

Determinación de la velocidad óptima del aire para la ventilación de la mina Crispín

Roberto L. Watson Quesada¹

Roberto C. Blanco Torrens²

Mario Andrés Navarro Consuegra³

¹ Profesor del Departamento de Minas, ISMM

² Doctor en Ciencias Técnicas. Profesor del Departamento de Minas, ISMM

³ Profesor de la Facultad de Metalurgia y Electromecánica, ISMM

RESUMEN: En el trabajo se desarrolla una metodología para la determinación de la velocidad óptima del aire, para la ventilación de la mina Crispín a partir de la experimentación a escala de laboratorio y en condiciones de producción donde se determinaron las concentraciones de polvo para cada caso particular. Como aspecto relevante del trabajo se obtiene la velocidad óptima de la corriente de aire con que deben ventilarse las excavaciones afectadas por el polvo de asfaltita.

ABSTRACT: A methodology to determine the optimum air velocity in order to ventilate the Crispín mine is presented in this work. The methodology is based on experiments carried out both in testing laboratory and mine conditions. During the experiments the dust concentration was determined taking into consideration dust factor, the optimum velocity of the air was determined. That is the most relevant result of the present work.

Palabras claves: Ventilación de excavaciones, asfaltita, polvo.

INTRODUCCIÓN

Numerosos minerales tales como el carbón, las sales de potasio, las micas, esquistos y otros, al ser extraídos y durante el proceso de carga y transporte producen gran desprendimiento de polvo, lo cual es dañino para la salud de los obreros y afecta significativamente la productividad del trabajo. Esto ha sido objeto de estudio por numerosos especialistas que han dirigido sus investigaciones a conocer el comportamiento del polvo ante las corrientes de ventilación utilizadas como método de lucha.

En el caso de los minerales asfaltíticos, caracterizados por formar grandes cantidades de polvo durante los trabajos de arranque y carga, en la literatura no se recoge mucha información, por lo que se hace necesario el estudio de su comportamiento. Para determinar de la velocidad crítica de la corriente de aire a la que se produce la precipitación del polvo de asfaltita en suspensión, se utiliza la vía experimental y los trabajos -tanto a escala de laboratorio como en condiciones de producción (*in situ*)- y posteriormente se comparan los resultados obtenidos en ambos casos.

INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL EN CONDICIONES DE PRODUCCIÓN

Esta investigación consiste en el estudio de la distribución de la concentración del polvo de asfaltita a lo largo de las excavaciones de la mina Crispín, en el proceso de arranque del mineral y en el proceso de carga de la roca, teniendo en cuenta la velocidad de la corriente de aire.

La metodología empleada se basa en un levantamiento conimétrico, por la longitud de las excavaciones en estudio. Con este fin se ubicaron 16 estaciones de medición espaciadas a 5 m, en las que se situaron 2 puntos de medición en la sección transversal de la galería, el primero a 2 m y el segundo a 1 m del piso (Figura 1). Para la toma de muestras se utilizó el aspirador eyector de minas, marca AERA con filtro AFA-BP-18 de fabricación rusa. Simultáneamente a la toma de muestras se midió la velocidad de la corriente de aire con un anemómetro ACO-3 y la humedad relativa con un Psicrómetro MB-4M.

Los resultados obtenidos se ofrecen en la Tabla 1. Se dan los valores de la concentración en los puntos y estaciones para los valores de la velocidad de la corriente de ventilación de la mina.

