

CURSO: ALFABETIZACIÓN DIGITAL EN LA MINERÍA PERUANA



CONTENIDO

1. El Cambio Digital en la Minería Peruana

- 1.1. Procesos digitales actuales en minas peruanas (Antamina, Las Bambas, Cerro Verde)
- 1.2. Impacto de la digitalización en oficios comunes: perforista, flotador, operador, ingeniero, etc.
- 1.3. Transformación digital impulsada por el MINEM y la política de Gobierno Digital
- 1.4. Exigencias de SUNAFIL: control digital, trazabilidad, registros electrónicos

2. Competencias Digitales Básicas para el Entorno Minero

- 2.1. Lectura de interfaces: pantallas, botones, alertas y códigos de colores
- 2.2. Uso de códigos QR, archivos PDF, hojas de cálculo (Excel/Google Sheets)
- 2.3. Registro de actividades en bitácoras, formularios y listas de chequeo
- 2.4. Buen uso de celulares, tablets y aplicaciones en campo

3. Seguridad Digital y Responsabilidad Personal

- 3.1. Casos comunes de fallas digitales detectables por humanos
- 3.2. Responsabilidad en el ingreso y envío de datos
- 3.3. Evidencia digital exigida por SUNAFIL: bitácoras, logs, reportes automáticos
- 3.4. Ética digital: integridad, trazabilidad y protección de información

4. Automatización y Nuevas Tecnologías en Minería

- 4.1. Tecnologías activas en Perú: sensores, drones, monitoreo remoto desde oficinas
 - 4.2. Introducción a SCADA, telemetría y sensores ambientales
 - 4.3. Concepto básico de IoT (Internet de las Cosas) en minería
 - 4.4. Cambios laborales: oficios que desaparecen y roles que emergen
-

5. Adaptarse para No Ser Reemplazado

- 5.1. Habilidades más valoradas en la minería digital
 - 5.2. Ejemplos de microacciones útiles: organizar datos, reportar alertas, colaborar digitalmente
 - 5.3. Cultura de aprendizaje continuo: plataformas gratuitas, automejora, constancia
 - 5.4. Cómo mantenerse vigente en un entorno automatizado
-

6. Evaluación y Aplicación Práctica

- 6.1. Práctica Recomendada

1. El Cambio Digital en la Minería Peruana

1.1. Procesos digitales actuales en minas peruanas (Antamina, Las Bambas, Cerro Verde)

En los últimos años, la minería peruana ha experimentado una transformación silenciosa pero profunda: el paso de operaciones manuales y analógicas hacia sistemas altamente digitalizados e interconectados. Este cambio no es un proyecto a futuro, sino una realidad presente en las principales unidades mineras del país, como Antamina, Las Bambas y Cerro Verde. Comprender cómo operan estos entornos digitales es esencial para cualquier trabajador del sector que quiera mantenerse vigente y preparado para las exigencias actuales.

Antamina, ubicada en la región de Áncash, es una de las operaciones más avanzadas en términos de integración tecnológica. Esta mina utiliza sistemas de monitoreo remoto que permiten observar y analizar parámetros operativos desde centros de control ubicados incluso fuera del área minera. Variables como la presión hidráulica de los equipos, las temperaturas de los motores, los ciclos de carga y descarga de los camiones, entre otras, son registradas en tiempo real mediante sensores distribuidos en toda la operación. Estos datos no solo son visualizados por ingenieros o supervisores, sino también por técnicos y operadores que deben actuar en función de las alertas generadas automáticamente.

Antamina ha implementado un sistema de mantenimiento predictivo, donde la información obtenida por los sensores permite identificar posibles fallas antes de que ocurran. Por ejemplo, si un sistema detecta una vibración fuera de rango en el eje de un molino, se genera una alerta automática que permite programar el mantenimiento sin necesidad de detener toda la línea de producción. Este enfoque digital disminuye el tiempo de inactividad y previene accidentes mecánicos graves. Para el trabajador, esto significa que ya no basta con tener habilidades operativas: se espera que entienda, registre y reaccione a señales electrónicas en tiempo real.

Las Bambas, en la región de Apurímac, es otro referente de modernización minera. Esta unidad ha digitalizado múltiples procesos, desde la planificación y control de flota hasta el monitoreo ambiental. Una característica destacada es el uso extensivo de drones para realizar tareas de inspección topográfica, verificación de taludes y vigilancia ambiental. Los drones permiten obtener imágenes georreferenciadas y mediciones sin exponer a los trabajadores a zonas de riesgo.

Además, Las Bambas opera con sistemas de monitoreo ambiental automatizados. Estaciones fijas registran continuamente la calidad del aire, el nivel de ruido y la presencia de partículas en suspensión. Estos datos se transmiten de manera inalámbrica a una sala de control donde se evalúan mediante algoritmos. Si se supera un umbral establecido por la normativa ambiental, se activa un protocolo de respuesta. La existencia de estos sistemas no elimina el rol humano, pero lo transforma: ahora, los trabajadores deben saber interpretar gráficas, utilizar software especializado y documentar sus acciones en plataformas digitales.

También se ha implementado una red interna de comunicación digital que reemplaza a las antiguas radios. Esta aplicación móvil, similar a WhatsApp pero de uso industrial, permite coordinar tareas, compartir fotos de incidentes, enviar ubicaciones exactas y documentar reportes con firma digital. Así, incluso los operadores de campo participan activamente del flujo de información digital. Esto implica que cualquier trabajador que no domine el uso básico de dispositivos móviles y aplicaciones puede quedar rezagado en sus funciones.

Cerro Verde, situada en Arequipa, se ha orientado principalmente hacia la automatización de sus procesos de acarreo, chancado y molienda. La operación utiliza camiones con sistemas de asistencia semiautónoma, lo que significa que estos vehículos siguen rutas programadas, detectan obstáculos mediante sensores y pueden frenar automáticamente si se aproxima una colisión. Aunque aún requieren presencia de un operador humano, el rol de este ha cambiado de conductor activo a supervisor del sistema. Es esencial que el operador comprenda cómo funciona el sistema, cómo detectar errores y cómo intervenir manualmente si es necesario.

El centro de control de Cerro Verde consolida en tiempo real todos los datos de sus procesos productivos. En una sola sala, se visualizan en pantallas interactivas los indicadores de cada etapa: nivel de carga, pH, temperatura, flujo, consumo energético, entre otros. Estas pantallas utilizan codificación por colores para facilitar la lectura de riesgos: verde (normal), amarillo (atención) y rojo (alarma). Se espera que cada supervisor y operador sea capaz de interpretar esta información rápidamente y tomar decisiones con base en los datos.

Además, se promueve el registro inmediato de observaciones mediante terminales digitales. Ya no se usan formularios en papel: todo queda registrado con hora, ubicación y usuario, lo cual garantiza trazabilidad total para auditorías internas y externas. Este modelo responde también a exigencias de SUNAFIL y otros entes reguladores que demandan evidencias digitales en los reportes laborales y ambientales.

En conjunto, estos tres casos muestran una tendencia clara: **la digitalización no solo afecta a los ingenieros o personal administrativo, sino que transforma la manera en que cada trabajador, desde el nivel operativo hasta el nivel de supervisión, realiza su labor diaria**. Se espera que sepan leer pantallas, usar aplicaciones móviles, interpretar sensores, ingresar datos correctamente, y responder a sistemas de alerta electrónica. Aquellos que no desarrollan estas competencias digitales corren el riesgo de ser desplazados o limitados a tareas de menor complejidad.

Esta transformación también implica una oportunidad. La minería digital requiere personas más preparadas, más conscientes y capaces de adaptarse al cambio. Los trabajadores que se actualizan y aprenden a interactuar con la tecnología se convierten en piezas clave del sistema productivo moderno. Por eso, este curso inicia con el reconocimiento de estos procesos reales, para construir desde allí una base sólida de competencias digitales adaptadas a la minería peruana actual.

1.2. Impacto de la digitalización en oficios comunes: perforista, flotador, operador, ingeniero, etc.

La digitalización en la minería peruana ya no es una promesa, sino una realidad que transforma profundamente las funciones tradicionales. Este bloque del curso analiza cómo tecnologías como IoT, SCADA, drones, análisis de datos y automatización están cambiando el trabajo de perforistas, operadores de flotación, conductores de maquinaria, ingenieros y otros perfiles operativos.

Perforistas

En minas como Las Bambas y Antamina se implementan **perforadoras con control remoto y automatización avanzada**, como las Pit Viper de Epiroc, que ajustan parámetros de perforación según datos geológicos en tiempo real. La tecnología permite operar varias perforadoras simultáneamente desde centros remotos, reduciendo tiempos muertos y aumentando la precisión. El perforista ya no solo introduce brocas; también debe **interpretar paneles digitales, modificar programación de taladros y reportar desviaciones vía plataformas conectadas**.

Operadores de planta (flotación)

Los controles de proceso en plantas de flotación están gestionados por sistemas **SCADA e inteligencia artificial**, que monitorean variables críticas como pH, concentración y flujos. En Antamina, su adopción ha reducido fallas y mejorado el rendimiento del circuito. El operador de planta debe **leer gráficos en tiempo real, seguir alertas automáticas y aplicar los ajustes indicados por los sistemas**, no solo manipular válvulas o bombas.

Conductores de maquinaria pesada y operadores de flota

En Cerro Verde y similares, los camiones y palas están equipados con **sensores de colisión, sistemas de frenado automatizado, y rutas optimizadas por telemetría**. El conductor moderno supervisa los datos en pantallas, evalúa advertencias del sistema y está listo para intervenir manualmente si lo requiere el sistema.

Logística y operadores de transporte

El uso de **GPS e IoT** permite monitorear en tiempo real el transporte de insumos y productos, optimizando rutas y detectando retrasos en flotas. Los operadores de logística deben **revisar aplicaciones móviles, responder alertas y comunicar incidencias con precisión digital y oportuna**.

Ingenieros (minería, automatización, ambiental, geólogos)

Los ingenieros han visto su rol evolucionar hacia la **gestión de grandes volúmenes de datos (Big Data)**, uso de **IA y plataformas integradas de monitoreo** en centros como CIO o DOC.

Ahora modelan procesos, interpretan tendencias, ajustan algoritmos, implementan mejoras y garantizan que los sistemas operen de forma óptima.

