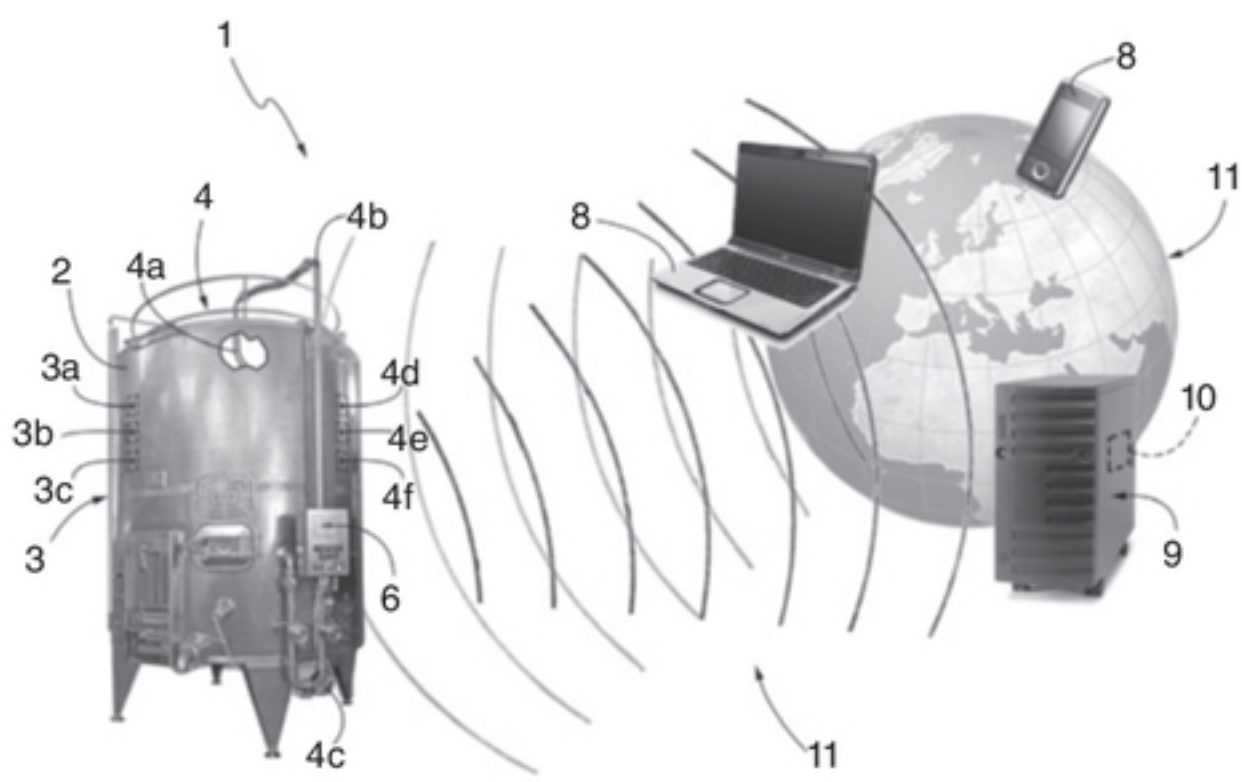


Figura 1 - Rappresentazione schematica di un sistema automatizzato di vinificazione.

regolazione per prevenire ed evitare eventuali anomalie della cinetica fermentativa, sia in modo automatico che inviando allarmi ed ordini di lavoro agli operatori.

