

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA**



**“MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE VENTILACION  
DE LA ZONA DE PROFUNDIZACION EN MINA  
CONTONGA”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO DE MINAS**

**ELABORADO POR  
JUAN JESUS ESPINOZA SILVA**

**ASESOR  
MSc. ING. JOSE CORIMANYA MAURICIO**

**LIMA-PERU  
2013**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Juan y Juliana.

A mi esposa Clude y mis hijos Diego, Fiorella, Alexandra y Juan.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres por el apoyo incondicional a lo largo de mi vida.

A los profesores de la Universidad Nacional de Ingeniería que me brindaron su  
valioso apoyo en mi formación profesional.

A todos aquellos que han contribuido directa o indirectamente en la realización de  
este trabajo

## **RESUMEN**

Nyrstar Ancash S.A. a través de su Unidad de Producción Contonga es una empresa en crecimiento, tanto en producción, infraestructura, personal y equipos. Las áreas de servicios deben estar atentas a estos cambios y proyectarse, como es la ventilación, el cual busca mantener y satisfacer las necesidades mínimas de trabajo y dar cumplimiento con las normas legales vigentes. Es por ello que se hace necesario replantear el circuito actual de ventilación, empezando con el análisis de nuestro circuito actual y plantear una alternativa que sea compatible con el avance de la mina.

Este crecimiento nos lleva a la necesidad de diseñar chimeneas de diámetros mayores a los que se estaban realizando en ubicaciones de acorde a la ubicación de los cuerpos en profundidad. Se estima realizar chimeneas principales mayores de 2,1 m de diámetro, en donde se ubicaran ventiladores secundarios, para la circulación del aire viciado y mejorar los flujos de aire de la mina, adicionalmente mejorar algunas galerías y cruceros para ingreso y salida de aire.

El presente estudio tiene por objetivo concebir el diseño de ventilación adecuado en las labores de profundización de la mina, estableciendo para ello los requerimientos mínimos necesarios de ventilación relacionados al minado subterráneo.

Los resultados de la evaluación contribuirán en la mejora sobre algunos de los problemas encontrados en la actualidad de tal manera que se pueda desarrollar una explotación minera segura, eficaz y eficiente en concordancia con las normas legales.

## **ABSTRACT**

Nyrstar Ancash S.A. through its Contonga production unit is a company in growth, in production, infrastructure, personnel and equipment. Service areas should be attentive to these changes and projected, as it is ventilation, which seeks to maintain and meet the minimum needs of work and comply with current legal standards. Therefore, it is necessary to rethink the current ventilation circuit, starting with the analysis of our current circuit and consider an alternative that is compatible with the advance of the mine.

This growth leads to the need to design drawholes of larger diameters that were carrying out in locations according to the location of the bodies in depth. Estimated major drawholes larger than 2.1 m in diameter, where is located secondary ventilators, for the movement of stale air and improve the mine air flows, in addition to improve some galleries and cruises for entry and exit of air.

The present study aims to conceive the design of ventilation in the work of the mine deepening, establishing for this purpose necessary minimum ventilation requirements related to the mined underground.

The results of the evaluation will contribute to improve on some of the problems encountered today in such a way that to develop a safe, effective and efficient mining in accordance with legal standards.

## INDICE

	<b>pág.</b>
<b>INTRODUCCION</b>	16
<b>CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES</b>	18
1.1 Ubicación y acceso	18
1.2 Propiedad Minera	20
1.3 Propiedad Superficial	22
1.4 Historia	22
<b>CAPITULO II: GEOLOGIA DEL YACIMIENTO</b>	24
2.1 MARCO GEOLOGICO REGIONAL	24
2.2 GEOLOGIA REGIONAL	24
2.2.1 SECUENCIA SEDIMENTARIA	24
2.2.1.1 FORMACION CELENDIN	25
2.2.1.2 FORMACION JUMASHA	25
2.2.1.3 FORMACION PARIATAMBO	25
2.2.1.4 FORMACION CHULEC	25
2.2.1.5 FORMACION PARIAHUANCA	26
2.2.1.6 GRUPO GOYLLARISQUIZGA	26
2.2.2 UNIDADES INTRUSIVAS	26
2.2.3 MARCO TECTONICO ESTRUCTURAL	26
2.2.4 MINERALIZACION Y ALTERACION	29
2.3 GEOLOGIA LOCAL	30
2.3.1 LITOLOGIA	30
2.3.2 ROCAS MAGMATICAS	32

2.3.3 ALTERACION	34
2.3.4 MINERALIZACION	34
2.3.5 ZONEAMIENTO	35
2.3.6 CONTROLES DE MINERALIZACION	36
2.4 RECURSOS Y RESERVAS MINERALES	37
2.4.1 RECURSOS MINERALES	39
2.4.1.1 RECURSO MINERAL INFERIDO	39
2.4.1.2 RECURSO MINERAL INDICADO	40
2.4.1.3 RECURSO MINERAL MEDIDO	40
2.4.2 RESERVAS DE MENA	41
2.4.2.1 RESERVA MINERAL PROBABLE	41
2.4.2.2 RESERVA MINERAL PROBADA	42
2.5 CRITERIOS DE CUBICACION	43
2.5.1 DELIMITACION DEL BLOQUE	43
2.5.2 FACTOR DE TONELAJE	43
2.5.3 CORRECCION DE TONELAJE Y DILUCION	44
2.5.4 OTROS CALIFICADORES	44
2.5.4.1 CALIFICADORES DE VALOR	44
2.5.4.2 CALIFICADORES DE ACCESIBILIDAD	45
2.6 SUMARIO DE RECURSOS	46
2.7 SUMARIO DE RESERVAS	46
2.8 CARACTERIZACION GEOMECANICA	46
2.8.1 Descripción de la geometría del yacimiento	46
2.8.2 Descripción de la potencia del yacimiento	46
2.8.3 Descripción de la inclinación del yacimiento	47
2.8.4 Descripción de la profundidad del yacimiento	47

2.8.5 Descripción de la distribución de leyes en el Yacimiento	47
<b>CAPITULO III: OPERACIONES MINERAS</b>	<b>48</b>
3.1 METODO DE EXPLOTACION CORTE Y RELLENO ASCENDENTE	48
3.2 OPERACIONES UNITARIAS	49
3.2.1 Perforación	49
3.2.2 Voladura	50
3.2.3 Acarreo	51
3.2.4 Relleno	51
3.2.5 Extracción	52
<b>CAPITULO IV: MARCO TEORICO VENTILACION DE MINAS</b>	
4.1 Definición de Ventilación de Minas	53
4.2 Conceptos básicos de la Ventilación	53
4.2.1 Volumen de aire (Q)	53
4.2.2 Velocidad (V)	54
4.2.3 Presión	54
4.2.4 Encausamiento y sentido de flujo	54
4.2.5 Balance de aire	54
4.2.6 Resistencia de un tramo de galería (Hf)	54
4.2.7 Factor de Fricción (K)	54
4.2.8 Ley Cuadrática	55
4.2.9 Ecuación de Atkinson	55
4.2.10 Requerimiento de aire	55
4.2.10.1 Caudal Necesario para el personal	56
4.2.10.2 Caudal necesario para equipo diésel	56

4.2.10.3 Caudal necesario para dilución de Contaminantes	56
4.2.10.4 Cantidad total de aire necesario	57
<b>CAPITULO V: SISTEMA ACTUAL DE VENTILACION</b>	<b>58</b>
5.1 Levantamiento de ventilación y registro de data	58
5.1.1 Equipos de levantamiento de ventilación	58
5.1.2 Estaciones de control de ventilación	59
5.2 Ingresos de aire	59
5.2.1 Bocamina Nivel 300	59
5.2.2 Bocamina Nivel 240	60
5.2.3 Bocamina Nivel 0	60
5.2.4 Chimenea antigua Nivel 360	60
5.3 Salidas de aire	61
5.3.1 Chimenea RB4	61
5.3.2 Chimenea RB3	62
5.3.3 Chimenea RB2	62
5.3.4 Chimenea 077	63
5.3.5 Chimenea 4E	63
5.4 Necesidad de aire para la mina	64
5.4.1 Para el personal	65
5.4.2 Para equipos diésel	65
5.4.3 Para dilución de los gases de disparo	66
5.4.4 Requerimiento total	66
5.4.5 Balance y cobertura	67
5.5 Condiciones de operación de principales chimeneas y labores horizontales de ventilación	67

5.5.1 Chimenea RB4	67
5.5.2 Chimenea RB1	68
5.5.3 Chimenea RB2	68
5.5.4 Chimenea RB3	69
5.5.5 Chimenea RB OP1	70
5.5.6 Chimenea 076	71
5.5.7 Chimenea 077	71
5.5.8 Chimenea 078	72
5.5.9 Chimenea 079	72
5.5.10 XC 240	73
5.5.11 XC 2006	73
5.5.12 Rampa Norte	73
5.5.13 CH 090	74
5.5.14 CH 980	74
5.5.15 Ore Pass antiguo	75
5.6 Capacidad instalada de ventiladores principales	75
5.7 Recirculación de aire en el circuito principal	76
5.8 Capacidad instalada de ventiladores secundarios	77
5.9 Breve análisis de los circuitos principales	77
5.10 Velocidades de aire	78
5.11 Medición de calidad de aire	78
<b>CAPITULO VI: DISEÑO Y PLANEAMIENTO DEL SISTEMA DE</b>	
<b>VENTILACION</b>	80
6.1 Objetivo	80
6.2 Antecedentes	80
6.3 Planeamiento de ventilación	81



