

Boletín Informativo de la
Gerencia de Supervisión Minera
julio - setiembre 2021



Índice

Presentación	3
Gerencia de Supervisión Minera	4
Evolución anual del empleo en minería	4
Novedades	4
Panorama Minero.....	5
MMG Las Bambas: Planeamos comenzar operaciones en Chalcobamba este año	5
Yanacocha Sulfuros: Newmont estima que su ejecución inicie en segunda mitad del 2022.....	5
San Gabriel creará dos mil puestos laborales durante su construcción	6
SNMPE: exportaciones mineras crecieron 69,5% entre enero a julio.....	6
Geomecánica	7
Esfuerzos de pre minado	7
Resultados de la Supervisión.....	8
Geotecnia	8
Actualización del libro de depósitos de relaves del Perú operativos al año 2020	8
Resultados de la Supervisión.....	10
Ventilación	10
Termodinámica de ventilación de minas	10
Resultados de la Supervisión.....	12
Plantas de beneficio	12
Fajas transportadoras	12
Resultados de la Supervisión.....	14
Transporte, maquinarias e instalaciones auxiliares	14
Polvorines subterráneos permanentes	14
Resultados de la Supervisión.....	16
Artículo técnico:	
Estaciones de calidad de aire para minería subterránea	17
Estadísticas de accidentes mortales	19

Presentación

El Estado de emergencia de nuestro país debido a la pandemia por la enfermedad de coronavirus, fue decretado el domingo 15 de marzo de 2020, seguido de una cuarentena que inició el día lunes 16 de marzo del 2020.

La demanda de oro (excluyendo OTC) cayó un 7% interanual a 831 toneladas, a nivel mundial, durante el tercer trimestre de 2021, según el último informe del World Gold Council. El precio del oro promedió \$ 1,789.5 / oz durante el tercer trimestre, es marginalmente más bajo que el promedio del segundo trimestre. La comparación interanual muestra una caída del 6%, lo que refleja el dólar estadounidense récord de agosto de 2020.

Independientemente de los resultados o valorizaciones de precios de metales, la Gerencia de Supervisión minera, conformada por ingenieros, abogados y personal técnico, muestra información referente a los avances realizados en el trimestre julio-setiembre 2021.

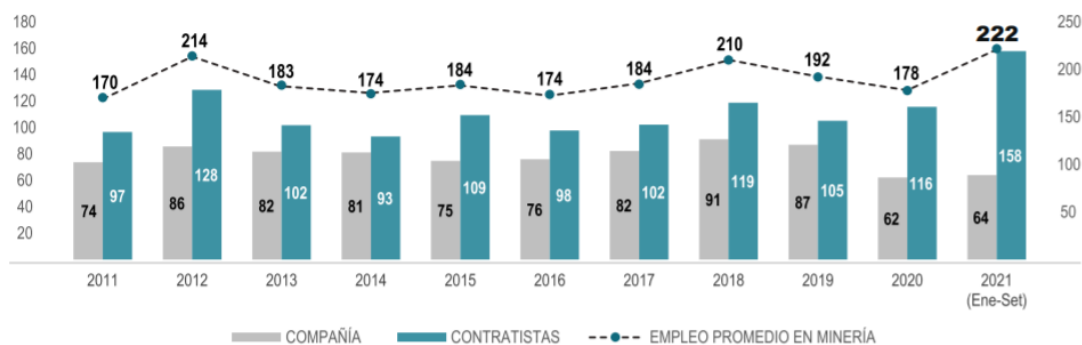
Rolando Ardiles Velasco
Gerente de Supervisión Minera (e)

Gerencia de Supervisión Minera

Evolución anual del empleo en minería

La GSM empleando fuentes secundarias realizó la consulta al Boletín estadístico minero del ministerio de energía y minas sobre las unidades mineras en el país. Con la información recopilada se realizó la estadística de la evolución del empleo en minería de los últimos 10 años.

2011 – 2021: EVOLUCIÓN ANUAL DEL EMPLEO EN MINERÍA (MILES DE EMPLEOS)



Fuente: Declaración Estadística Mensual - Ministerio de Energía y Minas.
- Las cifras han sido ajustadas a lo reportado por los Titulares Mineros al 20 de octubre de 2021.

Novedades

El 19 de agosto de 2021 se asistió al evento “Tecnologías disruptivas para reuso de relaves mineros & rocas generadoras de aguas ácidas” organizado por Power Tailings; el objetivo del evento fue compartir las experiencias de otros países en el reuso de relaves mineros y rocas generadoras de aguas ácidas.

Dentro de los aspectos destacables tenemos:

- La Nanotecnología y una dosis de cemento: estabiliza, solidifica & Inmoviliza los contaminantes de los relaves (de oro, de cobre, polimetálicos, etc). El rendimiento de los mismos se basa en el proceso de cristalización extendida al formar una estructura cristalina de agujas y “jaulas” que permiten la inmovilización del contaminante y previene su lixiviación al ambiente, haciéndola más amigable al entorno y ecosistema.
- Reutilización de los relaves: Relaves como Materiales de Construcción; al realizar las 3 operaciones unitarias (E – S – I), los relaves pueden usarse perfectamente como materiales construcción para realizar: Carreteras, Edificaciones, construcción de Diques, Plataformas, Sostenimientos, Veredas y lo más importante, garantizan un cierre seguro de la Presa de Relaves, Dry Stacking y tajos de interior mina; son amigables con el medio ambiente.
- La Nanotecnología genera la No lixiviación de los contaminantes en el Concentrado de Pirita, lo inmoviliza, encapsula y solidifica, garantizando una disposición de relaves amigable con el medio ambiente.
- El uso de la Nanotecnología es una buena alternativa para generar relaves con alta resistencia a la compresión y succión, generando estabilidad, impermeabilidad, encapsulamiento & inmovilización del Concentrado de Pirita.

Panorama Minero

MMG Las Bambas: Planeamos comenzar operaciones en Chalcobamba este año

El Gerente General de Minera Las Bambas de MMG, Edgardo Orderique, señaló que planean comenzar operaciones en Chalcobamba este año una vez que tengan los permisos solicitados. “Nuestro objetivo no es expandir la producción, sino compensar las menores leyes de cobre en el tajo Ferrobamba a medida que profundizamos y lograr una producción sostenida en los próximos años”, dijo en entrevista con Global Business Reports.

Después de Chalcobamba, indicó el ejecutivo, continuarán el desarrollo en el tajo de Sulfobamba. Y es que “Chalcobamba proporciona mejores leyes de cobre durante los primeros años de su operación y será una operación de mina a cielo abierto cuya mineralogía y contenido de metales son muy similares a los de Ferrobamba”. Así, para lograr estos objetivos, invertirán aproximadamente US\$ 2 mil millones en los próximos cinco o seis años, además de obtener permisos ambientales y acuerdos sociales con las comunidades locales.

Yanacocha Sulfuros: Newmont estima que su ejecución inicie en segunda mitad del 2022

Newmont informó que ha incluido el proyecto de Yanacocha Sulfuros en su perspectiva a largo plazo, ya que actualmente su financiamiento total estimado en US\$ 2 100 millones está programado para ser aprobado en la segunda mitad del 2022.

Yanacocha Sulfuros, ubicada en Cajamarca, desarrollará la primera fase de depósitos de sulfuros y un circuito de procesamiento integrado, que incluye una autoclave para procesar materia prima de oro, cobre y plata.

