

# MONITOREO DE OBRAS Y PROYECTOS MINEROS

## PARA UN DESARROLLO SUSTENTABLE



**estudio de ingeniería hidráulica s.a.**



**IDIH - Universidad  
Nacional de San Juan**



## MONITOREO PARA EL CONTROL AMBIENTAL

### *Contar con información confiable y relevante*

La construcción de grandes obras hidráulicas, la exploración y explotación de los recursos mineros constituye una actividad productiva de gran relevancia para el desarrollo socio-económico del país. Para que dicho desarrollo tenga viabilidad, se deberá cumplir con regulaciones internacionales en seguridad de la operación y control ambiental.

Los sistemas de control de grandes obras y los planes de monitoreo ambiental permiten, alertar sobre problemas derivados de eventos ambientales y climáticos inesperados, ayudan a mejorar la eficiencia en operaciones y protegen la integridad del personal y los activos. Ellos acompañan el cumplimiento de las normas vigentes, establecidas en los Informes de Impacto Ambiental (IIA), alertando sobre posibles desfasajes a los escenarios previstos y permitiendo oportunas intervenciones para la restitución de las condiciones de base.

Las informaciones provenientes de los planes de monitoreo también proporcionan un mecanismo formal para la comunicación y la coordinación interinstitucional. También para tratar las preocupaciones de los grupos afectados y organizaciones locales no gubernamentales.

*EIH y Tecmes*, en colaboración con el *Instituto de Investigaciones Hidráulicas (IDIH)* y la *Fundación de la Universidad Nacional de San Juan (FUUNSAJ)* trabajan en una iniciativa para ofrecer servicios y productos especializados que fortalezcan las capacidades locales y nacionales en materia de adquisición y gestión de información ambiental y climática.

## **SINERGIAS INSTITUCIONALES AL SERVICIO DE UN DESARROLLO SUSTENTABLE EN GRANDES OBRAS HIDRÁULICAS Y PROYECTOS MINEROS**

*La disponibilidad de un conocimiento actualizado y un manejo apropiado de las tecnologías para la caracterización de los fenómenos y las variables hidrológicas, climáticas, del relieve, los suelos y la calidad del aire que permiten evaluar los impactos potenciales. Al momento de planificar y anticipándose a situaciones futuras nos permite en todos los casos, la adopción de soluciones sobre bases sólidas y científicas.*



*Tecmes es una empresa de tecnología que se enfoca en desarrollar técnicas electrónicas para la búsqueda de las soluciones más adecuadas en la adquisición de datos ambientales, almacenamiento, procesamiento y envío a distancia de los mismos. Diseña, desarrolla y fabrica instrumentos de medición para diversos campos de aplicación, incluyendo una gran variedad de sensores.*

*Sensores ambientales, de control de suelos, agua y aire los cuales se pueden integrar con estaciones hidrometeorológicas automáticas, estaciones de monitoreo tanto ambientales y de auscultación, como redes automáticas telemétricas de medición.*



*Estudio de Ingeniería Hidráulica, Eih S.A., consta con mas de mas de 40 años de Experiencia en el campo de la ingeniería hidráulica. Destacándose en la ejecución de importantes proyectos de infraestructura y presas de regulación de ríos, protección de cuencas hídricas, saneamiento urbano / rural y estudios de impacto ambiental. Para la realización de mediciones de campo, cuenta con una moderna infraestructura en equipamiento, y un personal altamente calificado para la realización de relevamientos y el desarrollo de software especializado, la confección de modelos matemáticos para determinar sedimentación en canales, dispersión de contaminantes en cursos de agua.*

*Tecmes ha suscrito un Acuerdo Marco de Cooperación Institucional con el Instituto de Investigaciones Hidráulicas (IDIH), unidad de investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de San Juan, con más de 60 años de experiencia en la actividad de investigación, desarrollo, asesoramiento y formación de recursos humanos en aspectos relativos al conocimiento y manejo racional de los recursos hídricos.*



**IDIH - Universidad  
Nacional de San Juan**

## **ACOMPAÑANDO EL MANEJO DE GRANDES OBRAS HIDRÁULICAS Y LA SUSTENTABILIDAD DE LA ACTIVIDAD MINERA**

Uno de los aspectos centrales indispensables para asegurar un manejo de grandes obras hidráulicas y la sustentabilidad en la actividad minera, es contar con la capacidad de asegurar un conocimiento apropiado y actualizado sobre el estado y la dinámica de los procesos antrópicos y naturales existentes en toda el área de intervención. Esto incluye:

- la disponibilidad de las tecnologías adecuadas para el monitoreo continuo de las variables críticas,
- la capacidad para interpretar resultados y actuar de manera preventiva, y
- la disposición para comunicar la información relevante y promover la participación comunitaria.

