

EMISIÓN GAS DE ESTRATO Y EFECTOS SOBRE LA SALUD DE TRABAJADORES EN OPERACIONES MINERAS-MINA CATALINA HUANCA, 2023

Investigador principal

Dr. Ing. Indalecio Quispe Rodríguez^a

Coinvestigador

Msc Ing. Efraín César Alarcón Medina

Area de ingeniería y ciencias básicas. Línea de investigación: Gestión de recursos mineros y sistemas de minado sustentables. ^aindalecio.quispe@unsch.edu.pe

RESUMEN

Mina Catalina Huanca, es una de pocas minas en nuestro país, donde se presenta la emisión permanente de CO₂ en altas concentraciones de frentes de extracción de mineral del cuerpo Melissa, siendo promedio de emisión 19,000 ppm, cuando el límite de exposición ocupacional (LEO) es sólo de 5000 ppm. Esta emisión diario y permanente del gas es un riesgo potencial para operación de la mina y para la salud de los trabajadores; este problema nos interesó investigar el origen del gas y cuál debe ser la metodología de cálculo de requerimiento de aire fresco, cuando no contempla en RSSOM.

El objetivo es conocer el origen del gas y cuantificar su concentración que afecta la operación mina y la salud de los trabajadores.

El origen del gas es **por almacenamiento por trampas geológicas residuales y por consolidación de nuevos minerales**, que ocurrieron en el tiempo geológico. Se convierte en mina riesgosa cuando el CO₂ supera su límite de 5000 ppm, ocasionando en trabajadores diferentes manifestaciones clínicas como hipoxia, anoxia y hasta una fatalidad. También por cada 1 ppm del contaminante se requiere 8.20 CFM de caudal de aire fresco; lo que no contempla RSSOM.

Palabras clave: Gases de estrato, ventilación gas de estrato.

ABSTRACT

Mina Catalina Huanca is one of the few mines in our country, where there is a permanent emission of CO₂ in high concentrations of mineral extraction fronts of the Melissa body, with an average emission of 19,000 ppm, when the occupational exposure limit (LEO) is only 5,000 ppm. This daily and permanent emission of gas is a potential risk for the operation of the mine and for the health of the workers; this problem interested us to investigate the origin of the gas and what should be the methodology of calculation of fresh air requirement, when it does not contemplate in RSSOM.

The objective is to know the origin of the gas and quantify its concentration that affects the mine operation and the health of the workers.

The origin of the gas is by **storage by residual geological traps and by consolidation of new minerals**, which occurred in geological time. It becomes a risky mine when CO₂ exceeds its limit of 5000 ppm, causing different clinical manifestations in workers, such as hypoxia, anoxia and even fatality. Also, for every 1 ppm of contaminant, 8.20 CFM of fresh air flow is required, which is not contemplated by RSSOM.

Key words: Stratum gases, stratum gas venting

I. INTRODUCCIÓN

La unidad minera Catalina Huanca es una de las pocas minas de mediana minería de la región Ayacucho, que durante el sistema de minado aflora el gas de estrato CO₂ en altas concentraciones de manera permanente de los frentes de trabajo, cuyos valores oscilan normalmente desde 12,000 a 15,000 ppm, cuando el Límite de Exposición Ocupacional (LEO) es sólo de 5000 ppm. Inicialmente al encontrar este

gas, encima de su LEO ocasionaron accidentes mortales hasta la paralización de la mina. Actualmente la mina viene operando mediante dos acciones médicas y actividades mineras de **manejo y prevención**; sin embargo, nace el interés de investigar las causas de este problema como el origen de la presencia del gas y cómo se debe calcular el requerimiento de aire fresco cuando el Reglamento de Seguridad Minera no contempla; asimismo, a pesar

que la minera tiene información valiosa, no está estudiado de manera científica este problema; la única información que existe, donde el suscrito ha asesorado una tesis a nivel de pregrado de la UNSCH del sistema de ventilación, donde se tiene los datos de monitoreo de este gas.

El objetivo del estudio es determinar el origen del gas de dióxido de carbono, cuantificar su concentración que afecta la operación mina y la salud de los trabajadores y el cálculo de requerimiento de aire fresco para diluir y evacuar hacia la superficie, cuando el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería (RSSOM) no contempla.

II. METODOLOGÍA.

Es un estudio de investigación transversal, aplicada, descriptiva y explicativa, de la emisión de los gases de estrato que se presenta permanentemente en las labores subterráneas del cuerpo Melissa; para la medición de los gases, temperatura, la humedad relativa y el caudal de aire, hemos utilizado los equipos y aparatos modernos con que cuenta la minera y presentamos una forma práctica de calcular el requerimiento de aire fresco necesario la dilución y evacuación del hacia la superficie.

Niveles principales	Gas natural de dióxido de carbono
Nivel 1	50,000 ppm
Nivel 2	10,000 ppm
Nivel 3	40,000 ppm
Límite de Exposición Ocupacional (LEO)	5,000 ppm

De acuerdo a esta información, el gas de en el yacimiento Melissa tiene una emisión natural muy por encima de los Límites de Exposición Ocupacional, convirtiéndose muy peligrosa los trabajos en la mina.