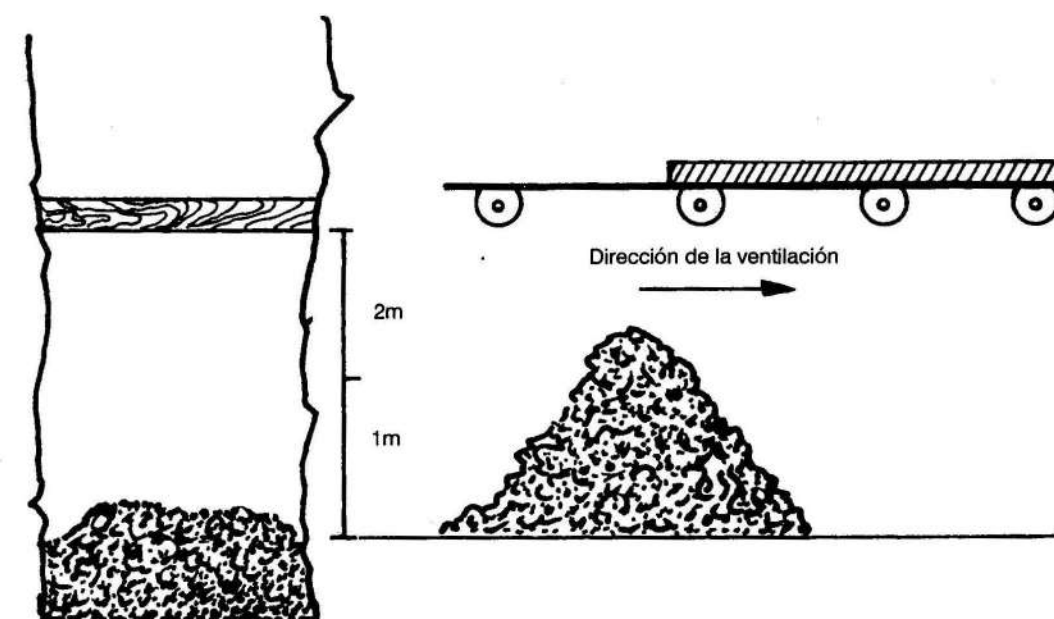


FIGURA 1. Esquema de ubicación de los puntos de muestreo.

TABLA 1. Variación de la concentración por la longitud de las excavaciones; mg.m⁻³

Estación	No.	Punto	Cuando se realiza el arranque, (para las velocidades del aire m.s ⁻¹)		Cuando se realiza la carga, (para las velocidades del aire m.s ⁻¹)	
			0,5	1,3	0,5	1,3
	1	1	986,2	960	249,8	186,4
	1	2	993,6	980	286,5	264,5
	2	1	768,4	785	123,4	94,8
	2	2	825,8	860,6	215,6	185,6
	3	1	634,3	632,8	87,7	68,3
	3	2	794,5	750,5	156,4	106,4
	4	1	526,0	554,0	63,5	44,6
	4	2	587,8	673,4	94,4	76,8
	5	1	416,4	426,3	53,6	32,0
	5	2	528,3	532,0	82,8	68,5
	6	1	298,8	322,0	44,5	28,3
	6	2	435,9	395,7	71,6	56,6
	7	1	140,7	236,9	41,6	20,4
	7	2	284,8	259,8	67,3	44,7
	8	1	113,5	185,4	35,4	18,6
	8	2	167,3	203,4	56,5	36,5
	9	1	88,4	156,7	31,6	15,2
	9	2	118,9	183,8	52,4	28,4
	10	1	76,6	124,4	26,3	15,0
	10	2	95,4	148,2	44,5	24,6
	11	1	58,4	106,8	19,6	13,8
	11	2	77,5	126,4	32,3	18,6
	12	1	54,6	98,3	16,5	12,2
	12	2	65,7	102,8	26,4	16,4
	13	1	52,8	87,2	14,3	11,3
	13	2	61,5	98,4	21,7	14,6
	14	1	50,6	84,3	12,6	10,6
	14	2	58,7	89,4	16,4	14,2
	15	1	48,6	80,3	12,2	10,0
	15	2	52,6	81,8	14,5	14,1
	16	1	45,7	82,2	11,2	10,0
	16	2	48,3	83,4	12,6	14,0

En las Figuras 2 y 3 se muestra la variación de la concentración de polvo en el aire desde la fuente de generación hasta la última estación ubicada en la excavación en estudio. Durante los trabajos de carga los valores de concentración de polvo no son elevados, el carácter de la distribución es no estacionario y se alcanza una disminución brusca de la concentración a los 30 m de la fuente.

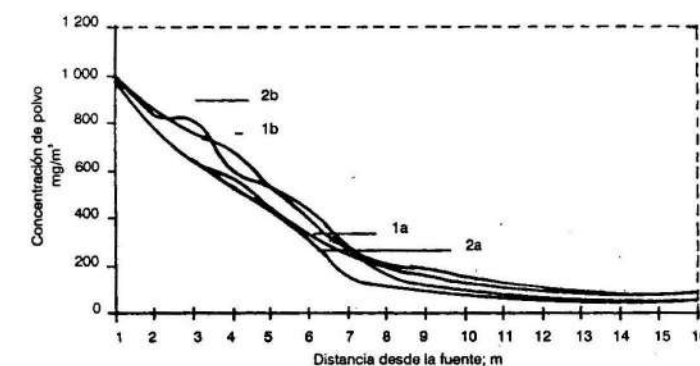


FIGURA 2. Gráfico de distribución de la concentración por la excavación durante el arranque del mineral.