Estas acciones, previstas por la legislación vigente, permiten asegurar el buen funcionamiento de los sistemas y el control de grandes obras y forman parte de los principios establecidos por las Cámaras de los sectores involucrados y las instituciones financieras internacionales, siendo de aplicación a distintos niveles por todas las empresas operadoras del sector.

Estas acciones no comportan grandes inversiones, pero a través de ellas es posible apuntalar los sistemas de toma de decisiones, proteger a los operadores frente a la ocurrencia de eventos inesperados y evitar onerosas intervenciones potenciales de reparación de daños y eventuales paradas de actividad.

### **Promoviendo el manejo sostenible de las cuencas hídricas**

La intervención durante la construcción de grandes obras, como el control del movimiento de los suelos, mediante la auscultación, y el debido monitoreo para prevenir efectos colaterales durante la vida útil de la misma, son las que permiten asegurar la misma.

Un desafío mayor del desarrollo sostenible en la minería es el poder asegurar el ordenamiento y el manejo de las cuencas hídricas en toda el área de influencia de los proyectos. La aproximación al nivel de cuenca permite proteger y gestionar unidades ambientales que se comportan y evolucionan como un todo, integrando la información proveniente de distintas fuentes sean estas del relieve y los suelos, la hidrología superficial o subterránea, la atmósfera y el clima, incluyendo el uso de los suelos.

Estudios del régimen y balance hidrológico, de capacidad de almacenamiento y transmisión de agua, análisis de los fenómenos de erosión y sedimentación, entre otros, constituyen herramientas sumamente valiosas para la planificación y la gestión de una actividad productiva sostenible.

### **Controlando las modificaciones del suelo y el relieve**

El seguimiento de las modificaciones operadas en el suelo y el relieve permite prever la irrupción de procesos que necesitan ser pronosticados y controlados de manera oportuna. El riesgo de desestabilización de laderas, la modificación de la escorrentía superficial y subterránea y el aumento del riesgo de desertización, constituyen retos permanentes para la actividad. Estos efectos se ven por lo general influenciados por fenómenos naturales y climáticos de distinta índole y pueden ser controlados a través de medidas estructurales o de gestión apropiadas.

## Preservando la cantidad y calidad del recurso hídrico

La caracterización de los cuerpos de agua, el aforo y medición sistemática del nivel y el caudal de ríos, arroyos, lagos y acuíferos, permiten conocer de manera continua y estacional (a través de modelos apropiados) el comportamiento de los sistemas hídricos que integran el entorno de la actividad minera. A este conocimiento debe agregarse la determinación de la calidad físico-química de las aguas y la definición de los usos actuales y potenciales en los distintos tramos de las cuencas en cuestión.

De esta manera pueden anticiparse y preverse las medidas para:

- Anticipar crecidas que pueden dañar infraestructuras e instalaciones, interrumpiendo servicios y vías de acceso importantes para las personas y la actividad productiva; Alertar bajas sensibles de acuíferos en explotación evitando daños ambientales y falta de agua para consumo y para el proceso productivo. Es posible monitorear y predecir el comportamiento de los acuíferos (capacidad de recarga) evitando su degradación y agotamiento;
- La presencia de determinadas sustancias en el agua puede volverse peligrosa y nociva para la salud o incompatible con distintos usos (agrícola, recreativo, biota acuática, etc.) si los caudales bajan de modo tal que las concentraciones sobrepasan los límites guía. Es posible predecir estos fenómenos y establecer mecanismos de alerta temprana para adoptar las medidas necesarias.

## Preservando la calidad del aire y el entorno de las obras

El monitoreo de la calidad del aire en el entorno de las áreas de exploración y producción minera es necesario para garantizar adecuadas condiciones de higiene y salud ocupacional. La caracterización de las masas de aire y la determinación de la concentración de partículas y sustancias en suspensión y su dispersión (a través de modelos apropiados) permite prever las medidas de gestión y protección necesarias para salvaguardar la integridad de los operarios y sus familias.

