



Application Note AN-PAN-1002

# Monitoreo en línea de cianuro y oro en solución de lixiviación de oro

La cianuración es un método de lixiviación química común para extraer oro del mineral. Para garantizar una lixiviación y recuperación de oro eficientes, la medición precisa de los niveles de cianuro es crucial, con sistemas de recarga automática implementados para los tanques de lixiviación.

El monitoreo de los niveles de cianuro WAD (ácido débil disociable) proporciona información sobre los metales que se procesan y ayuda a optimizar el proceso de cianuración. Esta medición también ayuda a monitorear la descarga de aguas residuales, así como los esfuerzos de desintoxicación, que son importantes para cumplir con las regulaciones ambientales.

El uso de analizadores de procesos en línea permite el monitoreo en tiempo real de los niveles de cianuro, así como de los metales en solución (por ejemplo, oro), lo que permite a los operadores de procesos realizar ajustes oportunos para mejorar la eficiencia y cumplir con regulaciones estrictas.

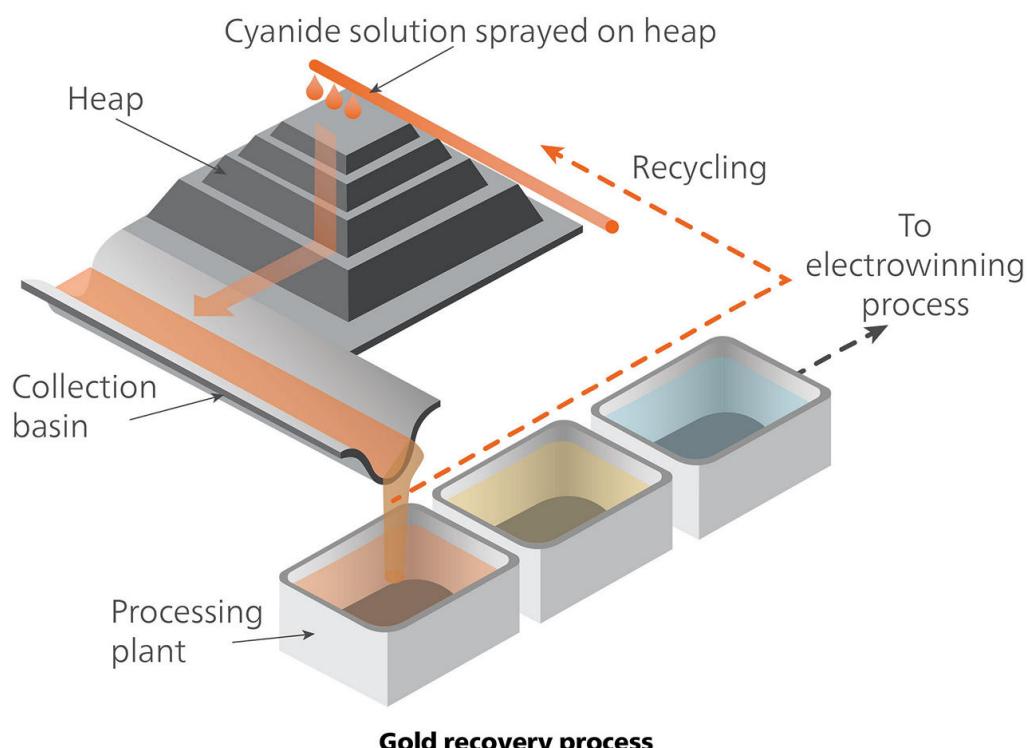
Esta Nota de Aplicación del Proceso detalla el análisis en línea de cianuro y oro en el proceso de recuperación de oro. El analizador de procesos 2060 TI y el analizador de procesos XRF 2060 de Metrohm Process Analytics ofrecen mediciones precisas y eficientes, lo que reduce el tiempo, la mano de obra y los errores humanos.

## INTRODUCCIÓN

El cianuro es un químico industrial ampliamente utilizado, principalmente para la extracción de oro, plata y platino.<sup>1]</sup> El cianuro ayuda a disolver estos metales de sus minerales en un proceso conocido como cianuración.

Este proceso implica triturar el mineral y luego lixivar

los metales preciosos utilizando una solución de cianuro de sodio (NaCN) o cianuro de potasio (KCN).<sup>2]</sup> Los iones cianuro (CN<sup>-</sup>) forman un complejo con oro, que se disuelve en solución para su posterior extracción en procesos posteriores (p. ej., mediante electroobtención, **Figura 1**).