Se espera que el proyecto agregue 500 000 onzas equivalentes de oro por año con costos totales de mantenimiento de entre US\$ 700 y US\$ 800 por onza durante los primeros cinco años completos de producción (2026-2030). El período de desarrollo estimado es de tres años

La compañía minera Newmont anunció que invertirá, al menos, US\$ 500 millones hasta finales del 2022 para avanzar con actividades críticas como ingeniería de detalle, adquisiciones de largo plazo y movimientos de tierra.



Yanacocha, fuente: Rumbo Minero

San Gabriel creará dos mil puestos laborales durante su construcción

San Gabriel es un proyecto de minería subterránea de oro y plata descubierto por Buenaventura, que se ubica en el distrito de Ichuña, provincia de Sánchez Cerro, región Moquegua. Cuenta con Estudio de Impacto Ambiental (EIA) aprobado desde marzo de 2017. La capacidad autorizada de la planta es hasta las 6 mil toneladas y en la zona hay mucha radiación solar, por lo que parece ser un lugar ideal para poner paneles.

El gerente de Desarrollo de la Compañía de Minas Buenaventura, Renzo Macher, declaró que San Gabriel, ubicado en Moquegua, cuenta con reservas de 10 millones de toneladas, con 4,7 gramos por tonelada, son como 1,7 millones de onzas de oro. La mina será subterránea, con una planta de molienda, lixiviación en tanques y electrowinning.

Asimismo, manifestó que “el capex inicial es de US\$ 422 millones, y la forma como esto va a impactar a la reactivación económica del Perú es creando 2 000 puestos laborales durante la construcción y 500 puestos de trabajo para la operación durante los siguientes 13 a 15 años”.

Añadió que los relaves que se generen van a ser filtrados por un sistema especial para así poder recuperar la máxima cantidad de agua y no afectar a las poblaciones de aguas abajo. Además, señaló que están a la espera de la última licencia de construcción para iniciar operaciones, con la expectativa de empezar la primera mitad del año 2022. En ese sentido, aseguró que han culminado el proyecto de factibilidad, trabajado con la empresa Ausenco, y que ya fue presentado a su directorio. “En febrero del 2022 vamos a declarar oficialmente las reservas del proyecto. Son tres años de construcción y deberíamos estar alcanzando la operación comercial a fines del 2024 e inicios del 2025”, dijo.



Proyecto minero San Gabriel, fuente: Proactivo

SNMPE: exportaciones mineras crecieron 69,5% entre enero a julio

Las exportaciones mineras del Perú alcanzaron los US\$ 21 632 millones entre enero a julio de 2021, cifra que reflejó un crecimiento de 69,5% con relación a igual período del año pasado cuando se reportaron US\$ 12 759 millones, informó la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía (SNMPE).

En ese contexto, explicó que las exportaciones mineras de enero a julio 2021 (US\$ 21 632 millones), incluso son superiores a las de la etapa pre pandemia, ya que al compararse con similar período del año 2019 (US\$ 15 957 millones), muestran un aumento de 35,6%.

Geomecánica

Esfuerzos de pre minado

Los esfuerzos de pre minado se refieren a la presión del macizo rocoso encerrado en el volumen de roca alrededor del yacimiento antes de la explotación. Estos esfuerzos son una fuente de energía que podrían ocasionar fallas en el macizo rocoso. Por tanto, es importante definir el estado de los esfuerzos de pre minado, ya que constituye una parte importante de la evaluación del peligro relacionada con fallas en el macizo rocoso.

Estimación de esfuerzos in situ

Sheorey (1994) desarrolló un modelo de esfuerzos, que permite estimar el valor del ratio (k) del esfuerzo horizontal con respecto al esfuerzo vertical. Esta ecuación es:

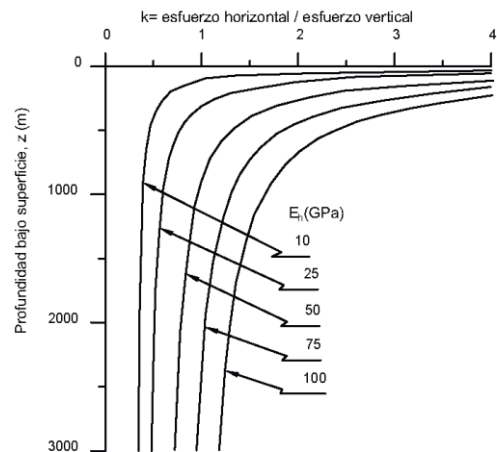
$$K = 0.25 + 7 Eh \left(0.001 + \frac{1}{z} \right)$$

Donde:

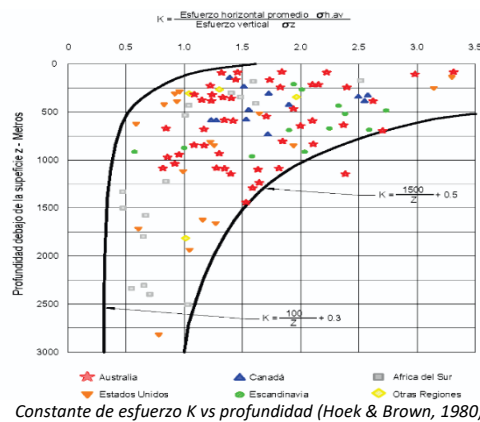
z: es la profundidad con respecto a la superficie.

Eh: es el módulo de elasticidad promedio en GPa de la roca de cobertura medido en la dirección horizontal.

Una manera de ver gráficamente esta ecuación para un rango de diferentes módulos de elasticidad, se muestra en la figura al lado.



Ratio del esfuerzo horizontal y vertical para diferentes Módulos de Elasticidad (Eh) basado en la Ecuación de Sheorey (1994)



Constante de esfuerzo K vs profundidad (Hoek & Brown, 1980)

Diversos autores, entre ellos; Hoek & Brown (1980), han compilado resultados de mediciones de esfuerzos alrededor del mundo y desarrollado relaciones empíricas para estimar los regímenes de esfuerzos. Se debe tener precaución al momento de usar estas relaciones, ya que los esfuerzos pueden ser altamente variables, incluso a escala de mina. Al lado se muestra la constante de esfuerzo K vs la profundidad.

Mapa mundial de esfuerzos

En el proyecto del mapa mundial de esfuerzos participaron 18 países en 1992 con la finalidad de compilar una base de datos global de esfuerzos tectónicos actuales. La última versión (2016) contiene 42 870 datos a nivel mundial, y se puede acceder a través de www.world-stress-map.org.

El mapa mundial de esfuerzos (WSM, 2016) puede ser usado para dar estimaciones iniciales de la dirección de esfuerzos que se podrían encontrar en el Perú (Figura 3-18). Debido a la importancia de la dirección y magnitud de los esfuerzos como un parámetro en el diseño de excavaciones subterráneas, podría requerirse una serie de ensayos de esfuerzos in situ. Si bien es cierto que los esfuerzos in situ se pueden estimar con la teoría desarrollada por Sheorey, por la gráfica de esfuerzos/profundidad de Hoek & Brown o por el mapa mundial de esfuerzos, lo ideal y recomendable es obtenerlos a partir de ensayos de esfuerzos in situ para una mejor confiabilidad del modelo a desarrollar.



