

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA MÍNERA Y
METALÚRGICA



VENTILACIÓN EN LA UNIDAD MINERA
DE UCHUCCHACUA

INFORME DE INGENIERIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE :
INGENIERO DE MINAS

PRESENTADO POR :

HELI BENJAMÍN SÁNCHEZ AREVALO

LIMA - PERU
2004

INDICE

	Pág.
INTRODUCCION	2
CAPITULO I	
1.1 GEOLOGÍA Y METODO DE EXPLOTACIÓN	3
1.2 UBICACIÓN Y ACCESO DEL LUGAR	4
CAPITULO II	
2.1 PLANEAMIENTO DEL SISTEMA DE VENTILACION	6
2.2 DETERMINACION DE LOS REQUERIMIENTOS DE VENTILACION	7
2.2.1 LEGISLACIÓN MINERA	7
2.2.2 REQUERIMIENTOS DE VENTILACIÓN	8
2.2.3 REQUERIMIENTO TOTAL DE AIRE PARA PERSONAL	8
2.2.4 REQUERIMIENTO TOTAL DE AIRE POR EMPLEO DE EQUIPOS DIESEL	9
2.2.5 REQUERIMIENTO DE LA MINA SOCORRO	9
2.2.6 REQUERIMIENTO DE LA MINA CARMEN	10
CAPITULO III	
3.1 VENTILACIÓN PRIMARIA	12
3.2 VENTSIM	15
3.2.1 COMENTARIOS	38
3.3 VENTILACIÓN SECUNDARIA	39
3.3.1 FORMULA DE ATKINSON	39
3.3.2 CALCULO DEL FACTOR DE FRICCIÓN (K)	39
3.3.3 CALCULO DE LA RESISTENCIA (R)	40
3.3.4 CALCULO DEL PODER DE AIRE	40
3.3.5 CALCULO DE ENERGÍA PRINCIPAL	40
3.3.6 COSTO DE VENTILACIÓN	41
CONCLUSIONES	43
RECOMENDACIONES	44
BIBLIOGRAFÍA	45

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado unos buenos padres, a ellos por haberme educado y enseñado los valores de la vida; a mi Alma Mater La Universidad Nacional de Ingeniería, en la que aprendí y me dio las herramientas para emprender mi vida profesional como Ingeniero de Minas; a la empresa que me afilio y me dio la oportunidad de emprender esta profesión la CIA de Minas Buenaventura S.A.A. y a las personas que más amo a mi Esposa e Hija.

INTRODUCCION

La unidad Minera de Uchucchacua de la compañía de Minas Buenaventura S.A.A. busca desarrollar ahorros en costos de operación en la ventilación brindando un ambiente seguro, saludable y cómodo. Mediante un sistema de ventilación para lo cual se utiliza la formula de Atkinson y un programa de ventilación (Ventsim) el cual simula los flujos y caudales de la mina.

Los resultados obtenidos en Uchucchacua, fueron la reducción de cinco ventiladores principales, cuyo costo de operación era de 22.93 \$/hora, a dos ventiladores cuyo costo de operación actual es de 10.38 \$/hora.

Este resultado obtenido es mantenido mediante un continuo seguimiento del direccionamiento de flujos de aire hacia lugares de operación con la instalación de puertas y tapones.

El presente trabajo tiene por finalidad transmitir a Uds., las consideraciones y bondades del Programa informático utilizado y el calculo y definición de los principales parámetros que intervienen en la Ventilación Secundaria en minas subterráneas.

En primer lugar se hace una breve referencia del contexto donde se desarrollo el presente trabajo, enseguida se describe las labores de **planeamiento de ventilación** en que se incurrieron y los objetivos que se persiguen con la instalación del nuevo sistema. Más adelante se describe el calculo de los requerimientos de aire fresco de la mina, usando los dispositivos de la Ley General de Minería, para continuar con la determinación del Sistema de **Ventilación Primaria** a través de la simulación de alternativas con el uso del Ventsim, para finalmente consignar el método utilizado para la implementación de la **Ventilación secundaria** en los lugares donde las labores así lo requieran.

CAPITULO I

1.1 GEOLOGÍA y METODO DE EXPLOTACIÓN

Uchucchacua es un yacimiento de plata, explotado desde la época virreynal. A inicios de 1960, la Cia. Minera Buenaventura inicio trabajos de prospección en la zona.

Uchucchacua es un deposito hidrotermal epigenetico del tipo de relleno de fracturas (vetas). La mineralización económica comercial es básicamente de plata, extrayéndose como subproducto zinc, obteniéndose además una serie de minerales de ganga, muchos de ellos de rara naturaleza.

De 1969 a 1973, Buenaventura instalo una planta piloto que en principio realizo el tratamiento de minerales de las Minas Socorro y Carmen.

Ante los resultados obtenidos, se procedió a instalar una Planta Industrial de Tratamiento en 1975, dicha planta en la actualidad cuenta con una capacidad de tratamiento de 2200 T.C./ dia.

La mina Uchucchacua opera dos áreas de producción de mina: la Zona Socorro en el norte y la Zona Carmen en el Sur y una tercera zona de exploración y preparación llamada Huantajalla.

El sistema de explotación se realiza con dos tipos de tajeos: sistema de Corte y Relleno Mecanizado (Cut & Fill) y Hundimiento por Subniveles (Sub Level Stoping).

El mineral extraído es acarreado a través de camiones de bajo perfil y locomotoras eléctricas hacia el Pique Principal y transportado desde el nivel 4450 a la planta por locomotoras eléctricas.

La minería en Uchucchacua es una combinación de minería convencional (Jackleg/Stoper, , Winches, Palas Neumaticas, Rieles de Acarreo) y minería sin rieles y equipos diesel. (Jumbos elctrohdraulicos, Scoop eléctricos y diesel y Camiones de bajo perfil).

El personal de la mina es compartido entre las contratatas y la compañía, razón por la cual para los propósitos de ventilación serán consideradas como una sola razón social.

1.2 UBICACIÓN Y ACCESO DEL LUGAR

La mina se sitúa en la vertiente occidental de los Andes, correspondiente al distrito y provincia de Oyón del Departamento de Lima. Se ubica alrededor de las siguientes coordenadas.

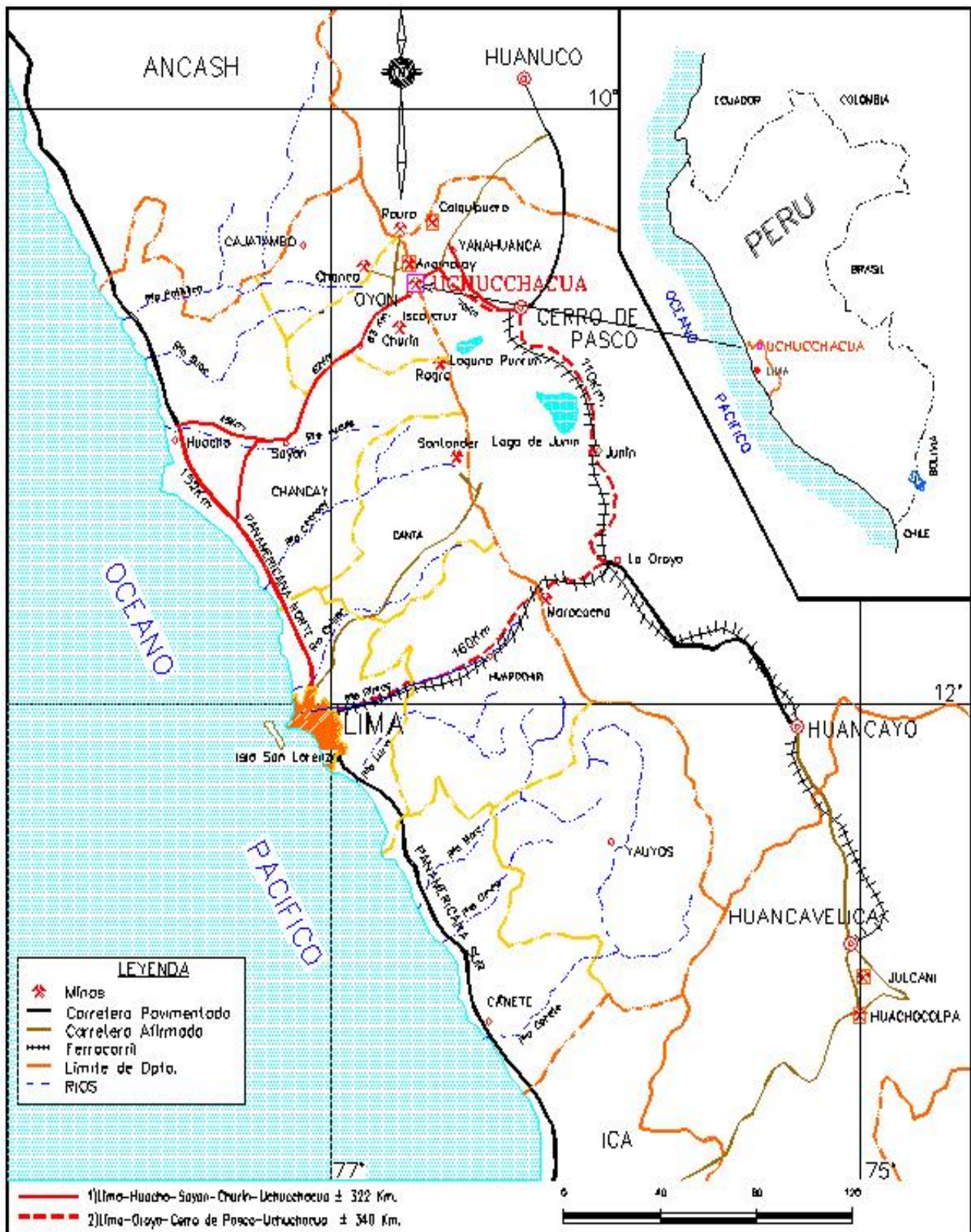
10° 36' 34" Latitud Sur.

76°50' 56" Longitud Oeste.

La altura en que se encuentra la mina esta entre los 4300 a 5000 m.s.n.m. Se encuentra aproximadamente a 180 Km. En línea recta al NE. De la ciudad de Lima.

Existen dos vías de acceso, la principal lo constituye en primer termino el tramo asfaltado Lima - Huacho de 152 Km Huacho - Sayan de 45 Km. Posteriormente un tramo afirmado de Sayan - Churin de 62 Km y Churin - Uchucchacua de 63 Km totalizando 322 Km. Otro acceso menos frecuentado es Lima – Oroya - Cerro de Pasco - Uchucchacua.

PLANO DE UBICACION



CAPITULO II

2.1 PLANEAMIENTO DEL SISTEMA DE VENTILACION

Basados en el principio de que el planeamiento de ventilación de una mina deberá ser necesariamente compatible y en armonía con el método de explotación utilizado, se determino dividir la operación de ventilación en dos secciones cada una con su sistema de ventilación independiente, procediéndose a las labores de diseño de acuerdo al siguiente esquema:

- a) Calculo del Volumen Total de Aire requerido en la mina
- b) La selección del Ventilador (o ventiladores) requerido(s) para lograr el flujo de aire calculado.
- c) Importación del Autocad de los datos estructurales de la mina en estudio al programa Ventsim.
- d) Determinación del Sistema de Ventilación Primaria a través de la simulación de alternativas con el uso del Programa Ventsim.
- e) Seguimiento a través de un monitoreo continuo al sistema de ventilación Primaria.
- f) Calculo de los parámetros necesarios para la implementación del Sistema de Ventilación Secundaria.
- g) Seguimiento a través de un monitoreo continuo al sistema de ventilación secundaria.
- h) Calculo del costo de ventilación.

Las reglas establecidas para realizar este trabajo de acuerdo a las particularidades de la operación de la mina Uchucchacua nos ayudo a hacer un mejor planeamiento del sistema de ventilación.

2.2 DETERMINACION DE LOS REQUERIMIENTOS DE VENTILACION

En el Texto Unico Ordenado de la Ley General de Minería, existen varios artículos legislativos los cuales detallan los requerimientos para el control de varios agentes químicos y físicos encontrados en el desarrollo de operaciones de extracción minera. Estos artículos legislativos están actualmente bajo revisión del gobierno Peruano.

