



Application Note AN-PAN-1036

# Determinazione in linea di alcalinità e durezza durante il processo e acqua di reintegro per la produzione di birra

Nonostante le sue umili origini quale tecnica di purificazione dell'acqua in tempi premoderni, la birra è diventata una bevanda popolare consumata per piacere da milioni di persone. La fermentazione della birra richiede notevoli quantità di acqua che deve soddisfare requisiti rigidi per quanto concerne alcalinità, durezza e parametri del pH per garantire l'uniformità di sapore e aspetto per ogni lotto. L'alcalinità dipende da carbonati e idrossidi nell'acqua che fanno aumentare e fungono da tampone per il pH. La durezza, bilanciata in larga misura dall'alcalinità, deriva dagli ioni calcio (Ca) e magnesio

(Mg), presenti principalmente come carbonati di idrogeno.

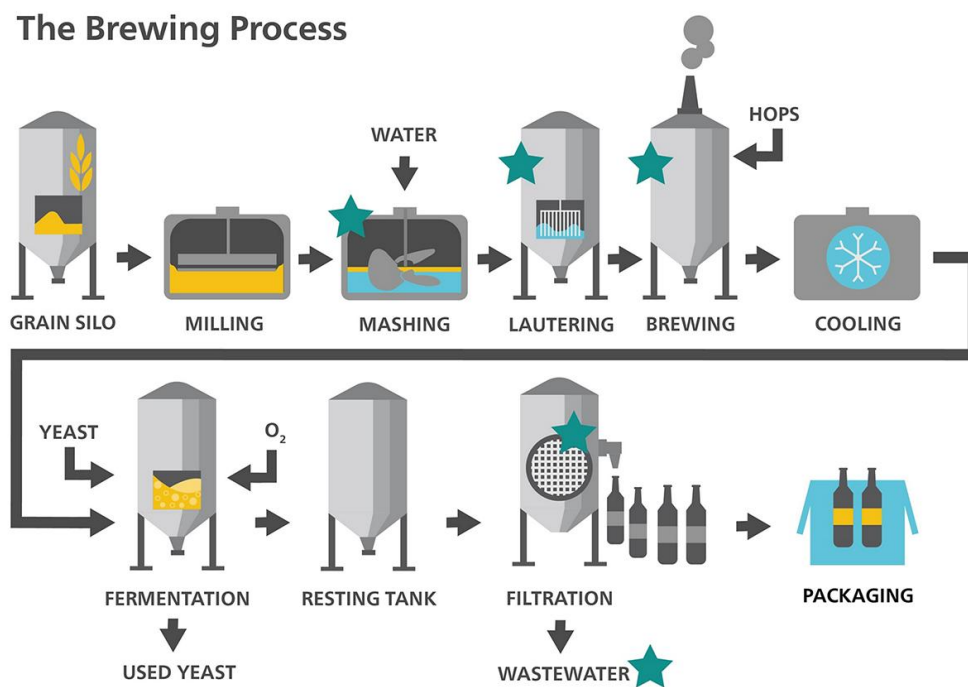
A seconda degli intervalli di concentrazione, il 2035 Process Analyzer o il 2060 Process Analyzer di Metrohm Process Analytics sono ideali per l'analisi completamente automatica di questi importanti parametri di qualità nell'acqua di processo e di reintegro, nonché di parametri aggiuntivi come pH o conducibilità. Gli analizzatori possono segnalare al sistema di controllo della distribuzione (DCS) del birrificio di correggere la chimica dell'acqua, garantendo una qualità costante del prodotto.

## INTRODUZIONE

La birra è una bevanda alcolica consumata nella maggior parte dei paesi del mondo, a base di cereali maltati fermentati, con un'ampia gradazione alcolica compresa tra 0 e 12%. Le sue origini non sono chiare, ma è stato legato a civiltà antiche, con ricette incise migliaia di anni fa su tavolette di pietra. Prima che venissero applicate le pratiche igieniche odierne, le bevande alcoliche furono sviluppate come tecnica di purificazione dell'acqua, poiché l'acqua potabile proveniente da fonti naturali rischiava di ammalarsi a causa dell'inquinamento e delle malattie.