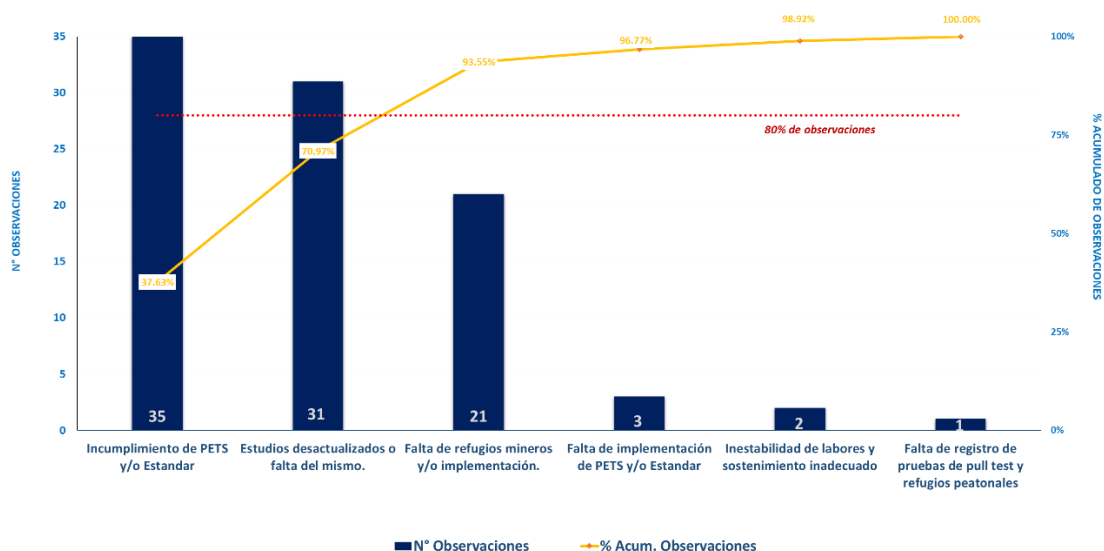
Mapa de esfuerzos en Perú. (WSM, 2016)

Ensayos de esfuerzos in situ

La magnitud y orientación del estado de esfuerzos de pre minado pueden ser influenciadas por condiciones geológicas globales, regionales y locales, además de la historia geológica (cargas tectónicas). La diferente rigidez que se puede presentar en un macizo rocoso y la presencia de fallas geológicas particulares pueden tener un efecto importante en un estado de esfuerzos a escala local. Esto resultará en una orientación y magnitud de esfuerzos altamente variables, incluso en una escala de mina. Existen diferentes técnicas de ensayos para las mediciones de esfuerzos in situ, siendo las principales: Fracturamiento hidráulico, Gato plano, Sobre perforación (Overcoring) y Emisión acústica. Los métodos de overcoring son los más populares; sin embargo, éstos requieren de personal especializado para su realización. Además, están limitados a un rango de decenas de metros de excavaciones existentes, por lo que son de aplicación limitada en la etapa de estudios de factibilidad. Una alternativa es utilizar el método de emisión acústica, que mide los cambios de esfuerzos mediante emisión acústica en ensayos triaxiales. Estos ensayos son más económicos y logísticamente más simples y permiten realizar mediciones remotas donde aún no existen accesos y donde solo se cuenta con testigos de taladros. La siguiente tabla incluye la cantidad mínima y tipo de técnica recomendada para la medición de ensayos de esfuerzos in situ.

Resultados de la supervisión

Hasta el mes de setiembre del año 2021, se tiene 1 evento (accidente), con un total de 1 accidente mortal producidos en la especialidad de geomecánica. Por otro lado, en las supervisiones ejecutadas se detectó las siguientes observaciones:



Geotecnia

ACTUALIZACION DEL LIBRO DE DEPÓSITOS DE RELAVES DEL PERÚ OPERATIVOS AL AÑO 2020

El Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (en adelante, OSINERGMIN), fiscaliza los depósitos de relaves, depósitos de desmonte y pilas de lixiviación verificando en ellos el cumplimiento de los parámetros operativos y constructivos de acuerdo a las autorizaciones de construcción y funcionamiento otorgados por la Dirección General de Minería del Ministerio de Energía y Minas. Asimismo, supervisa los parámetros de monitoreo y controles geotécnicos para garantizar la estabilidad física, así como la vida útil de cada componente.

La especialidad de Geotecnia, es la encargada de fiscalizar los depósitos de relaves operados por los titulares mineros, verificando el cumplimiento de los parámetros constructivos y operativos de los mismos; en un esfuerzo por contar con un compendio de estos depósitos de relaves, ha elaborado el libro “Depósitos de Relaves del Perú: Relaveras Operativas 2017 – 2018 / Mediana y Gran Minería”.

Actualmente varios depósitos de relaves han cambiado sus configuraciones geométricas (recrecimiento de la corona del dique, variaciones en los taludes, volumen de almacenamiento, etc.), la Gerencia de Supervisión Minera se vió en la necesidad de actualizar estos datos apoyándose en los expedientes de fiscalización.

Objetivo:

El objetivo del presente trabajo es actualizar los datos generales y técnicos de los diferentes depósitos de relaves que se encuentran operativos hasta el año 2020, los cuales se emplazan a lo largo del territorio nacional y que pueda ser utilizado como fuente de información para las diferentes Instituciones públicas, empresas, profesionales, investigadores, estudiantes y público en General.

Desarrollo:

La actualización de la primera edición del libro es un trabajo en conjunto con los diferentes profesionales de la especialidad de Geotecnia (especialistas, analistas, etc.) que consistió en la revisión, recopilación y análisis de los datos existentes en los expedientes de fiscalización, actas de medición, planos, etc. hasta el año 2020 de los diferentes depósitos de relaves operativos de donde se recopiló la siguiente información: cota de cresta, longitud, altura del dique, áreas del depósito, volúmenes de relave dispuesto, fecha del último estudio de estabilidad física, valores estáticos y pseudoestáticos, entre otros; asimismo se realizaron mejoras en las fichas técnicas donde actualmente se incluye un perfil representativo del depósito de relaves los cuales fueron dibujados en software de ingeniería.

FICHA TÉCNICA DE DEPÓSITOS DE RELAVES

I. DATOS GENERALES

a) Nombre del depósito:

b) Condición Actual: Operativo: Sin Disposición: Cierre Progresivo: Paralizado:

c) Tipo de relave depositado: R. en Pulpa: R. Espesado: R. en Pasta: R. Filtrado: Otro tipo:

d) Método de construcción: Aguas abajo: Eje Central: Autosostenido:

II. UBICACIÓN

Distrito: Provincia: Región:

Coordenadas referenciales: Zona: Norte: Este: Altitud: m.s.n.m.