Tendencias generales

- Más del 40 % de grandes mineras en Perú ya implementan automatización o IoT, con inversiones atractivas de 11–50 % en transformación digital.
- Se detectan reducciones de accidentes de hasta 30–78 % en operaciones con automatización y sistemas autónomos.
- La pandemia aceleró la adopción de trabajo remoto y control a distancia, lo que ha fomentado capacitación en uso de herramientas digitales.

Conclusión

La digitalización no es una capa añadida, sino el nuevo motor de la minería peruana. Cada perfil profesional —perforista, operador, ingeniero, logístico— ahora trabaja **con datos digitales, plataformas IoT y sistemas inteligentes**. Su capacidad para **leer, interpretar, actuar y comunicar digitalmente** es tan clave como sus habilidades técnicas tradicionales. El curso desarrollará estas competencias esenciales a través de ejemplos reales, permitiendo a los participantes adaptarse y prosperar en entornos operativos digitalizados.

1.3. Transformación digital impulsada por el MINEM y la política de Gobierno Digital

El objetivo de este bloque es mostrar cómo el **MINEM (Ministerio de Energía y Minas)** y la política de **Gobierno Digital** están promoviendo una transformación concreta y estructurada en la minería peruana. Esto ha cambiado no solo los procesos internos del ministerio, sino también la forma en que se regulan, supervisan y ejecutan las actividades mineras en todo el país.

Plan de Gobierno Digital del MINEM (2023–2026)

El MINEM aprobó recientemente su **Plan de Gobierno Digital 2023–2026**, en línea con la Política Nacional de Transformación Digital al 2030. Este plan establece la digitalización de

servicios, interoperabilidad de plataformas, registros electrónicos y firma digital obligatoria para documentos oficiales.

Los objetivos principales incluyen:

- Migrar procedimientos administrativos —como autorizaciones, licencias y reportes— a sistemas completamente digitales.
- Implementar interoperabilidad entre MINEM y entidades como MEF, Agricultura, Ambiente e INGEMMET.
- Fortalecer la traza digital de cada trámite mediante firma electrónica y gestión documental digital.

Ventanilla Única Digital (VUD)

El MINEM creó la **Ventanilla Única Digital del sector minería**, que centraliza trámites de exploración, explotación, concesiones y planes de cierre de minas. La VUD reduce tiempos y requisitos, reemplazando procedimientos en papel por operaciones online con valor legal.

Esta plataforma permite:

- Generar documentos con firma electrónica y mantener bitácoras de actividad.
- Registrar y compartir información entre entidades estatales.
- Asegurar trazabilidad y transparencia de cada proceso administrativo.

Sistema Interoperable de Pequeña Minería y Minería Artesanal (SIPMMA)

En 2025 el MINEM lanzó SIPMMA, diseñado para formalizar actividades de pequeña minería y minería artesanal. El sistema rastrea en tiempo real:

- Autorizaciones
- Producción declarada
- Uso de explosivos
- Información geolocalizada de operaciones

Este sistema integra datos de SUNAT, SUCAMEC, RENIEC, INGEMMET y gobiernos regionales, promoviendo trazabilidad y fiscalización más eficiente.

Interoperabilidad y respaldo multiministerial

El MINEM colabora con la Secretaría de Gobierno Digital (PCM) y el Banco Mundial para consolidar plataformas digitales interoperables. Se busca que todas las instituciones involucradas compartan datos sin inconsistencias, reduciendo errores administrativos.

Además, el enfoque incluye la creación de redes (LTE, fibra óptica) e infraestructura digital en zonas remotas, para asegurar que el acceso electrónico esté disponible en todo el territorio minero.

Implicancia directa para los colaboradores y profesionales

Gracias a estas políticas, los trabajadores y especialistas mineros experimentan cambios reales:

- **Trámites y solicitudes digitales:** todos los permisos ahora se gestionan de forma online, con estado visible en cualquier momento.
- **Registro de actividades:** se emplean sistemas digitales oficiales que dejan un rastro electrónico, reemplazando documentos impresos.
- **Fiscalización más eficaz:** el SIPMMA exige que pequeños mineros envíen información en tiempo real, creando un nuevo nivel de exigencia técnica.
- **Comunicación con otras instituciones:** se eliminan duplicaciones y se agiliza la conexión con impuestos, registro civil, explosivos, entre otros.

Conclusión

El MINEM, a través de su Plan de Gobierno Digital, la VUD, SIPMMA y acuerdos de interoperabilidad, está construyendo una **estructura digital moderna y robusta**. Esta transformación:

1. **Digitaliza todos los trámites y registros oficiales.**
2. Exige al personal administrativo, técnico y operativo adaptarse a herramientas digitales.
3. Genera una mayor transparencia, control y eficiencia en la minería peruana.

Como participantes del curso, deben entender que estos cambios no ocurren solo en oficinas centrales, sino que se reflejan en cada parte de la operación minera. Conocer esta base institucional es crucial para adaptarse, cumplir con regulaciones y mantenerse competitivo en un entorno laboral cada vez más digitalizado.

1.4. Exigencias de SUNAFIL: control digital, trazabilidad, registros electrónicos

En este bloque analizamos con detalle las exigencias que impone la **Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral (SUNAFIL)** en términos de **control digital, trazabilidad laboral y registros electrónicos**. Estas obligaciones ya están vigentes y deben ser conocidas y aplicadas por cualquier empresa minera en Perú para evitar sanciones y garantizar los derechos de los trabajadores.

Control de asistencia y registro de jornada

La SUNAFIL exige a las empresas implementar un **sistema de control de asistencia** que registre de forma **fidedigna y continua** los horarios de entrada y salida de los trabajadores, incluyendo las horas extraordinarias. Este sistema puede ser físico o digital, pero debe cumplir con los siguientes criterios:

- Registrar **fecha, hora y minuto**, validado con nombre y DNI del trabajador, y RUC del empleador.
- Ser visible y accesible para los trabajadores, garantizando transparencia.
- Almacenar datos durante al menos **5 años**.
- Incluir información sobre horas trabajadas, horas extra y descripción clara de la jornada laboral.

Cuando se utilizan sistemas digitales, la continuidad y confiabilidad son clave: una falla en el sistema sin respaldo puede considerarse falta de diligencia, exponiendo a la empresa a multas. Es esencial contar con métodos alternativos (hojas de asistencia manual, Excel, registros complementarios) y documentar su uso durante fallas.

Sistemas digitales y evidencia digital

Los **registros de asistencia digital**, incluso si son mediante biometría o apps móviles, son válidos ante SUNAFIL, siempre que se asegure:

1. **Integridad de la información:** los datos no deben ser alterados sin respaldo ni rastros.
2. **Mecanismos de contingencia:** protocolos claros y documentados para registrar datos ante fallos del sistema.
3. **Transparencia:** el trabajador debe poder verificar y rectificar registros erróneos sin perjuicio.

No basta con implementar un sistema; es obligatorio demostrar que los datos son consistentes, accesibles y auditables.

Casilla electrónica y comunicaciones formales

La SUNAFIL utiliza un **Sistema Informático de Notificaciones Electrónicas (SINEL-SUNAFIL)**. Desde 2021, las comunicaciones oficiales, requerimientos, actas y demás documentos legales deben notificarse preferentemente de forma **digital**, mediante casilla electrónica institucional. Las empresas están obligadas a:

- Mantener una casilla electrónica activa.
- Revisar periódicamente sus notificaciones.
- Responder dentro de plazos legales establecidos.

La falta de respuesta puede generar **sanciones por incumplimiento**, ignorancia no es excusa.

Trazabilidad y registros electrónicos obligatorios

SUNAFIL exige que todos los registros laborales (asistencia, horas extra, principales eventos de ingreso/salida) sean **electrónicos y rastreables**, con punto de origen (trabajador), fecha, hora y sistema de registro. Esto incluye:

- Bitácoras digitales.
- Reportes automáticos.
- Exportación identificable de registros.
- Accesibilidad en auditorías y revisiones.

Estos registros corroboran el cumplimiento de derechos laborales y mecanismos de protección del trabajador.

Responsabilidad del empleador

Aunque se usen sistemas automáticos, **la responsabilidad recae en la empresa**, no en el proveedor de tecnología. SUNAFIL exige que, ante una incidencia técnica, el área de Recursos Humanos:

1. Active un **protocolo de contingencia**,
2. Documente el incidente (hora de inicio y fin),
3. Incremente el registro manual,
4. Restablezca y sincronice los datos lo antes posible.

La empresa debe demostrar que un error en el sistema no resultó en abuso ni perjuicio al trabajador.

Protección laboral y derechos del trabajador

En caso de fallos del sistema, se establece que **el trabajador no puede ser perjudicado** ni ver alteradas sus condiciones laborales. De ser necesario, la empresa debe validar la asistencia mediante testimonios, cámaras, supervisores u otros medios razonables.

De este modo, SUNAFIL garantiza que ningún trabajador sufra consecuencias negativas por errores tecnológicos o del empleador.

Conclusión

Las empresas mineras deben implementar sistemas digitales de control de asistencia y registros laborales que sean **seguros, continuos, transparentes y respaldados** ante fallos. Deben contar con:

- Protocolos de contingencia.
- Casilla electrónica y detectores de incumplimiento.
- Garantías de que el trabajador no será penalizado por errores del sistema.
- Almacenamiento de registros por al menos 5 años.

Cumplir con estas exigencias no es opcional, sino un requisito legal que fortalece la transparencia, protege derechos y permite a las empresas operar con confianza en un entorno digital moderno.

2. Competencias Digitales Básicas para el Entorno Minero

2.1. Lectura de interfaces: pantallas, botones, alertas y códigos de colores

En este bloque se desarrollan las habilidades necesarias para interpretar correctamente **interfaz hombre-máquina (HMI)** y sistemas SCADA utilizados en minería. Los participantes aprenderán a reconocer elementos visuales clave como botones, alertas y códigos de colores, comprender su significado operativo y reaccionar de manera segura y eficiente ante ellos.

2.1.1. Qué es una interfaz HMI/SCADA y para qué sirve

Una HMI es el panel o sistema visual que permite al trabajador **observar y controlar procesos industriales**. Está conectado a un sistema SCADA, el cual supervisa y controla una red de sensores y actuadores distribuidos en la mina. El propósito es que **el operario reciba información precisa y tome decisiones informadas sobre el equipo o el proceso**. Estos sistemas son comunes en el monitoreo de presión, temperatura, niveles, flujos o sistemas de seguridad.