2.2.1 LEGISLACION MINERA

Existen dos secciones de la Legislación Minera Peruana, en la cual se decreta la cantidad de aire requerida en una operación de mina subterránea. La Legislación especifica rangos de diluciones requeridas para los equipos diesel utilizados en las minas subterráneas y la cantidad de aire fresco por trabajador.

Específicamente, el sub capítulo 3, artículo 204 del Reglamento de Seguridad e Higiene minera proporciona los requerimientos para los trabajadores y equipo diesel.

En aplicación de la Legislación minera mencionada anteriormente, para la Mina Uchucchacua, el requerimiento mínimo de aire necesario por hombre será de tres (3) metros cúbicos por minuto; incrementándose dicho valor por su ubicación sobre los 4000 metros en un 100%, siendo el valor final de aire mínimo requerido de seis (6) metros cúbicos por minuto.

En el caso de emplearse equipo diesel, la cantidad de aire circulante no será menor de tres metros (3) cúbicos por minuto por cada HP que desarrollen los equipos.

En ningún caso la velocidad del aire será menor de veinte metros (20) por minuto ni superior a doscientos cincuenta (250) metros por minuto en las labores de explotación incluido las de desarrollo, preparación y en general en todo lugar donde haya personal realizando faenas de trabajo.

Cuando se emplee explosivo ANFO u otros agentes de voladura, la velocidad del aire no será menor de veinticinco (25) metros por minuto.

Cuando la ventilación natural no fuera capaz de cumplir con los artículos precedentes, deberá emplearse ventilación mecánica, instalando ya sea ventiladores principales, secundarios o auxiliares, según las necesidades.

En el Artículo 86 especifica los limite máximos permisibles de los agentes químicos medidos en el punto de emisión, de acuerdo a los siguientes valores:

Polvo no respirable	10 mg/m ³ .
Polvo respirable	3 mg/m ³ .
Oxígeno O ₂	mínimo 19.5%.
Dióxido de carbono CO ₂	máximo 9000 mg/m ³ ó 5000 p. p. m.
Monóxido de Carbono CO	máximo 29 mg/m ³ ó 25 p. p. m.
Metano NH ₄	máximo 5000 p. p. m.
Sulfuro de Hidrógeno H ₂ S	máximo 14 mg/ m ³ ó 25 p. p. m.
Gases Nitrosos NO _x	máximo 07 mg/m ³ ó 5 p. p. m.
Anhídrido Sulfuroso SO ₂	máximo 5 p. p. m.
Aldehídos	máximo 5 p. p. m.
Hidrógeno H	máximo 5000 p. p. m.
Ozono	máximo 0.1 p. p. m.

Los requerimientos de aire y el control de polvos y agentes químicos del presente trabajo se han calculado siguiendo las pautas indicadas anteriormente, teniendo en cuenta además de la Legislación minera vigente, la experiencia del ejecutante en la ejecución de labores de Ventilación, la disponibilidad del equipo en Mina y los conceptos de Costo – Beneficio.

2.2.2 REQUERIMIENTOS DE VENTILACION

La unidad de producción, Uchucchacua opera dos áreas; la mina Socorro y la mina Carmen en las cuales se encuentra el mayor desplazamiento de equipos y personas, para los propósitos de la ventilación estas áreas serán consideradas como una. La minería en Uchucchacua es una combinación de minería en rieles convencional y minería sin rieles utilizando equipos diesel.

2.2.3 REQUERIMIENTO TOTAL DE AIRE PARA PERSONAL

Compañía	87
Contratas	150
Total/Guardia	237

Siendo el caudal requerido por persona de 6 m³/min-h gdia, entonces se multiplicara a 237 personas por 6 m³/min-h gdia, obteniendo un requerimiento de 1422 m³/min de aire la cual convertido a CFM nos da **50216 CFM**.

2.2.4 REQUERIMIENTO TOTAL DE AIRE POR EMPLEO DE EQUIPOS DIESEL

2 Scoop de 3.5 yd3	364 HP
1 Scoop de 2.2 yd3	137 HP
4 Jumbos	212 HP
2 Camiones de bajo perfil	395 HP
1 Tractor	200 HP
1 Bot Cat	54 HP
2 Camiones	160 HP
5 Camionetas	400 HP
Total de HP/gdia	1922 HP

Siendo el caudal requerido por HP de 3 m³/min-HP, se multiplica 1922 HP por 3 m³/min-HP obteniendo un requerimiento 5764.5 m³/min de aire el cual convertido a CFM nos da como resultado **203,567.5 CFM**.

Siendo la suma del requerimiento por personal de **50,216 CFM** más el requerimiento por uso de equipo diesel de **203,567.5 CFM** nos da un total de **253,784 CFM** que se requieren para ventilar el ambiente total de la mina.

Basándose en este calculo, se instalaron 2 ventiladores cuya capacidad instalada es de 150 HP (100,000 CFM) ubicado en la mina Socorro y otro de 220 HP (200,000 CFM) ubicado en la mina Carmen.

2.2.5 REQUERIMIENTO DE AIRE EN LA MINA SOCORRO

1.- Personal total por guardia 48

Siendo el caudal requerido por persona de 6 m³/min-h gdia, se multiplica 48 personas por 6 m³/min-h gdia resultando un requerimiento de 288 m³/min de aire la cual convertido en CFM nos da por resultado **10,170.43 CFM**.

2.- Equipo utilizado por guardia en HP.

Un camión de bajo perfil	197.5 HP
Un Scoop de 3.5 Yd ³	192.0 HP
Un Jumbo	53.0 HP
Dos camionetas	160.0 HP
Dos camiones	160.0 HP
Total de HP / guardia	762.5 HP

Siendo el caudal requerido por HP de 3 m³/min-HP, se multiplica 762.5 HP por 3 m³/min-HP obteniendo un requerimiento de 2287.5 m³/min de aire el cual convertido a CFM nos da como resultado **80,780.78 CFM.**

Siendo el requerimiento total, la suma del requerimiento por personal **10,170.43 CFM** más el requerimiento por uso de equipo diesel de **80,780.78 CFM** obtenemos un total de **90,951.21 CFM.** que se requieren en la mina Socorro.

2.2.6 REQUERIMIENTO DE AIRE EN LA MINA CARMEN

1.- Personal total por guardia 189

Siendo el caudal requerido por persona de 6 m³/min-h gdia, se multiplica 189 personas por 6 m³/min-h gdia resultando un requerimiento de 1134 m³/min de aire los cuales convertidos a CFM nos dan como resultado **40,046.38 CFM.**

2.- Equipo utilizado por guardia en HP.

1 Scoop de 3.5 yd ³	172 HP
1 Scoop de 2.2 yd ³	137 HP
3 Jumbos	159 HP
1 Camiones de bajo perfil	97.5 HP
1 Tractor	200 HP
1 Bot Cat	54 HP
3 Camionetas	240 HP
Total de HP/gdia	1160 HP

Siendo el caudal requerido por HP de $3 \text{ m}^3/\text{min-HP}$, se multiplica 1160 HP por $3 \text{ m}^3/\text{min-HP}$ obteniendo un requerimiento $3480 \text{ m}^3/\text{min}$ de aire el cual convertido en CFM nos da como resultado **122,892.72 CFM**.

Siendo el requerimiento total, la suma del requerimiento por personal **40,046.38 CFM** más el requerimiento por uso de equipo diesel **122,892.72 CFM** obtenemos un total de **162,939.1 CFM**. que se requiere en la mina Carmen.

CAPITULO III

3.1 VENTILACION PRIMARIA

Para iniciar la ventilación primaria de la mina, primero se tuvo que calcular el requerimiento de aire por numero de personas y uso de equipo diesel, de acuerdo a las regulaciones vigentes establecidos por el Reglamento de Seguridad e Higiene Minera.

Según el requerimiento para la mina Socorro y considerando la disponibilidad en almacén de mina, se procedió a escoger un ventilador cuyas características son: De 150 HP, 100000 CFM. Y para la mina Carmen tomando en cuenta las mismas consideraciones, se procedió a escoger un ventilador con las siguientes características: De 200 HP, 200,000 CFM.

Estos ventiladores están ubicados a los extremos de la mina Uchuchacua uno en la mina Socorro el cual ventila por el Raise Boring 27 y 28. El otro esta ubicado en el Nv. 360 del Túnel Huantajalla el cual ventila el aire viciado de la mina Carmen.

Dentro de lo que es ventilación principal se direcciona el aire limpio hacia las zonas de mayor operación mediante taponos para evitar la recirculación; mejorándose así la eficiencia de la ventilación principal..

Con respecto a los logros obtenidos con el nuevo sistema de ventilación de la mina Uchucchacua, cabe mencionar la reducción del uso de 5 a 2 ventiladores, logrando una mayor eficiencia y un ahorro sustancial en el costo de energía por hora, la cual se redujo de un consumo de 22.93 \$/hora a 10.38 \$/hora, dichos resultados se muestran a continuación en las respectivas Tablas comparativas del calculo del costo de la energía año tras año, desde el año 2001 en que se inicia la implementación del nuevo sistema de ventilación de la mina:

COMPARACION DE COSTOS EN EL SISTEMA DE VENTILACION

COSTO DEL SISTEMA DE VENTILACION MARZO 2001

N.V.	MINA	LABOR	MARCA	H.P	CFM	KW	Costo de energia \$/kw-h	COSTO \$/hr	COSTO \$/Dia	COSTO \$/Mes	OBSERVACION
550	Supf.	RB 20	JOY	150	90000	112	0.0508	5.68	136.43	4092.85	Extractor de humo Rpa. 760
450	Socorro	CH 760-2	DELCROSA	90	70000	67	0.0508	3.41	81.86	2455.71	Extractor de humo Rpa. 760
450	Carmen	CH 585	DELCROSA	150	100000	112	0.0508	5.68	136.43	4092.85	Extractor de humo Rpa. 760
450	Carmen	CX 828 RB 18	DELCROSA	125	80000	93	0.0508	4.74	113.69	3410.71	Extractor de humo Rpa. 760
450	Carmen	RB 25	DELCROSA	90	70000	67	0.0508	3.41	81.86	2455.71	Injector de aire N v. 180
TOTAL				605	410000			22.93	550.26	16507.65	Costo de consumo en 1 hora de 5 ventiladores

Costo de energia
 0.066 \$/kw-h* 0.2 0.0132 \$/kw-h (Costo en hora punta)
 0.047 \$/kw-h* 0.8 0.0376 \$/kw-h (Costo en hora normal)
Costo de energia /Kw-h
 0.0508 \$/kw-h

Nota: El costo de energia en el año 2001 es:
 0.066 \$/kw-h, en hora punta.
 0.047 \$/kw-h, en hora normal.
 0.20 Factor de costo en hora punta.
 0.80 Factor de costo en hora normal.

COSTO DEL SISTEMA DE VENTILACION ABRIL 2002

N.V.	MINA	LABOR	MARCA	H.P	CFM	KW	Costo de energia \$/kw-h	COSTO \$/hr	COSTO \$/Dia	COSTO \$/Mes	OBSERVACION
500	Supf.	RPA. 760	JOY	220	200000	164	0.0424	6.96	167.01	5010.26	Extractor de humo Rpa. 760
450	Carmen	R B. 25	DELCROSA	90	70000	67	0.0424	2.85	68.32	2049.65	Injecta aire del N v 450 al 180 y120
180	Socorro	CH 585	DELCROSA	125	75000	93	0.0424	3.95	94.89	2846.74	Extractor de humo N v. 180
TOTAL				435	345000			13.76	330.22	9906.64	Costo de consumo en 1 hora de 3 ventiladores

Costo de energia
 0.060 \$/kw-h* 0.2 0.012 \$/kw-h (Costo en hora punta)
 0.038 \$/kw-h* 0.8 0.0304 \$/kw-h (Costo en hora normal)
Costo de energia /Kw-h
 0.0424 \$/kw-h

Nota: El costo de energia en el año 2002 es:
 0.060 \$/kw-h, en hora punta.
 0.038 \$/kw-h, en hora normal.
 0.20 Factor de costo en hora punta.
 0.80 Factor de costo en hora normal.