7.1.1.3 Costo total de la inversión	98
7.1.2 Alternativa 2	99
7.1.2.1 Inversión de preparaciones y desarrollos	99
7.1.2.2 Inversión de ventiladores y accesorios	100
7.1.2.3 Costo total de la inversión	100
7.2 Costo de ventilación	101
7.3 Costo de energía en ventilación	104
7.4 Evaluación económica del proyecto	104
<b>CONCLUSIONES</b>	106
<b>RECOMENDACIONES</b>	108
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	109
<b>ANEXOS</b>	111

## INDICE DE TABLAS

	<b>Pág</b>
Tabla 1.1 Accesos a la mina	18
Tabla 1.2 Detalle Propiedad Minera	21
Tabla 2.1 Recursos Minerales	46
Tabla 2.2 Reservas Minerales	46
Tabla 5.1 Ingreso de aire	61
Tabla 5.2 Salida de aire	64
Tabla 5.3 Necesidad por personal	65
Tabla 5.4 Necesidad por equipo diésel	66
Tabla 5.5 Para la dilución de gases de disparo	66
Tabla 5.6 Ventiladores principales	76
Tabla 5.7 Ventiladores secundarios	77
Tabla 6.1 Equipos diésel proyectados	82
Tabla 6.2 Programa de avances chimeneas Alternativa 1	90
Tabla 6.3 Programa de avances chimeneas Alternativa 2	92
Tabla 6.3 Ingreso de aire proyectado	93
Tabla 6.4 Requerimiento de aire fresco proyectado	94
Tabla 7.1 Inversión en desarrollos y preparaciones Alternativa 1	97
Tabla 7.2 Inversión en ventiladores y accesorios Alternativa 1	98
Tabla 7.3 Inversión ventilación principal Alternativa 2	99
Tabla 7.4 Inversión en desarrollos y preparaciones Alternativa 2	99
Tabla 7.5 Inversión en ventiladores y accesorios Alternativa 2	100
Tabla 7.6 Inversión ventilación principal Alternativa 2	101
Tabla 7.8 Costo de Ventiladores	102
Tabla 7.7 Costo de ventilación	103

Tabla 7.9 Costo de energía en ventilación	104
Tabla 7.10 Evaluación económica de Alternativa 1	105
Tabla 7.11 Evaluación económica de Alternativa 2	105

## INDICE DE FIGURAS

	<b>Pág</b>
Figura 1.1 Plano de ubicación de la mina	19
Figura 1.2 Plano de propiedades	20
Figura 2.1 Columna estratigráfica mina Contonga	28
Figura 2.2 Relación entre reservas y recursos minerales	38
Figura 2.3 Geometría del yacimiento	47
Figura 2.4 Características Geomecánicas del Yacimiento	47
Figura 3.1 Ciclo de Perforación	50
Figura 6.1 Diseño de instalación de ventiladores en paralelo	92

## **INTRODUCCION**

En la actualidad se hace necesario la implementación de un Sistema de Ventilación durante la vida de un proyecto minero subterráneo, en su diseño comprende etapas que va desde la evaluación, análisis y planeamiento de circuitos de ventilación primaria, secundaria y auxiliar, y selección de ventiladores. La ubicación de infraestructura de ventilación se basa en la información geológica, geomecánica, recursos y reservas de mineral, para garantizar la continuidad operativa de la mina.

Tenemos por objetivo efectuar un diagnóstico integral de la ventilación en la mina, definir los requerimientos de aire para la mina, diseñar un sistema e infraestructura de ventilación necesaria para su ejecución a corto y mediano plazo, según el crecimiento y profundización de la mina.

Esto se justifica por la necesidad de mejorar las condiciones ambientales actuales y proyectadas de la mina, dotando de aire fresco y libre de contaminantes. Analizando los requerimiento de aire actuales y los proyectados durante la etapa de crecimiento y profundización de la mina.

Tomamos como punto de partida la realización de un levantamiento del sistema actual de ventilación de los diferentes niveles de la mina, el cual nos proporcionara un diagnóstico de referencia.

Luego elaboramos un proyecto de ventilación óptimo basado en conceptos y fórmulas matemáticas, los cuales nos determinara la infraestructura necesaria a ser ejecutada.

Partimos de la hipótesis que es posible mejorar el sistema de ventilación en los niveles de profundización proporcionando mejores condiciones ambientales al personal, lo que se verá reflejado en el incremento de la productividad.

El mayor consumo de aire no debe ser sinónimo de aumento de costos operativos.

## CAPITULO I

### ASPECTOS GENERALES

#### 1.1 UBICACIÓN Y ACCESO

La Mina Contonga, políticamente se ubica en la Región Ancash, Provincia de Huari, Distrito de San Marcos. Está enmarcado dentro de las coordenadas geográficas: 9°29'26" Latitud Sur, y 77°04'03" Longitud Oeste y altitudes entre 4,000 a 4,600 m.s.n.m. Las coordenadas UTM aproximadas son: 8'950,200 N y 273,000 E. El acceso principal a Contonga puede hacerse a través de las siguientes vías:

**Tabla 1.1** Accesos a la mina

RECORRIDO	LONGITUD	SITUACION VIAL	TIEMPO
Lima - Cononcocha - Antamina	448 km	Carretera Asfaltada	7 h 20 min
Antamina - Contonga	17 km	Carretera Afirmada	40 min
<b>TOTAL</b>	<b>465 Km.</b>		<b>8 h 0 min.</b>
RECORRIDO	LONGITUD	SITUACION VIAL	TIEMPO
Lima - Cononcocha - Catac	471 km	Carretera Asfaltada	6 h 20 min.
Catac - San Marcos	83 Km	Carretera Asfaltada (50%)	1 h 10 min.
San Marcos - Contonga	30 km	Carretera Afirmada	1 h
	<b>530 Km.</b>		<b>8 h 30 min.</b>

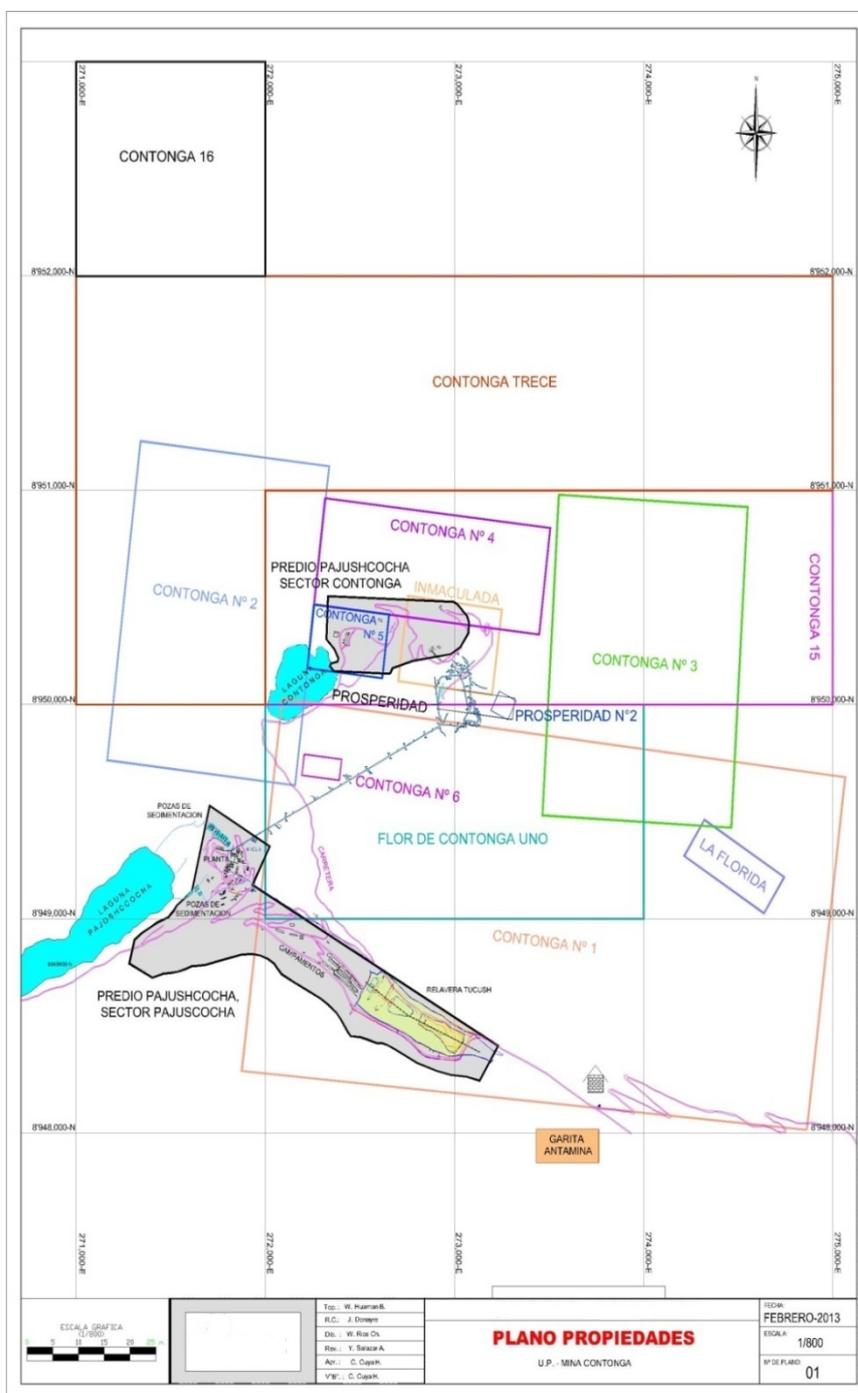
Fuente: Libro de Reservas Mina Contonga



**Figura 1.1** Plano de ubicación de la mina  
Fuente: Libro de Reservas Mina Contonga

## 1.2 PROPIEDAD MINERA

La UP Contonga Nyrstar Ancash S.A. es propietario de 1,550 hectáreas;  
conformada por las concesiones siguientes:



**Figura 1.2** Plano de propiedades

Fuente: Libro de Reservas Mina Contonga

**Tabla 1.2** Detalle Propiedad Minera

ITEM	PROPIEDAD MINERA	HAS	Nº CODIGO	TIPO	PROPIETARIO	RES. TITULO
1	CONTONGA Nº 1	5.111.815	09008733X01	Concesión Minera	MHSA	R.J Nº 01301-98-RPM
2	CONTONGA Nº 2	1.502.722	09008734X01	Concesión Minera	MHSA	R.D Nº 96-81-EM/DC
3	CONTONGA Nº 3	1.498.552	09008735X01	Concesión Minera	MHSA	R.D Nº 98-81/DC
4	CONTONGA Nº 4	599.469	09008736X01	Concesión Minera	MHSA	R.D Nº 092/81.DCM
5	CONTONGA Nº 5	119.894	09000601Y02	Concesión Minera	MHSA	R.D Nº 095/81.DCM
6	CONTONGA Nº 6	19.983	09008738X01	Concesión Minera	MHSA	R.D Nº 99/81-EM/DC
7	DELICIAS	279.737	09000470Y01	Concesión Minera	MHSA	R.D Nº 298
8	LA FLORIDA	100.002	09000426Y01	Concesión Minera	MHSA	R.M Nº 196
9	LA INMACULADA	200.002	09000472Y01	Concesión Minera	MHSA	R.D Nº 320
10	PROSPERIDAD	39.998	09000456Y01	Concesión Minera	MHSA	R.D Nº 938
11	PROSPERIDAD NUMERO DOS	10.000	09002127X01	Concesión Minera	MHSA	R.D Nº 1079
12	FLOR DE CONTONGA UNO	51.300	01-011709-03	Concesión Minera	MHSA	
13	CONTONGA TRECE	4.083.000	01-00219-04	Concesión Minera	MHSA	R.J.Nº 02548-2004-INACC/J
14	CONTONGA 15	883.600	01-00351-01	Concesión Minera	MHSA	R.J. Nº 00838-2001-INACC/J
15	CONTONGA 16	1.000.000	01-00839-01	Concesión Minera	MHSA	R.J. Nº 00749-2002-INACC/J
	<b>TOTAL</b>	gj <b>99.981</b>				
ITEM	CONCESION	HAS	Nº CODIGO	TIPO	PROPIETARIO	RES. TITULO
16	CONTONGA	675.600	P0000505	Concesión de beneficio	MHSA	RD Nº 1339-2007-MEM/DGM
<b>TOTAL CONTONGA</b>		<b>1.617.558</b>				

TERRENO SUPERFICIAL CONTONGA						
ITEM	PREDIO	HAS	DISTRITO	PROVINCIA	DPTO.	PARTIDA
17	PAJUSCOCHA DEL SECTOR CONTONGA	218.099	San Marcos	Huari	Ancash	11039587
18	PAJUSCOCHA DEL SECTOR PAJUSCOCHA	685.214	San Marcos	Huari	Ancash	11038801
19	PARCO	0.5878	Catac	Recuay	Ancash	11068082
	<b>TOTAL</b>	<b>909.191</b>				

Fuente: Libro de Reservas Mina Contonga

### **1.3 PROPIEDAD SUPERFICIAL**

Sociedad Minera Gran Bretaña S.A. (SMGB) adquirió en 1983, un terreno superficial de la Comunidad Huaripampa, de 90.9191 Ha. Las propiedades superficiales están debidamente inscritas en Registros Públicos.

### **1.4 HISTORIA**

La mineralización en el yacimiento Contonga es conocida desde la época colonial; existen evidencias de trabajos antiguos, especialmente en las áreas superiores de oxidación de yacimiento.

Entre 1900 – 1960, los señores Juan Llanos y P. Rodríguez Veramendi solicitaron los derechos mineros y desarrollaron una producción a escala artesanal, cuyos datos no se han podido ubicar.

En las últimas décadas de los 60's, el Geólogo Juan La Cruz López hizo un estudio sistemático, el cual fue destinado a promover el yacimiento, que posteriormente lo adquirió Santo Toribio Mining Company S.A., luego de realizar exploraciones adicionales, interesó a Sociedad Minera Gran Bretaña S.A. (SMGB), quien luego de un período de opción, adquirieron la propiedad en 1979. Datos recopilados revelan que la explotación más importante se realizó entre 1,985 a 1,990, alcanzando a explotar aproximadamente 420,000 TMS secas de mineral, con leyes de cabeza de 5.00% Zn, 1,94% Pb, 0,35% Cu, 3,25 Oz/Ag.

Los productos obtenidos en ese período de operación reportan concentrados de Plomo-Plata (58% Pb - 92 Oz/Ag); concentrados de Zinc (52% Zn). Las recuperaciones para Ag: 74%; Pb: 77%; Zn: 86%.

La capacidad de planta instalada es de 500 TM/día; sin embargo, se conoce que el promedio de producción diaria fue de 460 TM/día. En el año 1999, CEDIMIN toma una opción de compra del yacimiento para luego entrar en un Joint Venture con Anglo American Exploration del Perú S.A. (ANGLO). Después de trabajos de exploración en el año 2,000, ANGLO se retira del *Joint Venture*. En Agosto de 2,003, Inteligencia Financiera SAC. (INTELFIN), administradora de los bienes de SMGB en liquidación, firma un Contrato de Opción de Transferencia del Patrimonio de la U.E.A. Contonga con BHL Perú SAC. Posteriormente, BHL del Perú cede la opción a Minera Huallanca S.A.

La compañía Minera Huallanca S.A. inició con 600 TMS/día de capacidad de tratamiento de mineral en planta, posteriormente se incrementa a 900 TMS/día.

En junio de 2010 Nyrstar adquiere la Mina Contonga de Cía. Minera Huallanca. Reiniciando las operaciones con los objetivos claros de incrementar las Reservas y Recursos, con exploración de labores Subterráneos y perforación diamantina.

En la actualidad la capacidad de producción de la planta concentradora Nyrstar UP Contonga es 1,200 TMS/día.

## **CAPITULO II**

### **GEOLOGIA DEL YACIMIENTO**

#### **2.1 MARCO GEOLÓGICO GENERAL**

La UP Contonga Nyrstar S.A. es un Yacimiento Polimetálico tipo skarn de reemplazamiento metasomático de contacto, con mineralización de Cobre, Zinc, como sulfuros y minerales accesorios de plomo, bismuto, plata y molibdeno.

#### **2.2 GEOLOGÍA REGIONAL**

Regionalmente, el contexto Geológico se caracteriza por presentar una amplia secuencia sedimentaria, aisladas ocurrencias de volcánicos, la presencia de rocas intrusivas y cuaternarias.

##### **2.2.1 SECUENCIA SEDIMENTARIA**

La Secuencia Sedimentaria está representada por calizas, limolitas, lutitas y cuarcitas, comprendidas entre el Valanginiano (Cretáceo Inferior) y el Coniaciano (Cretáceo Superior); dichas edades no son absolutas, se deducen por correlación estratigráfica y evidencias paleontológicas, usando como referencias las Hojas Geológicas del INGEMMET a 1:100,000; SINGA y LA UNION.

Las principales unidades estratigráficas que afloran regionalmente son las que pasaremos a describir brevemente:

#### **2.2.1.1 FORMACIÓN CELENDIN**

Calizas de color gris oscuros, de fina estratificación. Intercalaciones de limolitas y margas grises, irregularmente estratificadas. Presencia de cefalópodos, gasterópodos, bivalvos, equinodermos. Espesor: 500m.

#### **2.2.1.2 FORMACIÓN JUMASHA**

Calizas de estratificación gruesa y compacta de color gris claro; intercalaciones de lutitas grises, finamente bandeadas. Presenta en la base de la secuencia 2 m. de espesor, de una arenisca calcárea. Jumasha es la unidad principal que alberga la mineralización en Contonga. Edad: Turoniano a Albiano Superior. Espesor: 800 m.