2.1.2. Componentes básicos de la pantalla

- **Botones de acción** (están diseñados para encender/apagar equipos, iniciar secuencias, activar alarmas). Suelen indicarse con colores estándar (verde para iniciar, rojo para detener).
 - **Lecturas numéricas y gráficas**, como barras de progreso, valores de presión o temperatura, son representados mediante textos o sparklines.
-

– **Indicadores de estado** (on/off) de dispositivos, habitualmente codificados por color: verde = activo/normal, gris o azul = inactivo o apagado, rojo o naranja = nivel de atención o alarma.

2.1.3. Significado de colores y señales

Los colores ayudan a los operadores a identificar el estado de elementos críticos:

- **Verde:** funcionamiento normal, todo está operativo.
- **Gris o azul suave:** elemento inactivo o en modo espera.
- **Amarillo o naranja:** advertencia o condición que requiere observación, pero no acción inmediata.
- **Rojo intermitente o fijo:** alarma crítica o falla que exige intervención.

Estos principios están validados por estándares HMI y aplicados en plantas mineras para evitar confusiones y facilitar reacciones rápidas.

2.1.4. Alertas y alarmas

Las alertas no solo cambian de color, sino que pueden activarse audios o parpadeos. Las alarmas se clasifican según su severidad:

- Alarmas críticas: parpadeo rojo, audio fuerte.
 - Advertencias: color naranja, audio suave o visual.
- Los operadores deben conocer estos niveles y las acciones que corresponden a cada uno (detener proceso, reportar, escalar).
-

2.1.5. Navegación y jerarquía de pantallas

Las pantallas están jerarquizadas:

- **Pantalla principal:** visión general del proceso, cifras clave y botones de acceso.
 - **Subpantallas/módulos:** detallan áreas específicas.
 - **Historial/gráficos de tendencia:** permiten entender la evolución de variables, útil para acortar tiempos de reacción.
- La navegación fluida es crucial para encontrar rápidamente la información relevante.
-

2.1.6. Interpretación práctica para profesiones específicas

- **Operadores** deben saber identificar qué botones modificar, señalar fallas y restablecer sistemas.
 - **Técnicos** deben analizar posibles causas de alarmas mediante tendencias y registros.
 - **Supervisores** deben entender patrones repetitivos y decidir acciones de mantenimiento.
-

– **Personal administrativo** debe leer reportes generados por SCADA e interpretar datos para informes.

2.1.7. Buenas prácticas y precauciones

- La interfaz debe mostrar solo colores esenciales (máximo 9 colores), para evitar sobrecarga visual.
 - Los botones deben tener colores intuitivos para evitar errores (verde para ejecutar, rojo para detener).
 - Respetar la codificación internacional y estándares del sector (IEC, normativas mineras peruanas).
 - La consistencia en el uso de colores promueve reacciones más rápidas y disminuye errores operacionales.
-

Conclusión

La correcta lectura de interfaces, botones, alertas y códigos de colores es una **competencia fundamental en la minería digital**. Permite a todos los trabajadores (desde operadores hasta supervisores):

- Detectar fallas y condiciones críticas rápidamente.
- Actuar según protocolos predefinidos.
- Comunicar eficazmente el estado del proceso.
- Mantener la seguridad, productividad y confiabilidad de la operación.

Este módulo brinda una base sólida para trabajar con sistemas digitales de forma segura, eficiente y alineada con prácticas internacionales.

2.2. Uso de códigos QR, archivos PDF, hojas de cálculo (Excel/Google Sheets)

En este módulo desarrollamos competencias digitales esenciales para el entorno minero: el manejo práctico de códigos QR, archivos PDF e introducción al uso de hojas de cálculo, todo adaptado a situaciones reales en operaciones peruanas.

Códigos QR en el entorno minero

Los códigos QR se han consolidado en Perú como herramienta eficiente y fiable. El MINEM implementó sistemas basados en QR, como los del REINFO, para la identificación de mineros y pequeñas operaciones. El código QR permite registrar información de manera rápida y digital, sin necesidad de aplicaciones adicionales. En minas, los QR se utilizan para:

- Identificar equipos y maquinaria durante inspecciones y mantenimiento.
- Acceder a manuales técnicos, fichas de seguridad o instructivos desde el campo.
- Verificar el estado de permisos o registros oficiales (como REINFO) de manera inmediata.

Para los trabajadores, esto representa la capacidad de **usar su celular o tablet para escanear, validar e iniciar procesos digitales sin papeles.**

Archivos PDF: lectura y gestión

Muchos manuales, fichas técnicas de equipos y procedimientos internos se distribuyen en formato PDF. Los formatos PDF en minería están estandarizados para:

- Manuales de operación y mantenimiento.
- Protocolos de seguridad y trazabilidad.
- Formularios legales y ambientales.

El trabajador debe saber abrir, buscar palabras clave, pasar páginas, guardar y enviar estos archivos, así como resguardarlos (por ejemplo, renombrándolos con fecha y nombre). Tener confianza en manipular PDFs es fundamental para cumplir con normativas, responder a auditorías y mantener un flujo documental moderno.

Hojas de cálculo (Excel / Google Sheets)

Las hojas de cálculo son herramientas indispensables en tareas de registro y análisis básico:

- En Excel se registran datos de producción, consumo de insumos, mantenimiento o tiempos de ciclo.
- En Google Sheets se gestiona información compartida y en tiempo real entre equipos o turnos, especialmente para reportes colaborativos.

Las acciones clave son:

- Ingresar y modificar datos en celdas.
- Aplicar formato: negrita, tablas, colores.
- Sortear información: por fecha, por valores numéricos.
- Crear fórmulas simples: sumas, promedios, cálculos básicos.
- Compartir archivos en la nube (Google Drive) o guardarlos localmente.

Estas habilidades permiten a operarios y técnicos pasar de registros en papel a sistemas digitales de seguimiento, reduciendo errores, acelerando reportes y facilitando el análisis de información.

Precauciones y buenas prácticas

Al utilizar códigos QR, PDFs y hojas de cálculo, es fundamental respetar estándares de seguridad y ética digital:

- Verificar la fuente antes de escanear un QR para evitar contenido malicioso.
- Confirmar versiones oficiales de documentos PDF y no modificar información clave.
- En las hojas de cálculo, trabajar con copias o versiones “controladas” para no sobrescribir datos públicos.
- Mantener respaldo en la nube o almacenamiento local seguro.

Aplicación práctica en minería

- **Escaneo QR** para acceder a fichas técnicas de una bomba o motor durante su mantenimiento.
- **Lectura de PDF** para seguir los pasos de un procedimiento de seguridad o revisión de maquinaria.
- **Registro en Excel** horas de operación, datos de sensores, consumos de combustibles o materiales.

Estas actividades reemplazan los procesos manuales tradicionales, eliminan los formatos en papel y reducen tiempos de entrega y errores.

Conclusión

El dominio de estas tres herramientas representa una **alfabetización digital funcional y accesible**: cualquiera puede aprender a usar QR, abrir PDFs y hacer tablas sencillas. Estas habilidades son ya obligatorias en la minería moderna y permiten a los trabajadores integrarse eficientemente a flujos de trabajo digitales, mejorando su productividad, trazabilidad y seguridad.

2.3. Registro de actividades en bitácoras, formularios y listas de chequeo

En este bloque del curso abordamos cómo registrar correctamente las actividades mineras utilizando **bitácoras digitales, formularios electrónicos y listas de chequeo**. Estas herramientas no solo sirven para documentar el trabajo, sino también para mantener estándares de seguridad, eficiencia y trazabilidad exigidos por las normativas vigentes y las mejores prácticas en la industria.

Bitácoras digitales

Una **bitácora digital** es un registro cronológico que documenta sucesos, inspecciones, incidentes y acciones tomadas durante el turno. A diferencia de las versiones en papel, las bitácoras electrónicas permiten:

- Incluir **hora y fecha automáticas**, identificando al autor del registro.
- Incorporar **archivos adjuntos** como fotos, firmas, hojas de cálculo o PDFs.
- Realizar búsquedas por palabra clave o fecha.
- Mantener respaldo continuo y control de versiones.

En minas modernas del Perú, el uso de bitácoras digitales mejora la transparencia y agiliza la recuperación de información en auditorías o controles.

Formularios electrónicos

Los **formularios digitales**, accesibles vía tablet o móvil, sustituyen a formatos impresos. Se utilizan en:

- Informes de inspección de equipos, seguridad o medio ambiente.
- Reportes de mantenimiento o función de supervisión.
- Cuestionarios de entrada de turno, que deben completarse antes de iniciar tareas.

Los formularios digitales incluyen campos obligatorios, ayudan a evitar omisiones, y registran automáticamente quién los llenó y cuándo. Esto facilita a la empresa demostrar cumplimiento normativo y a los trabajadores tener claridad de sus responsabilidades.

Listas de chequeo (checklists)

Las **listas de chequeo digitales** se emplean para verificar paso a paso procesos críticos: inspección de equipos, inicio de turno, protocolos de seguridad y mantenimiento preventivo. La digitalización aporta múltiples beneficios:

- En cada paso se puede marcar "cumplido" y agregar comentario o evidencia visual.
- Es posible generar **alertas automáticas** si algún ítem no se cumple.
- Facilita la supervisión de cumplimiento y la generación de reportes por turno, equipo o trabajador.
- Permite análisis a largo plazo sobre patrones de error o áreas problemáticas.

En operaciones peruanas este rastreo mejora la seguridad y la cultura operativa.

Buenas prácticas para registros digitales

Para que estos registros sean efectivos y confiables, es fundamental:

1. Usar **fechas y horas automáticas**; no permitir edición posterior sin registro de modificación.
2. Emplear **identificación de usuario** mediante login, huella digital o firma electrónica.
3. Incluir campos obligatorios y validaciones para evitar registros incompletos.
4. Adjuntar evidencia visual (fotos, capturas) con ubicación geográfica si es posible.
5. Configurar **respaldo automatizado y control de versiones**.
6. Mantener estandarización en formatos y nomenclaturas para facilitar búsqueda y reporte.

Estas prácticas permiten generar información precisa, verificable y útil tanto en el día a día como ante auditorías o inspecciones regulatorias.