Il processo di produzione della birra è intensivo e può essere classificato nelle seguenti fasi: maltazione, macinazione/macinatura, ammostamento, filtraggio (separazione e risciacquo dei chicchi dalla parte liquida denominata «mosto»), bollitura del mosto, fermentazione, condizionamento, filtraggio, e infine il

riempimento di bottiglie o barili. Ogni passaggio deve essere adeguatamente controllato nel processo per garantire l'uniformità del prodotto finale, importante per facilitare la fedeltà al marchio. La produzione della birra comporta un'enorme impronta idrica, richiedendo fino a 300 litri di acqua per creare 1 litro di birra, sebbene il 94-98% di quell'acqua sia destinato a scopi agricoli prima ancora che inizi il processo di produzione della birra. Sempre più birrifici stanno adottando misure per diventare più sostenibili per quanto riguarda il loro utilizzo dell'acqua, il che significa ottimizzazione dei processi e pratiche più efficienti. A tal fine, devono essere determinati parametri di qualità chiave dell'acqua utilizzata nella produzione della birra, come alcalinità, durezza e valore del pH.



**Figure 1.** Monitoraggio online della durezza durante il processo di produzione della birra (indicato da stelle verdi).

L'alcalinità nell'acqua è dovuta alla presenza di composti come carbonati, bicarbonati e idrossidi che aumentano il pH dell'acqua e la tamponano contro ulteriori variazioni del pH. I costituenti della durezza

nell'acqua sono generalmente ioni calcio e magnesio ( $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ ). Sono presenti principalmente come idrogenocarbonati e solfati o, in rari casi, come cloruri. La durezza è bilanciata in larga misura dall'alcalinità.

La temperatura e la composizione dell'acqua utilizzata nelle **fasi iniziali** del processo di fermentazione è particolarmente importante per un'estrazione ottimale degli amidi dai chicchi macinati. Le variazioni di temperatura durante l'ammontamento possono influire negativamente sulla fermentabilità degli zuccheri a causa di un ristretto intervallo di temperatura di lavoro (55–72 °C) per i processi di conversione enzimatica dell'amido. Il pH dell'acqua non è importante solo per l'ammontamento, ma anche nel **processo di filtraggio**, dove è necessaria un po' d'acqua di trucco per lo sparging (risciacquare lo zucchero dai chicchi esauriti). Se il pH del mosto o dell'acqua di sparge supera 5,7, la birra risultante avrà una sensazione in bocca astringente a causa dell'eccessiva estrazione del tannino dalle bucce del grano. Dopo la filtrazione avviene il processo di ebollizione in cui il luppolo viene aggiunto al mosto (il liquido zuccherino precursore della birra), e ancora, se il pH è superiore a 5,7, possono essere introdotti tannini in eccesso. Le Pale Ales sono particolarmente influenzate da eventuali variazioni di pH. Le Pale Ales non contengono malti torrefatto che acidificano naturalmente il mosto, quindi il processo deve essere monitorato più da vicino per il corretto pH, durezza e alcalinità.

Per estrarre i composti appropriati, mantenere il pH entro le specifiche e preparare gli stessi aromi in più lotti, sia l'alcalinità che la durezza del processo e dell'acqua di reintegro devono essere monitorate e mantenute a livelli adeguati. Gli analizzatori di processo Metrohm Process Analytics 2060 e 2035 (**Figure 2 e 3**) sono ideali per l'esecuzione completamente automatica di queste importanti analisi, nonché di parametri aggiuntivi come pH o conducibilità. L'analizzatore di processo può inviare un allarme al sistema di controllo dell'impianto se i livelli di alcalinità o durezza non sono ottimali, segnalando al controllo di distribuzione di correggere la chimica dell'acqua, garantendo una qualità costante del prodotto.



**Figure 2.** Analizzatore di processo 2060.

## APPLICAZIONE

Si tratta di metodi titrimetrici per l'analisi online di alcalinità e durezza nell'acqua di processo e di reintegro per birrifici.

L'alcalinità viene determinata in una titolazione acido/base con acido cloridrico (HCl) e una soluzione standard utilizzando un elettrodo pH combinato in vetro. I risultati vengono calcolati in base al primo punto di flesso. L'alcalinità è espressa in mg/L di carbonato di calcio (CaCO<sub>3</sub>). Quando si misura l'alcalinità sia libera che totale, i valori sono ottenuti dal primo e dal secondo punto di flesso.

Per la determinazione della durezza, Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> formano complessi stabili con EDTA a pH 10. In questa applicazione, il Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> può essere determinato mediante titolazione potenziometrica utilizzando un elettrodo ionoselettivo (Cu-ISE). I risultati sono espressi in mg/L Ca<sup>2+</sup>. Sono disponibili anche altri metodi per determinare il totale e il Mg<sup>2+</sup> durezza.

Inoltre, i sensori di pH in linea possono essere collegati al 2060 Process Analyzer per garantire un sistema completamente integrato, che porta a un migliore controllo del processo.