Clima:

III. PLANTA DE BENEFICIO

1) Nombre de la planta:

2) Capacidad instalada: TM/día

3) Minerales a Procesar:

4) Tipo de Proceso de Beneficio:

5) Volumen de Relaves Producidos: TM/día

IV. PARÁMETROS TÉCNICOS DE DISEÑO

1) Cota de cresta del dique principal:	3672	msnm
2) Cota de disposición de relaves autorizada:	3664.52	msnm
3) Longitud del dique:	21.30	m
4) Ancho de corona del dique:	14.6	m
5) Ancho de playa:	0	m
6) Altura del dique principal:	76.0	m
7) Borde libre mínimo de operación:	3.0	m
8) Área del vaso:	26.0	Has
9) Talud aguas abajo del dique:	2.5H:1.0V (21.8°)	H:V (grados)
10) Talud aguas arriba del dique:	7.0H:1.0V (26.1°)	H:V (grados)
11) Material de construcción de dique inicial:	Préstamo	
12) Material de construcción del recrecimiento:	Préstamo	
13) Volumen de relaves:	9.50	M ³ /Km ³

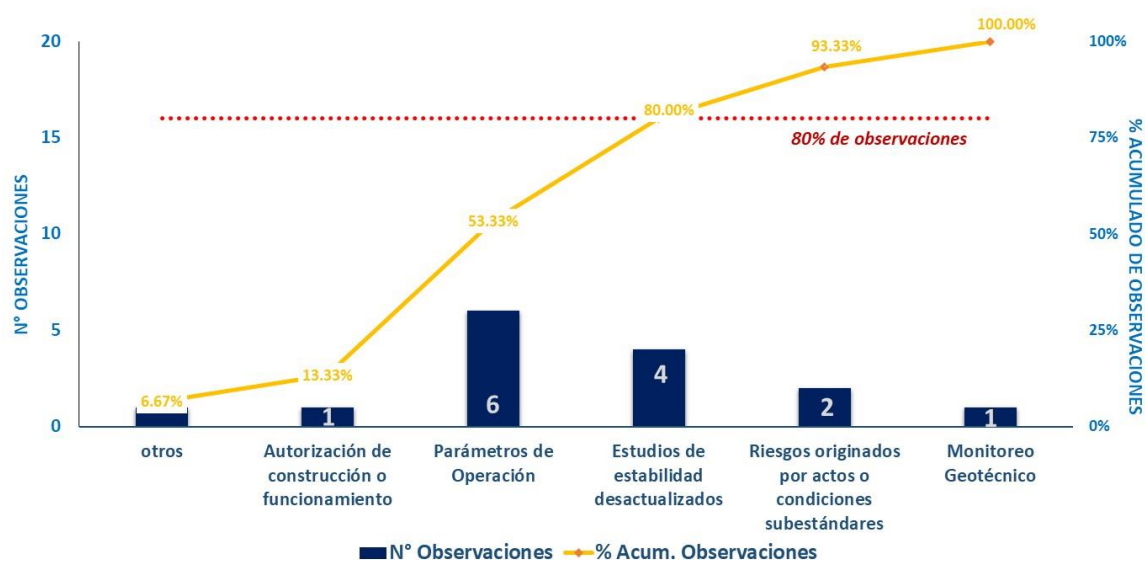
V. ESTUDIO DE ESTABILIDAD - INSTRUMENTACIÓN GEOTÉCNICA

Estudio de Estabilidad Física		Instrumentación Geotécnica	
1) Fecha del estudio de estabilidad:	dic-19	1) Hitos o Prismas Topográficos:	-
2) Empresa especializada:	G&S Servicios de Ing.	2) Piezómetros de tubo abierto:	50
3) Método de análisis:	Simpler	3) Piezómetros de cuerda vibrante:	34
4) Aceleración sísmica considerada:	NA	4) Acelerómetros:	-
5) Software utilizado:	Slide v.0.0	5) Inclínometros:	2
6) FOS Estático mínimo recomendado:	1.20	6) Rádores:	-
7) Desplazamientos máximos de deformaciones:	1.00	7) Sismógrafos:	-
8) FOS Estático mínimo obtenido:	2.04	8) Celdas de asentamientos:	-
9) Desplazamientos máximos obtenidos:	0.31	9) Otro:	-

VI. PERFIL REPRESENTATIVO DEL DEPÓSITO

Resultados de la supervisión

En el año 2021, no se tienen accidentes mortales producidos en la especialidad de geotecnia. Por otro lado, en las supervisiones ejecutadas se detectó las siguientes observaciones:



Ventilación

TERMODINÁMICA DE VENTILACIÓN DE MINAS

Muchos de los ingenieros de ventilación de minas en el mundo, tal vez, incluso, la mayoría, realizan sus funciones con gran éxito sobre la base de las relaciones que asumen un flujo incompresible. Algunos de esos ingenieros pueden cuestionar la necesidad de ocuparse de los conceptos y análisis más detallados de la termodinámica. Hay, al menos, dos respuestas a ese cuestionamiento.

En primer lugar, si los rangos de temperatura y presión causados por las variaciones en la elevación y la transferencia de calor producen cambios en la densidad del aire que están en exceso de 5 por ciento, entonces los análisis que ignoren esos cambios producirán errores consistentes que impactarán significativamente en la precisión del sistema de ventilación planificado. En términos prácticos, esto significa que para las instalaciones subterráneas que se extienden por más de 500 m por debajo de la conexión más alta con la superficie, los métodos de análisis que ignoren la compresibilidad del aire producirán resultados que no se encontrarán dentro de las tolerancias observadas de precisión.

Sin embargo, hay una segunda y aún más fundamental razón por la cual todos los estudiosos del tema, entre ellos los ingenieros, deben tener un conocimiento de la termodinámica de ventilación de minas. Aunque las relaciones de flujo incompresible son fáciles de aplicar, éstas están basadas necesariamente en una aproximación. El aire es, en efecto, altamente compresible. De ello se desprende, pues que, si realmente queremos comprender las características de los sistemas de ventilación subterránea, y si realmente queremos entender el comportamiento de los sistemas de flujo de aire a gran escala, entonces debemos poseer los conocimientos básicos de la termodinámica de flujo estable.

En este artículo, los análisis termodinámicos son llevados a cabo en un pozo (chimenea) de admisión de aire fresco, en galerías subterráneas y en una chimenea de salida de aire viciado. Luego, estos tres elementos de un sistema de ventilación son combinados para producir el ciclo termodinámico para una mina completa.

Elementos del sistema

Un sistema de ventilación subterránea sigue un ciclo cerrado de procesos termodinámicos y puede ser ilustrado mediante representaciones visuales de esos procesos en diagramas termodinámicos que son análogos a los diagramas de indicadores de los motores térmicos. Fue esta semejanza la que llevó a Baden Hinsley (1900-1988) a la constatación de que un sistema de ventilación de mina es, de hecho, un motor térmico gigante. El aire ingresa en el sistema y es comprimido y calentado por la energía gravitacional a medida que desciende a través de chimeneas de admisión o rampas. Desde los estratos, equipos u otras fuentes se añaden más calor al aire. El aire realiza trabajo a medida que se expande en su ascenso a través de pozos de salida o rampas. Una parte del calor añadido es convertido temporalmente en energía mecánica y asiste en la promoción del caudal de aire. En la gran mayoría de minas, esta "energía de ventilación natural" es complementada por el trabajo de entrada de un ventilador.

Cuando el aire viciado reingresa en la fuente de presión de la atmósfera superficial, se enfría a las condiciones originales de entrada, cerrando el ciclo. La Figura 1 ilustra un flujo que desciende a través de un pozo de admisión entre las estaciones 1 y 2, recorre los labores de nivel 2 a 3, y retorna a la superficie a través del pozo de salida 3 a 4.