COSTO DEL SISTEMA DE VENTILACION JUNIO 2002

N.V.	MINA	LABOR	MARCA	H.P	CFM	KW	Costo de energia \$/kw-h	COSTO \$/hr	COSTO \$/Dia	COSTO \$/Mes	OBSERVACION
450	Socorro	RB 27,28	DELCROSA	150	100000	112	0.0376	4.21	100.98	3029.36	Extractor de humo N v180 y 120
450	Carmen	R B. 25	DELCROSA	90	70000	67	0.0376	2.52	60.59	1817.61	Injecta aire del N v 450 al 180 y120
180	Socorro	CH 585	DELCROSA	125	75000	93	0.0376	3.51	84.15	2524.46	Extractor de humo N v. 180
TOTAL				365	245000			10.24	245.71	7371.43	Costo de consumo en 1 hora de 3 ventiladores

Costo de energia
 0.060 \$/kw-h* 0.2 0.012 \$/kw-h (Costo en hora punta)
 0.032 \$/kw-h* 0.8 0.0256 \$/kw-h (Costo en hora normal)
Costo de energia /Kw-h
 0.0376 \$/kw-h

Nota: El costo de energia en el año 2002 es:
 0.060 \$/kw-h, en hora punta.
 0.032 \$/kw-h, en hora normal.
 0.20 Factor de costo en hora punta.
 0.80 Factor de costo en hora normal.

COSTO DEL SISTEMA DE VENTILACION JULIO 2002

N.V.	MINA	LABOR	MARCA	H.P	CFM	KW	Costo de energia \$/kw-h	COSTO \$/hr	COSTO \$/Dia	COSTO \$/Mes	OBSERVACION
450	Socorro	RB 27,28	DELCROSA	150	100000	112	0.0376	4.21	100.98	3029.36	Extractor de humo N v180 y 120 Socorro
500	Socorro	SUPERFICIE	JOY	220	200000	164	0.0376	6.17	148.10	4443.06	Extractor de humo Rampa Fernando 760
180	Socorro	CH 585	DELCROSA	125	75000	93	0.0376	3.51	84.15	2524.46	Extractor de humo N v. 180 Carmen
550	Carmen	R B. 20	DELCROSA	150	100000	112	0.0376	4.21	100.98	3029.36	Extractor de humo Rampa Fernando 760
TOTAL				645	475000			18.09	434.21	13026.23	Costo de consumo en 1 hora de 4 ventiladoras

Costo de energia
 0.060 \$/kw-h* 0.2 0.012 \$/kw-h (Costo en hora punta)
 0.032 \$/kw-h* 0.8 0.0256 \$/kw-h (Costo en hora normal)
Costo de energia /Kw-h
 0.0376 \$/kw-h

Nota: El costo de energia en el año 2002 es:
 0.060 \$/kw-h, en hora punta.
 0.032 \$/kw-h, en hora normal.
 0.20 Factor de costo en hora punta.
 0.80 Factor de costo en hora normal.

COSTO DEL SISTEMA DE VENTILACION MARZO 2003

N.V.	MINA	LABOR	MARCA	H.P	CFM	KW	Costo de energia \$/kw-h	COSTO \$/hr	COSTO \$/Dia	COSTO \$/Mes	OBSERVACION
450	Socorro	RB 27,28	DELCROSA	150	100000	112	0.0376	4.21	100.98	3029.36	Extractor de humo N v180 y 120 Socorro
360	Carmen	R. CL 911	JOY	220	200000	164	0.0376	6.17	148.10	4443.06	Extractor de humo N v 120 Carmen
180	Socorro	CH 585	DELCROSA	125	75000	93	0.0376	3.51	84.15	2524.46	Extractor de humo N v. 180 Carmen
TOTAL				495	375000			13.88	333.23	9996.88	Costo de consumo en 1 hora de 3 ventiladoras

Costo de energia
 0.060 \$/kw-h* 0.2 0.012 \$/kw-h (Costo en hora punta)
 0.032 \$/kw-h* 0.8 0.0256 \$/kw-h (Costo en hora normal)
Costo de energia /Kw-h
 0.0376 \$/kw-h

Nota: El costo de energia en el año 2003 es:
 0.060 \$/kw-h, en hora punta.
 0.032 \$/kw-h, en hora normal.
 0.20 Factor de costo en hora punta.
 0.80 Factor de costo en hora normal.

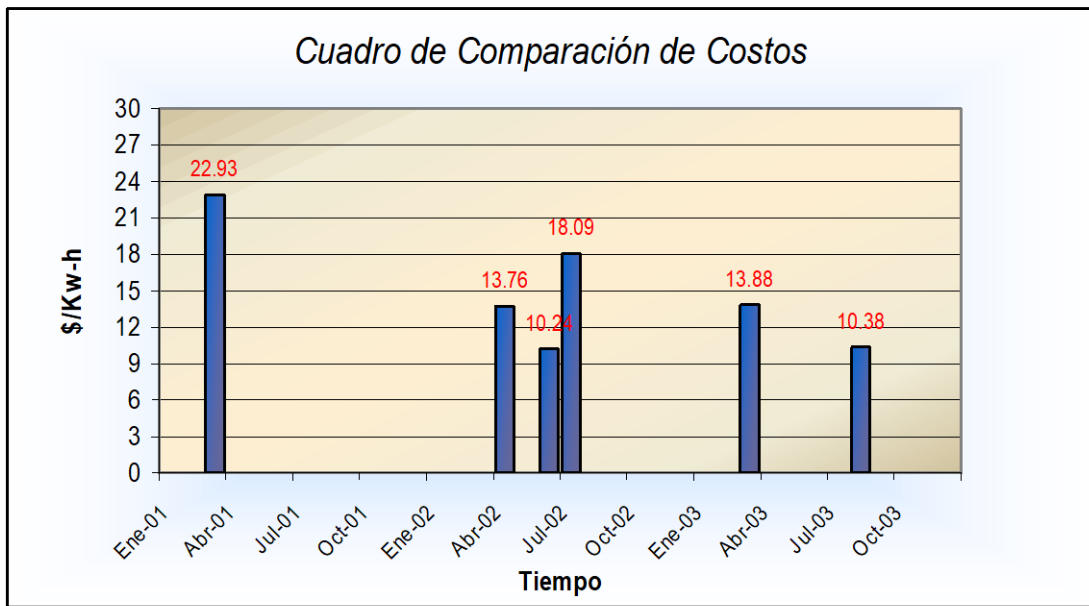
COSTO DEL SISTEMA DE VENTILACION AGOSTO (PROYECTO) 2003

N.V.	MINA	LABOR	MARCA	H.P	CFM	KW	Costo de energia \$/kw-h	COSTO \$/hr	COSTO \$/Dia	COSTO \$/Mes	OBSERVACION
450	Socorro	RB 27,28	DELCROSA	150	100000	112	0.0376	4.21	100.98	3029.36	Extractor de humo N v180 y 120 Socorro
360	Carmen	R. CL 911	JOY	220	200000	164	0.0376	6.17	148.10	4443.06	Extractor de humo N v 120 Carmen
TOTAL				370	300000			10.38	249.08	7472.41	Costo de consumo en 1 hora de 3 ventiladoras

Costo de energia
 0.060 \$/kw-h* 0.2 0.012 \$/kw-h (Costo en hora punta)
 0.032 \$/kw-h* 0.8 0.0256 \$/kw-h (Costo en hora normal)
Costo de energia /Kw-h
 0.0376 \$/kw-h

Nota: El costo de energia en el año 2003 es:
 0.060 \$/kw-h, en hora punta.
 0.032 \$/kw-h, en hora normal.
 0.20 Factor de costo en hora punta.
 0.80 Factor de costo en hora normal.

Tiempo	COSTO \$/hr
Mar-01	22.93
Abr-02	13.76
Jun-02	10.24
Jul-02	18.09
Mar-03	13.88
Ago-03	10.38



3.2 VENTSIM

Es un programa que permite simular el sistema de ventilación de la mina el cual nos da ventajas y nos permite diseñar en donde instalar ventiladores, puertas, tapones y reguladores. Para trabajar con el programa de ventilación, el encargado deberá conocer bien la mina en la que labora, a fin de alimentar al programa con datos reales y solo así lograr una simulación ajustada a la realidad.

Este programa consta de una barra de menú en la parte superior de la pantalla y en la parte izquierda se encuentra la barra de herramientas la cual nos servirá para ingresar los datos en el programa. Para ello voy a explicar la barra de herramientas:

Primera herramienta.- Con el botón izquierdo del Mouse se agranda la imagen, con el botón derecho permite disminuir la imagen y si se mantiene el botón derecho apretado se puede mover la imagen de un lugar a otro.

Segunda herramienta.- Apretando el botón izquierdo del Mouse en esta herramienta nos permite centrar la imagen.

Tercera herramienta.- Apretando el botón izquierdo del Mouse en esta herramienta nos permite dibujar en forma lineal la estructura de la mina Galerías, cruceros, chimeneas, etc.

Cuarta herramienta.- Apretando el botón izquierdo del Mouse en esta herramienta nos permite borrar puntos y líneas o un grupo de ellos.

Quinta herramienta.- Apretando el botón izquierdo del Mouse en esta herramienta nos permite mover un punto de un lugar a otro y con el botón derecho se ubica las coordenadas a su vez donde se quiere mover el punto.

Sexta herramienta.- Apretando el botón izquierdo del Mouse en esta herramienta se puede insertar un nudo a lo largo de una línea.

Séptima herramienta.- Apretando el botón izquierdo del Mouse en esta herramienta se invierte el flujo de aire.

Octava herramienta.- Apretando el botón izquierdo del Mouse en esta herramienta sirve para escribir el nombre de la labor a indicar y con el botón derecho del Mouse se borra lo escrito.

Novena herramienta.- Apretando el botón izquierdo del Mouse en esta herramienta se escoge el tipo de ventilador a instalar.

Décima herramienta.- Apretando el botón izquierdo del Mouse en esta herramienta nos da la información del flujo de aire y características del ramal o brazo.

Onceava herramienta.- Apretando el botón izquierdo del Mouse en esta herramienta se puede editar las características de la labor (siendo esta una de las más importantes)

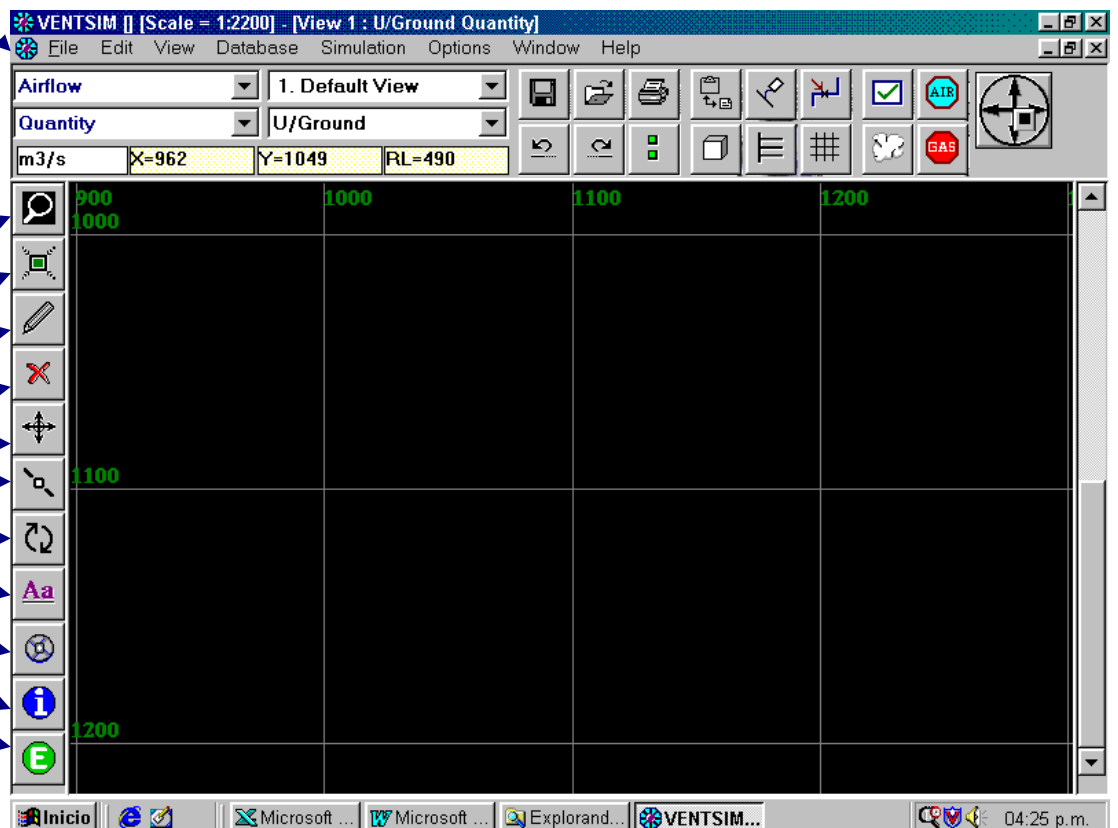
Como es sabido la **Barra de Menú**, consta de:

- File (Archivo).
- Edit (Editar).
- View (Ver)
- Data base (Base de datos).
- Simulation (simulación).
- Options (Opciones)
- Window (Ventana).
- Help (Ayuda).