- La convergencia de determinadas condiciones atmosféricas (humedad, presión, etc.) puede favorecer la incidencia negativa de determinados contaminantes gaseosos que afectan la salud;
- El comportamiento de los vientos (intensidad y dirección) puede favorecer eventos inesperados que afecten a grupos de personas y hasta poblaciones enteras, por dispersión de contaminantes desde las zonas de explotación hacia zonas residenciales.

## Gestionando los riesgos y la seguridad de las personas e instalaciones

El monitoreo de variables climáticas típicas (viento, precipitación pluvial y nival, radiación solar, etc.) y el cálculo de ciertas variables compuestas como el riesgo de heladas y la visibilidad, aportan una información muy valiosa en materia de seguridad, permiten una mejor programación y pueden evitar paradas de producción innecesarias.

- La accesibilidad a las minas a través de caminos en zonas de montaña puede limitarse por falta de visibilidad o bien hielo en las calzadas y su predicción oportuna puede evitar accidentes y mejorar la programación operativa;

- Las líneas de alta tensión pueden acumular nieve lo que sumado a la acción del viento puede derivar en rotura de cables e interrupción del suministro eléctrico. La parada de mina se puede traducir en un costo oneroso para el operador.



Auditorías ambientales en Cerro Vanguardia  
Santa Cruz, Argentina

## ¿QUE OFRECEMOS?

### Fortalecimiento de las capacidades

- **Sistemas de monitoreo y control**, para la auscultación en obras y la verificación del cumplimiento de los programas de manejo del operador, el seguimiento de las variables ambientales y de seguridad crítica, la auscultación de suelos y las acciones de prevención y contingencia asociadas al sistema de alertas. Definición de objetivos, indicadores y metodología (materiales, equipos, personal, técnicas, emplazamientos de medición, formatos de registro y conformación de bases de datos).
- **Provisión, instalación, puesta en marcha y mantenimiento de equipos y sistemas**, para asegurar una capacidad instalada propia en la obtención de información, transmisible de manera remota, continua y visible en la pantalla del ordenador del operador. Equipos, redes, sensores, software especializado, sistemas automáticos de telemetría y redes de alerta, son concebidos y producidos en la Argentina, utilizados por empresas y agencias nacionales e internacionales y cuentan con asistencia on-line que aseguran su rendimiento y operatividad.
- **Capacitación del personal propio**, para el adecuado manejo del operador en el uso del equipamiento y los sistemas, el análisis de la información y los datos, la interpretación de modelos predictivos, la producción de informes periódicos y los formatos posibles de publicación de resultados.
- **Ingeniería Hídrica**, contamos con un equipo profesional especializado en proyectos de Ingeniería Hídrica. Tenemos la capacidad de diseñar e implementar proyectos de toda envergadura.
- **Certificación y calibración de elementos**, Tecmes realiza la calibración de equipos y elementos en nuestros laboratorios entregando un Certificado que cuanta con la homologación del INTI y SAC. Este Certificado cumple con los requisitos de la Normal ISO 9001 referido a la calibración de instrumentos de medición.
- **Apoyo a la innovación tecnológica**, toda vez que se plantean nuevos desafíos en el relevamiento de variables ambientales y climáticas que requieren la búsqueda de soluciones técnicas y/o científicas particulares y adaptadas a nuevos requerimientos que surgen en el desarrollo de la actividad productiva (adaptación de técnicas de muestreo, de equipos, de mecanismos de determinación y de registro de datos, entre otros).
- **Comunicación y participación comunitaria**, apoyando al operador en la definición de estrategias y acciones de puesta a disposición de la información relevante adaptando los datos científicos a formatos accesibles y comprensibles por el público y los grupos de interés.