Composizione del sistema

Facendo riferimento alla figura 1, il sistema automatizzato Vinifica (1) comprende:

- ✓ una vasca di vinificazione (2), atta a contenere il mosto o pigiato d'uva;
- ✓ sensori (3) accoppiati operativamente alla vasca di vinificazione, atti a rilevare alcuni parametri durante il processo (temperatura, pressione, portata);
- ✓ attuatori (4) azionabili per intervenire sulla lavorazione del composto (robot motorizzato, vinificatore automatico, condotto di aspirazione con pompa, diffusore poroso);
- ✓ unità di controllo (6) accoppiata alla vasca di vinificazione 2 (ad esempio disposta a bordo della vasca stessa), e operativamente accoppiata sia ai sensori, per

ricevere segnali relativi alle grandezze rilevate riguardanti il processo di vinificazione, sia agli attuatori, in modo da azionarli, sulla base dei dati di uscita dagli stessi sensori e di opportune elaborazioni (in particolare eseguite tramite algoritmi di logica fuzzy), per azioni correttive;

- ✓ unità di elaborazione locale (8), (notebook, tablet o smart-phone) che comunica

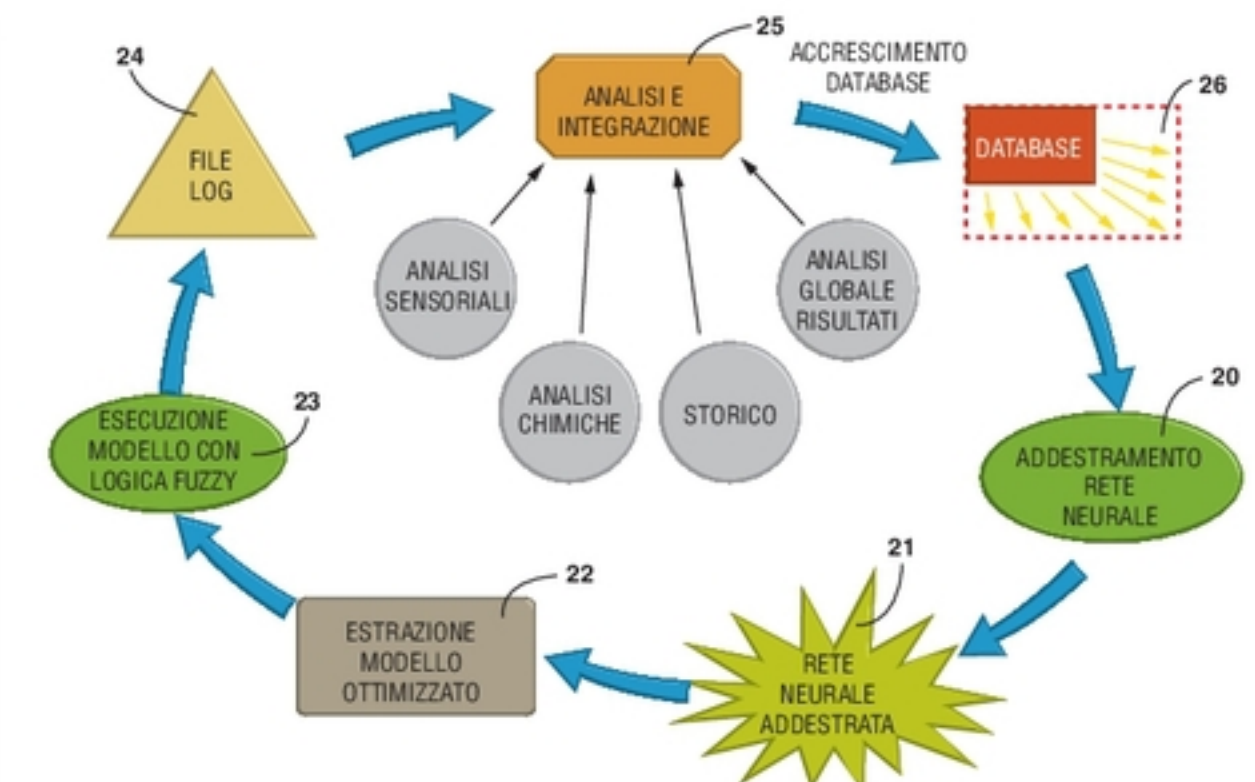


Figura 2 - Diagramma logico delle operazioni svolte secondo il metodo di vinificazione implementato dal sistema Vinifica.