Análisis del fenómeno de la ventilación natural

La ventilación natural ocurrirá cuando se produzca la transferencia de calor en el entorno subterráneo. Si la roca está más fría que el aire, entonces se aplicará una presión de ventilación natural en la dirección inversa, inhibiendo el flujo de aire. En el caso de una región geográfica, donde los rangos diarios o estacionales de temperatura del aire superficial abarcan la temperatura media de los estratos en una mina ventilada naturalmente, podrán ocurrir inversiones en el flujo de aire. Debido a tales inestabilidades, muy pocas minas de tamaño mediano o grande son ahora ventiladas puramente con medios naturales.

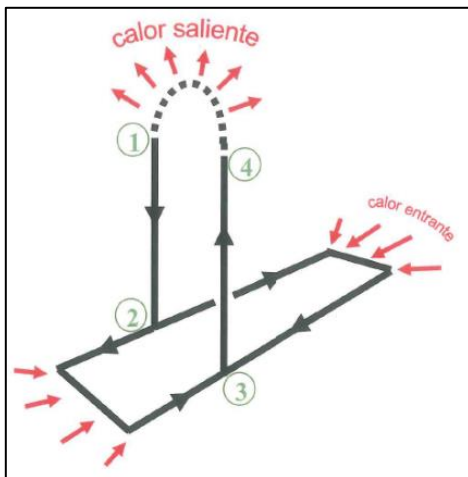


Figura 1. Elementos de un sistema de ventilación (Fuente: Ingeniería de ventilación subterránea Malcolm J. McPherson, 2016)

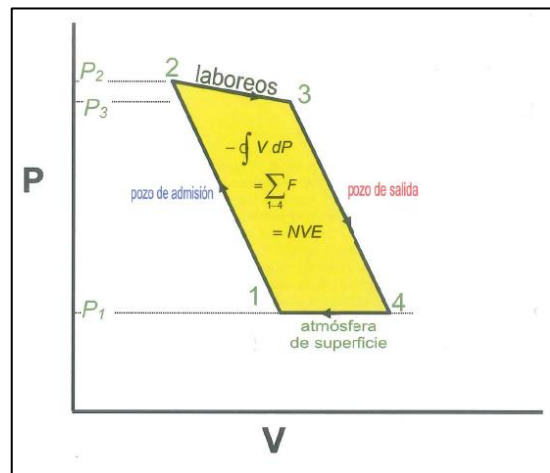
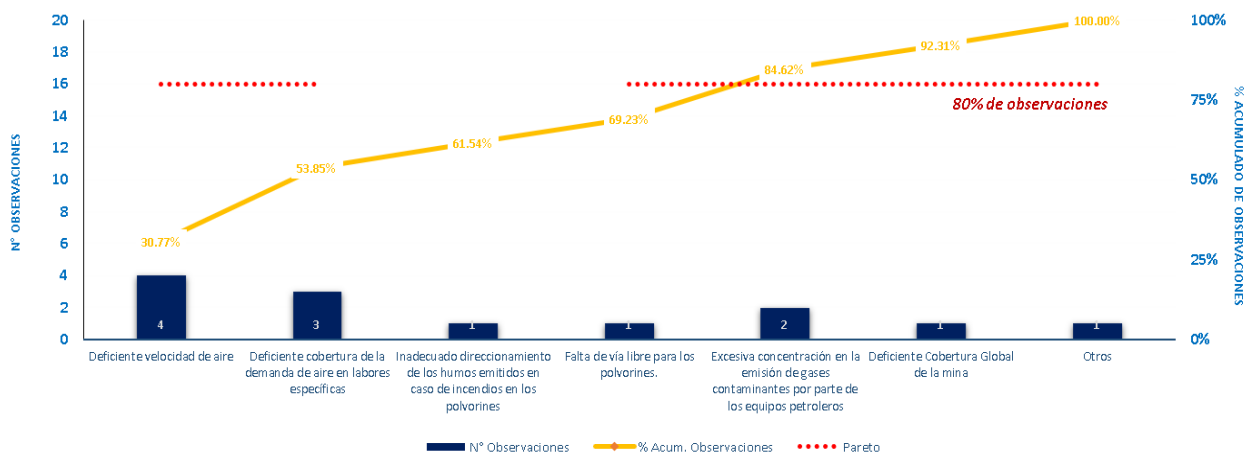


Figura 2. Diagrama PV para una mina ventilada naturalmente (Fuente: Ingeniería de ventilación subterránea Malcolm J. McPherson, 2016)

Resultados de la supervisión

Como resultado de las supervisiones, se muestra a continuación el gráfico de frecuencia de observaciones al RSSOM detectadas:



Plantas de Beneficio

FAJAS TRANSPORTADORAS

Las fajas transportadoras se definen como un sistema de transporte continuo formado por una banda de caucho reforzado, que se mueve entre dos tambores, siendo accionados por un motor. Se utilizan, especialmente para el transporte de minerales entre distintas áreas de la concesión de beneficio.

El origen de las fajas transportadoras data de aproximadamente el año 1795, para el transporte de carbón y materiales de la industria minera, estas instalaciones eran sobre terrenos relativamente planos y en distancias cortas. El traslado de minerales también se realizaba con el uso de camiones de acarreo, el cual involucraba el consumo de combustibles, cuyo impacto ambiental era muy alto.

Con el uso de tecnologías e innovaciones, como el monitoreo digital, mejora en la calidad de las coberturas de fajas, desarrollo de infraestructura sin engranajes; han hecho que sean adaptables a cualquier tipo de terreno, logrando trasladar grandes volúmenes de material de manera continua en un tiempo menor, reduciendo el costo por tonelada transportada.

En la industria minera, donde la seguridad del personal que opera las fajas transportadoras es un elemento importante, se tienen implementados controles que permitan salvaguardar la integridad física, mediante el uso de guardas de protección y cable interruptor, contemplados en el Art. 320 y Art. 377 respectivamente, según DS 024-2016-EM con su modificatoria aprobada por DS 023-2017-EM, Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería (RSSO).

El RSSO establece para el uso de fajas transportadoras:

- ✓ ART. 320. Las máquinas y equipos que posean partes móviles expuestas que impliquen riesgo de caídas o atrapamiento de personas deben contar con guardas de protección. Estos dispositivos deben evitar el contacto del cuerpo humano con elementos móviles tales como fajas transportadoras (...).
- ✓ ART. 377. La instalación, operación y mantenimiento de fajas, polines, motores y reductores, poleas motoras, poleas de cola, sistema de frenado, entre otros, deberán hacerse de acuerdo a estándares del fabricante. Las fajas transportadoras tendrán un cable interruptor para casos de emergencia, instalado a cada lado y a lo largo de toda su longitud, operativa, libre de obstáculos y al alcance del operador.



Faja transportadora con guardas de protección y cable interruptor de emergencia (Fuente: Fiscalización en Plantas de Beneficio, Julio 2021)

Nota importante de la Resolución Ministerial N° 308-2001-EM/VME, “Uso de Electricidad en Minas”

- 3.4.5.2 Una faja transportadora usada en mina subterránea o una faja transportadora de más de 15 m de longitud instalada en un edificio u otra estructura cerrada tendrá un dispositivo de detección para parar el motor en el caso de que la faja se obstruya o se desvíe.
- 3.4.5.3 Cuando la faja transportadora se arranque automáticamente o cuando una parte de ésta no sea visible para el operador, la faja tendrá un dispositivo de alarma previo al momento del arranque.