Barra de Menú

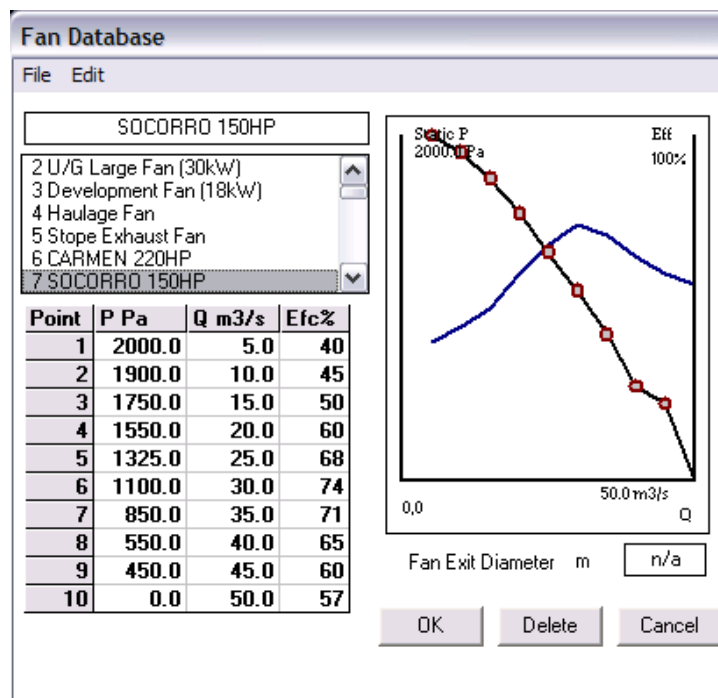
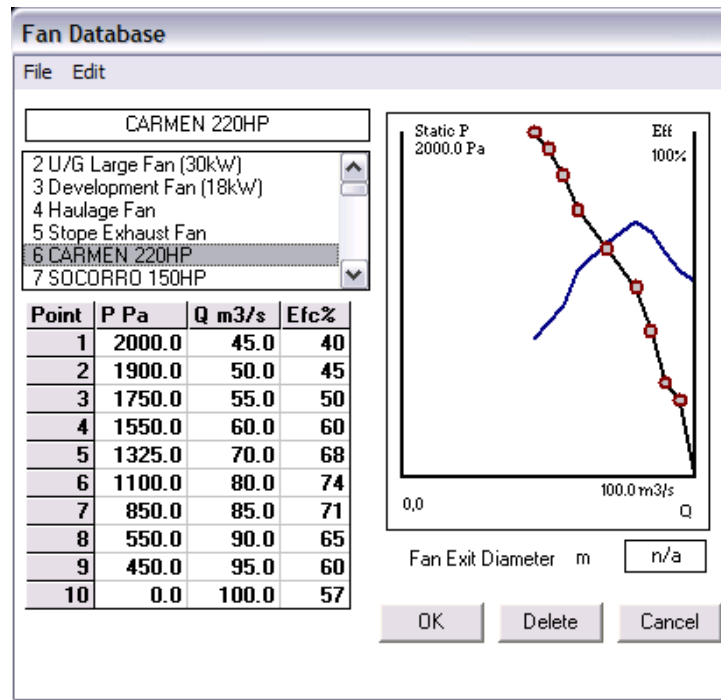
Herramientas

- Primera
- Segunda
- Tercera
- Cuarta
- Quinta
- Sexta
- Séptima
- Octava
- Novena
- Décima
- Onceava

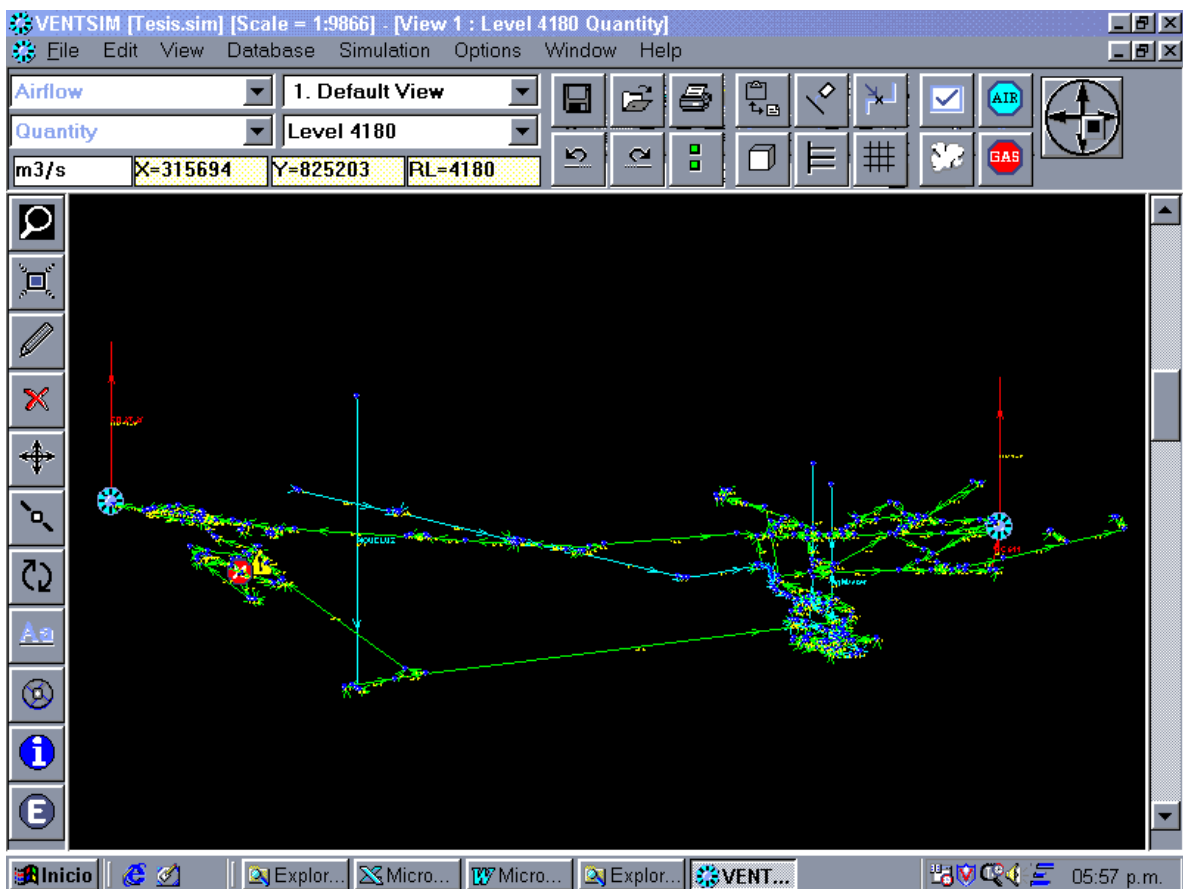


Para una mejor comprensión con respecto al programa Ventsim se muestra un ejemplo de la mina Uchucchacua de los niveles 120 y 180 antes y después de la comunicación del túnel Patón, para ingresar datos a la base de datos se puede hacer mediante importación del Auto Cad ó Excel, También alimentando en forma directa a Air Data y también en forma gráfica el ejemplo a mostrar fue importado del Auto Cad al Ventsim:

Datos de los Ventiladores



Simulación de flujos antes de la comunicación del Túnel Patón



No.	Nombre	Inicio	Fin	Longitud	Caudal	Pérdida de Presión	Resistencia	K-Factor	Ventilador	F Pres	Alto	Ancho	Comentarios	X1	Y1	Z1	X2	Y2	Z2
201				21	0	0	0.00431	0.01			3	3		316636	826086	4120	316631	826711	4120
202				31	18.9	6.6	0.01847	0.01			2.4	2.4		316636	826086	4120	316627	826708	4092
203				26	5	0	0.00034	0.0083			5	5		316613	826672	4120	316607	826698	4120
204				33	13.9	1.2	0.00629	0.01			3	3		316613	826672	4120	316636	826696	4120
205				20	1	10.6	10.00137*	0.01			4	3.5	StDor	316613	826672	4120	316627	826638	4117
206				4	0	0	0.0001	0.0083			5	5		316067	826265	4120	316063	826263	4120
207				17	0	0	0.0037	0.01			3	3		316063	826263	4120	316079	826256	4120
208				15	0	0	0.00021	0.0083			5	5		316079	826256	4120	316067	826265	4120
209				79	24.1	8.1	0.01393	0.01			3	3		316079	826256	4120	316141	826206	4120
210				12	24.1	0.1	0.00019	0.0083			5	5		316071	826246	4120	316079	826256	4120
211				16	0	0	0.00023	0.0083			5	5		316071	826246	4120	316039	826233	4120
212				2	0	0	0.00008	0.0083			5	5		316039	826233	4120	316061	826234	4120
213				15	0	0	0.00022	0.0083			5	5		316061	826234	4120	316071	826246	4120
214				620	20	34.1	0.08351	0.0083			3	3		316196	826212	4120	316613	826672	4120
215				55	13.2	1.4	0.00824	0.0083			3	3		316141	826206	4120	316196	826212	4120
216				59	10.9	1.1	0.00886	0.0083			3	3		316141	826206	4120	316188	826169	4120
217				43	6.8	0.4	0.00802	0.01			3	3		316188	826169	4120	316196	826212	4120
218				762	4.1	2.2	0.12632	0.01			3	3		316188	826169	4120	316736	825639	4120
219				11	0	0	0.00017	0.0083			5	5		317202	826107	4120	317207	826097	4120
220				31	0	0	0.00393	0.01			3	3		317251	826106	4120	317202	826107	4120
221				17	0	0	0.00362	0.01			3	3		317236	826098	4120	317251	826106	4120
222				1	0	0	0.00006	0.0083			5	5		317207	826097	4120	317266	826097	4120
223				10	0	0	0.0026	0.01			3	3		317266	826097	4120	317202	826107	4120
224				93	0	0	0.01619	0.01			3	3		317228	826005	4120	317236	826098	4120
225				365	0	0	0.66998	0.01			3	3		316904	825836	4120	317228	826005	4120
226				57	30.5	9.5	0.01025	0.01			3	3		316904	825836	4120	316945	825796	4120
227				31	30.5	5.6	0.02598	0.01			3	3		316876	825822	4120	316904	825836	4120
228				55	11	1.2	0.00999	0.01			3	3		316945	825796	4120	316997	825776	4120
229				149	19.5	9.7	0.02541	0.01			3	3		316945	825796	4120	317011	825662	4120
230				191	11	3.9	0.02227	0.01			3	3		316997	825776	4120	317187	825756	4120
231				104	11	2.2	0.01794	0.01			3	3		317187	825756	4120	317130	825669	4120
232				15	13.2	0.2	0.00131	0.0083			3.5	3.5		316800	825753	4120	316804	825770	4122
233				15	2.4	0	0.00131	0.0083			3.5	3.5		316800	825753	4120	316814	825748	4120
234				96	13.8	2.2	0.0114	0.01			3.5	3		316814	825748	4120	316876	825822	4120
235				9	3.3	0	0.00016	0.0083			5	5		316823	825744	4120	316814	825748	4120
236				23	3.6	0	0.0003	0.0083			5	5		316823	825744	4120	316845	825736	4120
237				91	16.7	2.2	0.00781	0.01			4	3		316845	825736	4120	316876	825822	4120
238				11	6.9	0	0.00079	0.01			3	5		316819	825733	4120	316823	825744	4120
239				34	7.6	0	0.00042	0.0083			5	5		316783	825731	4120	316749	825724	4121
240				22	8.1	0.1	0.0013	0.01			5	3		316804	825728	4120	316814	825748	4120
241				15	6.9	0	0.00099	0.01			3	5		316804	825728	4120	316819	825733	4120
242				22	15	0.3	0.00131	0.01			3	5		316799	825706	4120	316804	825728	4120
243				18	10.6	0.4	0.00238	0.0083			3	3		316817	825700	4120	316799	825706	4120
244				14	17.9	0.1	0.00025	0.01			5	5		316817	825700	4120	316831	825695	4120
245				69	5.6	0.2	0.00498	0.0083			3	4		316817	825700	4120	316818	825700	4051
246				43	13.1	0.7	0.00392	0.01			4	3		316831	825695	4120	316845	825736	4120
247				75	4.8	0.2	0.00654	0.01			4	3		316831	825695	4120	316775	825644	4120
248				16	4.4	0	0.00083	0.0083			5	3		316793	825691	4120	316799	825706	4120
249				17	2.4	0	0.00024	0.0083			5	5		316793	825691	4120	316799	825699	4113
250				25	11	0	0.00032	0.0083			5	5		317130	825669	4120	317118	825647	4120