**Figure 1.** Un diagrama ilustrado del proceso de recuperación de oro.

Para garantizar una lixiviación y recuperación de oro exitosas, se necesitan mediciones precisas para llenar automáticamente el cianuro en los tanques de lixiviación y mantener niveles reducidos de cianuro en el flujo de desechos del molino.

La medición del cianuro WAD brinda a los operadores del proceso una indicación inmediata de los metales

WAD que se están procesando para optimizar aún más el proceso de cianuración. Las lecturas de WAD también son un indicador temprano para que la planta de desintoxicación optimice el proceso de destrucción de cianuro junto con la dosificación automática de los químicos de desintoxicación de cianuro.

Además, la liberación de cualquier forma de cianuro puede causar graves daños al medio ambiente; por lo tanto, se requiere un monitoreo estricto de las aguas residuales para detectar cianuro libre, cianuro WAD o TCN (cianuro total) para cumplir con las regulaciones de descarga de la planta.

Tradicionalmente, las concentraciones de cianuro se han monitoreado utilizando métodos manuales de laboratorio (por ejemplo, titulación). Si bien son capaces de proporcionar datos, estos métodos adolecen de varias desventajas.

El muestreo manual introduce retrasos en la obtención de resultados, lo que hace que los datos reflejen menos el estado actual del proceso de cianuración. Además, el muestreo manual requiere

muchas horas de trabajo, es peligroso (debido a la toxicidad del cianuro) y propenso a errores humanos, lo que genera posibles imprecisiones en las mediciones. Además, la naturaleza intermitente del muestreo manual puede no capturar fluctuaciones repentinas en las concentraciones de cianuro, comprometiendo potencialmente el control del proceso y el cumplimiento ambiental.

Al integrar analizadores de procesos en línea en la refinería, los operadores pueden verificar rápidamente los niveles de cianuro en el proceso de lixiviación y en el efluente de aguas residuales. Esto les ayuda a hacer correcciones para mejorar la eficiencia y reducir el daño al medio ambiente.

## APLICACIÓN

El cianuro se puede determinar de varias maneras con el **Analizador de procesos 2060 TI** (Figura 2). El cianuro libre se analiza mediante titulación directa o detección fotométrica dependiendo de las concentraciones involucradas. Para determinaciones más complejas de cianuro total y WAD, el analizador de procesos 2060 TI puede equiparse con una variedad de módulos de digestor, condensador, absorbente cáustico y fotómetro para garantizar recuperaciones completas de cianuro de soluciones complejas de cianuro metálico.

El análisis, que requiere mucho tiempo, se puede automatizar completamente con el analizador de procesos 2060 TI. Los beneficios incluyen ahorro de tiempo y consistencia en las mediciones sin exposición al cianuro, ofreciendo mediciones seguras y confiables en toda la refinería.



**Figure 2.** Analizador de procesos 2060 TI.

Además, el oro y otros metales se pueden monitorear con el **Analizador de procesos XRF 2060** (figura 3). Utilizando la tecnología de fluorescencia de rayos X por dispersión de energía (EDXRF), este analizador de procesos en línea proporciona una sensibilidad excepcional al medir el oro en la solución de extracción casi en tiempo real.

Los límites de detección para el análisis XRF están influenciados por varios factores, como el tiempo de análisis, la preparación de la muestra y los métodos de calibración. Gracias a su avanzado detector de deriva de silicio y al uso sinérgico de múltiples técnicas de análisis, el analizador de procesos XRF 2060 logra límites de detección bajos y precisos, particularmente para metales preciosos como el oro. La incorporación de ambas técnicas de análisis (es decir, titulación/fotometría y XRF) en el analizador de procesos XRF 2060 ofrece a los usuarios una solución integral para monitorear los niveles de cianuro y las concentraciones de metales en el proceso de recuperación de oro. Esta integración mejora la seguridad de la planta, garantiza la recuperación total de cianuro de soluciones complejas y acelera el retorno de la inversión (ROI) al consolidar ambos métodos en un solo analizador, lo que reduce la huella y los costos operativos.



**Figure 3.** Analizador de procesos XRF 2060.

**Tabla 1.** Parámetros a monitorear en el proceso de recuperación de oro.

Parámetros	Concentración	Técnica
Cianuro libre	0–200 µg/L	Fotometría
Cianuro WAD	1–250 mg/L	Valoración
Oro (Au)	mg/L a %*	XRF

## DESTACADO

El método del cianuro total se basa en la norma ISO 6703/1 y el cianuro WAD en el método 4500-CN-Métodos estándar para el examen de agua y aguas residuales.

