

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas

Tesis

**Evaluación integral del sistema de ventilación para
proponer alternativa de diseño de ventilación - zona
de profundización U.E.A. Retamas Marsa**

Jesus Rafael Gonzales Egoavil
Luis Alberto Puente Cervantes

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero de Minas

Huancayo, 2021

INDICE DE CONTENIDO

PORTADA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	III
DEDICATORIA.....	IV
INDICE DE CONTENIDO.....	V
INDICE DE TABLAS	VIII
INDICE DE FIGURAS	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	X
INTRODUCCIÓN	XI
CAPITULO I	13
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	13
1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.1.1 PROBLEMA GENERAL.....	14
1.1.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS	14
1.2 OBJETIVOS	15
1.2.1 OBJETIVO GENERAL.....	15
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.3 JUSTIFICACIÓN	15
1.3.1 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	15
1.3.2 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	16
1.4 HIPÓTESIS	16
1.4.1 HIPÓTESIS GENERAL	16
1.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	16
1.5 VARIABLES.....	17
1.5.1 VARIABLE INDEPENDIENTE	17
1.5.2 VARIABLE DEPENDIENTE.....	17
CAPITULO II	18
MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	18
2.2. BASES TEÓRICAS	23
2.2.1. VENTILACIÓN DE MINAS.....	23
2.2.2. OBJETIVOS DE LA VENTILACIÓN EN MINAS SUBTERRÁNEAS	23
2.2.3. COMPOSICIÓN DEL AIRE SECO	24
2.2.4. GASES EN LA MINERÍA	24
2.2.5. TIPOS DE VENTILACIÓN	30
2.2.6. MÉTODOS DE VENTILACIÓN DE MINAS SUBTERRÁNEAS	31
2.2.7. PROGRAMA DE GESTIÓN EN LA VENTILACIÓN DE LA MINA	35
2.2.8. CONSIDERACIONES TÉCNICAS PARA LA VENTILACIÓN DE MINAS SUBTERRÁNEAS.....	37

2.2.9.	DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE AIRE	40
2.2.10.	MEDICIÓN DEL CAUDAL	41
2.2.11.	CLASIFICACIÓN DE GASES	41
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	42
CAPITULO III	.....	44
METODOLOGIA	.....	44
3.1.	MÉTODOS Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN.....	44
3.1.1.	MÉTODO GENERAL.....	44
3.1.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	44
3.1.3.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	44
3.2.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	45
3.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	45
3.3.1.	POBLACIÓN.....	45
3.3.2.	MUESTRA	45
3.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	45
3.4.1.	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	45
3.4.2.	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	45
CAPITULO IV	.....	46
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	.....	46
4.1.	PLAN BASE DEL PROYECTO.....	46
4.1.1.	LEVANTAMIENTO DE VENTILACIÓN.....	47
4.1.2.	EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES.....	51
4.2.	PRESENTACIÓN DE RESULTADO.....	53
4.2.1.	CÁLCULO DE REQUERIMIENTO TOTAL – MINA MARSÁ.....	53
4.2.2.	PLAN BASE DEL PROYECTO A LARGO PLAZO	62
4.2.3.	MODELAMIENTO INTEGRAL Y LA SIMULACIÓN DEL CASO, EN 3D, BAJO EL SOPORTE DEL SOFTWARE VENTSIM DESIGN 5.2.....	71
4.2.4.	OPORTUNIDADES DE MEJORA DE DISEÑO A LARGO PLAZO	80
4.3.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	95
CONCLUSIONES	.....	101
RECOMENDACIONES	.....	103
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	.....	105
ANEXOS	.....	107