Verificación de incumplimientos:



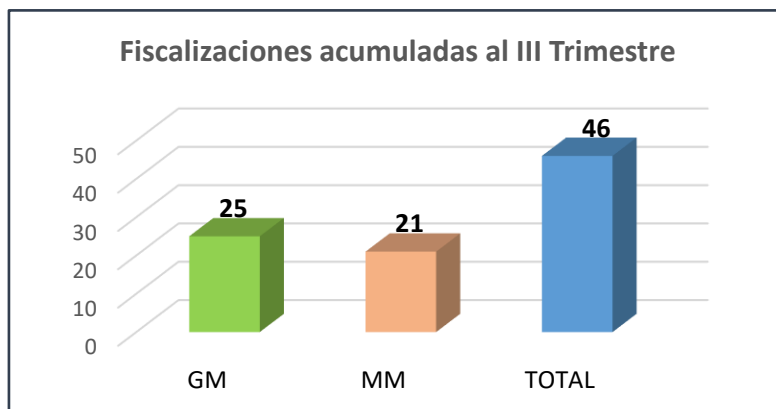
Verificación de la falta de puertas de acceso controlado, en los tableros eléctricos CCM de las bombas N° 1B y 2B de relaves, del área de bombas de relave. (Fuente: Fiscalización en Plantas de Beneficio, Julio 2021)



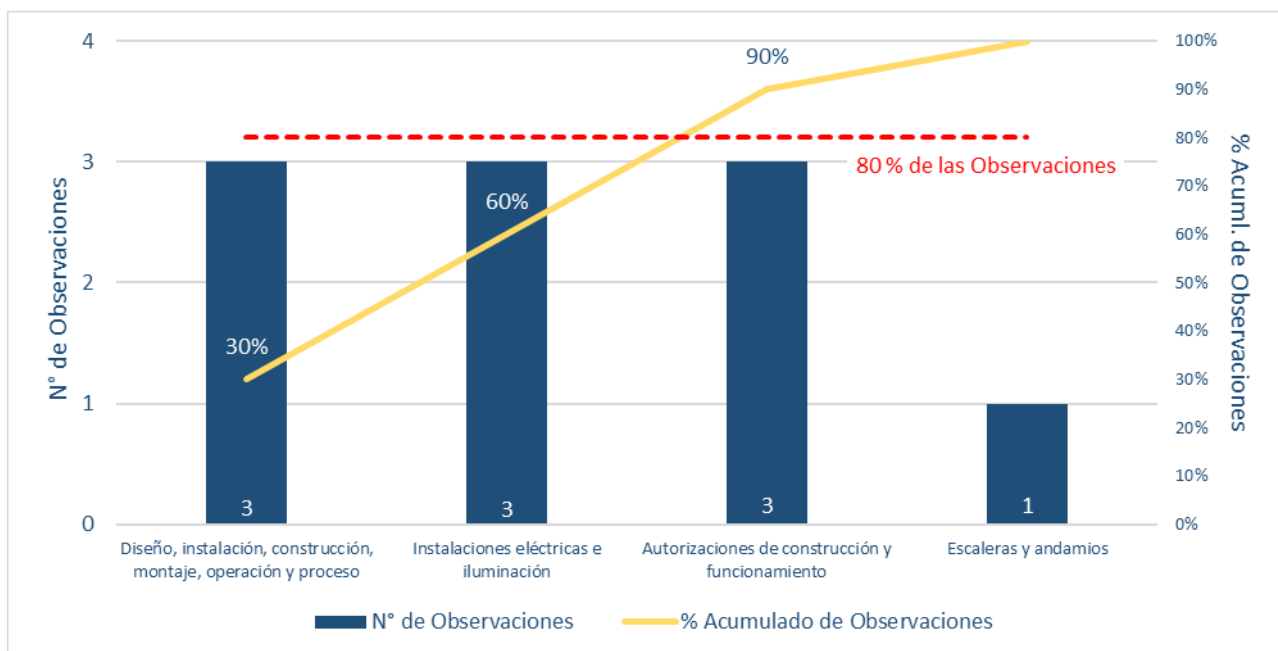
Verificación de la falta de guardas de protección en la faja transportadora CV-201 de transporte de mineral de chancado primario, en los polines de carga y retorno en ambos lados (Fuente: Fiscalización en Plantas de Beneficio, Junio 2021)

Fiscalizaciones efectuadas:

Programadas:	Ejecutadas:
46	46
Gran Minería	Med. Minería
25	21



Resultados de las Fiscalizaciones: Al cierre del tercer trimestre en la especialidad de plantas de beneficio, de la evaluación de las visitas de fiscalización han dado como resultado incumplimientos en el rubro de diseño, instalaciones, construcción, operación y proceso, seguido de incumplimientos en instalaciones eléctricas. El acumulado total del año 2021 de hechos verificados en plantas es de 101, se muestra las infracciones al RSSO durante este



trimestre.

Transporte, maquinaria e instalaciones auxiliares

Polvorines Subterráneos Permanentes

La voladura es una de las operaciones unitarias más importantes en los procesos para la explotación de yacimientos minerales, para la fragmentación de la roca se requiere el uso de explosivos, ya sea de forma encartuchada o bombeables. Toda unidad minera debe contar con polvorines permanentes debidamente acondicionados para el almacenamiento de los explosivos, accesorios y agentes de voladura.

Para su construcción y almacenamiento se debe seguir los lineamientos del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, DS 024-2016-EM.

Construcción

- Se debe construir bajo roca compacta. De no ser así, deben estar debidamente sostenidas o contruidos de acuerdo a un diseño previamente autorizado por la SUCAMEC.
- La ubicación del polvorín debe estar alejada y aislada de las zonas donde haya personal trabajando y en lugares tales que, en caso de explosión, no afecten las instalaciones subterráneas ni superficiales.
- El piso debe ser de concreto o de otro material incombustible.



*Puerta de ingreso al polvorín permanente del Nv3189, UM Catalina Huanca
Fuente: Osinergmin*

- Las dimensiones del polvorín deben ser adecuados a la cantidad proyectada de explosivos requeridos.
- Estar instalados en lugares secos y bien ventilados, de manera que la temperatura y humedad se mantenga dentro de los límites adecuados para una buena conservación de los explosivos, accesorios y agentes de voladura
- Si la ventilación natural dentro del polvorín no es la adecuada se dotará de ventilación forzada.
- Debe contar con una vía libre, libre como mínimo, para el escape de gases a superficie.
- Para su acceso debe contar con 2 puertas de fierro y siempre deben estar cerradas con llave y solo se debe permitir el ingreso de trabajadores autorizados y con las debidas precauciones.
- Deben estar protegidos contra incendios tanto el interior, así como el exterior y deben contar con extintores de polvo químico seco para combatir amagos de incendio, dentro y fuera de los polvorines.
- Las instalaciones eléctricas deben estar entubadas y los interruptores deben ser a prueba de chispa. Hay empresas que optan por no tener instalaciones eléctricas en polvorines.
- En la entrada colocar un dispositivo de descarga de electricidad estática para el uso del personal que ingrese al polvorín.
- Se exhibirá avisos prohibitivos y de advertencia, de acuerdo a lo previsto por el DS 024-2016-EM.