Beneficios para la operación

El uso adecuado de bitácoras, formularios y listas de chequeo digitales:

- Refuerza una **cultura de responsabilidad y seguridad**.
- Disminuye errores y malentendidos, al contar con información clara y completa.
- Reduce tiempos de búsqueda de información y generación de reportes.
- Mejora la trazabilidad de acciones críticas, facilitando análisis y gestión preventiva.
- Cumple con estándares regulatorios de SUNAFIL, MINEM y normas internacionales.

Ejemplos prácticos

- Un operador de planta completa una **bitácora digital de turno**, registrando lecturas, alarmas y observaciones. Puede adjuntar una foto del panel de control y su firma electrónica.
- Un supervisor utiliza un **formulario electrónico** para validar la inspección de seguridad antes de iniciar mantenimiento.
- Un técnico realiza una **lista de chequeo digital** antes de encender maquinaria crítica, y el sistema genera una alerta si detecta falla sin solución.

Conclusión

Dominar el registro digital de actividades es esencial para operar en un entorno minero moderno. La capacidad de documentar con precisión, añadir evidencia y procesar información en tiempo real mejora la performance operativa y fortalece la seguridad y cumplimiento normativo.

2.4. Buen uso de celulares, tablets y aplicaciones en campo

Este módulo se enfoca en el uso adecuado y profesional de dispositivos móviles — celulares y tablets— y de las aplicaciones comunes en el entorno minero. Se analizan aspectos operativos, de seguridad, de conectividad y de cumplimiento normativo, basados en prácticas reales de campo.

Elección y características de los dispositivos

En campo, los celulares y tablets deben cumplir estándares de resistencia: contar con certificaciones de protección **IP67/IP68**, resistencia a golpes o caídas, buena visibilidad en exteriores y batería de alta duración. Estos dispositivos permiten la lectura de planos electrónicos, formularios, bitácoras y comunicaciones en redes 3G/4G/LTE o Wi-Fi industrial.

Instalación y gestión de aplicaciones

Las aplicaciones más utilizadas son plataformas SCADA móviles, apps para formularios, registro de asistencia y comunicación interna. Para su buen uso se debe:

- Verificar que las apps sean aprobadas por el departamento de TI o de operaciones para evitar riesgo de software no confiable.
- Realizar actualizaciones de forma controlada: no interrumpir actividades operativas durante la actualización.
- Configurar acceso seguro (autenticación), permitir registros de actividad y uso de apps sólo dentro de perfiles corporativos.

Conectividad en zonas operativas

Operar en áreas remotas exige conocer los tipos de conectividad disponibles: redes propietarias LTE, Wi-Fi industrial o uso de SIM local. Hay que:

- Comprobar cobertura antes de ingresar al sitio.
- Configurar red preferente y redes de respaldo.
- En zonas sin señal, utilizar **plan de contingencia offline**: apps que guarden datos y los sincronicen al reconectarse.

Seguridad digital y cuidado del dispositivo

En campo se deben cumplir las siguientes prácticas:

- Utilizar fundas resistentes y protectores de pantalla.
- No manipular apps críticas durante operaciones en movimiento.

- Mantener contraseñas o autenticación biométrica activa.
- No usar dispositivos personales para registrar datos corporativos.
- Configurar borrado remoto o bloqueo en caso de extravío.
- Respaldo automático (en nube o servidor interno) para evitar pérdida de datos.

Uso eficiente de aplicaciones en operaciones

Las funciones más frecuentes son registro, inspección y comunicación. Es importante:

- Abrir la app correspondiente antes de iniciar la actividad.
- Escanear códigos, completar formularios y tomar fotos para adjuntar evidencia.
- Sincronizar datos al finalizar la actividad o cuando se restablece conexión.
- Verificar que las entradas de datos correspondan exactamente al registro de la app o al proceso operativo.

Ética y protocolos de uso en campo

Se debe respetar la política de privacidad y uso aceptable. Esto incluye:

- Usar solo apps autorizadas para documentación y comunicación.
- No difundir datos sensibles ni tomar fotos sin autorización.
- Reportar inmediatamente si el dispositivo presenta errores o sospechas de malware.
- Seguir las políticas de seguridad informática (antivirus, updates, accesos).

Beneficios del uso adecuado

Cuando se usan correctamente, los dispositivos móviles en campo:

- Mejoran la productividad y rapidez al registrar incidencias o datos.
- Reducen errores y aumentan recopilación precisa de información.
- Permiten comunicación instantánea con supervisores o centros de control.
- Facilitan trazabilidad y cumplimiento de protocolos de seguridad.

Conclusión

El uso de celulares, tablets y aplicaciones en campo requiere responsabilidad, disciplina y conocimiento técnico. El participante aprenderá a manejar estos dispositivos con **eficacia, seguridad y profesionalismo**, contribuyendo a una operación más segura, trazable y alineada con estándares digitales modernos en minería.

3. Seguridad Digital y Responsabilidad Personal

3.1. Casos comunes de fallas digitales detectables por humanos

En este bloque del curso exploraremos errores y fallas en sistemas digitales que **no siempre son detectadas automáticamente**, pero que pueden ser identificadas y corregidas a tiempo gracias a la observación y conocimiento del personal en terreno. El objetivo es desarrollar en cada trabajador la capacidad de detectar inconsistencias o comportamientos anómalos en sistemas digitales utilizados en la operación minera.

Error en lectura de sensores o alarmas no reportadas

En ocasiones, los sensores requieren calibración periódica o mantenimiento. Cuando un sensor falla:

- Puede mostrar valores atípicos, como presiones que no cambian o temperaturas iguales durante todo el turno.
- El sistema SCADA no siempre genera alertas si el valor está estable dentro de un rango “válido”, pero sin variación real.
- El trabajador que detecta que los valores no cambian o parecen “planchados” debe reportar la anomalía y solicitar revisión o recalibración del sensor.

Interfaces congeladas o sin actualización

Los sistemas digitales en campo pueden congelarse o dejar de recibir datos. Esto ocurre en tablets, pantallas HMI o apps móviles por:

- Fallos de comunicación con el servidor o pérdida de red.
- Procesos del software en error.
- Fallos en la alimentación eléctrica del panel.

Si la pantalla no actualiza datos en intervalos regulares (por ejemplo, presión sin cambio durante varios minutos cuando debería variar), el personal debe reiniciar la aplicación, cambiar de conexión o reportar el incidente.

Datos inconsistentes con la observación física

El personal en terreno puede notar contradicciones entre lo que indica el sistema y la realidad:

- Un equipo puede aparecer funcionando, pero estar parado físicamente.
- La pantalla puede mostrar una válvula abierta, aunque esté cerrada.

- El sistema puede indicar un nivel de líquido o combustible que no coincide con la realidad visual.

Detectar estas discrepancias permite prevenir errores mayores o incluso riesgos de seguridad.

Alarmas silenciadas o ignoradas

En algunos sistemas SCADA o HMI es posible desactivar timbres o alarmas visuales sin eliminar el evento subyacente:

- El sistema deja de emitir alarmas auditivas o parpadeos.
- El registro del evento permanece, pero no se observa en tiempo real.
- El trabajador debe revisar el historial de alarmas y verificar si hay eventos sin seguimiento, y reactivar las alarmas silenciadas.

Protocolos vencidos o formularios incompletos

Los sistemas digitales con checklist y registros automáticos pueden permitir enviar formularios incompletos o caducados:

- Campos obligatorios vacíos.
- Registro de procedimiento en versiones anteriores del formulario.
- Documentos electrónicos con fecha anterior o formatos obsoletos.

El operador debe revisar los formularios antes de enviarlos para garantizar la vigencia del procedimiento y la integridad de la información.

Caída de conexión y pérdida de datos

En zonas sin cobertura estable, las apps móviles pueden funcionar en modo offline. Sin embargo:

- Si no se sincronizan manualmente al volver a tener conexión, los registros permanecen en el dispositivo local.
- Esto puede generar pérdida de datos históricos, desbalance de entradas y falta de trazabilidad.

El trabajador debe verificar que el sistema indique “sincronizado” o “enviado” después de usar el dispositivo, y reintentar manualmente si es necesario.

Conclusión

Aunque los sistemas digitales facilitan la operación en minería, **la participación activa del personal** es esencial para detectar fallas que la tecnología no corrige automáticamente. El entrenamiento debe incluir esta comprensión del funcionamiento real del sistema, la comparación con la observación física y el conocimiento de los protocolos de verificación, para que los trabajadores contribuyan de forma activa a la confiabilidad del sistema y la seguridad de la mina.

3.2. Responsabilidad en el ingreso y envío de datos

Este módulo del curso profundiza en la **responsabilidad individual y colectiva** que tienen los trabajadores al ingresar, registrar y enviar información en sistemas digitales utilizados en la minería. Se busca consolidar una cultura de datos confiables, donde cada error sea visible y analizado, y no se produzca manipulación, ocultación o negligencia.

Integridad y veracidad de los datos

Cuando un operario ingresa datos en una plataforma digital —ya sea parámetros operativos, registros de seguridad o bitácoras—, se considera responsable tanto del **contenido** como del **momento de registro**. Manipular, ocultar o cambiar información sin respaldo explícito es una falta grave que puede derivar en sanciones o accidentes. Por ello, cada usuario debe implicarse en el proceso de asegurar que lo registrado sea exacto, completo y oportuno.

Identificación de usuario y trazabilidad

Las herramientas digitales actuales requieren login individual o identificación biométrica (huella digital, reconocimiento facial). Estas medidas sirven para garantizar que cualquier acción realizada en el sistema sea **rastreadable al autor**. Esto fortalece la responsabilidad personal, reduce disputas sobre quién hizo qué, y garantiza la integridad de los registros. Si un dato erróneo se detecta, el sistema permite identificar al usuario y exigir explicaciones o correcciones, lo que refuerza la cultura de responsabilidad.

Protocolos y tiempos de registro

En la mayoría de sistemas digitales —scadas, formularios, bitácoras— los registros deben hacerse **en tiempo real** o al finalizar una acción crítica (cambio de turno, mantenimiento, inicio de equipo, inspección). Retrasos en el registro crean brechas de información que pueden comprometer la seguridad, eficiencia o auditoría. Los trabajadores

deben cumplir estos protocolos para mantener la continuidad de datos y confiabilidad del sistema.

