



## Application Note AN-PAN-1038

# Produzione di energia: analisi del numero m (alcalinità) nell'acqua di raffreddamento

Un modo per massimizzare l'efficienza del trasferimento di calore e ridurre i costi in una centrale elettrica è controllando la chimica dell'acqua nel circuito di raffreddamento. Questo acqua di raffreddamento viene mantenuta alcalina per mantenere la protezione strato di ossido sulle tubazioni metalliche in tutto il circuito dell'acqua. Tuttavia, l'alcalinità al di sopra del l'intervallo

consigliato aumenta la probabilità di formazione di squame (deposito), quindi viene tamponata con carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e ioni bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ). La titolazione dell'acqua di raffreddamento a pH 4,5 dà la cosiddetta «m-alcalinità» (alcalinità metilarancio), una misura dell'alcalinità totale. Al di sotto di questo pH non c'è più alcalinità presente, solo acido libero ( $\text{H}^+$ ), carbonico acido ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), e  $\text{CO}_2$ .

Questa nota per l'applicazione del processo dettaglia l'analisi online dell'alcalinità nell'acqua di raffreddamento. Questo metodo offre risultati in meno di 30 minuti, il che significa più veloci tempi di risposta per letture fuori specifica. In combinazione con il sistema di controllo distribuito (DCS) della

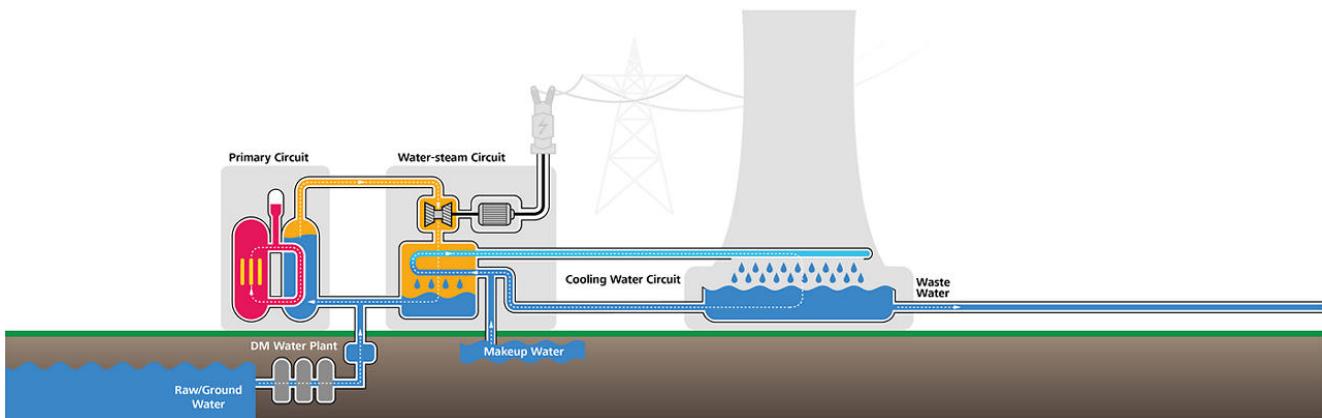
centrale elettrica, il monitoraggio online di questo parametro mediante un analizzatore di processo garantisce che la corrosione possa essere controllata prima che influisca sull'efficienza della centrale elettrica, riducendo in definitiva i tempi di fermo macchina e i costi di manutenzione.

## INTRODUZIONE

Un modo per massimizzare l'efficienza del trasferimento di calore e ridurre i costi in una centrale elettrica è controllando la chimica dell'acqua nel circuito di raffreddamento (**Figura 1**). L'acqua di raffreddamento viene utilizzata per condensare il vapore di scarico dalla turbina all'acqua, che viene poi rimandata al circuito acqua-vapore come acqua di alimentazione. Il calore di condensazione (energia) del vapore viene trasferito a questa acqua di raffreddamento mentre scorre per chilometri di tubazioni (titanio) nel condensatore. La chimica dell'acqua dipende dal tipo di centrale elettrica, dal design del circuito di raffreddamento e dai materiali da costruzione. Ogni circuito di raffreddamento ha un design unico e proprio requisiti analitici.

La temperatura dell'acqua di raffreddamento viene ridotta tramite il raffreddamento unico, in cui viene prelevata l'acqua dall'ambiente e restituita a una temperatura leggermente superiore o in un circuito in una torre di raffreddamento. I requisiti d'acqua per i circuiti di raffreddamento a passaggio unico sono molto più impegnativi a causa dei grandi volumi necessari per il raffreddamento continuo. Anche l'ossigeno (tra le altre impurità) è prevalente l'acqua prelevata da fiumi e laghi, che porta a corrosione nelle tubazioni se non adeguatamente rimosso. La circolazione continua dell'acqua di raffreddamento aumenta la concentrazione di contaminanti nel circuito ma consuma molta meno acqua.

## INTRODUZIONE



**Figure 1.** Schema schematico di una centrale termica. Il circuito di raffreddamento (a destra) è un attributo importante nelle centrali elettriche a due e tre cicli.

L'acqua di raffreddamento è mantenuta alcalina per mantenere lo strato protettivo di ossido sulle tubazioni metalliche in tutto il circuito idrico. L'acqua acida dissolverà lo strato protettivo di ossido e la superficie metallica. Tuttavia, un'alcalinità al di sopra dell'intervallo consigliato aumenta la probabilità di formazione di squame (deposito). L'acqua viene quindi tamponata contro ulteriori variazioni di pH con carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) e ioni bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) (Reazione 1).