No.	Nombre	Inicio	Fin	Longitud	Caudal	Pérdida de Presión	Resistencia	K-Factor	Ventilador	F Pres	Alto	Ancho	Comentarios	X1	Y1	Z1	X2	Y2	Z2
251				55	30.5	9.3	0.0095	0.01			3	3		317011	825662	4120	317035	825612	4120
252				57	11	1.2	0.01025	0.01			3	3		317067	825650	4120	317011	825662	4120
253				51	11	1.1	0.00923	0.01			3	3		317118	825647	4120	317067	825650	4120
254				200	0	0	0.00219	0.0083			5	5		317118	825647	4120	317318	825628	4120
255				50	6.8	0.1	0.00262	0.01			3	5		316775	825644	4120	316793	825691	4120
256				20	2	0	0.00027	0.0083			5	5		316736	825639	4120	316756	825635	4120
257				18	2.2	0	0.00178	0.01			3.5	3.5		316736	825639	4120	316729	825640	4105
258				21	2	0	0.00198	0.01			3.5	3.5		316736	825635	4120	316775	825644	4120
259				12	0	0	0.00019	0.0083			5	5		317318	825628	4120	317310	825618	4120
260				18	0	0	0.00025	0.0083			5	5		317074	825619	4120	317069	825601	4120
261				194	0	0	0.00212	0.0083			5	5		317310	825618	4120	317118	825647	4120
262				39	0	0	0.00047	0.0083			5	5		317035	825612	4120	317074	825619	4120
263				34	30.5	6	0.00649	0.01			3	3		317035	825612	4120	317030	825581	4120
264				35	0	0	0.00671	0.01			3	3		317069	825601	4120	317035	825612	4120
265				20	4.8	0.1	0.00418	0.01			3	3		317060	825581	4120	317070	825577	4120
266				21	25.7	0.2	0.00028	0.0083			5	5		317060	825581	4120	317060	825662	4120
267				13	0	0	0.00304	0.01			3	3		317070	825577	4120	317079	825567	4120
268				18	4.8	0.1	0.00379	0.01			3	3		317070	825577	4120	317060	825562	4120
269				77	0	0	0.01353	0.01			3	3		317079	825567	4120	317145	825527	4120
270				44	30.5	7.5	0.00811	0.01			3	3		317060	825562	4120	317079	825522	4120
271				134	0	0	0.00148	0.0083			5	5		317145	825527	4120	317264	825464	4120
272	BC 911			63	30.5	26.4	0.02837	0.0083			2.4	2.4		317079	825522	4120	317097	825515	4100
273				10	0	0	0.00016	0.0083			5	5		317079	825522	4120	317077	825512	4120
274				8	0	0	0.00014	0.0083			5	5		317301	825514	4120	317309	825513	4120
275				66	0	0	0.00076	0.0083			5	5		317309	825513	4120	317264	825464	4120
276				9	0	0	0.00015	0.0083			5	5		317081	825513	4120	317079	825522	4120
277				4	0	0	0.0001	0.0083			5	5		317077	825512	4120	317081	825513	4120
278				62	0	0	0.00071	0.0083			5	5		317264	825464	4120	317301	825514	4120
279				122	0	0	0.00135	0.0083			5	5		317264	825464	4120	317371	825405	4120
280				8	0	0	0.00014	0.0083			5	5		317419	825446	4120	317426	825442	4120
281				66	0	0	0.00076	0.0083			5	5		317426	825442	4120	317371	825405	4120
282				63	0	0	0.00072	0.0083			5	5		317371	825406	4120	317419	825446	4120
283				20	8	0.1	0.00162	0.0083			3.5	3.5		316792	825736	4119	316800	825735	4120
284				10	7.6	0	0.00016	0.0083			5	5		316792	825736	4119	316783	825731	4120
285				7	15.6	0.2	0.00078	0.0083			3.5	3.5		316790	825729	4118	316792	825736	4119
286				36	20	0.2	0.00045	0.0083			5	5		316627	826638	4117	316652	826684	4125
287				32	15.6	0.1	0.0004	0.0083			5	5		316799	825699	4113	316790	825729	4118
288				68	18.9	0.3	0.00078	0.0083			5	5		316532	826608	4107	316627	826638	4117
289				10	18.9	0.1	0.00016	0.0083			5	5		316567	826607	4107	316677	826606	4107
290				5	18.9	0	0.00011	0.0083			5	5		316577	826606	4107	316532	826608	4107
291				8	18.9	0	0.00014	0.0083			5	5		316561	826622	4106	316560	826614	4106
292				9	18.9	0.1	0.00016	0.0083			5	5		316560	826614	4106	316567	826607	4107
293				53	4.5	0.1	0.00369	0.0083			3.5	3.5		316759	825650	4106	316779	825699	4113
294				15	4.5	0	0.00132	0.0083			3.5	3.5		316744	825645	4104	316759	825650	4106
295				11	4.5	0	0.00103	0.0083			3.5	3.5		316734	825650	4103	316744	825645	4104
296				11	2.2	0	0.00017	0.0083			5	5		316729	825640	4103	316734	825650	4103
297				7	0	0	0.00013	0.0083			5	5		316729	825640	4103	316722	825638	4103
298				4	0	0	0.0001	0.0083			5	5		316722	825638	4103	316726	825637	4103
299				4	0	0	0.0001	0.0083			5	5		316726	825637	4103	316729	825640	4103
300				8	2.3	0	0.00086	0.0083			3.5	3.5		316729	825657	4102	316734	825650	4103

No.	Nombre	Inicio	Fin	Longitud	Caudal	Pérdida de Presión	Resistencia	K-Factor	Ventilador	F Pres	Alto	Ancho	Comentarios	X1	Y1	Z1	X2	Y2	Z2
301				71	18.9	0.3	0.00081	0.0083			5	5		316604	826678	4097	316561	826622	4106
302				57	2.3	0	0.00294	0.0083			3.5	3.5		316744	825712	4096	316729	825667	4102
303				32	3.1	0	0.00239	0.0083			3.5	3.5		316744	825712	4096	316754	825743	4092
304				3	0	0	10000.00009	0.0083			5	5	BBH	316627	826708	4092	316630	826706	4092
305				49	18.9	0.2	0.00058	0.0083			5	5		316627	826708	4092	316640	826698	4045
306				38	18.9	0.2	0.00046	0.0083			5	5		316630	826706	4092	316604	826678	4097
307				12	3.1	0	0.00109	0.0083			3.5	3.5		316754	825743	4092	316761	825753	4091
308				11	3.1	0	0.00106	0.0083			3.5	3.5		316761	825753	4091	316772	825757	4090
309				7	3.1	0	0.00076	0.0083			3.5	3.5		316772	825757	4090	316779	825756	4090
310				5	0	0	0.00011	0.0083			5	5		316779	825756	4090	316780	825751	4090
311				10	3.1	0	0.001	0.0083			3.5	3.5		316779	825756	4090	316788	825750	4089
312				4	0	0	0.0001	0.0083			5	5		316777	825752	4090	316779	825756	4090
313				3	0	0	0.00009	0.0083			5	5		316780	825751	4090	316777	825752	4090
314				15	3.1	0	0.00131	0.0083			3.5	3.5		316788	825750	4089	316792	825735	4087
315				32	3.1	0	0.0024	0.0083			3.5	3.5		316792	825735	4087	316781	825704	4085
316				56	18.9	0.2	0.00066	0.0083			5	5		316671	826745	4086	316630	826706	4092
317				13	3.1	0	0.00119	0.0083			3.5	3.5		316781	825704	4085	316777	825691	4083
318				15	4.7	0	0.00021	0.0083			5	5		316777	825691	4083	316791	825685	4083
319				35	8.7	0	0.00043	0.0083			5	5		316791	825685	4083	316779	825699	4113
320				20	1.5	0	0.00162	0.0083			3.5	3.5		316770	825672	4079	316777	825691	4083
321				14	0	0	0.0012	0.0083			3.5	3.5		316770	825672	4079	316756	825671	4079
322				3	0	0	0.00008	0.0083			5	5		316756	825671	4079	316756	825668	4079
323				14	0	0	0.00021	0.0083			5	5		316756	825668	4079	316770	825672	4079
324				11	1.5	0	0.00107	0.0083			3.5	3.5		316766	825661	4077	316770	825672	4079
325				9	0	0	0.00015	0.0083			5	5		316766	825661	4077	316773	825655	4077
326				1	0	0	0.00006	0.0083			5	5		316773	825655	4077	316772	825655	4077
327				8	0	0	0.00014	0.0083			5	5		316772	825655	4077	316766	825661	4077
328				1	0	0	0.00007	0.0083			5	5		316756	825660	4075	316757	825659	4075
329				6	0	0	0.00012	0.0083			5	5		316757	825659	4075	316763	825656	4075
330				6	1.5	0	0.00071	0.0083			3.5	3.5		316763	825656	4075	316766	825661	4077
331				8	0	0	0.00014	0.0083			5	5		316763	825656	4075	316756	825660	4075
332				9	1.5	0	0.0009	0.0083			3.5	3.5		316761	825647	4074	316763	825656	4075
333				5	18.9	0	0.00011	0.0083			5	5		316749	826821	4071	316746	826817	4071
334				105	18.9	0.4	0.00117	0.0083			5	5		316746	826817	4071	316671	826745	4066
335				6	18.9	0	0.00012	0.0083			5	5		316751	826827	4070	316749	826821	4071
336				6	18.9	0	0.00012	0.0083			5	5		316750	826833	4069	316751	826827	4070
337				5	18.9	0	0.00011	0.0083			5	5		316746	826836	4068	316750	826833	4069
338				5	18.9	0	0.00011	0.0083			5	5		316741	826836	4068	316746	826836	4068
339				6	18.9	0	0.00012	0.0083			5	5		316735	826835	4067	316741	826836	4068
340				5	18.9	0	0.00011	0.0083			5	5		316731	826832	4067	316735	826835	4067
341				13	1.5	0	0.00114	0.0083			3.5	3.5		316729	825613	4067	316742	825612	4067
342				40	1.5	0	0.00287	0.0083			3.5	3.5		316742	825612	4067	316761	825647	4074
343				12	1.5	0	0.00109	0.0083			3.5	3.5		316719	825620	4066	316729	825613	4067
344				1	0	0	0.00006	0.0083			5	5		316721	825661	4064	316721	825661	4063
345				13	0	0	0.00019	0.0083			5	5		316721	825661	4063	316726	825649	4063
346				29	1.5	0	0.00221	0.0083			3.5	3.5		316726	825649	4063	316719	825620	4066
347				13	0	0	0.00019	0.0083			5	5		316726	825649	4063	316721	825661	4064
348				1	0	0	0.00006	0.0083			5	5		316771	825664	4060	316771	825664	4059
349				32	1.5	0	0.00234	0.0083			3.5	3.5		316749	825671	4059	316726	825649	4063
350				7	0	0	0.00013	0.0083			5	5		316749	825671	4059	316756	825669	4059