Cuando se realiza el arranque, se producen las mayores concentraciones de polvo con un carácter de la distribución no estacionario, se alcanza la disminución de la concentración para los puntos más alejados de la fuente de emisión aunque esta no llega a alcanzar valores similares a los obtenidos durante los trabajos de carga.

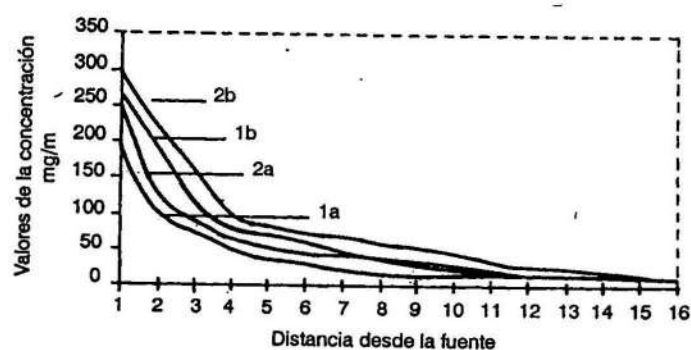


FIGURA 3. Gráfico de distribución de la concentración por la excavación durante la carga del mineral.

INVESTIGACIÓN EN CONDICIONES DE LABORATORIO

La investigación se realizó en la instalación aerodinámica (I. A. L.) diseñada por los autores. Esta instalación (Figura 4) consiste en tubo rectangular de sección 0,0025 m² y longitud igual a 6 m, equipado con los siguientes medios e instrumentos:

- 1) Motor del ventilador centrífugo.
- 2) Ventilador centrífugo.
- 3) Compuerta.
- 4) Tabique.
- 5) Pulverizador.
- 6) Ventana para la toma de muestras.
- 7) Aspirador y porta filtro.
- 8) Anemómetros.
- 9) Soportes.
- 10) Filtros para captar polvo.
- 11) Portaobjetos para captar polvo
- 12) Tubo de la instalación

La metodología de investigación utilizada para determinar la velocidad crítica de la corriente de aire que provoca la precipitación de las partículas de polvo de asfaltita en suspensión consiste en la toma de las muestras de polvo precipitado en los soportes distribuidos en la I.A.L. para valores de la corriente de aire predeterminados, en intervalos de tiempo de 2 minutos. Con el empleo del método ponderativo se determina la masa de polvo depositada en los soportes.

Los experimentos se realizan en condiciones de trabajo similares a las existentes en la mina e iguales a las que existirán al aplicarse el proyecto de construcción y explotación propuesto por los autores. Los ensayos se realizan con valores de la velocidad de la corriente de aire iguales y menores a los determinados para la velocidad crítica de la corriente de aire lo que provoca la resuspensión del polvo precipitado.

