

Administración efectiva y responsable de los relaves y residuos minerales

Las instalaciones para residuos industriales muestran una ventana de la industria de la minería. Son un relato histórico sobre la manera en que la industria minera administra sus actividades. El público también asume un riesgo que debe ser administrado en el largo plazo. La industria de la minería cuenta con tecnologías de diseño, construcción y operación seguras, así como instalaciones para residuos industriales. La tecnología utilizada se debe aplicar de modo consistente, administrando así, de manera segura y responsable, los desechos, para proteger el medio ambiente.

Características de los desechos de planta

Los residuos de todo proceso minero deben ser monitoreados y regulados; éstos se dividen en tres áreas definidas:

- **Caracterización del mineral y roca minera:** Propiedades químicas, físicas y de ingeniería (Ej.: fuerza, gradación, potencial de deslizamiento); potencial de generación de ácido (Ej.: contaminantes lixiviables).
- **Caracterización de desechos:** Rendimiento diario/anual y cantidad total; distribución por tamaño; porcentaje de sólidos; densidad de sólidos; gravedad específica; plasticidad; química de fase líquida; generación potencial de ácidos.
- **Características de la operación de planta:** Reactivos usados; requerimientos de recirculación de aguas; procesos de tratamiento en planta (Ej.: destrucción de cianuros); afluentes varios a los depósitos de desechos; tuberías y accesorios; potencial para fosos y/o rellenos subterráneos; porcentaje de desecho a una instalación en superficie versus relleno.



Figura 1: Medición ultrasónica del flujo al vertedero más pH, conductividad y turbiedad.

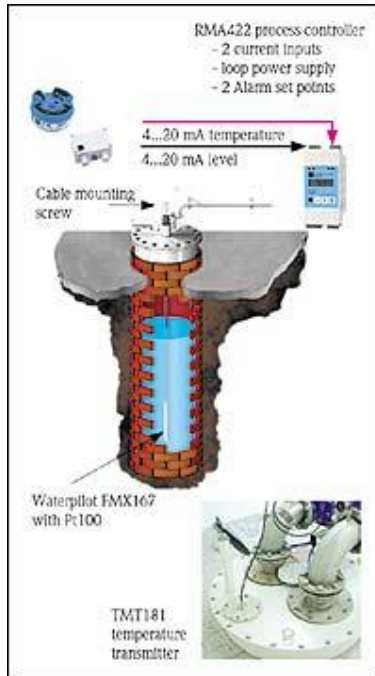


Figura 2: Transmisor hidrostático con transmisor de temperatura.

Monitores y controles en la estructura de la represa

Las siguientes consideraciones se refieren al diseño de una represa y de los depósitos de contención. Aunque esta lista pudiera no ser aplicable a todos los emplazamientos ni a todas las situaciones. Depende del profesional que interviene en el diseño y de sus conclusiones sobre él decidirá qué aspectos aplicar. Las condiciones específicas del terreno pudieran requerir de criterios adicionales.

- **Sistemas de monitoreo de desechos:** Los más comunes son: controles de nivel; inclinómetros; indicadores de decantación; monitoreo de flujo de percolación (filtración); y registro de temperatura (permafrost, penetración de helada; calefacción).

Los niveles de agua de la represa se pueden monitorear mediante transmisores hidrostáticos suspendidos a intervalos sobre las paredes de la presa. Estos instrumentos, con sensor tipo PT100 integrado y transmisor de temperatura, monitorearán los niveles de líquidos así como las temperaturas de los pozos de rebose y de las piscinas de desechos (ver figura 2). Para desechos sólidos o de base mineral, transmisores ultrasónicos medirán los niveles del declive de las paredes de la abertura del pozo y darán la alerta frente a deslizamientos significativos o sobrecarga de rocas.

