

VDM



Ingeniería
Servicios
Capacitación

CASO PRÁCTICO

**SISTEMA DE VENTILACIÓN AUXILIAR /
DESARROLLO RAMPA PRINCIPAL**

Mg. Ing. Raúl Cisternas Yáñez
Consultor Principal - VDM LTDA.
CHILE

CASO PRÁCTICO : SISTEMA DE VENTILACIÓN AUXILIAR - DESARROLLO RAMPA PRINCIPAL

1. Descripción del Problema

Se desea diseñar, calcular y dimensionar un Sistema de Ventilación Auxiliar para atender las operaciones de desarrollo de rampa principal.

El contaminante principal a controlar (dilución-extracción) durante el desarrollo de la rampa, son los gases emitidos por los equipos diesel que operarán al interior de dicha labor.

2. Normativa a cumplir [1]

Art. 132, D.S. N° 132 (Reglamento de Seguridad Minera, Ministerio de Minería, CHILE)

Art. 135, D.S. N° 132

Art. 138, D.S. N° 132

Art. 144, D.S. N° 132

Art. 66, D.S. N° 594 (Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en Lugares de Trabajo, Ministerio de Salud, CHILE).

Art. 137, 141, 142, 143, 145, 146, 147, 150 y 151,

D.S. N° 132 (Reglamento de Seguridad Minera, Ministerio de Minería, CHILE)

**[1] : Entidades fiscalizadoras estatales : - SERNAGEOMIN (MINISTERIO DE MINERÍA)
- MINISTERIO DE SALUD**

3. Datos

Altura geográfica - faena	:	2400 m.s.n.m.
Densidad del aire - faena	:	0.056 lbs/pie ³
Desarrollo rampa	:	desde superficie
Longitud rampa (a desarrollar)	:	1100 m.
Sección rampa	:	5.0 x 4.0 m.
Flota operativa equipos diesel	:	1 cargador frontal x 160 HP + 1 camión x 140 HP
Número de trabajadores/turno	:	10 trabajadores

4. Solución

4.1 Diseño

Considerando la longitud máxima de rampa a desarrollar (L= 1100 m.), se recomienda implementar un Sistema de Ventilación Auxiliar de Tipo Aspirante, en el cual, el aire fresco (de ventilación) entrará por la galería a desarrollar, y el aire contaminado será extraído por ductos, hasta superficie.

Dado sistema aspirante a implementar, se recomienda utilizar ducto flexible (confeccionado en tejido de poliéster, recubierto con PVC), reforzado con espiral de acero.

De acuerdo a las dimensiones físicas de la galería a desarrollar y de los equipos mineros que allí operarán, se propone instalar un tendido de ductos de 1200 mm. de diámetro.

4.2 Requerimiento de caudal de aire

Dado que, el mayor contaminante ambiental que se generará -dentro de las operaciones de desarrollo de rampa a ventilar- son los gases emitidos por los equipos diesel, el caudal de aire de ventilación deberá ser calculado de acuerdo a normativa de suministrar 2.83 m³/min por cada HP motor de todo equipo diesel en operación (equivalente a 100 pie³/min por cada HP motor). (**Art. 132, D.S. N°132**).

Al caudal de aire obtenido según flota diesel operativa, se le deberá agregar el caudal requerido por la totalidad de personas trabajando al interior de la rampa (**Art. 132 y 138, D.S. N°132**).

Se tiene:

$$\begin{aligned} Q_e &= \text{CAUDAL SEGÚN POTENCIA (HP) DE EQUIPOS DIESEL} && : & 30000 \text{ pie}^3/\text{min} \\ &(\text{potencia total equipos (2 unid.)} = [160 \text{ HP} + 140 \text{ HP}] = 300 \text{ HP} \\ &\Rightarrow Q_e = [300 \text{ HP} \times 100 \text{ pie}^3/\text{min}/\text{HP}] = 30000 \text{ pie}^3/\text{min} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_t &= \text{CAUDAL SEGÚN NÚMERO DE TRABAJADORES} && : & 1100 \text{ pie}^3/\text{min} \\ &(\text{número de trabajadores} = 10 \\ &\Rightarrow Q_t = [10 \text{ trabajadores} \times 3 \text{ m}^3/\text{min}/\text{trabajador}] = 30 \text{ m}^3/\text{min} \\ &= 1100 \text{ pie}^3/\text{min} \end{aligned}$$

$$Q_{\text{req}} = [Q_e + Q_t] = 31100 \text{ pie}^3/\text{min}$$

$$Q_{\text{filtraciones}} = 30\% \text{ de } Q_{\text{req}} \Rightarrow Q_{\text{filtraciones}} = [0.3 \times 31100 \text{ pie}^3/\text{min}] = 9330 \text{ pie}^3/\text{min}$$

(. . .)