#### **2.2.1.3 FORMACIÓN PARIATAMBO**

Calizas grises bituminosas, de estratificación gruesa; margas marrón oscuras son características por su olor fétido en esta unidad. En algunas zonas del área también están mineralizadas. Edad: Albiano Medio. Espesor: 100 - 500 m.

#### **2.2.1.4 FORMACIÓN CHULEC**

Calizas grises dolomíticas, intercaladas con finos estratos de areniscas, limolitas y lutitas. En esta unidad se puede ver mineralización selectiva tipo manto.

Edad: Albiano Medio. Espesor: 100m.

#### **2.2.1.5 FORMACIÓN PARIAHUANCA**

Calizas grises con intercalaciones de estratos de aspecto sucio.

Edad: Aptiano. Espesor: 100 – 400 m.

#### **2.2.1.6 GRUPO GOYLLARISQUIZGA**

Tiene tres formaciones: Chimú, Santa y Carhuaz en el área están indiferenciados.

Edad: Valanginiano. Espesor: + 500 m.

#### **2.2.2 UNIDADES INTRUSIVAS**

Las rocas intrusivas del área se consideran como intrusiones jóvenes en comparación con los intrusivos cercanos: Plutón de Cahuish (Oeste de Contonga – Cordillera Blanca), datados en 11.1 –16 MA, por J. Wilson en 1975. En 1966, las dataciones obtenidas de D. Noble, arrojan edades de 10 MA para el stock de Antamina. El stock Contonga puede correlacionarse con este intrusivo.

#### **2.2.3 MARCO TECTÓNICO ESTRUCTURAL**

Los principales movimientos de compresión en la zona dieron un eje de plegamiento orientado NW – SE, claramente expuesto en el área. La dirección principal de dicha compresión se orientó de SW – NE, coincidiendo con el mecanismo de subducción de la corteza marina con la corteza continental en el Perú Central.

Separadamente, existieron procesos tensionales durante el Plegamiento, habiéndose reconocido tres eventos, relacionados a dichos procesos tensionales. Asimismo, como consecuencia de los movimientos de compresión, se han identificado fallamientos inversos entre las unidades más competentes (Jumasha y

Chimú), con las intercalaciones de unidades menos competentes (Chulec y Carhuaz). La figura muestra los principales yacimientos en la zona, y su ubicación dentro de la columna estratigráfica.

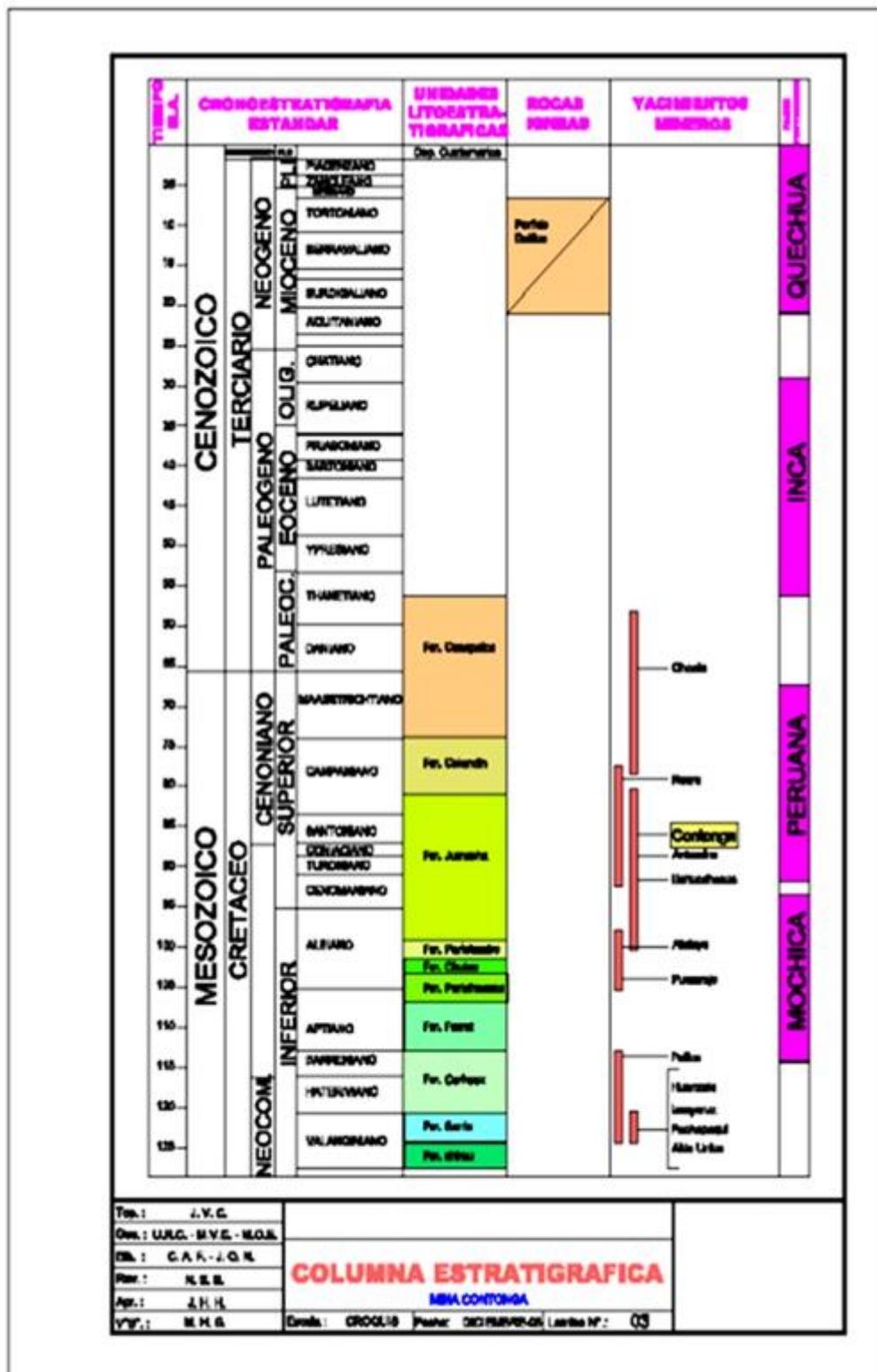


Figura 2.1 Columna estratigráfica Mina Contonga

Fuente: Libro de Reservas Mina Contonga

#### **2.2.4 MINERALIZACIÓN Y ALTERACIÓN**

En los Pórfidos Cuarcíferos de Contonga y Taully, se distinguen dos tipos principales de mineralización: skarn y reemplazamiento masivo de sulfuros en carbonatos, alrededor de los intrusivos y también como mantos controlados por fallamiento, a lo largo de los estratos. Además, se distingue una última estructura circular de una brecha hidrotermal cementada, con sulfuros alrededor del Stock CONTONGA.

El Skarn y la mineralización asociada al reemplazamiento de carbonatos, están principalmente compuestos por Wollastonita, menor Granate verde y un extenso halo de marmolización. Los Horfenls y las calizas recristalizadas representan la expresión distal de las estructuras mineralizadas.

La brecha hidrotermal cementada con sulfuros de Zn + Pb +Ag + Cu, se desarrolla mayormente en el contacto intrusivo, y las principales zonas están restringidas a los sectores Oeste y Sur de Stock Contonga. El ensamble de alteración en el skarn está constituido por Granate verde + Piroxeno - Fluorita. Fallamiento post mineral ha generado material inconsolidado dentro de la brecha (arcillas, sericita, carbonatos).

Los diferentes tipos de skarn pueden agruparse de la manera siguiente: un típico skarn cálcico distal, teniendo en cuenta el ensamble Zn + Pb + Ag; un exoskarn caracterizado por la presencia de piroxeno + fluorita y de su comportamiento por ser un sistema de mineralización extenso y algo profundo. La alteración tipo endoskarn está restringida a fracturas angostas en el contacto, con algo de granate verde y débil cantidad de sulfuros.

La mineralización del Skarn se caracteriza por presentar granos gruesos de esfalerita (marmatita), galena, pirita, calcopirita y, ocasionalmente, tetraedrita; los primeros aumentan en profundidad. Pirrotita se ha observado en profundidad, con típica zonación respecto a la mineralización de Zn + Pb. Bismutinita ha sido reportada por Sociedad Minera Gran Bretaña.

La Alteración Potásica mencionada, parece estar asociada a las últimas fases de mineralización representadas por Cuarzo + Pirita + Calcopirita. Zonas de anomalías con mineralización de interés exploratorio se han ubicado en la parte superior a lo largo de la Fm. Pariatambo: contacto Norte del Stock Taully, la Anomalía Ango y la Anomalía Flor de Habas.

Esta última presenta un halo de alteración de 300 m. x 30 m. de ancho, donde se ha observado por lo menos cuatro mantos cuyas potencias van desde menos de 1 m. hasta 7 m. (2 m. con 1.1 Oz/Ag; 3% Pb, y 2.3% Zn).

Estructuras tipo manto se emplazan siguiendo el rumbo de los estratos Jumasha y Pariatambo, las mencionadas estructuras denominadas "A" (Anomalía Flor de Habas, Fm. Pariatambo), estructuras "B" y "C" (Fm. Jumasha), tienen presencia de mineralización.