Figure 3. Analizzatore di processo 2035.

Tabella 1. Parametri di misurazione del birrificio per l'acqua

Parametri	Intervallo [mg/L]
Alcalinità (CaCO <sub>3</sub> )	0–110
Durezza (come Ca <sup>2+</sup> )*	8–200

## CONCLUSIONE

L'alcalinità, il valore del pH e la durezza svolgono ruoli cruciali durante il processo di produzione della birra. Valori fuori specifica compromettono l'estrazione degli amidi e possono influire negativamente sul gusto della birra. È quindi necessario un attento

monitoraggio dell'acqua di processo e di reintegro, reso possibile dall'implementazione di un analizzatore di processo 2060 o 2035 di Metrohm Process Analytics nel birrificio per una chimica dell'acqua ottimale 24 ore su 24.

## APPLICATION NOTES CORRELATE

AN-PAN-1029: Acido peracetico (PES) come disinfettante per bottiglie in PET

AN-PAN-1031: Perossido di idrogeno come agente disinfestante negli allevamenti di salmoni

AN-PAN-1049: Determinazione in linea del bromato e di altri sottoprodotti della disinfezione nel bere e nell'amp; acqua in bottiglia con IC

## VANTAGGI PER LA TITOLAZIONE NEL PROCESSO

- Qualità del prodotto migliorata ed efficienza produttiva
- Rileva i disturbi del processo tramite analisi automatizzate
- Garantire la conformità normativa per l'acqua di processo e di reintegro



## CONTACT

Metrohm Italiana Srl  
Via G. Di Vittorio, 5  
21040 Origgio (VA)

[info@metrohm.it](mailto:info@metrohm.it)

## CONFIGURAZIONE



### 2060 Process Analyzer

Il 2060 Process Analyzer è un analizzatore chimico per via umida online adatto a innumerevoli applicazioni. Questo analizzatore di processo prevede un nuovo concetto di modularità che consiste in una piattaforma centrale, chiamata «armadio di base».

L'armadio di base è composto da due parti. La parte superiore contiene uno schermo tattile e un PC industriale. La parte inferiore contiene una parte flessibile a umido in cui è alloggiato l'hardware per l'analisi effettiva. Se la capacità di base della parte a umido non è sufficiente a risolvere le sfide delle vostre analisi, è possibile aggiungere all'armadio di base fino a quattro ulteriori armadi con parte a umido per garantire uno spazio sufficiente a risolvere le sfide anche delle applicazioni più impegnative. Gli armadi aggiuntivi possono essere configurati in modo tale da combinare ciascun armadio con parte a umido con un armadio per reagente con rilevamento del livello (non a contatto) integrato, in modo migliorare il tempo di funzionamento dell'analizzatore.

Il 2060 Process Analyzer permette di eseguire diverse tecniche chimiche per via umida: titolazione, titolazione Karl Fischer, fotometria, misurazione diretta e metodi di aggiunta standard.

Per soddisfare tutti i requisiti del progetto (o tutte le vostre esigenze), sono disponibili sistemi di condizionamento del campione, a garanzia di una soluzione per analisi robusta. Possiamo offrire qualunque sistema di condizionamento del campione, ad esempio sistemi di raffreddamento o riscaldamento, degassificazione e riduzione della pressione, filtraggio e tanto altro.





### 2035 Process Analyzer - Potenzimetrico

Il 2035 Process Analyzer per la titolazione potenziometrica e le misure ione-selettive esegue le analisi con elettrodi dedicati e titolanti. Inoltre, questa versione del 2035 Process Analyzer è adatta anche per le analisi ionoselettive utilizzando gli elettrodi ad alte prestazioni Metrohm. Questa accurata tecnica di aggiunta standard è l'ideale per le matrici dei campioni più difficili.

La versione potenziometrica dell'analizzatore offre i risultati più accurati di tutte le tecniche di misura disponibili sul mercato. Con ben più di 1000 applicazioni già disponibili, la titolazione è anche uno dei metodi più usati per l'analisi in quasi ogni settore per centinaia di componenti che variano dall'analisi acido/base alle concentrazioni di metalli nei bagni di placcatura.

La titolazione è uno dei metodi chimici più diffusi in assoluto in uso oggi. La tecnica è semplice e non ha bisogno di calibrazione.

Alcune opzioni di titolazione disponibili per questa configurazione:

- Titolazione potenziometrica
- Titolazione colorimetrica con tecnologia a fibra ottica
- Determinazione dell'umidità basata sul metodo di titolazione Karl Fischer