Consecuencias de errores y mecanismos de corrección

Cuando se identifican errores en datos ingresados (horarios, valores, lecturas, observaciones), se deben corregir siguiendo el procedimiento oficial:

- Registrar el error, indicar fecha y hora de corrección,
- Marcar quién lo corrigió y por qué,
- Adjuntar evidencia (fotos, documentos),
- Explicar en la bitácora digital la razón de la corrección.

Esto evita manipulaciones ocultas y genera **transparencia**, permitiendo auditorías confiables. En caso de error intencional o negligente, la responsabilidad del trabajador queda registrada y puede generar acciones disciplinarias.

Confidencialidad y protección de datos

En algunas operaciones, se emplean datos sensibles: ubicación de pozos, inventarios, datos de personal, incidentes. El trabajador debe cumplir protocolos de seguridad digital:

- No compartir contraseñas,
- No difundir información fuera del sistema corporativo,
- Evitar tomar capturas de pantalla no autorizadas,
- Reportar dispositivos extraviados o accesos desconocidos,
- Cumplir políticas de privacidad corporativas.

Esto garantiza que los datos no sean objeto de uso indebido, filtraciones o ataques maliciosos.

Respaldo y redundancia ante fallos

Ante interrupciones de conexión o errores del sistema, cada trabajador tiene la responsabilidad de:

- Activar registros manuales (bitácora física o digital),
- Sincronizar los datos en cuanto se restablezca el acceso,
- Informar sobre el incidente a su supervisor.

Esta práctica garantiza que la información fluya correctamente y se eviten pérdidas de datos, fortaleciendo así la fiabilidad de la operación minera.

Conclusión

El correcto ingreso y envío de datos digitales no es una tarea técnica menor, sino una **responsabilidad profesional crítica**. Cada trabajador debe asumir que sus acciones digitales:

- Tienen impacto en la operación, seguridad y cumplimiento normativo,
- Son rastreadas y auditables,
- Deben ser precisas, completas y oportunas,
- Deben ser protegidas y respaldadas.

Desarrollar esta responsabilidad mejora la confiabilidad del sistema, fortalece la cultura de integridad y prepara al equipo para operar en un entorno minero altamente digitalizado.

3.3. Evidencia digital exigida por SUNAFIL: bitácoras, logs, reportes automáticos

En este bloque del curso analizamos en detalle qué tipo de **evidencia digital** exige la **SUNAFIL** para validar el cumplimiento de normas laborales en las operaciones de campo. La finalidad es que los trabajadores conozcan qué registros digitales deben generar y conservar para respaldar legalmente su actividad diaria y la gestión de la empresa.

Bitácoras digitales con validez legal

Las bitácoras digitales deben cumplir los siguientes requisitos:

- Registrar fecha, hora y usuario automáticamente al crear una entrada.
- Incluir un campo de texto o adjuntos (imagen, PDF, hoja de cálculo) donde se documente el evento o inspección.
- Mantener un historial inalterable de versiones en caso de modificaciones, incluyendo quién, cuándo y por qué se realizó el cambio.
- Permitir búsqueda y exportación para auditorías o supervisión por parte de SUNAFIL.

La validez legal se sustenta en que estas bitácoras permiten demostrar, por ejemplo, que se siguieron protocolos de seguridad, se realizaron inspecciones, se registraron anomalías o se dio aviso oportuno de condiciones de riesgo.

Logs del sistema y registros automáticos

Los sistemas SCADA, de control de asistencia y aplicaciones corporativas generan automáticamente **logs** que documentan cada acción:

- Inicio y cierre de sesión de usuarios.

- Eventos críticos: alarmas activadas, aperturas de válvulas, cambios de estado.
- Modificaciones de parámetros operativos.
- Fechas y horas exactas sincronizadas con servidores oficiales.

Estos registros sirven para confirmar quién estuvo conectado, qué hizo y cuándo. SUNAFIL puede solicitar revisar estos logs para detectar fallas en control de jornada o negligencia en la supervisión de equipos.

Reportes automáticos en tiempo real

Algunos sistemas generan **reportes automáticos** sobre producción, horas trabajadas, mantenimiento, infracciones o incidentes de seguridad. Estos reportes pueden incluir indicadores como:

- Cantidad de horas operadas por equipo o trabajador.
- Accidentes o eventos registrados con coordenadas GPS.
- Cumplimiento de chequeos diarios o semanales.
- Alarmas no atendidas o abiertas fuera de tiempo.

Estos reportes son herramientas clave para SUNAFIL al evaluar cumplimiento de normas laborales y procedimientos operativos.

Importancia de la trazabilidad digital

Los registros deben permitir:

- Asociar cada entrada al trabajador responsable.
- Evidenciar que los registros se hacen en tiempo real o con retraso mínimo justificable.
- Respalidar documentos con firmas electrónicas, fotos, correos o certificados digitales.

Esta trazabilidad fortalece la cultura de transparencia y permite contestar fiscalizaciones con evidencias sólidas y oficiales.

Mantenimiento y conservación de registros

Los sistemas digitales deben estar configurados para:

- Respalidar automáticamente los registros en servidores con respaldo redundante.
- Conservar los datos durante el plazo mínimo legal de cinco años.
- Facilitar exportaciones o entregas ante inspección de SUNAFIL en formatos estándar.

Las empresas tienen la obligación de demostrar que cumplen estos requisitos técnicos y normativos ante exigencias regulatorias.

Papel del trabajador

Cada miembro del equipo debe entender que los registros que genera son parte de la evidencia legal de la operación. Esto implica:

- Registrar datos de forma precisa y oportuna.
- No alterar registros después de generados sin dejar registro de la corrección.
- Reportar fallas del sistema inmediatamente y usar mecanismos manuales durante contingencias.
- Conocer cómo y dónde se almacenan los registros y cómo garantizar su recuperación.

Conclusión

La **evidencia digital** —bitácoras, logs, reportes automáticos— no es simplemente un requisito técnico, sino un elemento central de cumplimiento legal y responsabilidad en la minería moderna. Generar, conservar y acceder a estos registros define una operación transparente, segura y justa. Los participantes del curso aprenderán a crear y manejar esta evidencia para proteger sus derechos, garantizar la integridad del sistema y demostrar conformidad con las exigencias de SUNAFIL.

3.4. Ética digital: integridad, trazabilidad y protección de información

Este bloque del curso examina los principios y prácticas de la **ética digital** en minería, con especial atención a la **integridad, trazabilidad y protección de la información**. El objetivo es que cada participante comprenda su responsabilidad en el manejo adecuado de los datos, como pilar del funcionamiento confiable de la operación y del respeto a las normas laborales y de privacidad.

Integridad de la información

La integridad implica que los datos ingresados en sistemas digitales reflejen fielmente la realidad. Alterar un registro, completar campos con información falsa o eliminar eventos sin respaldo rompe la integridad del sistema y afecta la toma de decisiones, la seguridad de la operación y la confianza dentro del equipo. El trabajador debe siempre registrar la información de forma honesta, precisa y temporal.

Transparencia y trazabilidad

La trazabilidad digital exige que cada dato se pueda rastrear hasta su origen: quién lo ingresó, cuándo, en qué contexto y con qué propósito. Esto se logra mediante sistemas de login individual, registros automáticos de fecha y hora, y bitácoras inmodificables. La transparencia permite detectar errores, corregirlos con responsabilidad y rendir cuentas ante inspecciones, auditorías o requerimientos legales.

Protección de la información

Los datos en minería pueden ser sensibles: información confidencial sobre procesos, maquinaria, personal, incidentes o ubicación geográfica. Proteger esta información significa:

- No compartir contraseñas ni dispositivos de acceso.
- No divulgar documentación técnica o reportes fuera de los canales autorizados.
- Evitar el uso de redes no seguras o apps no autorizadas para transferir datos.
- Reportar incidencias o acceso no autorizado tan pronto como se detecten.

Estas prácticas evitan filtraciones de información y garantizan la seguridad de la operación, así como el cumplimiento de normas como la Ley de Protección de Datos Personales.

Consecuencias de la mala ética digital

Manipular información, ocultar errores o no reportar datos falsifica el trabajo, deteriora la fiabilidad de los registros y puede derivar en sanciones laborales, auditorías internas, multas de SUNAFIL o problemas legales. Además, puede causar incidentes operativos o ambientales graves debido a decisiones basadas en datos incorrectos.

Buenas prácticas éticas

- Registrar datos de forma inmediata y honesta.
- Notificar errores o dudas antes de modificar registros.
- Utilizar sistemas autorizados y reportar posibles fallos.
- Proteger contraseñas e identificar accesos.
- No compartir información sensible con terceros no autorizados.

Conclusión

La **ética digital** representa una nueva dimensión del profesionalismo y la responsabilidad en la minería digitalizada. La integridad y la trazabilidad de los datos respaldan la seguridad, la transparencia y la legalidad de la operación. Los participantes del

curso deben asumir el manejo ético de la información como un compromiso personal y profesional, fundamental para el éxito técnico y la sostenibilidad empresarial.

4. Automatización y Nuevas Tecnologías en Minería

4.1. Tecnologías activas en Perú: sensores, drones, monitoreo remoto desde oficinas

Este bloque profundiza en las tecnologías digitales actualmente en uso en la minería peruana — como sensores inteligentes, drones y monitoreo remoto desde centros de control — y explica cómo afectan la operación diaria y la seguridad de los trabajadores.

Sensores inteligentes en operación minera

En minas peruanas a cielo abierto y subterráneas se usa una amplia variedad de sensores conectados a redes privadas LTE o 5G. Estos dispositivos monitorean variables críticas como vibraciones, cambios geomecánicos, presión, temperatura, calidad del aire y niveles de agua. Al integrarse a sistemas SCADA, envían datos en tiempo real a centros de control en Lima u otras ciudades. Gracias a este monitoreo continuo, las empresas pueden predecir riesgos, anticiparse a eventos críticos y evitar derrumbes o fallas mecánicas. Esta tecnología permite una minería más segura, eficaz y sostenible.

Drones para inspección y cartografía

Los drones con tecnología multiespectral, cámaras térmicas, LIDAR o sensores RGB se emplean para:

- Mapear botaderos y taludes, generando modelos 3D muy precisos para monitoreo topográfico.
- Inspeccionar túneles, pilas, equipos y áreas de riesgo sin exponer a personas.
- Identificar explosivos no detonados ("tiros quedados") en entornos peligrosos.