Almacenamiento

Los explosivos y materiales relacionados deben almacenarse en polvorines o almacenes dedicados exclusivamente a este objeto.

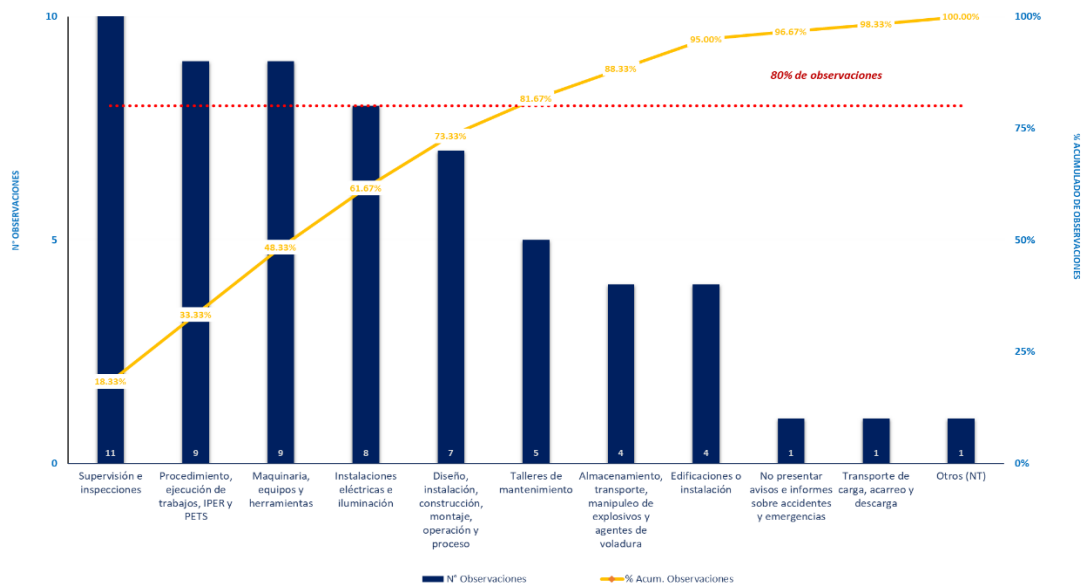
- Serán almacenados en sus propios envases, mostrando las etiquetas con las características del contenido.
- El piso deberá ser entablado con madera con tratamiento ignífugo.
- La altura máxima de apilamiento será 1.80 m, cuando el apilamiento se haga desde el suelo.
- Las cajas o envases almacenados mantendrán 80 cm de separación mínima con la pared más próxima.
- Se asignará personal, debidamente calificado y capacitado, responsable del control físico y de la administración de la existencia de los explosivos.



Interior del polvorín permanente ubicado en el Nv 3189, UM Catalina Huanca
Fuente: Osinergmin

Resultados de la Supervisión

De la evaluación de las visitas de fiscalización entre julio y septiembre del año 2021 en la especialidad de transporte, maquinaria e instalaciones auxiliares, se muestra la frecuencia de infracciones detectadas al Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería.



Artículo Técnico

ESTACIONES DE CALIDAD DEL AIRE PARA MINERÍA SUBTERRÁNEA

Las estaciones de monitoreo de nivel de superficie pueden monitorear directamente la calidad del aire de las minas subterráneas utilizando sensores en tiempo real que tienen la capacidad de intercambiarse sin problemas en lugar de someterse a procesos de recalibración que requieren mucho tiempo bajo tierra.

Los sensores modernos de calidad del aire se promocionan como una mayor productividad al eliminar la necesidad de recalibración manual del subsuelo, y pueden acelerar el trabajo de recuperación en caso de que se detecten gases tóxicos.

Las estaciones de calidad del aire pueden monitorear con precisión la velocidad y dirección del flujo de aire, los niveles de gas, la presión barométrica y las temperaturas de bulbo húmedo / seco en tiempo real, y esa información se puede usar para ajustar los ventiladores de ventilación principal y auxiliar según sea necesario.

A continuación, se menciona algunas ventajas de este sistema con monitoreo a tiempo real.

Incrementa la productividad de la mina

Mediante el monitoreo de la calidad de aire se identifica las áreas que requieren más y mejor aire, mejorando la ventilación y aumentando en una tasa mayor el ritmo de producción de la mina.

Reduce tiempos de desalojo en voladura

El monitoreo de calidad de aire a tiempo real puede reducir los tiempos de desalojo de la zona de voladura de 1 a 2 horas por jornada de trabajo.

Reduce el consumo de energía

Es conocido que la ventilación en minas subterráneas es costosa y el costo de energía sigue en incremento. La electricidad que se encarga de brindar corriente a los ventiladores, abarca más del 50% del presupuesto de electricidad en la mina. Existe actualmente minas subterráneas que están usando ventilación bajo demanda o VoD (Ventilation on Demand) haciendo que los controles sean correctos, los requerimientos y costos anuales en una mina de roca dura podría ser reducida en un 30-40% en comparación con sistema de aire continuo.

Incrementa la productividad del trabajador

La productividad y satisfacción laboral se correlaciona cercanamente a la calidad del ambiente de trabajo. En la actualidad no existe una compañía minera que pueda dejar de lado sus prácticas ambientales y de control de aire.

Reduce gastos de capital

La entrega de aire fresco en cantidad y calidad en los lugares adecuados y en un tiempo programado puede reducir en gran manera la cantidad total requerida de ventilación de la mina. Existe actualmente algunas minas que han eliminado la adición de chimeneas de ventilación, ventiladores primarios entre otros, por medio del monitoreo y control de la ventilación, extendiendo la vida de la mina.

Cumple las expectativas de regulación en salud y seguridad laboral

La normativa en ventilación en minas subterráneas de los distintos países que ejercen esta actividad, exigen valores claves en ventilación y calidad de aire para permitir las buenas condiciones de trabajo. La instalación de monitoreo de calidad de aire a tiempo real simplifica y automatiza la mayoría de estas tareas.