No.	Nombre	Inicio	Fin	Longitud	Caudal	Pérdida de Presión	Resistencia	K-Factor	Ventilador	F Pres	Alto	Ancho	Comentarios	X1	Y1	Z1	X2	Y2	Z2
351				9	0	0	0.0016	0.083			5	5		316756	825669	4059	316765	825665	4059
352				6	0	0	0.0012	0.083			5	5		316765	825665	4059	316771	825664	4060
353				6	0	0	0.0012	0.083			5	5		316771	825664	4059	316765	825665	4059
354				5	0	0	0.0011	0.083			5	5		316755	825714	4057	316759	825711	4057
355				1	0	0	0.0007	0.083			5	5		316754	825713	4057	316755	825714	4057
356				5	0	0	0.0011	0.083			5	5		316759	825711	4057	316754	825713	4057
357				2	2.4	0	0.0008	0.083			5	5		316767	825709	4057	316766	825707	4057
358				8	0	0	0.0014	0.083			5	5		316766	825707	4057	316759	825711	4057
359				6	0	0	0.0012	0.083			5	5		316766	825707	4057	316772	825705	4057
360				5	2.4	0	0.0011	0.083			5	5		316766	825707	4057	316764	825702	4056
361				1	0	0	0.0007	0.083			5	5		316774	825705	4057	316773	825704	4057
362				2	0	0	0.0007	0.083			5	5		316772	825705	4057	316774	825705	4057
363				1	0	0	0.0007	0.083			5	5		316773	825704	4057	316772	825705	4057
364				17	2.4	0	0.0023	0.083			5	5		316764	825702	4056	316764	825685	4056
365				10	3.2	0	0.0059	0.083			3.5	3.5		316780	825699	4056	316772	825692	4056
366				12	2.4	0	0.0019	0.083			5	5		316780	825699	4056	316784	825711	4054
367				33	4.1	0	0.0245	0.083			3.5	3.5		316772	825692	4056	316791	825685	4083
368				20	1.5	0	0.0163	0.083			3.5	3.5		316764	825685	4056	316749	825671	4059
369				10	0.9	0	0.0059	0.083			3.5	3.5		316764	825685	4056	316772	825692	4056
370				16	2.4	0	0.0023	0.083			5	5		316784	825711	4054	316789	825727	4053
371				16	5.6	0	0.0134	0.083			3.5	3.5		316794	825707	4054	316780	825699	4056
372				21	2.4	0	0.0029	0.083			5	5		316775	825729	4053	316767	825709	4057
373				13	2.4	0	0.002	0.083			5	5		316789	825727	4053	316783	825739	4051
374				13	5.6	0	0.0116	0.083			3.5	3.5		316807	825704	4053	316794	825707	4054
375				12	2.4	0	0.0019	0.083			5	5		316781	825740	4051	316775	825729	4053
376				2	2.4	0	0.0008	0.083			5	5		316783	825739	4051	316781	825740	4051
377				11	5.6	0	0.0107	0.083			3.5	3.5		316818	825700	4051	316807	825704	4053
378				13	0	0	0.0019	0.083			5	5		316818	825700	4051	316830	825695	4050
379				9	0	0	0.0015	0.083			5	5		316827	825698	4050	316818	825700	4051
380				4	0	0	0.001	0.083			5	5		316830	825695	4050	316827	825698	4050
381				16	0	0	0.0023	0.083			5	5		316813	825766	4048	316797	825763	4048
382				28	0	0	0.0035	0.083			5	5		316797	825763	4048	316781	825740	4051
383				15	0	0	0.0021	0.083			5	5		316825	825757	4047	316813	825766	4048
384				13	0	0	0.0019	0.083			5	5		316629	826685	4046	316640	826698	4045
385				4	0	0	0.001	0.083			5	5		316843	825755	4046	316845	825751	4046
386				5	0	0	0.0011	0.083			5	5		316827	825752	4046	316825	825757	4047
387				16	0	0	0.0023	0.083			5	5		316827	825752	4046	316843	825755	4046
388				8	0	0	0.0014	0.083			5	5		316827	825752	4046	316819	825749	4046
389				18	0	0	0.0024	0.083			5	5		316845	825751	4046	316827	825752	4046
390				5	0	0	0.0011	0.083			5	5		316819	825749	4046	316814	825747	4046
391				4	0	0	0.001	0.083			5	5		316814	825747	4046	316817	825744	4046
392				5	0	0	0.0011	0.083			5	5		316817	825744	4046	316819	825749	4046
393				167	18.9	0.6	0.0179	0.083			5	5		316640	826698	4045	316731	826832	4067
394				5	0	0	0.0011	0.083			5	5		316640	826698	4045	316628	826693	4044
395				4	0	0	0.001	0.083			5	5		316638	826693	4044	316637	826689	4044
396				4	0	0	0.001	0.083			5	5		316637	826689	4044	316639	826685	4044
397				2	0	0	0.0007	0.083			5	5		316629	826685	4044	316629	826685	4046
398				35	0	0	0.0043	0.083			5	5		316837	825718	4041	316827	825752	4046
399				23	0	0	0.003	0.083			5	5		316852	825700	4039	316837	825718	4041
400				3	0	0	0.0009	0.083			5	5		316896	825709	4037	316895	825706	4037


No.	Nombre	Inicio	Fin	Longitud	Cantidad	Pérdida de Presión	Resistencia	K-Factor	Ventilador	F Pres	Alto	Ancho	Comentarios	X1	Y1	Z1	X2	Y2	Z2
401				7	0	0	0.0013	0.003			5	5		31689	825707	4037	316896	825709	4037
402				6	0	0	0.0012	0.003			5	5		31685	825706	4037	316889	825707	4037
403				19	0	0	0.0026	0.003			5	5		316870	825692	4037	316852	825700	4039
404				24	0	0	0.0031	0.003			5	5		316870	825692	4037	316889	825707	4037
405				11	0	0	0.0017	0.003			5	5		31680	825687	4035	316870	825692	4037
406				50	0	0	0.0035	0.003			3.5	3.5		31680	825687	4035	316925	825665	4029
407				3	0	0	0.0051	0.003			3.5	3.5		316925	825665	4029	316925	825665	4026
408				50	0	0	0.0033	0.003			3.5	3.5		316925	825665	4026	31680	825687	4035

Resumen de los Resultados del Sistema Antes de la Comunicación del Túnel Patón

Network Summary

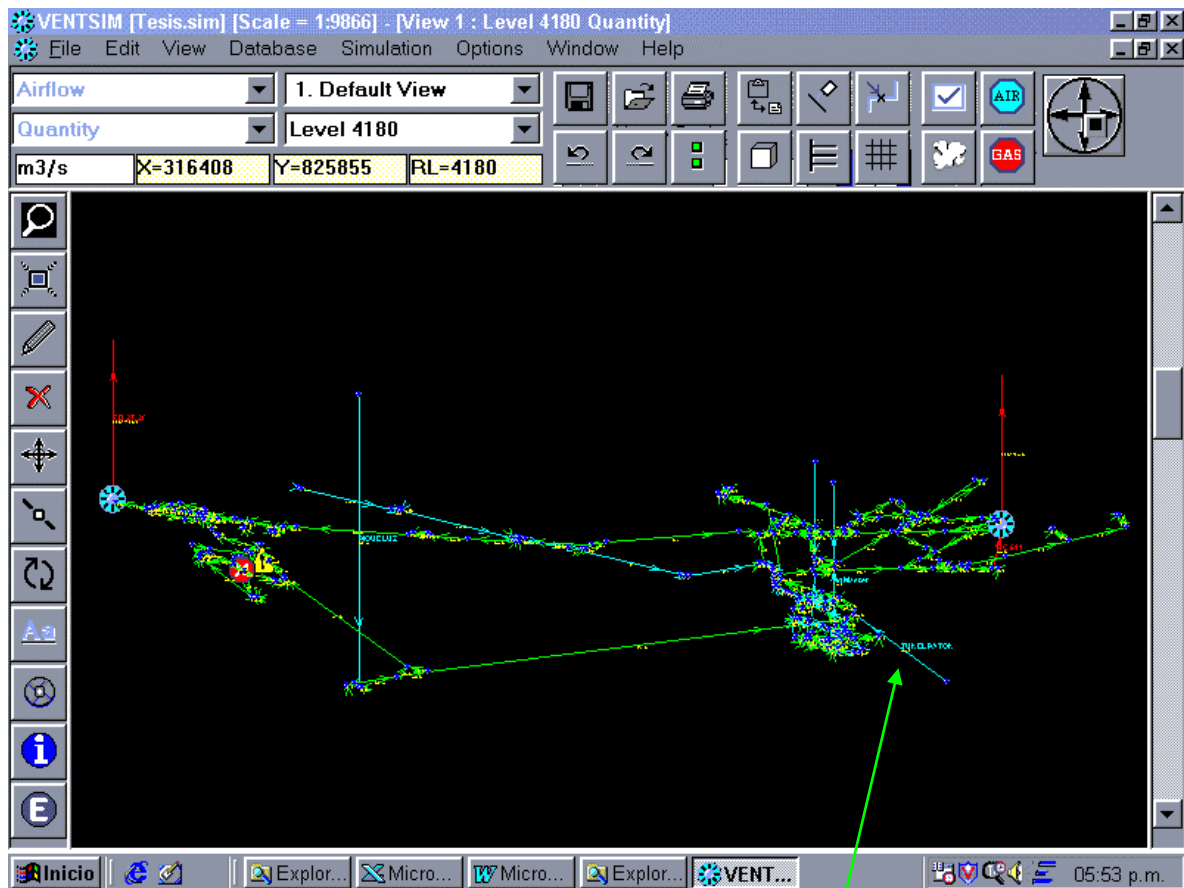
Network Summary

Total Airflow	131.0 m ³ /s
Total Air Power	87.0 kW
Network Input Power	124.0 kW
Network Efficiency	70 %
Mine Resistance	0.03849 N·s ² /m ⁸
Annual Power Cost	\$87,388
Number of Airways	408
Length of Airways	15097 m
Number of Fans	2



OK

Simulación de flujos después de la comunicación del Túnel Patón



Túnel Patón

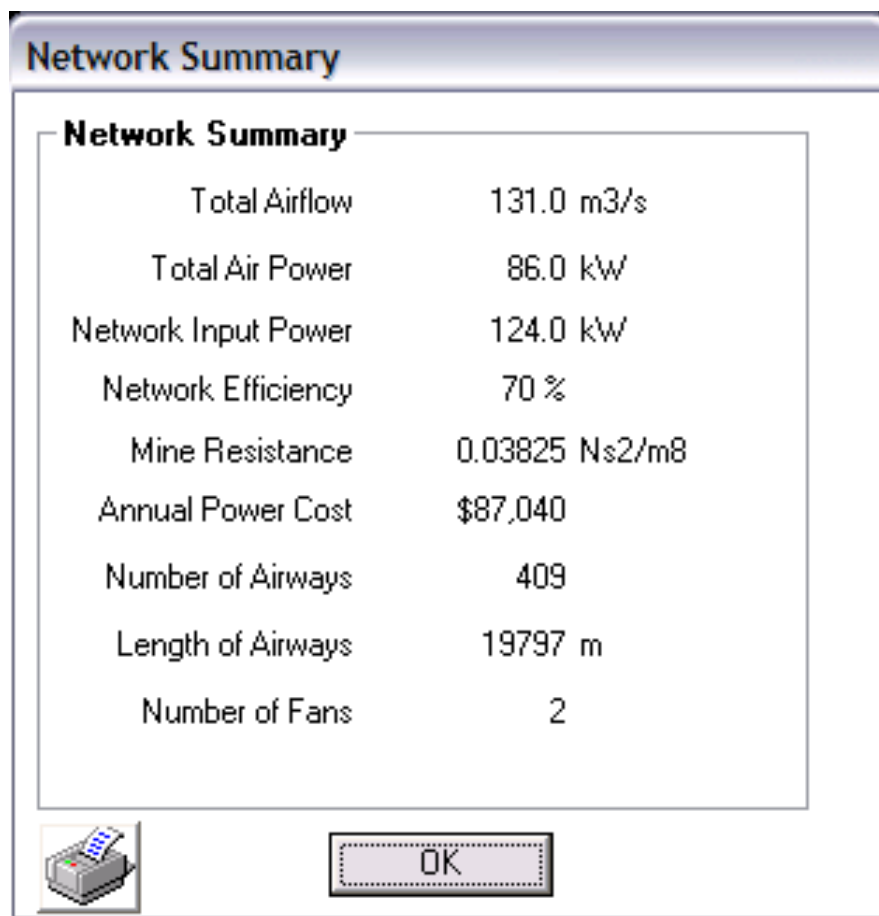
Datos del Sistema de Ventilación para el Programa Ventsim