## **2.3 GEOLOGIA LOCAL**

### **2.3.1 LITOLOGÍA**

El área de estudio está cubierta principalmente por secuencia Sedimentaria Cretácea (desde el Grupo Goyllarisquizga hasta la Fm. Celendín). Esta secuencia se encuentra simétricamente plegada, formada por anticlinales (Qda. Pichiu), y por

sinclinales y anticlinales hacia el lado Oeste, orientados hacia el NW y bien expuestos en la Qda. Tucush.

**La Fm. Celendín**, aflora alrededor de la laguna Pajuscocha; está compuesta de calizas limolíticas grises-marrones, con intercalaciones de margas. La base de la secuencia está representada por una caliza de textura oolítica, con contenidos de pirita diagenética. La Fm. Celendín en este punto se estima en 350 m de espesor; el rumbo de la estratificación es NW, con buzando 60° - 70° al SW.

**La Fm. Jumasha**, que subyace a Fm. Celendín, presenta anchos de 1 – 3 m. de calizas compactas, de gris claro a gris oscuro (lodolitas y grauvacas). En la base de secuencia se observan lutitas grises. Brechas de disolución locales se observan en Fm. Jumasha, asociados a fallas a lo largo de los planos de la estratificación. Típicamente, forma relieves casi verticales con más de 60° de buzamiento de las rocas de caja. El rumbo de los estratos es NW, buzando 60° - 70° SW, que coincide con el contacto del intrusivo, presentando ligeras disturbancias. El espesor estimado es de 750 m.

**La Fm. Pariatambo**, presenta gruesos estratos grises de calizas fosilíferas, intercalados con margas y calizas carbonáceas de olor fétido. El rumbo de los estratos es NW, y buzan 55° - 60° al SW.

**La Fm. Chulec** presenta calizas dolomíticas de 1 m. de espesor; se intercala con limolitas de grano fino y también lutitas. El afloramiento presenta coloración marrón - amarillenta, con espesores que llegan hasta 200 m. Tienen rumbo NW y

presentan buzamientos de 50° - 55° hacia SW. Representa un estrato “Llave” para ubicar mineralización tipo manto (Flor de Habas).

La **Formaciones Pariahuanca** y las del **Grupo Goyllarisquizga** subyacen concordantemente a las anteriores.

### **2.3.2 ROCAS MAGMÁTICAS**

Las unidades intrusivas, correspondientes al área del yacimiento, presentan por lo menos cuatro diferentes fases identificadas por Anglo American, dentro de la única unidad de pórfido cuarcífero establecido por Gran Bretaña.

El mayor volumen de roca intrusiva en Contonga corresponde a un pórfido rico en cuarzo – feldespato (calco alcalino), color blanco, textura porfirítica (más de 20% de fenos). Por lo menos 10% son cristales de cuarzo, sub redondeado, y el 10% de feldespatos y biotita alterada, constituyen los fenos que están incorporados dentro de la masa de alteración a sílice - sericita - argilita. Biotita de color marrón está alterada a sericita y biotita secundaria.

Las hornblendas están alteradas a arcillas. La alteración predominante es sílice - argilita – sericita, confinada principalmente a las zonas de contacto caliza – intrusivo, donde es notable adicionalmente la alteración K-potásica en el intrusivo con diseminación de pirita. Este intrusivo es responsable de la mineralización Zn + Pb + Ag + Cu, dentro del skarn cálcico.

En los extremos del cuerpo principal del pórfido cuarzo – feldespato, se ha detectado diques félsicos de dacita con textura porfirítica, conformada por cristales

de cuarzo. Esta unidad ha sido definida a través de la exploración diamantina con taladros.

Al sur del Stock de Contonga, en el área de Taully, se ha diferenciado en el pórfido de cuarzo – feldespatos la ocurrencia de una cuarzo monzonita, como último evento ocurrido y ubicado en la parte central del intrusivo aflorante; en Taully se ha detectado diseminación y venillas de magnetita + cuarzo + pirita. En esta área, la respuesta a estudios de geofísica realizados por Anglo American, ha sido notable.

Posiblemente, como eventos tardíos, pueden considerarse la ocurrencia de diques – sills de andesita, orientados hacia NW dentro de las Fm. Pariatambo - Pariahuanca. Las ocurrencias de “sills” de andesitas están controladas por los planos de estratificación.

La geometría de la intrusión está íntimamente relacionada con el sentido de la Estratificación (Jumasha – Pariatambo). Los principales stocks (Contonga y Taully), evidentemente, están controlados por las fallas NW a lo largo de los Estratos y por los lineamientos estructurales NE, fácilmente observables en superficie.

Los resultados de los mapeos subterráneos y resultados de la perforación diamantina realizada en Contonga, llevan a concluir que estos intrusivos, en profundidad, adoptan el comportamiento de sills en su emplazamiento. Adicionalmente, a los stocks de Taully y Contonga, aflora al NW de este último el intrusivo Ango, con las mismas características generales de los dos primeros.

### **2.3.3 ALTERACIÓN**

Las partes centrales del intrusivo presenta débil a moderada alteración potásica, en los bordes es persistente una moderada a fuerte silicificación. En el contacto intrusivo – caliza se ha formado una estrecha banda de exoskarn, con presencia de diópsido, andradita, grosularia y wollastonita. En forma distal, estratos de calizas con impurezas fueron alterados a hornfels o skarnoides de diópsido con disseminación de grosularia.

### **2.3.4 MINERALIZACIÓN**

La mineralización ocurre como lentes de reemplazamiento en calcosilicatos y a brechas hidrotermales de emplazamiento superficial. El primer tipo se desarrolla en los contactos Norte y Este mientras que las brechas mineralizadas ocurren en los contactos Oeste y Sur.

En los Pórfidos Cuarcíferos de Contonga y Taully, se distinguen dos tipos principales de mineralización: skarn y reemplazamiento masivo de sulfuros en carbonatos, alrededor de los intrusivos y como mantos controlados por fallamiento, a lo largo de los estratos. Además, se distingue una última estructura circular de una brecha hidrotermal cementada, con sulfuros alrededor del stock de Contonga.

También, se ubicó una mineralización en los horizontes calcáreos del Pariatambo, probablemente consecuencia de una apófisis de intrusivo en profundidad que habría generado una zona mineralizada.

La mineralización en el skarn, está constituida de pirita, esfalerita, galena, calcopirita, marmatita, cuarzo, calcita, tetraedrita y pirrotita.

En las brechas, ocurren los mismos minerales que en los calcosilicatos, con la diferencia de que hay mayor presencia de minerales de plata como la galena argentífera y sulfosales.

El skarn y la mineralización asociada al reemplazamiento de carbonatos, están principalmente compuestos por wollastonita, menor granate verde y un extenso halo de marmolización. Los Horfenls y las calizas recristalizadas representan la expresión distal de las estructuras mineralizadas.

### **2.3.5 ZONEAMIENTO**

Como en todo yacimiento de skarn, en Contonga existe un zoneamiento de calcosilicatos cuya distribución, yendo del intrusivo a las calizas, es la siguiente:

Diópsido (2 mm) - grosularia (2 mm), ocurre en bandas con anchos de 0.60 a 1.75 m., tiene hábito acicular y en agregados granulares.

Andradita (2 mm), está en un ancho de 1.70 a 4.80 m., es de hábito masivo granular.

Wollastonita (13 mm) - andradita, tiene anchos de 2.00 a 7.50 m., es de hábito radial acicular y en agregados granulares. La concentración de la esfalerita ferrífera (marmatita) y calcopirita, claramente se relaciona a las dos últimas franjas de calcosilicatos; la galena más es de ocurrencia periférica.

El zoneamiento vertical de la mineralización aún no está suficientemente estudiado; sin embargo, se puede indicar que el Cobre incrementa de valores desde la cota

4,310 hacia abajo, en contraposición de los mayores valores de Plomo y Plata, cuya concentración es mayor, cerca de superficie.

### **2.3.6 CONTROLES DE MINERALIZACIÓN**

Los yacimientos de reemplazamiento están relacionados a la presencia de rocas ígneas que intruyen rocas carbonatadas (control lito-estructural) en cuyo contacto se producen aportes de sílice, hierro, aluminio y otros elementos menores. Los cambios físico-químicos van a producir calcosilicatos en forma de skarn o skarnoides (control de alteración) que van favorecer el reemplazamiento con minerales de zinc, plomo, plata, cobre, bismuto y otros.

El control estructural es uno de los más importantes, fracturamientos de rumbo SW-NE habrían dado origen al emplazamiento de las rocas intrusivas, también sirviendo de ductos de fluidos mineralizantes y otra familia concordante al rumbo de los horizontes calcáreos de rumbo SE-NW, que servirían de canales de emplazamiento de la mineralización en las calizas. Presencia de fallamientos tensionales habrían dado origen a zonas de brecha alrededor del anillo del stock, zonas favorables de mineralización.

Para una mejor disposición y mayor visualización de los bloques del Stock Contonga, se considera 4 sectores: Sector Norte, Sector Este, Sector Sur y sector Oeste. La mineralización de cada sector se presenta en una sección compuesta rebatida.