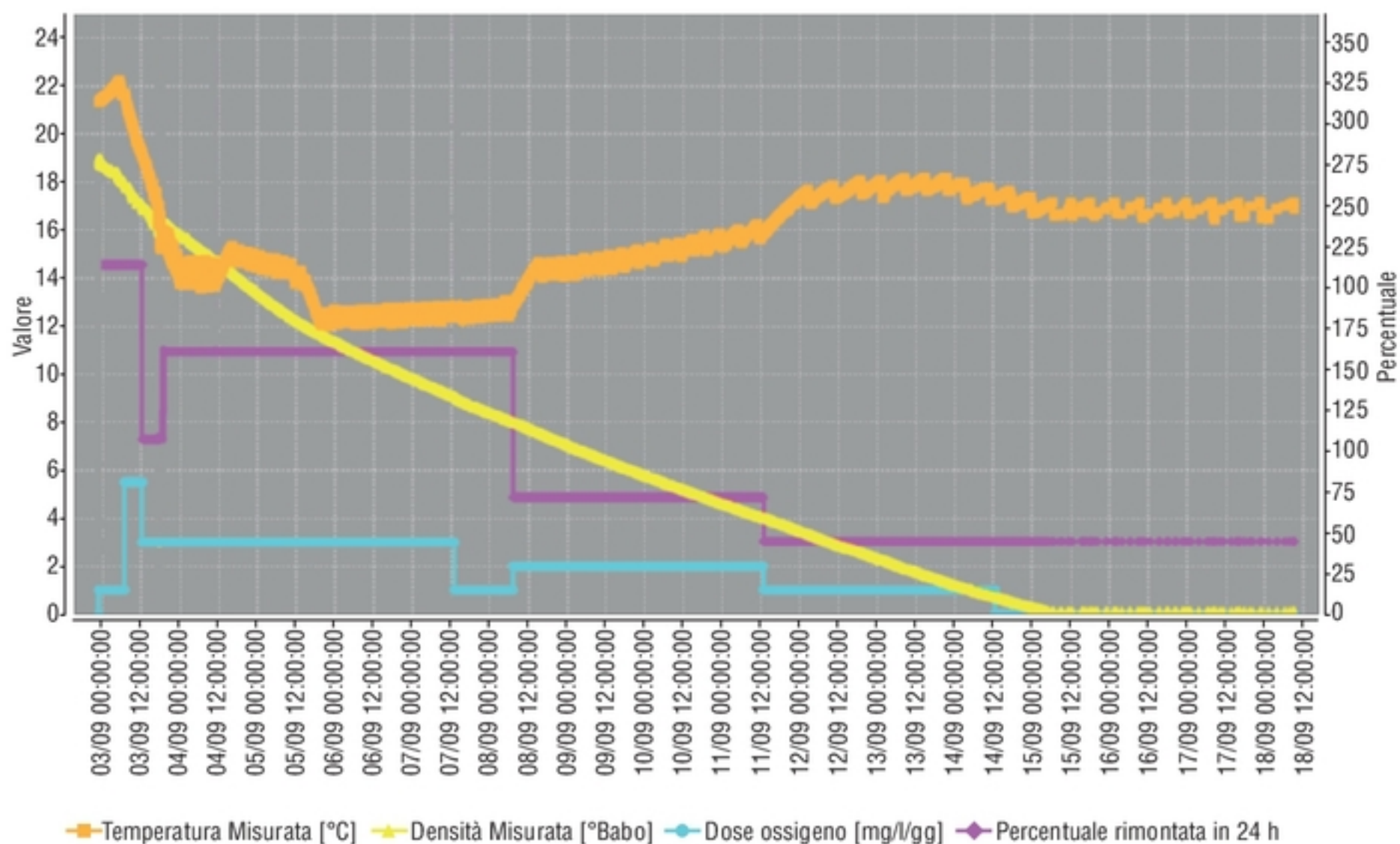
ed effettua uno scambio di dati con l'unità di controllo, via cavo o wireless;

- ✓ unità di elaborazione centrale (9), dotata di memoria in grado di contenere e gestire un database delle vinificazioni (10), memorizzare dati storici relativi a processi di vinificazione passati;
- ✓ opportune infrastrutture di comunicazione (11) (con

tecnologia wireless, wi-fi, bluetooth, IR, ethernet e/o internet) per consentire lo scambio dei dati fra l'unità di controllo a bordo vasca e le unità di elaborazione.