No.	Nombre	Inicio	Fin	Longitud	Caudal	Perdida de Presión	Resistencia	K-Factor	Ventilador	F Pres	Alto	Ancho	Comentarios	X1	Y1	Z1	X2	Y2	Z2
1				6	31.1	0.7	0.0007	0.0083			3.5	3.5		316666	826622	4236	316666	826616	4236
2				197	28.7	17.1	0.0207	0.0083			3.5	3.5		316751	825705	4377	316751	825705	4180
3				141	40.5	24.6	0.01496	0.0083			3.5	3.5		316817	825700	4321	316817	825700	4180
4	PIQUE LUZ			503	21.6	15.9	0.03416	0.0083			4	3		316071	826246	4623	316071	826246	4120
5	TUNEL PATON			4700.0*	9.4	26	0.29741	0.0083			3.5	3.5		316696	825390	4120	316756	825635	4120
6				160	31.1	10.1	0.01049	0.0083			3.5	3.5		316666	826616	4236	316681	826457	4216
7				16	12.4	0.2	0.00134	0.0083			3.5	3.5		316681	826457	4216	316695	826449	4214
8				18	18.7	0.5	0.00148	0.0083			3.5	3.5		316681	826457	4216	316684	826439	4214
9				7	12.4	0.1	0.0008	0.0083			3.5	3.5		316695	826449	4214	316698	826442	4214
10				14	12.4	0.2	0.00122	0.0083			3.5	3.5		316698	826442	4214	316684	826439	4214
11				197	31.1	12.3	0.01278	0.0083			3.5	3.5		316684	826439	4214	316701	826244	4190
12				3	10.7	0.1	0.00054	0.0083			3.5	3.5		316701	826244	4190	316698	826242	4190
13				13	20.4	0.5	0.00115	0.0083			3.5	3.5		316701	826244	4190	316703	826231	4190
14				14	10.7	0.1	0.00121	0.0083			3.5	3.5		316698	826242	4190	316689	826231	4190
15				10	31.1	0.9	0.00096	0.0083			3.5	3.5		316703	826231	4190	316705	826221	4189
16				5	10.7	0.1	0.00063	0.0083			3.5	3.5		316689	826231	4190	316686	826227	4190
17				4	10.7	0.1	0.00058	0.0083			3.5	3.5		316686	826227	4190	316690	826226	4190
18				13	10.7	0.1	0.0012	0.0083			3.5	3.5		316690	826226	4190	316703	826231	4190
19				29	31.1	2.1	0.00217	0.0083			3.5	3.5		316705	826221	4189	316707	826192	4185
20				48	31.1	3.2	0.00336	0.0083			3.5	3.5		316707	826192	4185	316711	826144	4183
21				23	31.1	2.1	0.00215	0.01			3.5	3.5		316711	826144	4183	316713	826121	4180
22	RB 27, 28			281	47.4	85.9	0.03816	0.005	7	230	3	3		316632	826950	4180	316632	826950	4461
23				11	47.4	4.1	0.00183	0.01			3.5	3		316624	826942	4180	316632	826950	4180
24				68	47.4	18.5	0.0082	0.01			3.5	3		316624	826874	4180	316624	826942	4180
25				29	47.4	8.6	0.00383	0.01			3.5	3		316626	826845	4180	316624	826874	4180
26				12	47.4	4.3	0.00191	0.01			3.5	3		316627	826833	4180	316626	826845	4180
27				17	47.4	5.6	0.00248	0.01			3.5	3		316625	826816	4180	316627	826833	4180
28				12	47.4	0.4	0.00018	0.0083			5	5		316627	826804	4180	316625	826816	4180
29				15	47.4	5.1	0.00228	0.01			3.5	3		316624	826789	4180	316627	826804	4180
30				10	8.9	0.1	0.00169	0.01			3.5	3		316634	826788	4180	316624	826789	4180
31				16	38.5	0.3	0.00022	0.0083			5	5		316626	826773	4180	316624	826789	4180
32				17	8.9	0.2	0.00247	0.01			3.5	3		316626	826773	4180	316634	826788	4180
33				22	10.9	0.4	0.00305	0.01			3.5	3		316613	826755	4180	316626	826773	4180
34				22	36.5	0.4	0.00029	0.0083			5	5		316624	826751	4180	316626	826773	4180
35				11	10.9	0	0.00018	0.0083			5	5		316624	826751	4180	316613	826755	4180
36				43	47.4	12.2	0.0054	0.01			3.5	3		316621	826708	4180	316624	826751	4180
37				28	0	0	0.00036	0.0083			5	5		316614	826693	4180	316586	826687	4180
38				18	30.5	0.2	0.00025	0.0083			5	5		316624	826690	4180	316621	826708	4180
39				10	0	0	0.00173	0.01			3.5	3		316624	826690	4180	316614	826693	4180
40				25	0	0	0.00032	0.0083			5	5		316589	826690	4180	316614	826693	4180
41				4	0	0	0.0001	0.0083			5	5		316586	826687	4180	316589	826690	4180
42				19	0	0	0.00025	0.0083			5	5		316609	826639	4180	316590	826639	4180
43				8	0	0	0.00014	0.0083			5	5		316609	826639	4180	316609	826631	4180
44				8	0	0	0.00014	0.0083			5	5		316590	826639	4180	316589	826631	4180
45				2	0	0	0.00007	0.0083			5	5		316609	826631	4180	316607	826631	4180
46				8	0	0	0.00014	0.0083			5	5		316607	826631	4180	316609	826639	4180
47				2	0	0	0.00007	0.0083			5	5		316589	826631	4180	316587	826631	4180
48				8	0	0	0.00014	0.0083			5	5		316587	826631	4180	316590	826639	4180
49				60	30.5	6.8	0.0073	0.01			3.5	3		316624	826630	4180	316624	826690	4180
50				17	0	0	0.00024	0.0083			5	5		316624	826630	4180	316609	826639	4180

No.	Nombre	Inicio	Fin	Longitud	Caudal	Perdida de Presión	Resistencia	K-Factor	Ventilador	F Pres	Alto	Ancho	Comentarios	X1	Y1	Z1	X2	Y2	Z2
51				23	30.5	2.9	0.00315	0.01			3.5	3		316631	826608	4180	316624	826630	4180
52				192	30.5	2	0.0021	0.0083			5	5		316672	826420	4180	316631	826608	4180
53				11	13.7	0.3	0.00184	0.01			3.5	3		316683	826417	4180	316672	826420	4180
54				24	13.7	0.6	0.0033	0.01			3.5	3		316691	826394	4180	316683	826417	4180
55				38	16.8	1.4	0.00484	0.01			3.5	3		316681	826383	4180	316672	826420	4180
56				14	13.7	0.4	0.00223	0.01			3.5	3		316681	826383	4180	316691	826394	4180
57				64	30.5	7.2	0.00779	0.01			3.5	3		316694	826320	4180	316681	826383	4180
58				88	30.5	9.8	0.01054	0.01			3.5	3		316712	826233	4180	316694	826320	4180
59				4	38.2	1.6	0.00106	0.01			3.5	3		316713	826121	4180	316717	826119	4180
60				8	38.2	2.2	0.00149	0.01			3.5	3		316717	826119	4180	316725	826117	4180
61				121	30.5	13.2	0.01417	0.01			3.5	3		316747	826117	4180	316712	826233	4180
62				29	7.7	0.2	0.00384	0.01			3.5	3		316747	826117	4180	316770	826099	4180
63				22	38.2	4.4	0.00303	0.01			3.5	3		316725	826117	4180	316747	826117	4180
64				229	7.7	1.6	0.02633	0.01			3.5	3		316770	826099	4180	316911	825918	4180
65				16	0	0	0.00023	0.0083			5	5		317087	826017	4180	317071	826012	4180
66				45	0	0	0.00054	0.0083			5	5		317071	826012	4180	317063	825967	4180
67				55	0	0	0.00064	0.0083			5	5		317063	825967	4180	317087	826017	4180
68				39	7.7	0.3	0.00499	0.01			3.5	3		316911	825918	4180	316917	825879	4180
69				17	0.6	0	0.00255	0.01			3.5	3		316991	825889	4180	316996	825872	4180
70				24	8.3	0.2	0.0033	0.01			3.5	3		316917	825879	4180	316940	825871	4180
71				22	8.5	0.2	0.00313	0.01			3.5	3		316917	825879	4180	316926	825858	4180
72				5	9.1	0.1	0.00112	0.01			3.5	3		316912	825879	4180	316917	825879	4180
73				98	0	0	0.01164	0.01			3.5	3		317025	825876	4180	317063	825967	4180
74				49	1.6	0	0.00614	0.01			3.5	3		317025	825876	4180	316997	825835	4180
75				16	1.6	0	0.00236	0.01			3.5	3		317009	825875	4180	317025	825876	4180
76				13	1.6	0	0.00206	0.01			3.5	3		316996	825872	4180	317009	825875	4180
77				22	0.6	0	0.00305	0.01			3.5	3		316978	825871	4180	316991	825889	4180
78				18	0.9	0	0.00259	0.01			3.5	3		316978	825871	4180	316996	825872	4180
79				25	9.4	0.3	0.00338	0.01			3.5	3		316940	825871	4180	316965	825869	4180
80				13	1.6	0	0.00204	0.01			3.5	3		316965	825869	4180	316978	825871	4180
81				46	7.9	0	0.00055	0.0083			5	5		316965	825869	4180	316997	825835	4180
82				19	1.1	0	0.00271	0.01			3.5	3		316926	825858	4180	316940	825871	4180
83				38	7.4	0.3	0.00488	0.01			3.5	3		316926	825858	4180	316944	825824	4180
84				34	5	0.1	0.00446	0.01			3.5	3		316997	825835	4180	316971	825812	4180
85				28	4.5	0.1	0.00378	0.01			3.5	3		316997	825835	4180	316985	825809	4180
86				29	6.9	0.2	0.00388	0.01			3.5	3		316944	825824	4180	316971	825812	4180
87				42	14.8	1.2	0.00528	0.01			3.5	3		316944	825824	4180	316962	825786	4180
88				27	16.3	1	0.00365	0.01			3.5	3		316971	825812	4180	316962	825786	4180
89				14	4.5	0	0.0018	0.0083			3.5	3		316985	825809	4180	316971	825812	4180
90				31	14.3	0.8	0.00413	0.01			3.5	3		316931	825795	4180	316944	825824	4180
91				32	21.9	2	0.00419	0.01			3.5	3		316931	825795	4180	316962	825786	4180
92				16	53	6.8	0.00242	0.01			3.5	3		316962	825786	4180	316969	825771	4180
93				22	0	0	0.00029	0.0083			5	5		317074	825772	4180	317056	825759	4180
94				31	25.6	2.7	0.00408	0.01			3.5	3		316969	825771	4180	316999	825762	4180
95				23	27.5	2.4	0.00317	0.01			3.5	3		316969	825771	4180	316979	825750	4180
96				3	0	0	0.00009	0.0083			5	5		317075	825769	4180	317074	825772	4180
97				22	22.3	1.5	0.00303	0.01			3.5	3		316999	825762	4180	317021	825761	4180
98				31	12.5	0.6	0.00404	0.01			3.5	3		316999	825762	4180	316988	825733	4180
99				35	22.3	2.2	0.0045	0.01			3.5	3		317021	825761	4180	317056	825759	4180
100				21	0	0	0.00028	0.0083			5	5		317056	825759	4180	317075	825769	4180

No.	Nombre	Inicio	Fin	Longitud	Caudal	Perdida de Presión	Resistencia	K-Factor	Ventilador	F Pres	Alto	Ancho	Comentarios	X1	Y1	Z1	X2	Y2	Z2
401				3	0	0	0.00009	0.0083			5	5		316896	825709	4037	316895	825706	4037
402				7	0	0	0.00013	0.0083			5	5		316889	825707	4037	316896	825709	4037
403				6	0	0	0.00012	0.0083			5	5		316895	825706	4037	316889	825707	4037
404				19	0	0	0.00026	0.0083			5	5		316870	825692	4037	316852	825700	4039
405				24	0	0	0.00031	0.0083			5	5		316870	825692	4037	316889	825707	4037
406				11	0	0	0.00017	0.0083			5	5		316880	825687	4035	316870	825692	4037
407				50	0	0	0.0035	0.0083			3.5	3.5		316880	825687	4035	316925	825665	4029
408				3	0	0	0.00051	0.0083			3.5	3.5		316925	825665	4029	316925	825665	4026
409				50	0	0	0.00353	0.0083			3.5	3.5		316925	825665	4026	316880	825687	4035

Resumen de los Resultados del Sistema Después de la Comunicación del Túnel Patón



3.2.1 COMENTARIOS

La comparación del sistema de ventilación antes y después de la comunicación del Túnel Patón nos da como resultado una diferencia en la resistencias del flujo de aire en la mina y en los costos en ventilación, por ello se escoge el sistema cuando se comunica el Túnel Patón.