## 2.4 RECURSOS Y RESERVAS MINERALES

El Código australiano JORC establece los estándares mínimos, recomendaciones y normas para la edición de Informes de Dominio Público sobre los resultados de las Exploraciones, Recursos Minerales y Reservas de Mena, y que fue principalmente adoptado en Australia (1999) mediante el Reglamento del Instituto Australiano de Minería y Metalurgia (AIMM). Así mismo, recientemente, también instituciones profesionales del Perú (BVL, CONASEV,SGP y el IIMP) han adoptado el Código Jorc como normativa recomendada para editar los Informes de Resultados de Exploración, Recursos y Reservas minerales, cuya finalidad es informar debidamente a las empresas, inversionistas potenciales y sus asesores.

En el cuadro inferior se muestra la relación secuencial que existe entre la Información de Exploración, Recursos y Reservas. La clasificación de los estimados debe tomar este marco de referencia, de modo tal que reflejen los diferentes niveles de confianza geológica y los diferentes grados de evaluación técnica y económica. Conforme aumenta el conocimiento geológico, es posible que la Información de la Exploración llegue a ser la suficiente como para estimar un Recurso Mineral. Conforme aumenta la información económica, es posible que parte del total de un Recurso Mineral se convierta en una Reserva Mineral. Las flechas de doble sentido indican que los cambios en los factores pueden hacer que el mineral estimado anteriormente como reserva, pueda volver a ser un recurso por causas económicas, legales y/o ambientales, como resulta ser el caso de UP Contonga Nyrstar Ancash S.A.



**Figura 2.2** Relación entre reservas y recursos minerales

Fuente: Libro de Reservas Mina Contonga

El Código JORC contiene tres principios fundamentales: la transparencia, materialidad y competencia. La transparencia requiere que el lector de un informe de dominio público reciba suficiente información, cuya "presentación sea clara y no ambigua" con el fin de entender dicho informe sin inducir a error a los posibles lectores. La materialidad exige que el informe contenga toda la "información relevante" y necesaria que los inversionistas y asesores podrían requerir razonablemente para la toma de decisiones. La competencia requiere que el informe se base en el trabajo y/o supervisión de una "persona calificada" y con experiencia suficiente en el sector minero.

### **2.4.1 RECURSOS MINERALES**

Son concentraciones de materiales sólidos (rocas o minerales), líquidos o gaseosos que existen en la corteza terrestre en forma, cantidad y calidad tales que tenga probabilidades racionales de una extracción económica potencialmente factible, la ubicación, cantidad, ley, características geológicas y continuidad del recurso se estiman o interpretan a partir de información, evidencias y conocimiento geológicos específicos, exploraciones y muestreos, realizados con el apoyo de otras disciplinas auxiliares.

Las declaraciones de recursos minerales, generalmente son documentos que se ven afectados por la tecnología, la infraestructura, los precios de metales y otros factores. Según cambien estos diversos factores modificadores, el material puede entrar o salir de la estimación de Recursos. Las partes de un yacimiento que no tengan perspectivas razonables de extracción económica eventual, no deben incluirse en un recurso mineral. Los recursos minerales se subdividen, en orden de confianza geológica creciente, en las categorías de Inferido, Indicado y Medido. La elección de la categoría de un recurso depende de la cantidad y distribución de datos disponibles así como del nivel de confianza que ofrecen éstos.

#### **2.4.1.1 RECURSO MINERAL INFERIDO**

Parte de un recurso mineral para la cual el tonelaje, leyes y contenido mineral pueden estimarse con un bajo nivel de confianza; resulta inferido por evidencias geológicas y/o de leyes asumidas pero no verificadas. El estimado se basa en información reunida con técnicas adecuadas en lugares tales como afloramientos, zanjas, pozos, taladros, los cuales, pueden tener limitaciones de calidad y/o fiabilidad incierta. Se asume la continuidad geológica y puede o no estar respaldada

por muestras representativas. La confianza en el estimado es insuficiente como para aplicar parámetros técnicos y económicos, o realizar una evaluación económica de pre-factibilidad que merezca darse a conocer al público.

#### **2.4.1.2 RECURSO MINERAL INDICADO**

Parte de un recurso mineral para la cual el tonelaje, densidades, forma, características físicas, leyes y contenido mineral pueden estimarse con un nivel de confianza razonable. El estimado se basa en la información de exploración, muestreo y pruebas reunidas con técnicas apropiadas de lugares tales como afloramientos, zanjas, pozos, labores mineras, beneficios y taladros. Los lugares están demasiado distantes o inadecuadamente espaciados para confirmar la continuidad geológica y de leyes, pero sí lo suficientemente cercanos como para asumirlas. Se asume la continuidad geológica pero con muestreos inadecuadamente espaciados, que no permiten confirmar totalmente su continuidad ni obtener confiabilidad suficientemente alta. La confianza en el estimado, pese a ser menor que en el caso de los recursos medidos, es suficientemente alta como para aplicar los parámetros técnicos y económicos para una posible evaluación de pre-factibilidad económica.

#### **2.4.1.3 RECURSO MINERAL MEDIDO**

Parte de un Recurso Mineral para la cual el tonelaje, densidades, forma, características físicas, leyes y contenido mineral pueden estimarse con un alto nivel de confianza. El estimado se basa en información confiable y detallada de exploración, muestreo y pruebas reunidas con técnicas adecuadas de lugares tales como los afloramientos, zanjas, pozos, labores mineras, beneficios y taladros. Los lugares están espaciados con proximidad suficiente para confirmar la continuidad

geológica y/o la de leyes. Se confirma la continuidad geológica mediante muestreo adecuadamente espaciado, sondeos y labores mineras. La confianza en el grado de conocimiento de la geología y controles del yacimiento mineral, es suficiente como para permitir la aplicación adecuada de los parámetros técnicos y económicos como para posibilitar una evaluación de viabilidad económica.

#### **2.4.2 RESERVAS DE MENA**

Es la parte económica y legalmente extraíble de un recurso mineral medido o indicado, e incluye materiales de dilución y descuentos por las mermas que pueden ocurrir durante el minado; requiere haber efectuado estudios de pre-factibilidad considerando los factores de minado, procesamiento, metalurgia, economía, mercadeo, legales, ambientales, sociales y gubernamentales asumidos en forma realista.

El término económico implica que se ha podido establecer o demostrar analíticamente que es posible una extracción o producción rentable, bajo hipótesis definidas de inversión. El término legalmente implica que no debería haber incertidumbre en lo que respecta a los permisos necesarios para el minado y el procesamiento de los minerales, ni tampoco con la resolución de asuntos legales que estuvieran pendientes. Se subdividen en orden de confianza creciente en Reservas Probables y Reservas Probadas.

##### **2.4.2.1 RESERVA MINERAL PROBABLE**

Es la parte económicamente extraíble de un Recurso Mineral indicado y, en algunas circunstancias, de un Recurso Mineral medido. Esta Reserva incluye los materiales de dilución y los materiales por mermas que puedan ocurrir durante la explotación.

Implica evaluaciones de pre-factibilidad con las consideraciones respecto a los factores económicos modificadores; estas evaluaciones demuestran que la extracción podía justificarse razonablemente en el momento del informe. Una reserva mineral probable tiene menos confianza que una reserva mineral probada y su estimado debe tener la calidad y confianza suficiente como para servir de base a decisiones sobre inversiones de capital para el desarrollo del minado; sin embargo, requiere mayor información para demostrar la continuidad geológica y gran confiabilidad en su ley.

#### **2.4.2.2 RESERVA MINERAL PROBADA**

Es la parte económicamente extraíble de un Recurso Mineral medido, e incluye los materiales de dilución y descuentos por mermas durante la explotación. La aplicación de esta categoría implica el más alto grado de confianza en el estimado y se asume que existe suficiente información disponible (muestreos y labores mineras, desarrollos, etc.) para demostrar la continuidad geológica y la ley del yacimiento. Involucra efectuar evaluaciones de pre-factibilidad, pruebas piloto de producción, etc., en las que se consideran las modificaciones por factores realistas de minado, metalúrgicos, económicos, mercadeo, legales, ambientales, sociales y gubernamentales; estas evaluaciones deben demostrar que la extracción es viable al momento del informe. Normalmente involucra al material (mineral) que se está minando y para la cual hay un plan de mina detallado. En ningún caso los Recursos Minerales Indicados podrían convertirse directamente en Reservas Minerales Probadas.

## **2.5 CRITERIOS DE CUBICACION**

La metodología empleada para lograr la cubicación y estimación de los Recursos Minerales en la UP Contonga Nyrstar Ancash S.A. ha seguido estándares clásicos.

### **2.5.1 DELIMITACIÓN DE BLOQUES:**

Una vez actualizados los tajeos y secciones del Stock Contonga, se procedió a realizar la planimetría de las áreas mediante el programa AutoCAD, contorneando exactamente los perímetros de los tajeos y bloques mineralizados. Finalmente, los bloques rectangulares delimitados fueron nuevamente redimensionados, estableciendo una nueva nomenclatura para su identificación conformada por dos números y la primera del Sector al que pertenece ejemplo Block- 17N, 18E, 19S y 20W para evitar posibles confusiones.