Estos drones reducen los riesgos de accidentes, aceleran los análisis de terreno y permiten una vigilancia constante, incluso en zonas inaccesibles.

Monitoreo remoto y centros de control

La combinación de sensores y redes privadas permite implementar centros de monitoreo remoto ("control rooms") donde ingenieros y operadores supervisan cientos o miles de variables desde Lima o centros regionales. Esto evita desplazamientos, mejora tiempos de respuesta ante alertas y permite tomar decisiones informadas desde una

ubicación segura. Empresas como Las Bambas integran datos de sensores, drones y SCADA para alertar automáticamente si detectan anomalías en taludes, calidad de aire o maquinaria .

Impacto directo en el trabajo diario

El uso de estas tecnologías implica que cada trabajador debe:

- Comprender qué mide cada sensor y qué significan sus alertas.
- Prepararse para recibir instrucciones desde centros remotos.
- Colaborar en la instalación o calibración de sensores y drones.
- Analizar informes generados: mapas 3D, reportes de vibración o de calidad del aire.

Quienes sepan interpretar datos y actuar según protocolos digitales estarán mejor posicionados dentro de la organización.

Beneficios comprobados en la minería peruana

- Reducción significativa de accidentes y exposición a zonas peligrosas.
- Aumento de productividad gracias al análisis en tiempo real y mantenimiento predictivo.
- Optimización en inspecciones e informes frecuentes de densidades, volúmenes y estabilidad.
- Mayor eficiencia en gestión de activos con menos paradas no planificadas y control preciso.

Conclusión

Sensores, drones y monitoreo remoto conforman el núcleo de la **minería digital en Perú**. No es una tendencia futura, sino una demanda actual. Para operar en este entorno, los trabajadores deben desarrollar habilidades en lectura de datos, uso de herramientas digitales, ejecución de inspecciones asistidas por tecnología y colaboración con centros de control remoto. Este módulo sienta las bases para ese aprendizaje y vincula la tecnología con el trabajo real en campo.

4.2. Introducción a SCADA, telemetría y sensores ambientales

Este módulo ofrece una visión completa y aplicada sobre los sistemas de **SCADA**, **telemetría** y los **sensores ambientales** utilizados en minas peruanas. El enfoque se centra en cómo funcionan estos sistemas, qué datos entregan, y cuál es el papel de cada trabajador en su operación y mantenimiento.

Qué es SCADA y por qué es importante

El sistema **SCADA** (Supervisor y Control and Data Adquisición) es un conjunto integrado de hardware y software que permite supervisar y controlar procesos industriales a distancia. En minería, SCADA recopila información de sensores, controla válvulas, motores y bombas, y transmite alarmas al personal a través de pantallas HMI. El operario puede visualizar datos en tiempo real, acceder a gráficos históricos, recibir alertas críticas y ejecutar acciones desde estaciones de control ubicadas en terreno o desde centros remotos.

Telemetría: comunicación continua e inteligente

La **telemetría** se basa en sensores distribuidos que miden variables como presión, temperatura, nivel de agua, vibraciones, calidad de aire y movimiento de suelos. Estos datos se transmiten vía redes privadas (LTE, fibra o radio) al sistema central. Gracias a la telemetría es posible detectar anomalías con anticipación, activar protocolos de mantenimiento preventivo y evitar fallas inesperadas. La transición a telemetría en tiempo real ha reducido paros operativos y mejorado la seguridad.

Sensores ambientales: medición de riesgos naturales

En zonas expuestas a polvo, gases tóxicos, ruido o vibraciones, se instalan **sensores ambientales** para monitorear la calidad del aire, gases explosivos, niveles de sonido y emisiones contaminantes. Cuando se sobrepasan niveles críticos, el sistema emite alertas automáticas e incluso puede detener procesos para proteger al personal. Estos registros sirven no solo para operación, sino también para cumplir con estándares ambientales gubernamentales. La información se integra a SCADA y permite que los trabajadores vean y respondan de inmediato.

Componentes y flujo de datos

Cada sensor envía datos en intervalos constantes al sistema SCADA. Los operadores observan estos valores en pantallas HMI. Ante una desviación, SCADA muestra señales visuales (colores parlantes) y sonoras. El personal supervisa estos datos y decide acciones como ajustes de parámetros, inspección física o reportes de mantenimiento. Se genera además un histórico de tendencias para análisis posterior. El flujo visualizado es: **Sensor** → **Red de datos** → **SCADA** → **Operario** → **Acción**.

Rol de cada operador o trabajador

- El **operador de planta** monitorea la información en pantalla, valida operaciones y responde a las alarmas.
- El **técnico de mantenimiento** revisa sensores y equipos tras alarma, dejando constancia en los registros del sistema.
- El **supervisor de turno** utiliza informes automáticos para gestionar el equipo y optimizar tiempos.
- El **personal de seguridad o ambiental** verifica niveles críticos y ejecuta protocolos de evacuación o contingencia si es necesario.

Beneficios tangibles en la minería peruana

La implementación de SCADA, telemetría y sensores ambientales ha permitido en varias minas reducir hasta un 30 % los paros por fallas, agilizar el mantenimiento preventivo en un 25 %, y mejorar la respuesta ante eventos detectados por sensores. Además, han aportado a la reducción de incidentes ambientales y al cumplimiento de normativas.

Conclusión

SCADA, telemetría y sensores ambientales conforman el corazón de la operación minera digital. Este módulo introduce sus principales funcionalidades, muestra cómo se integran en los procesos y define el rol de cada trabajador frente a ellos. Comprender estos sistemas es indispensable para interpretar datos, tomar decisiones rápidas y operar de forma segura y eficiente en entornos industriales modernos.

4.3. Concepto básico de IoT (Internet de las Cosas) en minería

En este módulo se introduce el concepto de **Internet de las Cosas (IoT)** aplicado a la minería, explicando su impacto en operaciones, los componentes esenciales del sistema, ejemplos reales en Perú y el rol que juegan los trabajadores ante estas tecnologías.

¿Qué es IoT en minería?

IoT en minería consiste en **dispositivos inteligentes interconectados** (sensores, equipos, actuadores) que envían datos automáticamente a través de redes. Estos dispositivos capturan información en tiempo real sobre variables críticas como temperatura, presión, ubicación, vibraciones o niveles de combustible. Esos datos son procesados en plataformas que permiten monitoreo, análisis y automatización de acciones. El resultado es mayor control, seguridad y eficiencia operativa.

Componentes principales del ecosistema IoT

Un sistema IoT minero típico incluye tres capas:

1. **Sensores y nodos de recolección:** toman medidas (nivel, temperatura, movimiento) y las envían vía red.
2. **Conectividad:** redes privadas LTE, Wi-Fi industrial o satelital aseguran la transmisión segura al centro de control.
3. **Plataformas y servicios:** software en la nube o servidores analiza los datos, genera alertas, paneles e informes automáticos.

Se añade la capa de **actuación**, en la que el sistema puede ejecutar comandos como cerrar válvulas, detener maquinaria o activar alarmas en campo.

Ejemplos activos en minería peruana

- **Monitoreo de niveles de agua y polvo:** sensores de humedad y calidad del aire envían datos continuos para prevenir inhalación de partículas y riesgos de inundación.
- **Telemetría en flotas:** camiones con sensores GPS, sensores de uso de combustible y condición mecánica, transmiten datos por IoT para optimizar rutas, reducir consumo y programar mantenimiento preventivo.
- **Sensores de vibración en palas y chancadores:** detectan cambios en frecuencias operativas y anticipan fallas mecánicas antes de que se presenten daños mayores.

Estos casos ya están presentes en operaciones como Antamina, Cerro Verde y Las Bambas, mejorando seguridad y productividad.

Rol del trabajador ante IoT

- Debe conocer qué sensores están instalados, qué datos recogen y qué alertas pueden generar.
 - Reportar inmediatamente cuando un sensor está fuera de sitio, dañado, sin señal o arroja valores erráticos.
 - Colaborar en mantenimiento preventivo: limpieza, reemplazo o verificación de integridad.
 - Utilizar plataformas IoT para leer datos, interpretar gráficos, exportar informes y tomar decisiones. Un operario que sepa hacerlo es un activo estratégico para la organización.
-
-

Beneficios de IoT en minería

- **Mantenimiento predictivo:** se reduce el número de fallas inesperadas.
- **Aumento de eficiencia:** los datos favorecen decisiones más precisas sobre consumos, rutas y tiempos.
- **Mejora de seguridad:** se detectan riesgos geotécnicos, ambientales o mecánicos con anticipación.
- **Trazabilidad y cumplimiento normativo:** los registros automáticos sirven como respaldo ante fiscalizaciones y auditorías.

Conclusión

El IoT minera es ya una realidad y no una promesa de futuro. Integra sensores, redes y plataformas en una arquitectura inteligente que empodera a las personas para detectar, entender y actuar sobre la información. Este módulo proporciona la base necesaria para entender cómo funciona, qué beneficios aporta y cómo interactúan los trabajadores con el sistema. En los módulos siguientes se explorarán prácticas concretas y herramientas útiles para aprovechar plenamente esta tecnología en tus actividades diarias.

4.4. Cambios laborales: oficios que desaparecen y roles que emergen

Este módulo analiza cómo la digitalización y la automatización están transformando la plantilla laboral en la minería peruana. Se exponen los oficios que están siendo sustituidos por tecnología, así como los nuevos perfiles profesionales que surgen como respuesta a los procesos digitales y operativos.

Oficios en retroceso

La automatización de tareas rutinarias y repetitivas influencia directamente en la disminución de ciertos puestos operativos:

Los **auxiliares de registro en papel**, asignados a llevar bitácoras y reportes manuales, desaparecen progresivamente ante la adopción de bitácoras digitales y reportes automatizados que registran datos en tiempo real.

Los **apoyos en inspección de campo**, responsables de recorrer manualmente el terreno para identificar fallas, ven su rol limitado por el uso de drones y sensores remotos que realizan estas tareas de forma más rápida y segura, cubriendo grandes extensiones sin exponer al personal a peligros físicos.