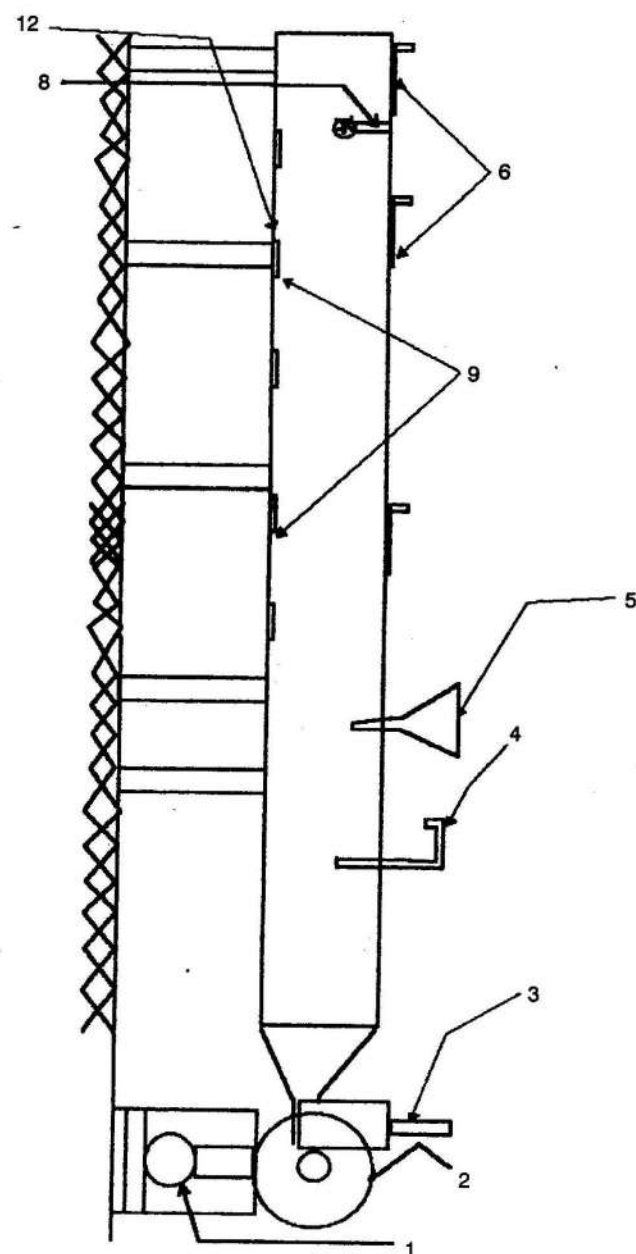


FIGURA 4. Instalación aerodinámica.

Los resultados obtenidos muestran el carácter de la variación de la concentración para los diferentes valores de la velocidad de la corriente de aire (Tablas 2 y 3).

TABLA 2. Distribución de la concentración según la altura y la longitud de la instalación cuando el mineral cae al piso, mg.m⁻³.10⁻⁷

Estación de medición	Distancia de la fuente	Velocidad del aire en m.s ⁻¹							
		1,1	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	
Estación 1	1,10	4,76	5,57	6,00	6,09	5,46	4,75	4,60	
Estación 2	2,06	3,08	4,11	4,25	3,52	4,78	4,68	4,29	
Estación 3	2,99	2,28	2,81	2,61	2,80	3,34	3,57	3,66	
Estación 4	3,89	1,61	1,76	2,08	2,21	2,45	2,88	3,32	
Estación 5	5,09	1,57	1,57	1,88	1,96	2,13	1,96	2,27	

TABLA 3. Distribución de la concentración según la altura y la longitud de la instalación cuando el mineral cae en las vagonetas, en mg.m⁻³.10⁻⁷

Estación de medición	Distancia de la fuente	Velocidad del aire en m.s ⁻¹						
		1,1	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9
Estación 1	1,10	2,99	2,92	2,97	3,0	3,15	3,26	3,67
Estación 2	2,06	1,18	2,05	2,19	2,24	2,36	2,49	2,68
Estación 3	2,99	0,84	1,14	1,10	1,18	1,31	1,46	1,81
Estación 4	3,89	0,49	0,59	0,68	0,75	0,85	1,07	1,16
Estación 5	5,09	0,18	0,24	0,28	0,278	0,37	0,59	0,85

En la Figura 5 se observa que las concentraciones de polvo en el aire durante la salida del mineral a los medios de transporte alcanza valores pequeños, mientras en la Figura 6 se observa que los valores de la concentración de polvo durante el arranque del mineral y su posterior caída al piso de la excavación alcanzan valores significativos.

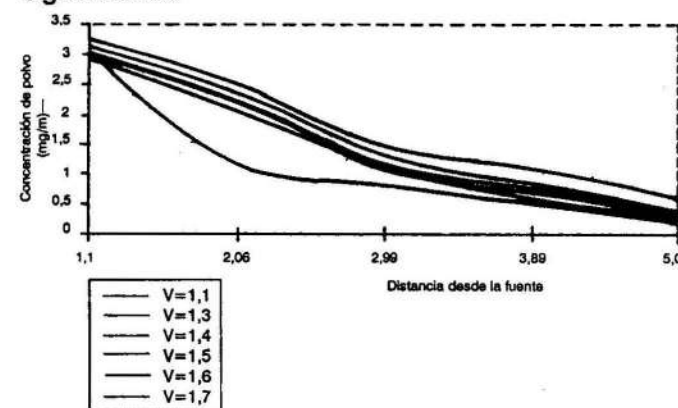


FIGURA 5. Gráfico de distribución de la concentración según la altura y la longitud del modelo para la salida a vagonetas.