### Monitoreo y medición en campo



Controles ambientales de Estado en Andalgalá  
Catamarca, Argentina



Monitoreo ambiental participativo Espinar, Perú

## Apoyo a la gestión

- **Líneas de base mineras**, para la determinación de las condiciones originarias previas a la intervención en el ambiente local y las cuencas hídricas en el área de influencia de los proyectos. Identificación de zonas generadoras de impactos y fuentes posibles de contaminación, vías de transferencia y áreas receptoras potenciales. Establecimiento de los parámetros apropiados para medir la línea de base y realizar el monitoreo futuro.
- **Campañas de medición y pronósticos**, para el seguimiento y el control de variables críticas hidrológicas, hidrogeológicas, edáficas, de usos del suelo, auscultación de suelos en obras hidráulicas, calidad del aire, ruido y vibraciones. Ubicación de zonas de medición, instalación de aforadores, toma de muestras, medición, aplicación de modelos predictivos de dispersión de contaminantes en el medio hídrico y atmosférico, registro y procesamiento de datos.
- **Diagnóstico y evaluación**, requeridos por operadores y entidades reguladoras para caracterizar el estado actual de una porción o la totalidad de las áreas de intervención, identificando las áreas sensibles (potenciales generadoras de impactos) donde existen vacíos de medición y relevamiento de información así como las vías de transferencia y cuerpos potencialmente receptores de contaminantes no detectados.
- **Apoyo a la protección y restauración ambiental**, contribuyendo a la identificación con base científica de soluciones tecnológicas (protección de cauces, tratamiento y abatimiento de sustancias contaminantes, re-ordenamiento de actividades, recuperación de zonas afectadas, etc.) para la resolución de problemas detectados durante el monitoreo y control de las variables críticas.





Aforos en el río Jachal  
San Juan, Argentina



Control de niveles de pozos  
San Salvador de Bahía, Brasil

## **TECNOLOGÍA E INTELIGENCIA AMBIENTAL**

### **¿QUÉ CUBRIMOS?**

Los equipos y sistemas de *Tecmes*, combinados con las capacidades de análisis, interpretación y predicción de fenómenos ambientales y climáticos del personal de *Eih* y *IDIH (UNSJ)*, permiten cubrir una amplia gama de indicadores esenciales para asegurar las políticas de desarrollo sustentable de las operaciones mineras y respaldar los informes corporativos sobre desempeño ambiental, de la salud y la seguridad ocupacional en las distintas etapas del ciclo de proyecto (exploración, factibilidad, producción, cierre y seguimiento posterior).

## Indicadores hidrológicos e hidrogeológicos

- Variación de caudales. Capacidad de provisión y regulación hídrica;
- Variaciones en los sistemas de drenaje. Escorrentía superficial y subterránea;
- Variaciones de nivel en ríos, lagos, lagunas y humedales;
- Variación y dispersión de metales pesados, nitratos y ácidos en el agua ;
- Evolución de los procesos de sedimentación y erosión en cuencas;
- Capacidad de almacenamiento y recarga de acuíferos;
- Variaciones de los niveles freáticos;

## Indicadores de relieve y suelos

- Estabilidad de laderas y cauces;
- Aumento del riesgo de erosión y desertificación;
- Variaciones en la estructura física de los suelos. Capacidad de infiltración;
- Variación de concentraciones de metales e hidrocarburos en el suelo (efluentes);
- Variación en el pH de los suelos por oxidación de sulfuros y drenajes ácidos;
- Variación en la concentración de sales en el suelo (sulfatos, etc.);

## Indicadores atmosféricos y climáticos

- Variación de concentración de partículas en aire (tráfico, voladuras, excavaciones);
- Variación de parámetros físicos (temperatura, humedad, presión, velocidad y dirección del viento, precipitación pluvial y nival, radiación solar, lluvia ácida, etc.);
- Variación de la evaporación en depósitos salinos (cloruro de sodio, litio, etc.);
- Variación y dispersión de contaminantes atmosféricos (CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, etc.);
- Variación del nivel sonoro y de vibraciones;
- Riesgo de granizo, heladas y pérdida de visibilidad en rutas y caminos;

# TECNOLOGÍAS E INTELIGENCIA AMBIENTAL QUÉ EQUIPAMIENTO Y SISTEMAS PROVEEMOS?

## Sistemas y Redes - con comunicación vía satélite, radio y telefonía celular

- **Estaciones hidrometeorológicas**, son unidades robustas y compactas para la medición confiable y continua de parámetros meteorológicos e hidrológicos, tanto analógicos como digitales. De fácil instalación son configurables local y remotamente, disponiendo de múltiples puertos de comunicación para operación y telemetría
- **Estación meteorológica PEGASUS**, evolución portátil de la estaciones hidrometeorológicas. Tiene transmisión directa de datos a la web a través de telefonía celular GSM/GPRS. Permite configurar umbrales de alarma con transmisión automática a telefonía móvil
- **Sistema de Calibración de Aforadores**, en el Laboratorio Central del IDIH se encuentra un sistema de calibración de aforadores o medidores de caudal que utiliza tanques volumétricos.