Funzionamento

In prossimità della vendemmia, l'utilizzatore del sistema di vinificazione procede, secondo



Esempio di file di log per un vino Chardonnay.

buona prassi enologica, a campionare le uve direttamente in vigna per sottoporle ad analisi chimico/fisiche/sensoriali con l'obiettivo di stabilire la data migliore di inizio raccolta e collezionare informazioni utili a definire la migliore strategia di vinificazione per quel particolare lotto d'uva. Ottenuti tali dati, l'utilizzatore/supervisore accede al database delle vinificazioni ed al programma di estrazione dei modelli di vinificazione ottimizzati, provvedendo in primo luogo ad addestrare la rete neurale con i "training set" (ovvero le coppie, o associazioni, di input/output) già presenti all'interno del database stesso e relativi a processi di vinificazione precedenti da utilizzare come riferimento.

Una volta terminata la procedura di addestramento della rete neurale, l'utilizzatore inserisce i nuovi dati di input ottenuti dalle uve campionate in vigna, e i dati obiettivo di vinificazione che si desidera raggiungere. Sulla base dei dati ricevuti, l'unità di elaborazione centrale estrae il modello di vinificazione ottimizzato.

Dopo aver inserito il mosto nella vasca di vinificazione, l'unità di controllo aziona gli attuatori per eseguire le fasi di processo come previsto dal modello di vinificazione. Durante l'intera durata del processo di fermentazione, l'unità di controllo effettua una serie di rilevamenti di parametri al fine di provvedere alla precisa esecuzione del processo di vinificazione. L'unità di

controllo attua anche azioni correttive automatiche, determinate mediante algoritmi di logica fuzzy, per "pilotare" la massa in fermentazione e invia, se necessario, ordini di lavoro manuali all'utilizzatore. In caso il sistema rilevi rischi di anomalie di processo (arresti fermentativi o, all'opposto, cinetiche fermentative troppo rapide) è in grado di attivare allarmi o segnalazioni anche tramite SMS.

Contestualmente all'esecuzione del processo di vinificazione, l'unità di controllo registra in un file di registrazione (file di log) tutti i dati di esecuzione relativi al processo.