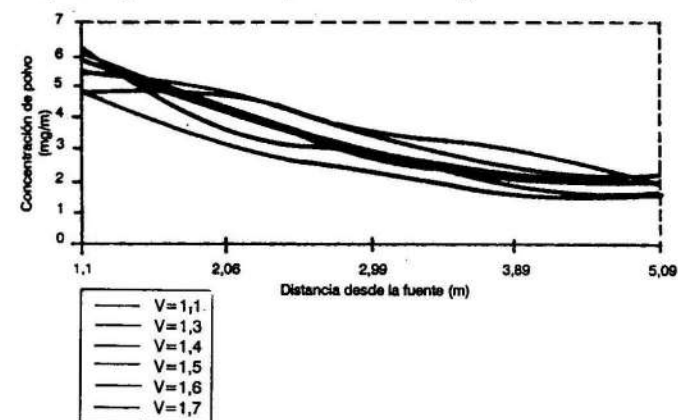


FIGURA 6. Gráfico de distribución de la concentración según la altura y la longitud del modelo para la salida al piso.

El carácter de la distribución de las concentraciones por la altura de la excavación y a lo largo de este es no estacionario. La concentración de polvo a escala de producción alcanza valores aceptables cuando la velocidad de la corriente de aire oscila entre 1,1 y 1,5 m/s a la

distancia de 50-60 m de la fuente, cuestión que es verificada en el modelo a escala de laboratorio para igual velocidad de la corriente de aire.

CONCLUSIONES

- 1) Se obtiene como valor de la velocidad crítica de la corriente de aire para la ventilación de las excavaciones con polvo de asfaltita 1,6 m/seg.
- 2) La comparación de los resultados experimentales de laboratorio e *in situ* permite comprobar que el comportamiento de la distribución de las concentraciones tiene un carácter no estacionario.
- 3) El empleo de la instalación creada es eficiente, lo cual queda demostrado por la convergencia entre los resultados obtenidos.

BIBLIOGRAFÍA

BOOT-JONES, P.A.; H.J. ANNEGARN y S.J. BLUHM: *Filtration of Underground Ventilation Air by Wet Dust-scrubbing*, Third International mine ventilation congress, Harrogate, 1984.

CHALANEVICH, I.D.; M.M. SOBATKOEV; I.O. ALBOROV y I.A. KOREANOV: «Erosión del polvo en la supercie de las excavaciones mineras», en: *Rev. Protección del trabajo en la industria*, No. 4, 1986, p. 39. (Ruso)

FROLOV, M.A.: *Manual de ventilación de minas*; parte IV, El polvo en las minas, Nedra, Moscú, 1988.

FROGER, C.; P. COURBON y A. KONINTA: *Dust-Landen Airflow Control Applied to Worker Protection: Scale Model Study of a Steep Seam Working*, Third International Mine Ventilation Congress, Harrogate, 1984, p. 215.

CORDÓN, G.M y S.P. PIESAJOV: *Control de la propagación del polvo en la mina*, Edit. Metalurgia, Moscú, 1973.

KIRIN, B.F.: *Manual de ventilación de minas*, parte IV, Dinámica del polvo, Nedra, Moscú, 1988.

KORENKO, B.V.: *Ventilación de minas*, Nedra, Moscú, 1969.

KUPRIANOV, V.V.: «Disminución de la concentración de polvo en los puestos de trabajo con la mecanización del arranque», en: *Rev. Protección del trabajo en la industria*, Moscú, 1987.

LIACHEV, L.Y.: «Fundamentos del efecto de la turbulización de los aerosoles en el aplastamiento del polvo», en: *Rev. Carbón*, No. 8, Moscú, 1984.

LÓPEZ, D. y otros: *Reglamento de Protección e higiene del trabajo y técnicas de seguridad de minas y canteras*, Unión Minero Salinera, Ciudad de La Habana, 1990.

MIRANDA, G.J.R.: Apuntes para el libro de texto *Atmosferología minera*, Departamento de Minería, ISMM de Moa, 1992.

QUINTANA, J. y R. WATSON: *Estudio de las propiedades del polvo de asfaltita*, Trabajo de Diploma, ISMM, Moa, 1992.

RODRÍGUEZ, R.K. y R. WATSON: *Estudio de las propiedades del polvo de asfaltita*, Trabajo de Diploma, ISMM, Moa, 1994.

SÁNCHEZ, L.E.: «Control de la contaminación del aire», en: *Aspectos geológicos de protección ambiental*, Volumen I, UNICAMP, UNESCO 1995.

USHAKOV, K.Z.; A.C. BURCHAKOV; L.A. LUCHKOV y I.I. MEDVEDEV: *Aerología de las empresas mineras*, Nedra, Moscú, 1987.