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. INSTRUMENTOS DIGITALES TESTO 480.....	47
FIGURA 2. ANÁLISIS DE VELOCIDADES ESTACIONES SECUNDARIAS	51
FIGURA 3. ANÁLISIS DE TEMPERATURA AMBIENTAL A LO LARGO DE RP PATRICK	52
FIGURA 4. DISTRIBUCIÓN DEL REQUERIMIENTO DE AIRE POR EQUIPOS DIÉSEL HP	56
FIGURA 5. RESUMEN INGRESOS VS. SALIDAS DE AIRE	61
FIGURA 6. DISTRIBUCIÓN DEL REQUERIMIENTO DEL AIRE TOTAL	61
FIGURA 7. DISTRIBUCIÓN DEL REQUERIMIENTO DE AIRE POR EQUIPOS DIÉSEL HP	65
FIGURA 8. RESUMEN INGRESOS VS. SALIDAS DE AIRE	70
FIGURA 9. DISTRIBUCIÓN DEL REQUERIMIENTO DEL AIRE TOTAL	70
FIGURA 10. MEDICIÓN DE LA CAÍDA DE PRESIÓN PARA UNA LABOR	72
FIGURA 11. VENTILADORES DE FLUJO FIJO EN EL VENTSIM MARSA	77
FIGURA 12. VISTA DE LAS VELOCIDADES EN VENTSIM MARSA	77
FIGURA 13. HERRAMIENTA ETAPAS EN VENTSIM	78
FIGURA 14. CARACTERIZACIÓN DE VENTILADORES EN LA DATA VENTSIM	79
FIGURA 15. FACTOR DE CHOQUE.....	79
FIGURA 16. TRAZO GLOBAL DE LOS PROYECTOS 2022-2027.	80
FIGURA 17. PROYECCIÓN EJE RC 12.....	81

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. COMPOSICIÓN DEL AIRE SECO.....	24
TABLA 2. EFECTOS FISIOLÓGICOS (CO).....	24
TABLA 3. EFECTOS FISIOLÓGICOS (H2S).....	25
TABLA 4. EFECTOS FISIOLÓGICOS (NO2).....	26
TABLA 5. EFECTOS FISIOLÓGICOS (SO2).....	27
TABLA 6. EFECTOS FISIOLÓGICOS (CO2).....	29
TABLA 7. INGRESOS DE AIRE FRESCO.....	49
TABLA 8. SALIDAS DE AIRE VICIADO.....	50
TABLA 9. CÁLCULO DE LA GRADIENTE GEOTÉRMICA DE LA MINA MARSÁ.....	53
TABLA 10. REQUERIMIENTO DE AIRE POR EQUIPOS PETROLEROS.....	54
TABLA 11. REQUERIMIENTO DE AIRE POR EQUIPOS PETROLEROS.....	55
TABLA 12. CAUDAL REQUERIDO POR TEMPERATURA EN LAS LABORES DE TRABAJO.	56
TABLA 13. REQUERIMIENTO DE AIRE POR CONSUMO DE MADERA.....	57
TABLA 14. CONSUMO DE EXPLOSIVOS KG/MES.....	58
TABLA 15. PARÁMETROS PARA EL CÁLCULO DEL REQUERIMIENTO DE AIRE POR EXPLOSIVOS.....	58
TABLA 16. CAUDAL REQUERIDO DE AIRE POR FUGAS.....	59
TABLA 17. CÁLCULO DE REQUERIMIENTO TOTAL DE AIRE – MARSÁ.....	59
TABLA 18. BALANCE TOTAL DE AIRE – MARSÁ.....	60
TABLA 19. INGRESOS VS. SALIDAS DE AIRE.....	60
TABLA 20. REQUERIMIENTO DE AIRE POR EQUIPOS PETROLEROS.....	63
TABLA 21. REQUERIMIENTO DE AIRE POR EQUIPOS PETROLEROS.....	64
TABLA 22. CAUDAL REQUERIDO POR TEMPERATURA EN LAS LABORES DE TRABAJO.	65
TABLA 23. REQUERIMIENTO DE AIRE POR CONSUMO DE MADERA.....	66
TABLA 24. CONSUMO DE EXPLOSIVOS KG/MES.....	67
TABLA 25. PARÁMETROS PARA EL CÁLCULO DEL REQUERIMIENTO DE AIRE POR EXPLOSIVOS.....	67
TABLA 26. CAUDAL REQUERIDO DE AIRE POR FUGAS.....	68
TABLA 27. CÁLCULO DE REQUERIMIENTO TOTAL DE AIRE – MARSÁ.....	68
TABLA 28. BALANCE TOTAL DE AIRE – MARSÁ.....	69
TABLA 29. INGRESOS VS. SALIDAS DE AIRE.....	70
TABLA 30. DETERMINACIÓN DE FACTOR "K".....	74
TABLA 31. CAÍDA DE PRESIÓN DEL SISTEMA.....	75
TABLA 33. MEDICIÓN EN EL TOPE DE LABOR NV 2570.....	89