Estación Hidrometeorológica METEORTEC



Estación Meteorológica PEGASUS Línea EP 201

## Equipos de medición y sensores

- **Freatímetros**, para determinación del nivel de agua freática
- **Asentímetros**, para la medición diferencial
- **Inclinómetros**, para la detección de cambios de posición
- **Limnógrafos**, con panel solar integrado, acceso a datos vía Internet y transmisión GPRS
- **Sensores de calidad de agua**, que miden conductividad, pH, temperatura del agua y oxígeno disuelto
- **Tomadores de muestras**, para determinaciones analíticas de parámetros químicos
- **Sensores climáticos**, de alta exactitud y fácil instalación permiten medir dirección y velocidad del viento; humedad y temperatura; precipitación; radiación solar; entre otros
- **Estaciones de evaporación**, en tanque calibrado con sensores de alta precisión
- **Indicadores y registradores**, que operan como indicadores, controladores y dataloggers, de fácil programación y con display gráfico LCD de alta definición

## Sistemas Automáticos de Telemetría (SAT) y Redes Telemétricas de Alerta

- **El Sistema Automático de Telemetría (SAT)** constituye un avanzado método de alerta y pronóstico hidrológico. Aporta el estado actual de las variables hidrometeorológicas, incluyendo valores de calidad de agua.  
Trabaja en complemento con datos de pronósticos y modelos matemáticos, siendo una herramienta vital para planificar con antelación acciones preventivas, minimizar daños materiales y salvaguardar vidas humanas.
- **Red de Alerta para Monitoreo**, permite el monitoreo y control de los parámetros medidos en un sistema o red de medición. Está formada por una estación central y estaciones remotas (monitoreo de distintos parámetros como, asentímetros en suelos, calidad de aire, meteorología, calidad de agua, etc.



Red de Alerta – Monitoreo de Emisiones



## Sistemas Automáticos de Telemetría (SAT) y Redes Telemétricas de Alerta

- ✓ Planta industrial de instrumentos en la Ciudad de Buenos Aires (TECMES);
- ✓ Laboratorios de avanzada para la calibración y ensayo de equipos (TECMES/IDIH);
- ✓ Planta de calibración de molinetes hidráulicos en la Ciudad de San Juan (IDIH);
- ✓ Certificación de Calidad (ISO 9001) de todos los procesos.



## MEDICION DE ALTURA DE NIEVE Y PARAMETROS METEOROLOGICOS MINERA ALUMBRERA, Salta, Argentina

Las líneas de transmisión eléctrica de media y alta tensión cubren largas distancias, llevando la energía a través de provincias y países. Ellas están afectadas directamente por las condiciones meteorológicas diarias. Desde los rayos hasta el viento y el hielo, o incluso el calor excesivo, pueden alterar su comportamiento. Por ello las empresas necesitan datos meteorológicos confiables para administrar de manera eficiente sus operaciones y maximizar su disponibilidad.

La temperatura, las precipitaciones, la presión atmosférica, la humedad, y la velocidad como la dirección del viento son parámetros importantes para el monitoreo meteorológico de las líneas de transmisión eléctrica. Estos datos entregan información a los operadores sobre las condiciones meteorológicas en ubicaciones estratégicas de los tendidos de las líneas.

Las condiciones de hielo presentan una amenaza a las líneas de transmisión y una tormenta de hielo puede ser una experiencia devastadora para las operaciones. En este sentido, TECMES posee un conocimiento experto en la comprensión y el pronóstico de las condiciones meteorológicas extremas.

Hemos desarrollado sensores remotos para monitorear específicamente estas condiciones que pueden colocarse a lo largo de las líneas de transmisión (como se hizo con Minera Alumbrera en la provincia de Catamarca). Estos sensores permiten a los operadores monitorear la temperatura y las condiciones, de modo que puedan estar preparados para tomar las mejores decisiones.



### Para mayor información contactarse con:

#### **Demian Lioni**

Gerencia Comercial

Tecmes / EIH Estudio de Ingeniería Hidráulica S.A.

Av. Belgrano 1378/80 | Ciudad Autónoma de Buenos Aires

[demian.lioni@tecmes.com](mailto:demian.lioni@tecmes.com)

Teléfonos: +(54 11) 5272-5101 y Líneas Rotativas (8131 – directo)

Móvil: +(54 9 11) 5644-1938 - Fax: +(54 11) 4382 1622