Por lo tanto:

$$\begin{aligned} Q \text{ TOTAL} &= [Q \text{ req} + Q \text{ filtraciones}] = [31100 \text{ pie}^3/\text{min} + 9330 \text{ pie}^3/\text{min}] = 40430 \\ &= 41000 \text{ pie}^3/\text{min} \end{aligned}$$

4.3 Cálculo Caída de Presión Estática

De acuerdo a la expresión :

$$P_s = [(1.247 \times K \times L \times Q^2) / D^5]$$

donde:	P_s	: caída de presión estática ducto	(Pulg. de Agua)
	K	: coeficiente de fricción ducto	($\text{lbs} \times \text{min}^2 / \text{pie}^4 \times 10^{-10}$)
	L	: longitud ducto	(pies)
	Q	: caudal de aire a mover	(pie^3/min)
	D	: diámetro ducto	(pies)

y, para un coeficiente de fricción de ducto (K correg.), igual a $20 \times 10^{-10} \text{ lbs} \times \text{min}^2 / \text{pie}^4$, para una longitud de ducto (L), igual a 1100 m., un caudal igual a $41000 \text{ pie}^3/\text{min}$, y un diámetro de ducto (D), igual a 1200 mm., se obtiene:

$$P_s = \text{Caída de Presión Estática} = 16.0 \text{ Pulg. de Agua}$$

4.4 Dimensionamiento propuesto

De acuerdo a la longitud de galería a desarrollar, y a la caída de presión estática obtenida, se recomienda la implementación del siguiente sistema: instalar 4 (cuatro) ventiladores auxiliares, de tipo axial, extractores, idénticos, según disposición en serie dentro del tendido de ductos, separados 275 m. entre ellos [1].

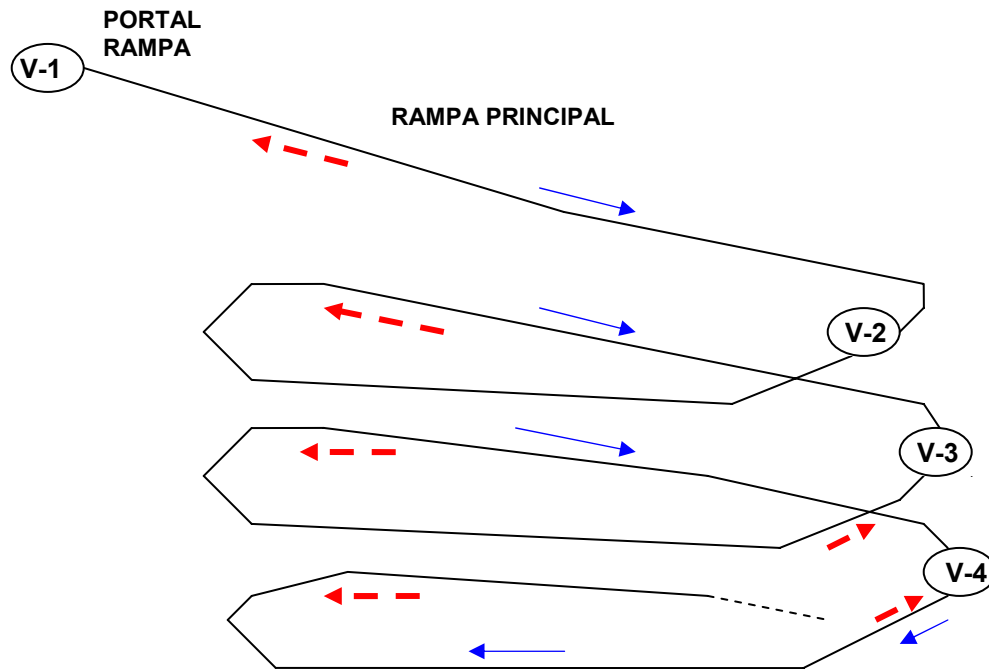
Cada uno de los ventiladores auxiliares, deberá generar el siguiente punto de operación:



$$Q = 41000 \text{ pie}^3/\text{min} ; P_s = 4.0 \text{ Pulg. de Agua}$$

[1]: Tales equipos, deberán ser instalados de manera progresiva según avance el desarrollo de la rampa.

NOTA: Se deberá especificar el punto de operación (Q v/s P_s), único, de cada uno de los 4 (cuatro) ventiladores auxiliares, de tipo axial, requeridos de instalar, de manera tal que, proveedores coticen las unidades ventiladoras (idénticas) -con potencia de motor eléctrico correspondiente- que satisfagan tal punto ; en tal especificación, se deberá incluir la altura geográfica en dónde se instalará dichos equipos.

ESQUEMA: SISTEMA DE VENTILACIÓN AUXILIAR - TIPO ASPIRANTE



-  : AIRE FRESCO ENTRANDO (DESDE SUPERFICIE) POR GALERÍA
-  : AIRE CONTAMINADO SALIENDO (HACIA SUPERFICIE) POR DUCTOS
- V - i** : VENTILADOR AUXILIAR EXTRACTOR (INSTALACIÓN EN SERIE)

{ imprimir }