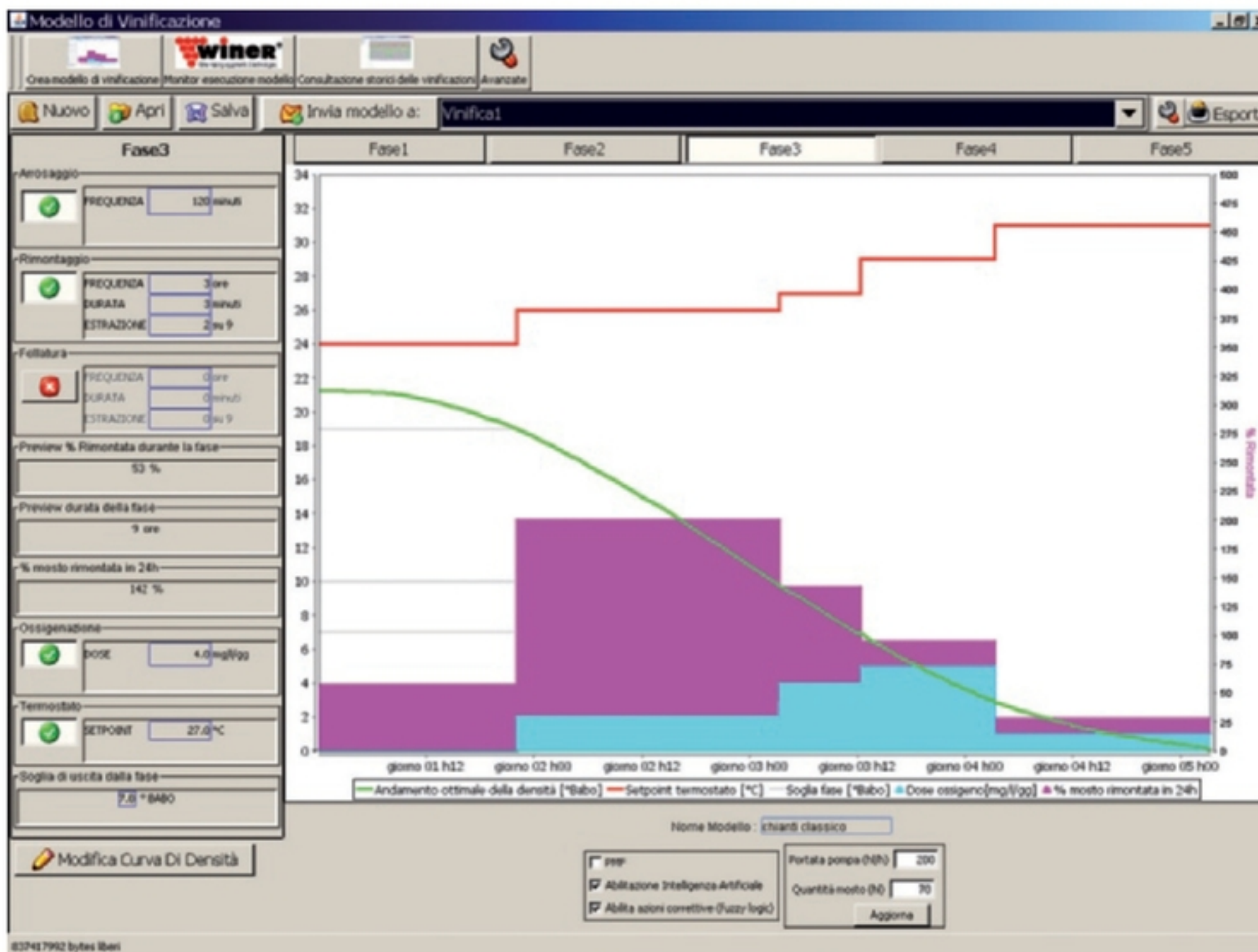
Il file di log può essere integrato dall'utilizzatore, inserendo ulteriori dati circa

i risultati del particolare processo di vinificazione e le proprietà del prodotto (vino) ottenuto.

Che cos'è la rete neurale

Le reti neurali sono utilizzate nel trattamento dell'informazione e il supporto alla decisione nei problemi complessi. Una rete neurale può essere vista come un sistema in grado di fornire una risposta ad una domanda, risposta che viene ottenuta attraverso un processo di "addestramento" con dati empirici. Ne consegue una capacità della rete neurale di interpolazione ed estrapolazione a partire dai dati dei training set, in questo caso costituiti dai diversi record memorizzati nel database delle vinificazioni. È facile comprendere che il risultato prodotto da una rete neurale diviene quindi a mano a mano più accurato quanto è migliore l'addestramento della rete stessa.

Il contenuto iniziale del database delle vinificazioni è costituito da una libreria di coppie input/output che si riferiscono a modelli di vinificazione desunti da un lavoro di ricerca eseguito in alcune delle principali nazioni europee (tra cui Francia, Spagna ed Italia) nell'arco degli ultimi dieci anni. Tali dati permettono di iniziare un primo addestramento della rete neurale, in modo da poter estrarre un modello di vinificazione ottimizzato. ♦



Schermata di esempio di un modello di vinificazione di un vino Chianti.

© RIPRODUZIONE RISERVATA