Los **operadores controladores de bombas, válvulas o interruptores**, que antes debían atender manualmente los paneles mecánicos, están siendo reemplazados por

sistemas SCADA y PLCs. Ahora el sistema activa y regula estos componentes electrónicamente, dejando al operario en una posición de supervisión remota.

Roles emergentes

La implementación de nuevas tecnologías genera demandas por perfiles altamente especializados:

El **técnico en mantenimiento predictivo** utiliza telemetría, sensores y software analítico para anticipar fallas antes de que ocurran, actuando a tiempo y evitando paradas no planificadas. Este profesional está en creciente demanda.

El **especialista en datos operativos o analista de SCADA/IoT** revisa y traduce los datos generados por sensores, detecta tendencias y propone ajustes o nuevas líneas de acción. Este perfil conecta la operación con la inteligencia de negocio.

El **operador remoto de flota** monitorea y controla maquinaria pesada desde centros de supervisión remotos, manejando incidentes y optimizando rutas sin estar presente en el sitio físico. En algunos casos, esta función se desarrolla desde Lima u oficinas regionales.

El **coordinador de drones e inspección remota** planifica rutas de vuelo, interpreta imágenes topográficas y ambientales y asiste en decisiones de mantenimiento o seguridad a partir de la información recolectada por drones.

Competencias clave para los nuevos roles

Los perfiles emergentes requieren:

- Manejo de plataformas digitales de monitoreo y control.
 - Capacidad de interpretación de datos: gráficos, tendencias, alertas.
 - Adaptabilidad al aprendizaje continuo de herramientas tecnológicas.
 - Comunicación digital: uso de informes, dashboards y protocolos formales.
 - Colaboración multidisciplinaria con áreas de TI, operaciones y supervisión.
-

Impacto en la estructura laboral minera

La migración laboral va más allá de sustituir oficios. Obliga a las empresas a diseñar nuevos procesos de capacitación, implementar mecanismos de retraining y reubicación de personal:

- Se requiere crear planes de **formación continua y certificación interna**, especialmente para reciclaje de operarios que deseen migrar a nuevos roles.
 - El personal sin habilidades digitales puede quedar en tareas de baja complejidad o directamente desplazarse si no se adaptan.
-

- Los trabajadores con competencias digitales tienen alta proyección dentro de las nuevas formas de trabajo, con mejor seguridad laboral y condiciones.

Conclusión

La transformación laboral en la minería peruana es un hecho: oficios tradicionales desaparecen, mientras que emergen roles vinculados a datos, automatización y supervisión remota. Este módulo prepara a los participantes para entender estos cambios, descubrir oportunidades de desarrollo profesional y tomar decisiones conscientes sobre su futuro laboral en un entorno cada vez más digitalizado.

5. Adaptarse para No Ser Reemplazado

5.1. Habilidades más valoradas en la minería digital

En este bloque del curso se presentan las competencias clave que los empleadores mineros valoran cada vez más en el contexto de la transformación digital. Nos centraremos en aquellas habilidades que combinan conocimientos técnicos, análisis de datos y capacidad de adaptación, aplicables tanto a trabajadores operativos como a técnicos y supervisores.

Capacidad para interpretar y analizar datos

La minería digital genera enormes flujos de información: lecturas de sensores, datos de telemetría, gráficos de SCADA o reportes de drones. Los profesionales más valorados son aquellos que pueden:

- Leer variaciones relevantes en tiempo real (picos, tendencias, alarmas).
- Realizar análisis básicos: promedios, patrones, alertas recurrentes.
- Traducir datos en acciones prácticas, como programar mantenimiento preventivo o modificar tareas del turno.

Esta habilidad permite optimizar procesos y detectar anomalías antes de que se conviertan en incidentes o paros operativos.

Manejo de herramientas digitales básicas

A diario, se requiere dominar herramientas como:

- Escaneo y lectura de códigos QR,
 - Visualización de archivos PDF,
 - Gestión básica de hojas de cálculo (Excel o Google Sheets),
-

- Uso de aplicaciones móviles autorizadas.

No se busca formación especializada en TI, pero sí un manejo fluido y sin miedo, que permita ingresar datos, cargar formularios, verificar información y comunicar resultados con precisión digital.

Comunicación efectiva y trabajo en equipo digital

En entornos remotos o con operadores conectados, la comunicación digital eficiente es fundamental:

- Redacción de informes claros, concisos y bien estructurados.
- Envío oportuno de reportes y alarmas vía plataformas internas.
- Capacidad para transmitir observaciones técnicas a equipos de mantención o supervisión.
- Uso adecuado de aplicaciones corporativas para coordinar tareas.

La claridad en las comunicaciones digitales facilita la toma de decisiones y evita errores por interpretación ambigua.

Resolución de problemas técnicos de campo

No todos los errores requieren intervención de un especialista. Habilidades altamente valoradas:

- Detectar congelamiento de pantallas, fallos de sincronización y pérdida de señal.
- Aplicar soluciones inmediatas: reiniciar aplicaciones, cambiar de red, restablecer conexión.
- Informar con claridad al área de soporte y documentar la incidencia.

Evitar falsas alertas y documentar fallos refuerza la confiabilidad del sistema y reduce tiempos de respuesta ante fallas reales.

Mentalidad proactiva y aprendizaje continuo

La minería digital evoluciona rápidamente. Las empresas valoran a quienes:

- Adoptan mejoras tecnológicas sin resistencia.
- Buscan capacitación adicional (mini cursos de análisis de datos, SCADA, IoT).
- Sugieren mejoramientos en procesos digitales.
- Se mantienen actualizados mediante recursos gratuitos o especializados.

Estos trabajadores se convierten en agentes motores dentro de sus equipos, capaces de liderar la transición digital.

Ética y responsabilidad digital

Aunque es un enfoque del módulo anterior, aquí se resume como competencia crucial:

- Mantener integridad e honestidad en registros, sin omitir datos críticos.
- Garantizar trazabilidad y proteger información sensible.
- Cumplir con protocolos digitales definidos por la empresa y regulaciones de SUNAFIL o MINEM.

La confianza construida sobre bases digitales seguras es la base de operaciones responsables y confiables.

Conclusión

El perfil ideal en la minería digital combina:

- Capacidad analítica para interpretar datos.
- Habilidades prácticas con herramientas digitales.
- Comunicación efectiva en plataformas.
- Autonomía técnica para solucionar imprevistos.
- Mentalidad flexible y proactiva.
- Alto compromiso ético.

Estas competencias definen al trabajador que no solo se adapta al entorno digital, sino que lidera y aporta al crecimiento tecnológico y operativo de su organización.

5.2. Ejemplos de microacciones útiles: organizar datos, reportar alertas, colaborar digitalmente

En este módulo del curso se presentan **microacciones**, es decir, pequeñas acciones diarias que pueden tener un gran impacto en la eficiencia, seguridad y digitalización de la operación minera. Estas prácticas pueden ser realizadas por cualquier trabajador y reflejan una actitud proactiva hacia el entorno digital.

Organización efectiva de datos

Una acción tan simple como **clasificar archivos digitales correctamente** puede ahorrar horas de búsqueda en el futuro. Por ejemplo, renombrar un archivo en Google Drive o en dispositivo local como “*Informe_Mant_Equipo123_20250704.xlsx*” permite localizarlo fácilmente en auditorías o al revisar indicadores. Crear carpetas por mes, tipo de informe o área de trabajo contribuye a mantener la información ordenada y lista para consultas.

Reporte oportuno de alertas

Cuando se detecta una condición inesperada — como una lectura de sensor anómala, una alarma que se silenció o un formulario incompleto, el trabajador puede enviar un **alerta digital inmediata**. Utilizar la app de la empresa o la plataforma interna para reportar el incidente, adjuntar evidencia (foto, captura de pantalla, coordenadas GPS) y marcar la hora exacta, permite que el equipo de mantenimiento o supervisión actúe de forma rápida y precisa, reduciendo riesgos operativos.

Compartir información útil

Si un trabajador encuentra un procedimiento sencillo para escanear rápidamente códigos QR o archivar archivos compartidos, puede **documentarlo en un breve manual digital** o nota colaborativa, y compartirlo en una carpeta común del equipo. Este tipo de guía mejora la adopción entre compañeros y refuerza la comunicación interna. En muchas minas, se han formado comunidades informales que comparten “tips” digitales, optimizando herramientas y procesos.

Validación cruzada de datos

Antes de cerrar una bitácora o formulario, una **revisión rápida con un colega** puede evitar errores. Por ejemplo, que ambos verifiquen que un valor ingresado coincide con la lectura del sensor en pantalla o en la hoja digital. Esta simple doble revisión protege contra errores de tipeo y mejora la confiabilidad de la información ingresada.

Sincronización diaria

Al final de la jornada, es fundamental **verificar que los datos capturados estén sincronizados** con el servidor, la nube o la app corporativa. Una microacción útil es revisar el estado de sincronización tras enviar formularios o completar bitácoras. Si hay falla en la conexión, intentar manualmente, reportar la incidencia y asegurar que los datos se hayan subido correctamente.

Seguimiento de indicadores

Usar una hoja de cálculo compartida para registrar un indicador mínimo como número de reportes de incidentes, horas de ejecución o lecturas críticas permite llevar un pequeño registro diario. Aunque no tengas rol administrativo ni te lo pidan, esta microacción ayuda a generar tendencias, a medir mejoras e incluso a sugerir acciones a los supervisores.

Colaboración digital entre turnos

Cuando se trabaja en diferentes turnos, es útil redactar una nota digital breve al concluir el turno: un resumen con puntos destacados o pendientes, enviado via app o correo. Así el siguiente turno comienza informado, evitando rehacer tareas o ignorar incidentes recientes. Mantener un canal digital activo genera continuidad operativa.

Conclusión

Las microacciones descritas no requieren conocimientos avanzados, solo constancia y enfoque. Sin embargo, multiplicadas día tras día, elevan significativamente la **calidad de la operación**, refuerzan la **cultura digital** y generan confianza entre los trabajadores. Estas prácticas también son una forma efectiva de destacar profesionalismo y contribuir al buen funcionamiento de toda la operación.

5.3. Cultura de aprendizaje continuo: plataformas gratuitas, automejora, constancia

Este bloque del curso promueve la **cultura de aprendizaje constante** dentro del entorno minero. Se resaltan las herramientas disponibles para mejorar digitalmente, los métodos de automejora y la importancia de ser perseverante en el desarrollo profesional. El objetivo es que cada participante adopte el aprendizaje como un hábito y una ventaja competitiva.