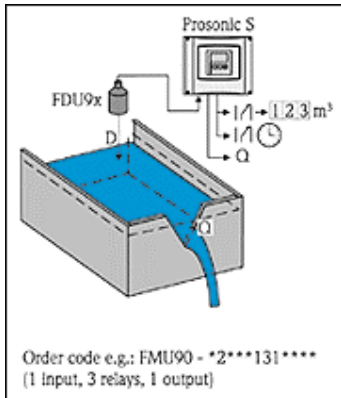
Los beneficios de controlar de manera simple los niveles de las presas para la decantación de desechos son:

- Pronta advertencia sobre niveles riesgosos debido a lluvias, inundaciones o derretimiento de hielos.
- Encendido automático de las bombas de descargas de derrame las que actúan frente a alarmas de nivel alto.
- La descarga se canaliza automáticamente a pozos de contención secundarios.
- **Análisis y administración de precolación:** Habitualmente, esto consiste en valoración de requerimientos de control de percolación, incluyendo freáticos (aguas subterráneas), consideración de componentes químicos del agua y potencial generación de ácidos; y plan para la implementación de medidas apropiadas, de acuerdo a lo garantizado, tales como diseño de filtros, paredes de corte o interrupción,



Figura 3: Sensores y transmisores de pH, turbiedad y oxígeno disuelto.

cortinas de inyecciones; zanjas, testigos de baja permeabilidad y pozos de interceptación.



Existe un amplio rango de monitores de efluentes de percolados y sensores de análisis de aguas (ver figura 1) que incluyen: sensores de pH autolimpiantes y autocalibrantes; sensores de turbiedad y oxígeno disuelto (ver figura 3); sensores DBO, DQO y conductividad de aguas; analizadores de aluminio, cobre, hierro, plomo, fosfatos, sulfuros, etc.; dataloggers y registradores sin papel; y recuperación de información remota desde Internet y líneas telefónicas.

• **Canal abierto y medición de flujo en tubería de desecho cerrada:** En la mayoría de los procesos de la minería, los efluentes fluirán a través de tuberías o canales abiertos hacia depósitos de contención de desechos. Es importante no sólo medir las características del desecho, (por ejemplo, pH, conductividad, turbiedad, etc.), sino también los volúmenes diarios reales del desecho producido.

Los medidores de flujo más utilizados para instalación en cañería son:

- Medidores magnéticos con revestimiento de caucho para medios extremadamente abrasivos.

- Medidor de flujo másico tipo Coriolis, para medición de densidad y de temperatura.
- Medidor de vapor circulante y de flujo de aire comprimido, usando flujómetros tipo Vortex.
- Control de flujo de aire comprimido, usando placas de orificio y tubos Pitot, asociados a transmisores de presión diferencial.

La forma más fácil de medir el flujo en canales abiertos y de registrarlo diariamente es mediante la instalación de un dispositivo Venturi y controlador de flujo ultrasónico.

Las figuras 4, 5 y 6 muestran esquemas de canales abiertos típicos. Los transmisores de nivel ultrasónicos contienen las curvas de flujo de los vertederos y canaletas más típicos.

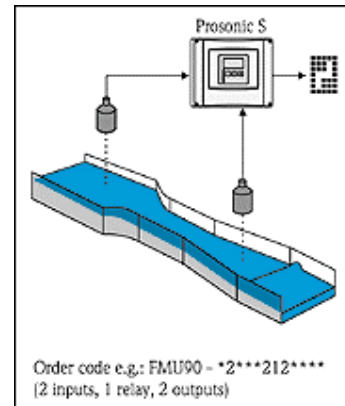


Figura 5: Medición de flujo con alarma de retención o detección de fango mineral. Si el ratio “nivel de aguas abajo: nivel de aguas arriba” sobrepasa o cae bajo valores críticos, se generará una alarma.

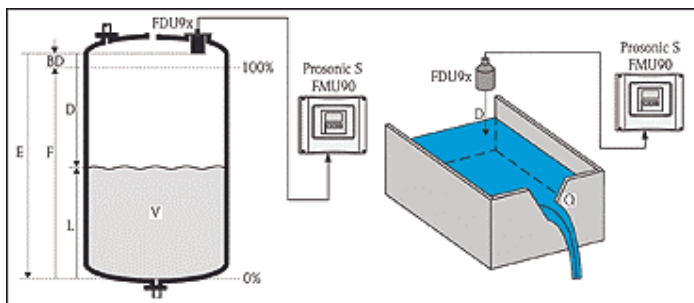


Figura 6: BD: distancia de bloqueo; D: distancia desde la membrana del sensor hasta la superficie del fluido; E: distancia de vacío; F: trayecto; L: nivel; V: volumen; Q: flujo.

**Por Susana Torres Vera, Country Manager Endress+Hauser Chile Ltda.
Miembro del Comité de Automatización AIE. automat@aie.cl**