### **2.5.2 FACTOR DE TONELAJE:**

Para el cálculo del estimado en Tm, se han considerado los anchos reales promedios de cada veta, valor que multiplicado por la densidad 3.2 Tm/m<sup>3</sup>, establecido previamente como factor de tonelaje, para el mineral polimetálico, obteniéndose así el tonelaje estimado del mineral con una ley metálica 'in situ' para cada bloque; es decir, se obtiene finalmente el recurso medido e indicado (antiguamente como reserva geológica).

### **2.5.3 CORRECCIÓN DEL TONELAJE Y DILUCIÓN:**

Se ha corregido el área con la altura inclinada de acuerdo al buzamiento de cada sector y estructura; el segundo, se ha aplicado el 20% al ancho mínimo de explotación establecido por el tipo de minado y/o explotación.

En cualquier caso, cabe señalar que para la mina Contonga los bloques de mineral re- inventariados no pueden ser clasificados (por ahora) con categoría de reservas de mena que incluye las diluciones por minado y otros factores; más bien, se ajustan mejor con la definición de recursos debido a los factores económicos, legales y ambientales que afectan a las operaciones y la empresa propietaria del yacimiento. Para que los recursos pasen a reservas deberán de valorizarse, el mineral diluido, los parámetros del balance metalúrgico, valor de concentrados, recuperaciones, ventas, maquilas, mermas, etc.

#### **2.5.4 OTROS CALIFICADORES**

Solamente con fines de la operación y para uso interno; en algunas tablas se listan y se agrupan bloques, con calificadores de Valor, Accesibilidad, resultando así lo siguiente:

##### **2.5.4.1 CALIFICADORES DE VALOR**

###### **Económico**

Aquel mineral cuyo valor excede todos los gastos directos (gastos de operación y regalías), e indirectos (depreciación de equipos, amortizaciones, gastos financieros, etc.), y permite obtener utilidades.

###### **Marginal**

Aquel mineral que cubre los gastos directos (incluyendo regalías) y parte de los indirectos pero no así las amortizaciones, depreciaciones y gastos financieros.

#### **2.5.4.2 CALIFICADORES DE ACCESIBILIDAD**

##### **Accesible**

Se considera aquel sector mineralizado (bloque) que tiene disponible infraestructura minera accesible y que requiera un mínimo grado de rehabilitación para la continuación de una operación sostenida.

##### **Eventualmente Accesible**

Es aquel sector mineralizado que requiere el desarrollo y preparación de infraestructura minera para tener acceso a la explotación de mineral previamente definido con sondajes, cartografiado geológico y muestreo. Se define como eventualmente accesible por cuanto se requiere de un tiempo e inversión razonable para la explotación del sector mineralizado (bloque).

##### **Inaccesible**

Aquel mineral cuya ubicación espacial está muy distante de la operación actual. Y que estará disponible en un mediano y/o largo plazo.

Aquel mineral que requiere de altas inversiones en rehabilitación de accesos y su valor no los cubre, o se halla en zonas cuya explotación afectaría a instalaciones fijas (piques, cámaras de bombeo, etc.), o se emplaza debajo de lagunas, no es considerado reserva.

## 2.6 SUMARIO DE RECURSOS

**Tabla 2.1** Recursos Minerales

RECURSOS AL 31 DE DICIEMBRE 2012						
	TM	Ag Oz/ton	%Cu	%Pb	%Zn	US \$/TM
MEDIDO	267,647	0.91	0.32	0.97	2.02	56.17
INDICADO	624,743	1.72	1.06	0.27	4.04	110.20
INFERIDO	807,616	1.51	0.91	0.54	3.16	95.10
	1,700,006	1.50	0.87	0.51	3.30	94.52

Fuente: Libro de Reservas Mina Contonga

## 2.7 SUMARIO DE RESERVAS

**Tabla 2.2** Reservas Minerales

RESERVAS AL 31 DE DICIEMBRE 2012						
	TM	Ag Oz/ton	%Cu	%Pb	%Zn	US \$/TM
PROBADO	1,179,459	3.26	0.55	1.98	4.80	144.04
PROBABLE	378,698	3.61	0.63	1.96	4.81	153.23
	1,558,157	3.34	0.57	1.98	4.80	146.28
<b>TOTAL</b>	<b>3,258,162</b>	<b>2.38</b>	<b>0.73</b>	<b>1.21</b>	<b>4.02</b>	<b>119.27</b>

Fuente: Libro de Reservas Mina Contonga

## 2.8 CARACTERIZACION GEOMECANICA

### 2.8.1 Descripción de la geometría del yacimiento

El cuerpo mineralizado pertenece al dominio estructural de rumbo N 55° W (verticales). El yacimiento es de forma Irregular.

### 2.8.2 Descripción de la potencia del yacimiento

En forma general los cuerpos mineralizados presentan potencias variables que van desde 4 a 30 metros. Con estas potencias se considera un yacimiento de potencias intermedias.

### 2.8.3 Descripción de la inclinación del yacimiento

Las vetas tiene un buzamiento de 75°-85°SE hasta verticales. Según Nicholas (1981), se define como yacimientos de inclinación vertical.

### 2.8.4 Descripción de la profundidad del yacimiento

El yacimiento presenta profundidades variables, siendo la zona de explotación a una profundidad de varia de 500 a 700m.

### 2.8.5 Descripción de la distribución de leyes en el yacimiento.

Existen distintas leyes que gradualmente cambian en el espacio, considerándose una distribución gradacional.

<b>Geometría del Yacimiento</b>	Forma del yamiento	Irregular	Angosto - Intermedio Vertical
	Potencia de Veta	4 - 30	
	Inclinacion del yacimiento	75° - 85°	
	Distribucion de Leyes	Gradacional	

**Figura 2.3** Geometría del yacimiento

Fuente: Libro de Reservas Mina Contonga

Se caracterizan en mineral, pared colgante y pared yacente.

<b>Características Geomecánicas del Yacimiento</b>	Mineral	Resistencia de roca Intacta	121 Mpa	Competencia Mediana
		Numero de estructuras	Fracturado	3 - 10 ff/m
		Condicion de las estructuras	Mediana	con relleno duro >5mm
	Caja techo	Resistencia de roca Intacta	162 Mpa	Competencia Mediana
		Numero de estructuras	Poco Fracturado	3 - 10 ff/m
		Condicion de las estructuras	Mediana	Presenta ligero relleno
	Caja piso	Resistencia de roca Intacta	62 Mpa	Competencia baja
		Numero de estructuras	Poco Fracturado	3 - 10 ff/m
		Condicion de las estructuras	baja	Presenta ligero relleno

**Figura 2.4** Características Geomecánicas del Yacimiento

Fuente: Libro de Reservas Mina Contonga

## **CAPITULO III**

### **OPERACIONES MINERAS**

#### **3.1 METODO DE EXPLOTACION CORTE Y RELLENO ASCENDENTE**

El método de explotación a emplear, fue seleccionado en base a parámetros geológicos y geomecánicos en cada labor, determinándose el método Corte y Relleno Ascendente de manera mecanizado.

En este método el mineral se excava en subniveles horizontales, comenzando desde el nivel de la galería y avanzando en sentido ascendente.

El mineral se extrae completamente del tajo, cuando se ha excavado todo el subnivel, se cubre el volumen correspondiente con material de relleno, que sirve para soportar las paredes de plataforma para continuar los trabajos o cortes siguientes.

El material de relleno que se utiliza es el desmonte producido de los desarrollos y preparaciones (material estéril) de la mina que se extiende por los diferentes niveles.

La explotación por corte y relleno puede ser utilizados en yacimientos de fuerte buzamiento con mineral relativamente fuerte.

Este método ofrece una ventaja en términos de selectividad en comparación con los otros métodos que se pueden usar en depósitos similares, y se caracteriza por la explotación discontinua del mineral de las galerías, debido a las interrupciones que son necesarias para las fases de distribución del material de relleno.

Las principales características del método de explotación "Corte y Relleno" son:

- Selectividad a fin de lograr la ley de cabeza programada sobre el CUT OFF.
- La calidad de la roca mineralizada así como la de las cajas son calificadas como regulares (sector oeste y sector sur).
- Las cajas tanto techo como piso son moderadamente competentes.
- El método se ejecuta con equipos mecanizados, y convencionales.