Minimiza e identifica incendios y puntos calientes

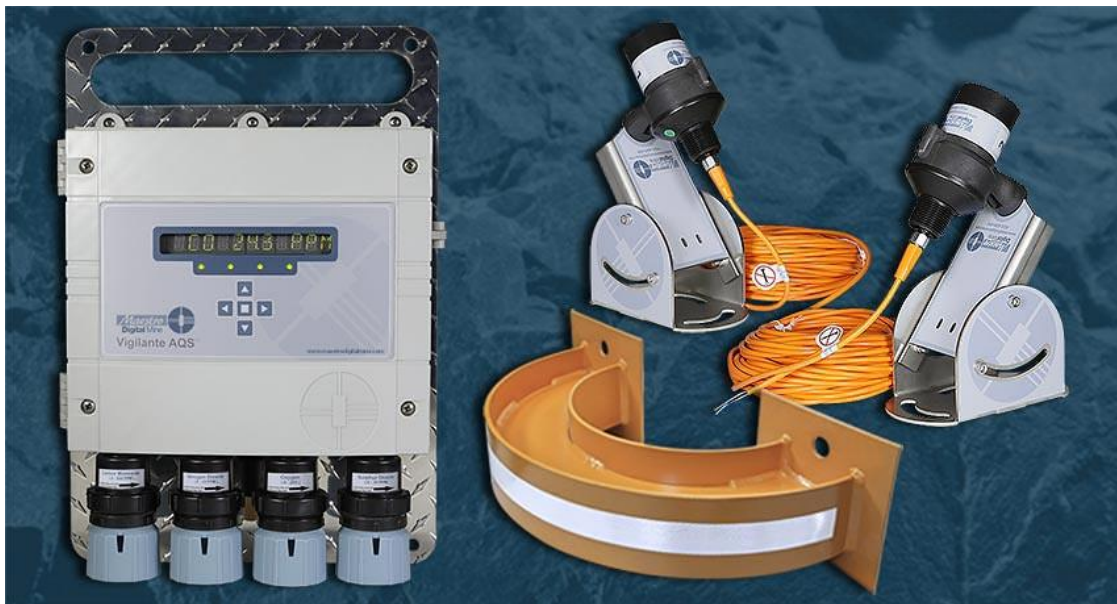
Una implementación del sistema de monitoreo que permita la detección de CO puede contribuir a la reducción de la frecuencia de incendios que se reportan principalmente en minas de carbón lo cual sería una inversión invaluable para la mejora en protección del trabajador y la propiedad contra incendios.

Mide y reduce emisiones de gases de efecto invernadero

El dióxido de carbono (CO₂) y el metano (CH₄) se les identifica como emisiones fugitivas. Cuando son liberados a la atmósfera, contribuye en el incremento de los niveles de efecto invernadero, al igual que representa pérdidas económicas potenciales. En minas de carbón el gas metano es almacenado dentro de mantos de carbón bajo presión que cuando el carbón se saca de la tierra, la presión baja y el gas escapa. Medidores de flujo de aire y sensores de gas pueden instalarse en ventiladores primarios para brindar monitoreo a tiempo real y evitar situaciones perjudiciales para el ambiente y la salud.

Aprovechamiento a las tecnologías emergentes y existentes

Estos sistemas de monitoreo son integrables a las principales tecnologías como son SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos), PLC (controlador lógico programable), SCD (Sistema de Procesos Distribuido), PLS (Sistema de Carga Paletizada), o HMI (Interfaz Hombre-Máquina), brindando fácil análisis y estudio de tendencias.

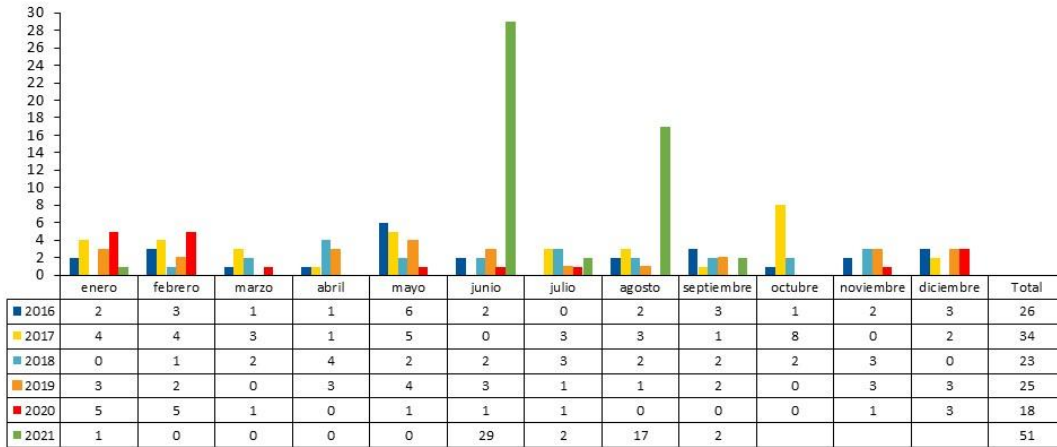


Fuente: Maestro Digital Mine

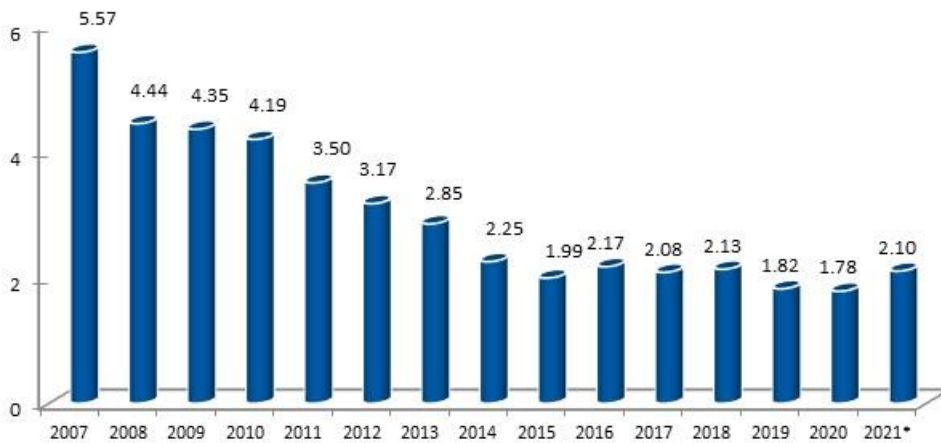
Estadísticas de accidentes mortales

Las estadísticas están referidas a la evolución de los índices de seguridad que incluyen los años de actividad de Osinergmin (Gran y Mediana Minería).

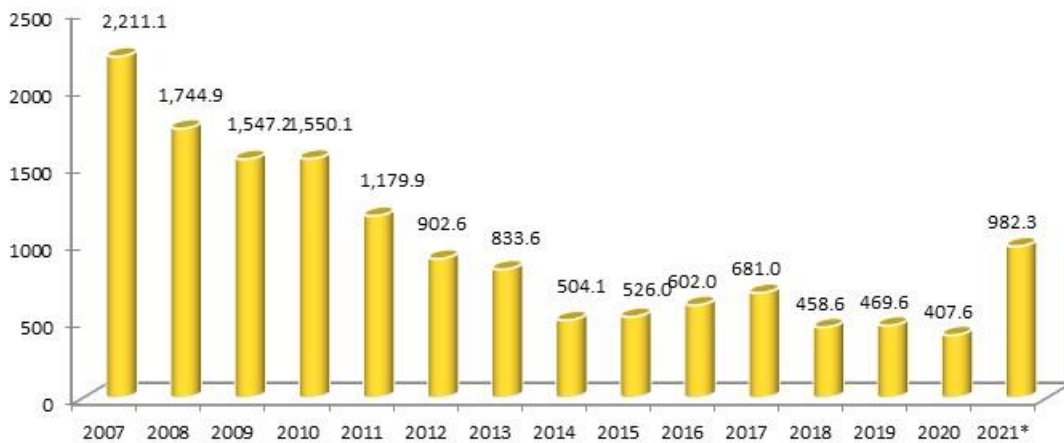
Víctimas mortales por mes de 2015 - 2021*



ÍNDICE DE FRECUENCIA (IFA) 2007-2021



ÍNDICE DE SEVERIDAD (ISA) 2007-2021



*Estadísticas al 30 de setiembre de 2021



Osinergmin

Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería

Gerencia de Supervisión Minera

www.osinergmin.gob.pe

Telf.: 219-3410 (Lima) / 0800-41800 (Línea gratuita - provincias)