2. Se determinó que el promedio de la capacidad de los ventiladores para diluir las altas concentraciones del gas es de 37,000 cfm que deben instalarse en cada Nivel de la mina para diluir hasta un promedio de 4,500 ppm de ; significa que se requiere 8.5 ft³/min de volumen de aire fresco por cada 1 ppm del contaminante. Asimismo, la emisión promedio del gas de de los frentes de trabajo es de 19,000 ppm; considerando esta realidad práctica, se determinó el requerimiento de aire para diluir y reducir los gases de debajo a su LEO:

$19,000 \text{ ppm} \times 8.5 \text{ CFM} = 161,500 \text{ CFM} = 4,573.2$

Con esa finalidad visitamos a la mina Catalina Huanca el mes de noviembre de 2023 y obtener los datos in situ de la emisión natural del gas en las diferentes labores de trabajo de la mina. Para el ingreso a esas labores cumplen todos los protocolos como el uso de EPPs especiales y Equipo respiratorio de circuito cerrado. Observamos a los técnicos e ingenieros especializados sobre el uso de los aparatos multifunción digital, el uso de detectores de gases tóxicos; finalmente hemos recabado la información necesaria del problema de investigación. En base a estas informaciones se calculó de forma práctica el requerimiento de aire fresco necesario para la dilución de estos gases; porque para este tipo de eventos no está reglamentado el proceso de cálculo como en los sistemas de ventilación normal de una mina.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados:

1. En los tres niveles de explotación del Cuerpo Melissa se detectaron la emisión natural del gas de , cuya concentración se presenta:
3. El gas es un gas asfixiante, pero cuando está por encima de su LEO, produce en los trabajadores diferentes manifestaciones clínicas como hipoxia, anoxia y hasta una fatalidad; por tanto, este gas se controla solamente con dos acciones: **manejo** y **prevención**, tanto a nivel médico y en las operaciones mineras.

Discusión.

1. La emisión permanente del gas de estrato en el Cuerpo Melissa, se constató que se presentan por encima de los Límites de Exposición Ocupacional (LEO) en los tajos minados principalmente por el método de Cámaras y Pilares, y siempre la emisión de este gas está acompañada con agua bien salada. Los trabajadores para laborar en estas condiciones ambientales, por seguridad personal tienen establecidos un proceso

continuo de identificación, control y gestión de peligros, para el cual los trabajadores son provistos con EPPs especiales y más el equipo respiratorio de circuito cerrado para cada trabajador; también están instalados estratégicamente los sensores del gas en las labores críticas por la presencia de este gas.

2. El cálculo de requerimiento de aire fresco para gases de estrato no está normado en el reglamento de seguridad minera. Asimismo, es la única mina que tiene estas condiciones ambientales; por lo que, por experiencia de ventilación de estos gases para diluir hasta debajo de su LEO, hemos determinado que para cada 1 ppm del contaminante se requiere 8.5 CFM de caudal de aire fresco. Este resultado es un aporte para el cálculo de requerimiento de aire fresco para este gas de emisión natural y puede ser extendido a otras minas de problemas similares.
3. Cualquier incidente que ocurra por la presencia del el paciente tiene que ser retirado lo más antes posible a la zona de aire fresco, que en la mina están establecidas las **cámaras de refugio**:
 - 1 cámara de refugio fija con aforo de 50 personas ZR-3 (Cx-416).
 - 2 cámaras de refugio portátiles con aforo de 20 personas ZR-2 (Rp-072) y ZR-4 (Rp-522 profundización).
 - 2 cámaras de refugio portátiles con aforo de 8 personas ZR-6 (Rp-4147) y ZR-7 (Rp-4026).
 - 1 cámara portátil con aforo de 6 personas ZR-5 (Rp-490).

Durante el trabajo en la mina, deben cumplirse los estándares establecidos y los sistemas de **manejo y prevención**, sólo de esa manera no ocurrirán incidentes por la presencia del gas .

IV. AGRADECIMIENTO.

Expresamos nuestro reconocimiento a la Gerencia General de la mina en la persona del Ing. Johny Orihuela Ávila, quien autorizó visitar a las instalaciones de la Mina Catalina Huanca; igualmente a todos los ingenieros y a los trabajadores técnicos por la atención en la mina y por haber proporcionado las informaciones sobre nuestro tema de investigación.

V. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.

- CATALINA HUANCA SOCIEDAD MINERA S.A.C (CHSM). (2021). Informe interno de los métodos de Minado y geológico.
- CATALINA HUANCA SOCIEDAD MINERA S.A.C (CHSM). (2023). Informe interno de los trabajos de ventilación.
- CATALINA HUANCA SOCIEDAD MINERA S.A.C (CHSM2). (2023). Informe interno de emisión de los gases tóxicos.
- CATALINA HUANCA SOCIEDAD MINERA S.A.C (CHSM3). (2023). Informe interno del Centro de Salud de la mina
- CATALINA HUANCA SOCIEDAD MINERA S.A.C. (CHSN-PERÚ). (2023). https://www.emis.com/php/company-profile/PE/Catalina_Huanca_Sociedad_Minera_SAC_es_3512748.html
- HOWARD L. HARTMAN. (1987). Introductory Mining Engineering. Printed United States of America. Publication John Wiley & Sons. New Yord
- LEET Y JUDSON. (1968). Fundamentos de Geología Física (1ra Ed.). Editorial Limusa, Wiley, S.A. México.
- LÓPEZ SANCHES, Miguel. (2013). Identificación de herramientas idóneas para la caracterización de estructuras geológicas como almacén de CO2. URL disponible en: https://oa.upm.es/22450/1/PFC_MIGUEL_LOPEZ_SANCHEZ.pdf
- MINISTERIO DE ENERGÍA Y DE MINAS (EM). Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería D.S. N° 024-2016-EM actualizado.
- NORMA TÉCNICA ISO 45001. (2018). Sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Disponible en: <https://ergosourcing.com.co/wp-content/uploads/2018/05/iso-45001-norma-Internacional.pdf>
- PARIONA CUARESMA, Fredy y Asesor QUISPE RODRÍGUEZ. (2022). Diseño del sistema de ventilación para el minado del cuerpo mineralizado Melissa mina Catalina Huanca S.AC. (Tesis de Pregrado) Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. P44.