El proceso de cianuración debe operar a niveles de pH superiores a 10,5, que normalmente oscilan entre 11

y 12, para evitar la formación de gas peligroso de cianuro de hidrógeno (HCN). En consecuencia, una monitorización fiable del pH es esencial en entornos tan exigentes, y los sensores de pH ProTrode de Metrohm Process Analytics destacan por proporcionar soluciones de monitorización en línea para este fin.

## CONCLUSIÓN

El cianuro es un parámetro importante a medir en el proceso de recuperación de oro y sus efluentes. El analizador de procesos 2060 TI de Metrohm Process Analytics ayuda a analizar el cianuro periódicamente para superar errores y garantizar el cumplimiento de las normativas. Además, el analizador de procesos XRF 2060 monitorea eficazmente los niveles de oro en la

solución de extracción.

Juntos, estos analizadores de procesos en línea brindan una comprensión integral del proceso de recuperación de oro al monitorear simultáneamente cualquier forma de cianuro y oro de manera segura y eficiente.

## REFERENCIAS

1. *The Safe and Effective Use of Cyanide - Society for Mining, Metallurgy & Exploration.*  
<https://www.smenet.org/what-we-do/technical-briefings/the-safe-and-effective-use-of-cyanide-in-the-minin> (accessed 2024-03-20).
2. Hai, X. *The Ultimate Guide to Gold Cyanidation.*  
<https://www.cnlitereagent.com/special-guide/ultimate-guide-gold-cyanidation/> (accessed 2024-03-28).

## NOTAS DE APLICACIÓN RELACIONADAS

AN-PAN-1006 Análisis en línea de zinc, ácido sulfúrico y hierro durante el refinado de zinc

## OTROS DOCUMENTOS RELACIONADOS

8.000.5317 Analizador de cianuro 2026

AN-I-009 Cianuro en agua

## BENEFICIOS

- No se necesita muestreo manual, por lo tanto, menor exposición del personal a productos químicos peligrosos (cianuro).
- **Cumplimiento de garantía** con las regulaciones gubernamentales para efluentes de aguas residuales.
- Optimizar la calidad del producto y aumente las ganancias con tiempos de respuesta rápidos para variaciones de procesos.
- **Diagnóstico totalmente automatizado** – alarmas automáticas para cuando las muestras están fuera de los parámetros de especificación.



## CONTACT

Metrohm Hispania  
Calle Aguacate 15  
28044 Madrid

[mh@metrohm.es](mailto:mh@metrohm.es)

## CONFIGURACIÓN



### 2060 Process Analyzer

El 2060 Process Analyzer es un instrumento de análisis de química húmeda online que sirve para innumerables aplicaciones. Este instrumento de análisis de procesos ofrece un nuevo concepto de modularidad que consiste en una plataforma central, denominada "armario básico".

El armario básico consta de dos secciones. La sección superior contiene una pantalla táctil y un ordenador industrial. La sección inferior contiene la parte húmeda flexible donde se aloja el hardware para el análisis propiamente dicho. Si la capacidad básica de la parte húmeda no es suficiente para resolver un desafío analítico, entonces el armario básico puede ampliarse a hasta cuatro armarios más de parte húmeda para asegurar el espacio suficiente para resolver incluso las aplicaciones más difíciles. Los armarios adicionales pueden configurarse de tal manera que cada armario de parte húmeda puede combinarse con un armario de reactivos con detección de nivel integrada (sin contacto) para aumentar el tiempo de funcionamiento del instrumento de análisis.

El 2060 Process Analyzer ofrece diferentes técnicas de química húmeda: titulación, titulación Karl Fischer, fotometría, medida directa y métodos de adición de patrón.

Para cumplir con todos los requisitos del proyecto (o para satisfacer todas sus necesidades) se pueden proporcionar sistemas de preacondicionamiento de muestras para garantizar una solución analítica robusta. Suministramos prácticamente cualquier sistema de preacondicionamiento de muestras, como sistemas de refrigeración o calentamiento, reducción de presión y desgasificación, filtración, etc.



#### 2060 XRF Process Analyzer

El **2060 XRF Process Analyzer** es un instrumento de análisis de procesos online no destructivos en el que se emplea tecnología de fluorescencia de rayos X de dispersión de energía (EDXRF). Mediante este instrumento de análisis se garantiza la monitorización precisa y casi en tiempo real de flujos de muestras líquidas dentro de procesos industriales.

Gracias a su capacidad para conectar hasta 20 puntos de muestreo, el **2060 XRF Process Analyzer** facilita la realización de análisis XRF online continuos. Al formar parte de la **plataforma 2060**, integra impecablemente múltiples técnicas de análisis en una sola plataforma unificada. Aproveche la potencia de combinar la tecnología XRF con la titulación o la fotometría para obtener, como nunca antes, conocimientos completos sobre sus procesos.