RESUMEN

La presente investigación se propuso objetivo general: Efectuar la evaluación integral del sistema de ventilación para proponer alternativa en el diseño de ventilación en la zona de profundización y la hipótesis general fue: De los resultados de la evaluación velocidad del aire, temperatura del ambiente de trabajo, presión barométrica, humedad relativa y las concentraciones de gases, así como las secciones de las labores permitirá proponer alternativa en el diseño de ventilación en la zona de profundización.

El método general de investigación fue el científico, tipo aplicada, nivel explicativo, diseño cuasi experimental, la población estuvo conformada por las labores mineras de la U.E.A. Retamas – MARSA y la muestra conformada por la zona de profundización.

Producto de la investigación se concluye que: Realizado el levantamiento del aforo de aire, se registra un total de un ingreso de 611,678 CFM y una salida de aire de 655,331 CFM, teniéndose un desbalance del caudal de 43,653 CFM lo que representa en un 6.66%; siendo el requerimiento actual de 601,243 CFM, teniendo una cobertura del 102% con un superávit 10,435 CFM, sin embargo se el área de planeamiento se proyecta a largo plazo, donde la unidad minera tendrá problemas de ventilación por lo que es necesario desarrollar una evaluación de ventilación. Al aumentar la producción se incrementa personal: 332 colaboradores representando 58,562 CFM, y vehículos: 2 volquetes modelo FMX 8X4R representando 68,540 CFM, 3 grúas representando 22,305 CFM, 3 camioncitos marca Hyundai y modelo HD 78 representando 20,174 CFM, 9 camionetas representando 80,102 CFM marca Toyota Hilux modelo CN-04.

Palabras claves: Sistema de ventilación, diseño y ventilación.

ABSTRACT

The present investigation had a general objective: To carry out the integral evaluation of the ventilation system to propose an alternative in the ventilation design in the deepening zone and the general hypothesis was: From the results of the evaluation of air velocity, temperature of the work environment, barometric pressure, relative humidity, and gas concentrations, as well as the work sections, will allow us to propose an alternative in the ventilation design in the deepening zone.

The general research method was scientific, applied type, explanatory level, quasi-experimental design, the population was made up of the mining work of the U.E.A. Retamas - MARSA and the sample made up of the deepening zone.

As a result of the investigation, it is concluded that: Once the air capacity was raised, a total of an entry of 611,678 CFM and an air outlet of 655,331 CFM was recorded, having an unbalance of the flow of 43,653 CFM which represents 6.66% ; being the current requirement of 601,243 CFM, having a coverage of 102% with a surplus 10,435 CFM, however the planning area is projected in the long term, where the mining unit will have ventilation problems so it is necessary to develop an evaluation of ventilation. As production increases, staff increases: 332 employees representing 58,562 CFM, and vehicles: 2 FMX 8X4R model dump trucks representing 68,540 CFM, 3 cranes representing 22,305 CFM, 3 Hyundai brand trucks and HD 78 models representing 20,174 CFM, 9 trucks representing 80,102 CFM brand Toyota Hilux model CN-04.

Keywords: Ventilation system, design and ventilation.