Plataformas gratuitas y accesibles

En la actualidad existen diversas plataformas en línea que ofrecen cursos relevantes para la minería digital, sin costo o con opciones de acceso gratuito:

- Plataformas educativas internacionales con cursos de introducción a Excel, análisis de datos, telemetría e IoT.
- Recursos abiertos en YouTube y blogs técnicos mineros, con contenido práctico sobre uso de SCADA, drones o mantenimiento predictivo.
- Portales educativos del sector minas, auspiciados por entidades gubernamentales como MINEM, que ofrecen webinars y manuales digitales actualizados.

La clave es seleccionar fuentes confiables y organizar un plan de aprendizaje personalizado.

Técnicas para la automejora continua

El crecimiento personal y profesional requiere disciplina y enfoque. Se recomiendan hábitos como:

- Definir metas concretas y alcanzables, por ejemplo, dominar una fórmula en Excel o interpretar datos SCADA.
- Reservar tiempo semanal — incluso 30 minutos — para estudiar, practicar o ver un video formativo.
- Utilizar herramientas fácilmente accesibles: calendario, alarmas, notas compartidas.
- Compartir el aprendizaje con colegas: replicar un webinar, discutir un artículo o revisar una lección aprendida.
- Reconocer progresos y registrar mejoras, por pequeñas que parezcan, para mantener la motivación.

Importancia de la constancia

El conocimiento digital evoluciona rápidamente y las plataformas tecnológicas se actualizan con frecuencia. Por ello:

- La constancia es más valiosa que intensidades temporales; 5 minutos diarios progresan más que sesiones esporádicas.
- La repetición fortalece la memoria: practicar funciones de Excel, escanear códigos QR o simular alarmas fortalece habilidades.
- El refuerzo genera confianza: practicar las microacciones y compartir los resultados promueve el aprendizaje entre pares.

Aplicación en el entorno laboral

Adoptar el aprendizaje continuo tiene beneficios directos en la minería digital:

- Una persona que programe una alerta simple en Excel puede disminuir errores y recetas de reporte.
- Compartir un tutorial breve sobre cómo usar un sensor nuevo mejora la seguridad del equipo.
- Identificar una mejora operativa y probarla promueve la innovación interna y la valorización profesional.

Este enfoque convierte las tareas rutinarias en oportunidades de mejora constante.

Conclusión

La cultura de aprendizaje continuo es una ventaja estratégica para trabajadores y empresas. Con plataformas gratuitas, objetivos claros, hábitos de automejora y constancia, cualquier persona puede aumentar sus competencias digitales.

5.4. Cómo mantenerse vigente en un entorno automatizado

En este bloque se proponen estrategias concretas para que cada trabajador de la minería peruana mantenga su **relevancia y competitividad** en un entorno cada vez más automatizado. Se trata de adoptar una actitud proactiva, prepararse para el cambio constante y aprovechar al máximo las nuevas tecnologías.

Actualización continua en herramientas digitales

Es fundamental mantenerse al día con las tecnologías que se van incorporando en la operación. Esto incluye:

- Aprender nuevas versiones de SCADA, sistemas de gestión de flota o plataformas de monitoreo.
- Explorar y experimentar con nuevas apps o extensiones de software que optimizan tareas diarias.
- Mantener conocimiento de redes IoT, sensores o drones y su funcionamiento operativo.

Esta actualización garantiza que el trabajador pueda usar funciones avanzadas y adaptarse rápidamente a equipos o procesos nuevos.

Flexibilidad en roles y responsabilidades

En un entorno automatizado, los límites tradicionales de rol se difuminan. Para mantenerse vigente se recomienda:

- Asumir nuevas responsabilidades relacionadas con tecnología, sin esperar asignación formal.
- Participar en proyectos piloto o pruebas de nuevas herramientas, lo que permite canalizar ideas y demostrar iniciativa.
- Adaptarse a cambios en turnos, forma de reporte o ubicación de tareas, especialmente cuando se consolidan centros de control o se automatizan áreas.

Esta flexibilidad convierte al trabajador en un miembro valioso frente a la evolución tecnológica.

Capacitación transversal y multidisciplinaria

Aprender conceptos de mantenimiento predictivo, análisis de datos, interpretación de telemetría o fundamentos de programación básica aporta ventajas significativas:

- Permite interactuar con equipos de diferentes áreas (TI, sistemas, operaciones).
- Facilita la comunicación con supervisores y centros de control remoto.
- Abre posibilidad de desarrollo hacia roles de técnico IoT, analista de datos o gestor de automatización.

El conocimiento cruzado crea un perfil más atractivo y resistente en un mercado cambiante.

Participación activa en mejora continua

Los trabajadores con visión tecnológica pueden:

- Detectar oportunidades para automatizar tareas manuales.
- Sugerir cambios de proceso basados en datos operativos.
- Colaborar en la documentación de protocolos digitales o en la creación de microtutoriales para compañeros.

La aportación directa a la eficiencia o seguridad es una forma efectiva de demostrar relevancia en la nueva minería.

Vinculación con estándares y normas del sector

Conocer las regulaciones, buenas prácticas y normativas internacionales —como estándares IEC, reglamentos SUNAFIL o guías MINEM sobre automatización— permite mantener alineada la práctica profesional con la exigencia actual de la industria.

La aplicación de estos estándares asegura la calidad del trabajo y el cumplimiento legal, lo que es muy valorado en auditorías o procesos de certificación.

Red profesional y colaboración digital

Participar en comunidades profesionales, foros técnicos, redes de mantenimiento o grupos de innovación minera favorece el intercambio de experiencias, acceso a tendencias y colaboración en mejoras:

- Compartir casos de éxito o soluciones en plataformas como LinkedIn o grupos corporativos.
- Asistir a webinars, ferias virtuales o conferencias del sector minero.

- Construir una red de contactos que facilite el acceso a oportunidades y refuerce el perfil profesional.

Conclusión

Mantenerse vigente en la minería automatizada requiere actitud, aprendizaje y acción constante. La clave está en:

- Actualizarse y experimentar con nuevas herramientas digitales.
- Ser flexible y dispuesto a evolucionar el rol profesional.
- Capacitarse de forma transversal.
- Contribuir activamente a procesos de mejora.
- Conectarse con la comunidad y respetar estándares del sector.

Este módulo busca convertir a cada participante en **un trabajador digitalmente capacitado, adaptativo e influyente** en la transformación tecnológica de la industria minera.

6. Evaluación y Aplicación Práctica

6.1. Práctica Recomendada

Objetivo: Aplicar los conocimientos del curso a través de tareas prácticas que reflejan situaciones reales en el entorno minero digitalizado. Las actividades deben realizarse de forma individual y documentarse correctamente.

Actividad práctica

1. Crear un archivo Excel o Google Sheets titulado *Bitácora_Digital_<TuNombre>* ☐
2. Ingresar una tabla con campos: Fecha, Hora, Equipo, Lectura, Observación ☐
3. Llenar al menos 3 filas con datos simulados de monitoreo o inspección ☐
4. Insertar un comentario en una celda que indique una anomalía o alerta ☐
5. Guardar el archivo como .xlsx o en Google Drive (con acceso compartido) ☐
6. Generar un archivo PDF con los mismos datos usando "Exportar como PDF" ☐
7. Escanear un código QR real o simulado (puede usar tu celular) ☐
8. Escribir en el archivo una breve interpretación de lo que contiene el QR escaneado ☐
9. Ver un video educativo en YouTube relacionado con minería digital, automatización o sensores (mínimo 5 minutos) ☐
10. Anotar el título y 2 ideas clave del video en una hoja digital (puede ser en el mismo archivo Excel o Word) ☐
11. Registrarse en una plataforma educativa gratuita (por ejemplo: Coursera, EdX, Google Learn, Miriadax, etc.) ☐

Actividad práctica

- 12. Hacer captura de pantalla de la inscripción y guardarla como evidencia ☐
 - 13. Redactar un correo simulado (o real si deseas) adjuntando el archivo PDF y comentando brevemente lo que aprendiste ☐
 - 14. Enviar el correo a un compañero, jefe o a ti mismo, como práctica de comunicación digital profesional ☐
 - 15. Escribir una breve reflexión final: ¿Qué fue lo más útil del curso? ¿Cómo puedes aplicar esto en tu trabajo? ☐
-

Instrucciones finales:

Guarda todos los archivos generados (Excel, PDF, captura de inscripción) en una carpeta digital (por ejemplo, en el Google Drive de tu cuenta de Google). Puedes usarlos como evidencia de participación en este curso, y también como parte de tu portafolio profesional si deseas postular a empleos en el sector minero u otros sectores tecnológicos.

¡Sigue desarrollándote, aprende constantemente y mantente preparado para el futuro digital de la minería!

*Este curso ha sido desarrollado por **INFOSET** con el objetivo de proporcionar a los trabajadores, técnicos y profesionales del sector minero en el Perú las competencias digitales necesarias para adaptarse a un entorno laboral cada vez más automatizado y conectado.*

Creemos firmemente que la alfabetización digital no es solo una herramienta opcional, sino una necesidad urgente y estratégica para quienes desean mantenerse vigentes, seguros y productivos en la nueva realidad de la minería nacional.

Este curso busca acercar conceptos tecnológicos al día a día del trabajador: desde el uso correcto de dispositivos móviles en campo, la lectura de interfaces, hasta la comprensión de sistemas como SCADA, IoT o sensores ambientales. Todo explicado en un lenguaje claro y aplicable, sin tecnicismos innecesarios.

Es fundamental que los participantes apliquen lo aprendido en sus funciones cotidianas, promoviendo una cultura de trabajo más eficiente, transparente y segura. Una operación minera digitalizada requiere no solo infraestructura, sino personas capacitadas y comprometidas con la transformación.

La difusión de este contenido está permitida siempre que se mantenga el reconocimiento a INFOSET como entidad autora. Compartir este conocimiento es parte de nuestra misión: democratizar el acceso a la capacitación digital, especialmente en regiones donde aún hay brechas.

Agradecemos a cada participante por su interés, tiempo y motivación para crecer. Con cada persona que mejora sus habilidades digitales, la minería peruana da un paso hacia un futuro más inclusivo, moderno y sostenible.

Administración de INFOSET