De igual manera la Potencia total se reduce de 87 KW a 86 KW, esto implica una reducción en los costos operativos del ventilador.

3.3 VENTILACION SECUNDARIA

La ventilación secundaria en la mina Uchucchacua se realiza en los frentes ciegos tanto de exploración, preparación y lugares abandonados donde se va a reiniciar alguna labor ciega, para ello de igual manera que en la ventilación primaria se calcula el requerimiento en el frente y de acuerdo a este requerimiento se escoge el tipo de ventilador, para lo cual se utiliza la fórmula de Atkinson la cual también nos permite no solo escoger el diámetro del ducto sino también calcular hasta que distancia puede llegar el aire.

3.3.1 FORMULA DE ATKINSON

Esta fórmula se utiliza generalmente para determinar la pérdida de presión que resulta de la fricción cuando el aire circula por un sistema. Las leyes del estado del flujo del aire indican que para una cantidad de aire que circule entre dos puntos, debe existir una diferencia de presión entre estos dos puntos. Esta relación entre la diferencia de presión (Pd) y la cantidad de flujo de aire (Q) ha sido estudiada por Atkinson, el que además considera factores adicionales como son el de la incidencia de la Resistencia en el ducto de ventilación.

$$Pd = (KCLQ^2/A^3) * w / 1.2$$

En donde:

Pd = Pérdida de presión (Pa)

K = Factor de fricción (Ns²/m⁴)

C = Perímetro del ducto (m)

L = Longitud del ducto (m)

Q = Caudal de aire (m³/seg).

A = Área del ducto (m²)

W = Densidad del aire (Kg/m³)

3.3.2 CALCULO DEL FACTOR DE FRICCIÓN (K)

Si en un ducto el aire debe friccionar contra un área o superficie de mayor tamaño la resistencia (R) será mayor en el ducto con la "superficie de fricción" de mayor tamaño. Si las paredes de un ducto son suaves y las de otro son ásperas y el resto de los factores son iguales, la resistencia del ducto suave será menor que la del ducto áspero, es decir, el factor de fricción (K) depende de la naturaleza de la superficie del ducto de ventilación y se expresa como sigue:

$$\lambda = 6.67 * K$$

$$E = r / HD$$

$$HD = 4 * A / C$$

$$1 / \lambda^{1/2} = 1.74 - 2 \text{LOG}(2E)$$

En donde:

λ = Factor de fricción Darcy – Weisbach

K = Factor de fricción (Ns^2/m^4)

E = Coeficiente de Rugosidad

r = Rugosidad (m)

HD = Diámetro hidráulico (m)

A = Sección transversal del ducto (m^2)

C = Perímetro del ducto (m)

3.3.3 CALCULO DE LA RESISTENCIA (R)

El termino R se denomina a la resistencia del ducto de ventilación. El valor de R depende de ciertas características del ducto, por ejemplo si uno de los ductos de aire cuenta con un área pequeña y otra grande y todos los factores son constantes, el aire circula con mayor facilidad a través del segundo ducto de ventilación. En otras palabras mientras el ducto de ventilación sea de mayor tamaño, mas baja será la resistencia (R) del ducto.

$$R = KCL / A^3$$

En donde:

R = Resistencia (Ns x m^8)

K = Factor de fricción ($\text{Ns}^2 \text{ x m}^4$)

C = Perímetro del Ducto (m)

L = Longitud del Ducto (m)

A = Sección transversal del ducto (m)

3.3.4 CALCULO DEL PODER DE AIRE

Para que una cantidad conocida de aire circule a través de un sistema se requiere de cierta presión. El poder de este flujo de aire se conoce como **Poder del Aire** y se puede calcular mediante la siguiente formula:

$$\Delta P = \frac{Pd \cdot Q}{1000}$$

En donde:

Pd = Perdida de presión (Pa).

Q = Caudal de aire (m^3/s).

3.3.5 CALCULO DE ENERGIA PRINCIPAL

MP = $\Delta P/n$

MP = Energía principal (Kw)

ΔP = Poder del aire (Kw)

n = Eficiencia total del ventilador (%)

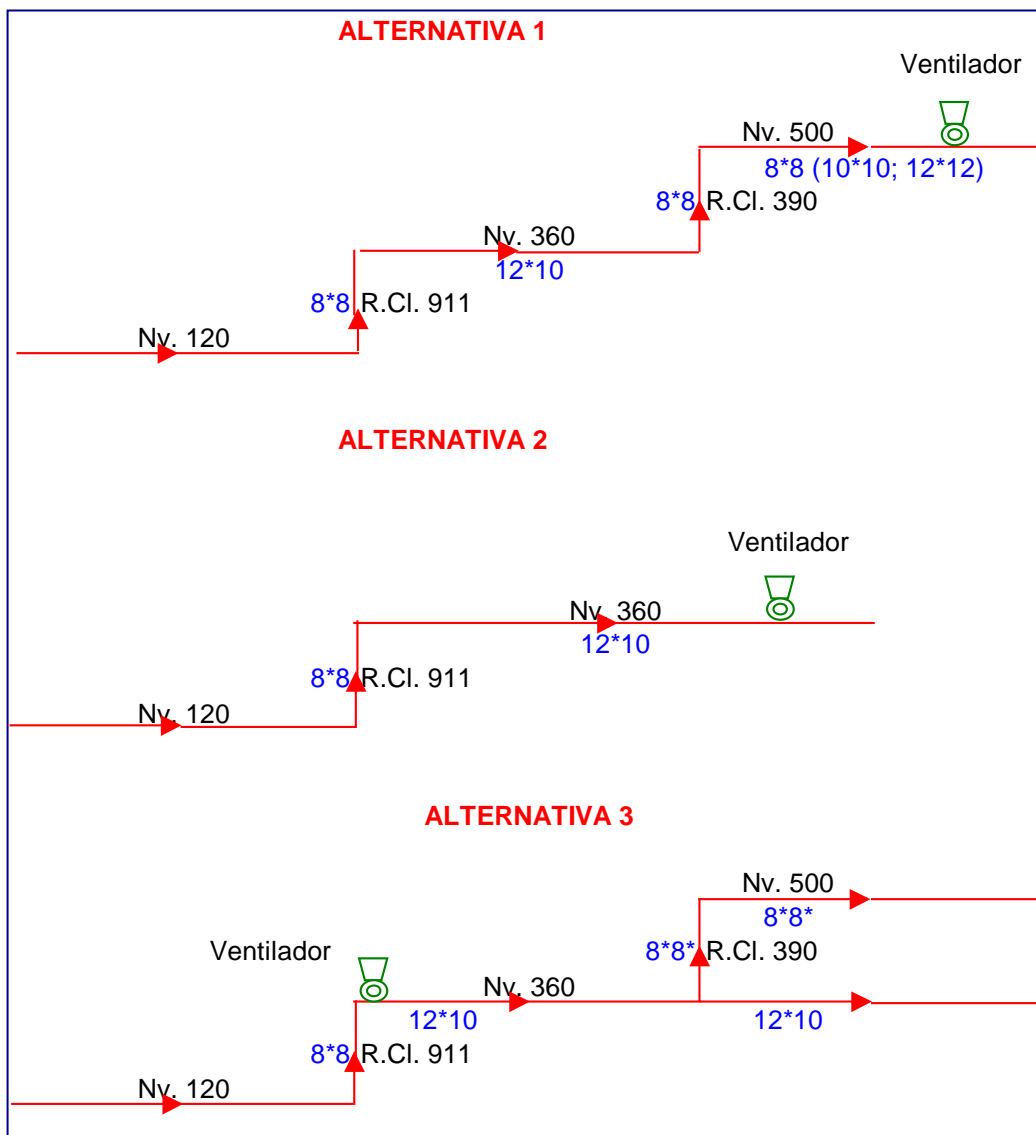
3.3.6 COSTO DE VENTILACION

El cálculo del costo de ventilación de uno o más ventiladores se efectúa convirtiendo la energía principal (Kw) en HP, dividiendo 0.746 Kw equivalente a un HP por el costo de la unidad en kw hora.

Costo = $(MP/0.746) * \text{Costo de la unidad en Kw hora.}$

Las formulas ya expuestas me sirven para calcular de manera práctica la resistencia del ducto, la perdida de presión, poder del aire, la energía principal, los HP requeridos para un ventilador y los costos de operación según los requerimientos de la labor a ventilar (distancia, diámetro o sección del ducto y el caudal). Para ello se presenta el siguiente ejemplo:

Simulación del Circuito de Ventilación empleando las formulas anteriormente Indicadas



CONCLUSIONES

1. El nuevo sistema de ventilación empleado ha logrado reducir los costos de consumo de energía de 22.93 \$/hora a 10.38 \$/hora.
2. La reducción de los costos de consumo de energía en 12.55 \$/hora, implicó disminuir nuestros gastos anuales de consumo en 108 432.00 \$ U.S.
3. Con el nuevo sistema de ventilación optado se ha logrado dotar a todas las labores del aire necesario para el normal desempeño de los trabajadores y buen funcionamiento de las máquinas y equipos.
4. También se ha logrado proveer de suficiente aire para diluir y/o extraer los gases asfixiantes, tóxicos e inflamables que se puedan generar en la mina.
5. Mediante el software Ventsim se ha logrado dar un mayor ordenamiento al circuito de ventilación de la mina, logrando también reducir el número de ventiladores de 5 a 2 y aumentar la eficiencia de estos equipos.

RECOMENDACIONES

1. Nunca se debe emplear una rampa o un pique como vía de ventilación.
2. Un ventilador principal debe estar sentado sobre una base de jebe para evitar una posible rotura de los alabes.
3. Cuando se encienda un ventilador principal, se debe tener la precaución de que en los alrededores no haya personal cerca y los pulsadores deben de encontrarse lejos del ventilador.
4. La forma mas recomendable de instalar puertas de ventilación en un crucero o galería principal, es colocando dos puertas de ventilación, con el fin de poder mantener una de ellas siempre cerrada y evitar la fuga del aire.
5. Para poder actualizar el programa Ventsim es necesario revisar constantemente las comunicaciones (cruceros, galerías, chimeneas, etc), con el fin de observar las variaciones de flujo y resistencia del aire en todas las labores.

BIBLIOGRAFIA

1. Manual de Ventilación de Minas.
Instituto de Ingenieros de Minas del Perú.
2. Ventilación Avanzada para Minería.
Jakes Lock, Marzo 1999.
3. Ventilation System at Uchucchacua Mine.
SNC. Lavalin Perú S.A., Octubre 2001.
4. Manual de Ventsim.