Tradizionalmente, l'acqua può essere analizzata mediante titolazione di laboratorio. Tuttavia, questa metodologia non fornisce risultati tempestivi e richiede l'intervento umano per implementare i risultati dell'analisi di laboratorio nel processo. L'analisi di processo online consente il monitoraggio costante della qualità dell'acqua senza lunghi tempi di

attesa in laboratorio, fornendo risultati più accurati e rappresentativi direttamente in sala di controllo. La chimica ottimale dell'acqua inizia con un online analizzatore come il 2026 Titrolyzer di Metrohm Process Analytics. Risparmia tempo e aumenta l'efficienza senza campionare manualmente i punti di processo. L'analisi online aiuta a proteggere dalla corrosione e dalle incrostazioni nel circuito dell'acqua di raffreddamento, consentendo una maggiore disponibilità e riducendo i costi di manutenzione. La titolazione a pH 4,5 indicata da un elettrodo pH dà la cosiddetta «m-alcalinità» (alcalinità metilarancio), anch'essa una misura di alcalinità totale. Al di sotto di un pH di circa 4,3 non è più presente alcalinità, solo acido libero ( $\text{H}^+$ ), acido carbonico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), e  $\text{CO}_2$ . Dunque:

$$m - \text{alkalinity} = [\text{HCO}_3^-] + [\text{CO}_3^{2-}] + [\text{OH}^-]$$

---

**Reaction 1.** Reazione complessiva di m-alcalinità.

## APPLICAZIONE

La titolazione viene eseguita con 0,1 mol/L di cloridrato acido (HCl) a pH 4,5. L'endpoint è stato rilevato automaticamente registrando la variazione del segnale pH/mV in relazione alla quantità di titolante dosata. Un elettrodo pH viene utilizzato per un'indicazione accurata di questa variazione di

pH/mV. Oltre al 2026 Titrolyzer, il 2035 Potentiometric e il 2060 TI Process Analyzers (Figure 2 e 3) possono anche monitorare alcalinità online, garantendo un'elevata efficienza del processo e bassi costi operativi ed energetici.



**Figure 2.** Analizzatore di processo 2035 – Potenziometrico.



**Figure 3.** Analizzatore di processo TI 2060 di Metrohm Process Analytics.

**Tabella 1.** Parametri di misura delle centrali termoelettriche \* È possibile misurare altre concentrazioni al di sotto dell'intervallo indicato modificare la concentrazione dei reagenti.

Parametri	Gamma
m-alcalinità	0–110 mmol/l *
CaCO <sub>3</sub>	0–1000 mg/l *

## CONCLUSIONE

Metrohm Process Analytics offre un'ampia gamma di analizzatori di processo online per il monitoraggio delle centrali elettriche intorno all'orologio. Da analizzatori a parametro singolo (ad es. Titrolyzer 2026) ad analizzatori multiparametro (es. 2035

Process Analyzer – Potenziometrico e il 2060 TI Process Analyzer)—tutte queste soluzioni possono misurare l'alcalinità, contribuendo a salvaguardare il funzionamento dell'impianto e ad ottimizzare l'efficienza del raffreddamento di processo.

## APPLICATION NOTES CORRELATE

[AN-PAN-1003 Ammina \("ricca" e "magra"\) e CO<sub>2</sub>](#)

[libera e totale](#)

## VANTAGGI DELLA TITOLAZIONE NEL PROCESSO

- Aumento della longevità di preziosi beni aziendali
- Tiene sotto controllo più flussi di campioni (fino a 10) per maggiori risparmi per punto di misura e risultati
- Ambiente di lavoro più sicuro e campionamento automatizzato
- Diagnostica completamente automatizzata – allarmi automatici per quando i campioni non sono specificati parametri

## VANTAGGI DELLA TITOLAZIONE NEL PROCESSO



## CONTACT

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

info@metrohm.it

## CONFIGURAZIONE



### 2035 Process Analyzer - Potenziometrico

Il 2035 Process Analyzer per la titolazione potenziometrica e le misure iono-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



## 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 precondizionamento del campione, a garanzia di una soluzione per analisi robusta. Possiamo offrire qualunque sistema di precondizionamento del campione, ad esempio sistemi di raffreddamento o riscaldamento, degassificazione e riduzione della pressione, filtraggio e tanto altro.



## 2026 Titrolyzer

Il 2026 Titrolyzer esegue titolazioni potenziometriche mediante un sistema a buretta di alta precisione ed elettrodi ad alte prestazioni. Diversi tipi di titolazione includono acido/base, redox e titolazioni di precipitazione. Una tecnica a punto di inflessione con auto-ritrovamento può essere applicata alla maggior parte delle applicazioni. È anche possibile usare l'analizzatore per misurare il pH in situazioni in cui i sensori inline altrimenti fallirebbero.

Inoltre il 2026 Titrolyzer è in grado di eseguire il metodo d'aggiunta standard dinamico mediante una buretta a elevata precisione ed elettrodi ionoselettivi ad alte prestazioni (ISE). Questo metodo adatta il volume di aggiunta standard alla concentrazione effettiva del campione mediante un approccio dinamico differenziale. Inoltre tiene conto di valori di pendenza ISE per diversi intervalli. Ciò significa che gli ISE possono essere utilizzati per i loro intervalli di misura finali, bassi o elevati. Una misura della temperatura di accompagnamento elimina eventuali effetti della temperatura sui risultati dell'analisi.

Vari mercati sono ideali per il 2026 Titrolyzer come quello chimico, petrolchimico, dei semiconduttori, ambientale, minerario, dell'acciaio/metalli e dell'acqua potabile.

Le applicazioni selezionate includono:

- Soluzioni acide o alcaline
- Cloruro
- Perossido di idrogeno
- Durezza
- Cianuro
- Rame
- Fluoruro di idrogeno
- pH
- e altro