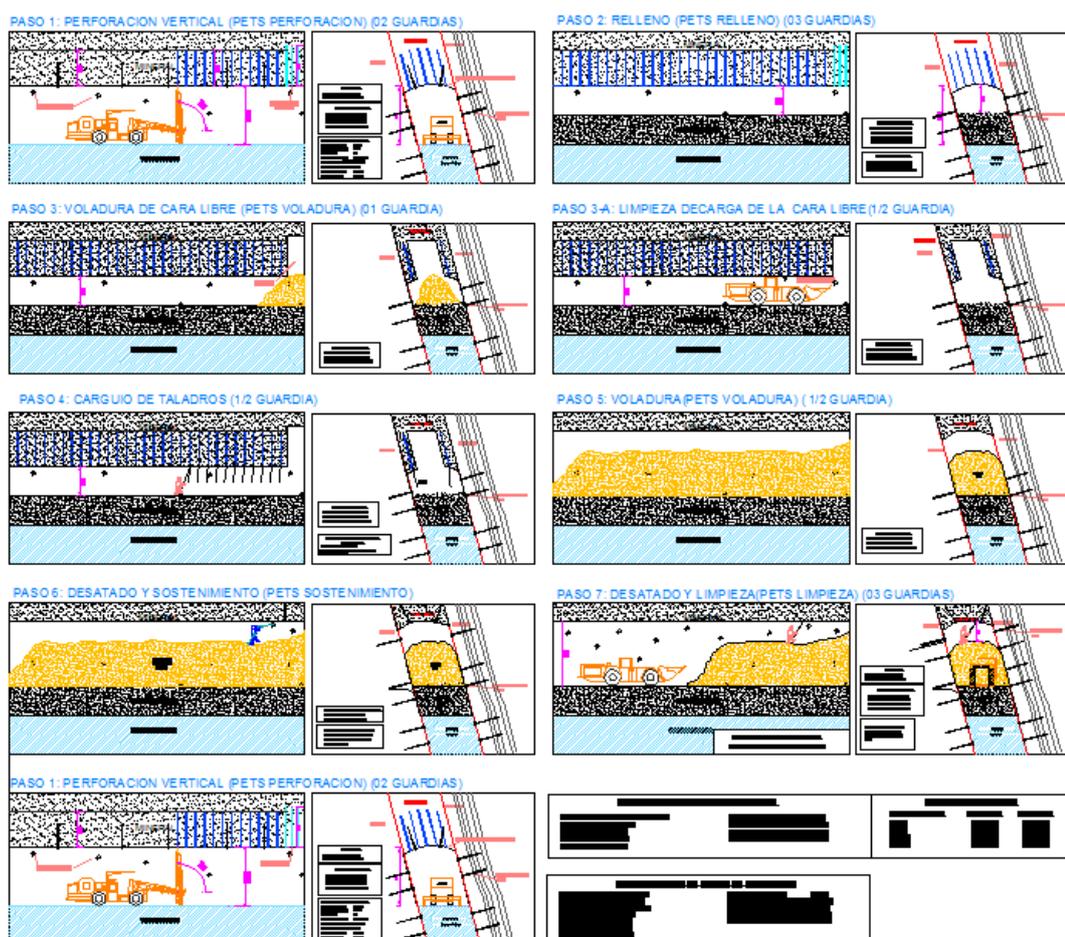
## **3.2 OPERACIONES UNITARIAS**

### **3.2.1 PERFORACION**

Se realiza a partir de la galería, con inclinación  $> 70^{\circ}$  con cara libre, con ángulo paralelo al buzamiento promedio del cuerpo, también se realiza taladros de contorno para evitar el debilitamiento del intrusivo con caliza, así evitar dilución del tajo. Se perfora con un ancho mínimo de 2.5m para poder realizar la limpieza con scoop.

Se realiza el pintado de la malla con E x B de 0.90 X 0.90 a 1.00 X 1.00 para obtener una granulometría de 8 a 12" para esta operación se utiliza jumbo S1D con 02 barras de perforación (c/barra=1.2m) y broca de 64", para esto el equipo

requiere de una altura de perforación de 4.5m esto debe de ser sostenido y con constante desatado de labor se podrá observar en la Figura.



**Figura 3.1** Ciclo de Perforación

Fuente: Area Planeamiento Mina Contonga

### 3.2.2 VOLADURA

Se realiza con sistema convencional los carguíos de estos, antes se debe de generar una cara libre (slot) que sirva como salida del disparo, luego de esto se realiza el carguío de explosivo donde se debe de contar con una altura de 2 m, con una labor sostenida (ver Figura 3-3) el explosivo a usarse debe de ser según el

estándar de voladura para dicho tajo y en función al procedimiento de la actividad a ejecutar:

- Anfo, cargado por medio jetanol
- Cebo Emulsión 3000 2" X 8"
- Mecha ensamblada
- Cordón detonante
- Fanel periodo corto

### **3.2.3 ACARREO**

El mineral roto será acarreado hasta el buzón mediante un scoop R1300 (4 yd3) de ahí depositado a volquetes P 360 trasladado el mineral hasta el echadero OP2 del Nv 075.

### **3.2.4 RELLENO**

Es realizado con desmonte generado por el avance en preparaciones, desarrollos y profundización, este es trasladado de las labores por medio de volquetes y depositados en los tajos una vez ahí es tendido por el scoop R1600G para tener una horizontalidad, continuar con el ciclo de minado el ingreso del jumbo de perforación

Luego de la perforación vertical ejecutada por el jumbo el tajo debe de ser relleno utilizándose scoop de 4yd3 (R1300G) o 6 yd3 (R1600G), llegando a una altura de 2 m debajo de la corona adicionándose el sostenimiento según el requerimiento de dicho tajo, a partir de esto se procede al carguío de los taladros.

Para un tajo de 60m de longitud, con altura de corte de 1.5m, un promedio de potencia asumida de 1.2m y ancho de minado de 1.5m, luego del minado y un factor de esponjamiento de sólo 30% se requiere de 94.5m<sup>3</sup> volumen a rellenarse.

Para rellenar el volumen requerido se plantea lo siguiente:

Por abastecimiento de relleno detrítico por chimeneas conectadas a los tajos superiores y de este punto hacer la transferencia al tajo, mediante scoop luego por medio de huinche. Para un radio de 200m el ciclo es de 12 TM/hr y con huinche es de 4TM/hr, por lo tanto, es indispensable que los tajos cuenten con la infraestructura apropiada de chimeneas de servicio

Para completar con el relleno detrítico se recurre a ingresar material de préstamo, producto de las labores de exploración o desarrollo.

Chimeneas de transferencia y cámaras, se deben ejecutar chimeneas de transferencia a los tajeos desde los niveles superiores, para ingresar el desmonte proveniente de las preparaciones y de profundización, se requiere también ubicar cámaras de acumulamiento para el desmonte.

### **3.2.5 EXTRACCION**

Se realiza a través de una locomotora de 6 TM y carros mineros grandby 120ft tipo balancín. El cual es llevado hasta los Stock pile.

## **CAPITULO IV**

### **MARCO TEORICO VENTILACION DE MINAS**

En una mina la ventilación es necesaria para proporcionar un ambiente seguro, saludable y lo más cómodo posible para las personas que laboran en su interior, cumpliendo las disposiciones reglamentarias sobre el particular.

#### **4.1 DEFINICION DE VENTILACION**

Se puede definir como el trabajo realizado para lograr el acondicionamiento del aire que circula a través de las labores subterráneas ya sea por medios mecánicos o naturales a fin de satisfacer las necesidades de oxígeno del personal, de los equipos transportando los contaminantes sólidos y gaseosos que se generan.

#### **4.2 CONCEPTOS BASICOS DE VENTILACION**

##### **4.2.1 VOLUMEN DE AIRE (Q)**

Se refiere a la cantidad de aire que viaja por una labor, está dada por la ecuación:

$$Q = A \times V$$

Dónde:

A: Área de la sección transversal de la labor o ducto.

V: Velocidad de aire que atraviesa dicha sección.

#### **4.2.2 VELOCIDAD (V)**

Es el avance del aire en la unidad de tiempo de un punto a otro. Es el factor más importante que debe considerarse y determinarse en el terreno.

#### **4.2.3 PRESION**

Es la fuerza que se requiere para mover un peso de aire y vencer la presión estática (SP) y la presión de la velocidad (VP).

#### **4.2.4 ENCAUSAMIENTO Y SENTIDO DEL FLUJO**

Es la dirección de avance del aire y el cual hay que encausar según convenga a las necesidades de la operación minera.

#### **4.2.5 BALANCE DE AIRE.**

Es la distribución regulada de los volúmenes de aire en mina, se inicia desde el lugar más aislado hacia la galería de ingreso de aire fresco a fin de que la distribución sea calculada y balanceada en su cantidad sucesivamente.

#### **4.2.6 RESISTENCIA DE UN TRAMO DE GALERIA (Hf)**

Es la pérdida de energía o presión de flujo al pasar de un punto a otro punto distante de una galería y está en función de las características de la labor.

#### **4.2.7 FACTOR DE FRICCION (K)**

Es la aspereza propia de cada tipo de roca o conducto el cual lo obtenemos de tablas. La fricción causa una transformación de la energía de trabajo a energía de calor. Mientras más áspera sea la superficie, mayor será la turbulencia y por lo tanto, mayor la fricción y pérdida de poder.

#### 4.2.8 LEY CUADRATICA

La fórmula siguiente describe la relación entre la pérdida de presión entre dos puntos de caudal que fluye por un circuito y su caudal.

$$P = R \times Q^2$$

Dónde:

P: Pérdida de Presión (Pa).

R: Resistencia (Ns<sup>2</sup>/m<sup>8</sup>).

Q: Caudal de Aire (m<sup>3</sup>/s).

#### 4.2.9 ECUACION DE ATKINSON

La resistencia de los conductos, es la resistencia que opone el paso del aire de una labor. Está dado por siguiente la fórmula:

$$R = \frac{K \times L \times P}{A^3}$$

Dónde:

R : Resistencia (Ns<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>).

K : Factor de Fricción (Ns<sup>3</sup>/m<sup>4</sup>).

L : Longitud (m).

P : Perímetro de la Sección (m).

A : Arca de Sección de la Galería (m<sup>2</sup>).

#### 4.2.10 REQUERIMIENTO DE AIRE

Los requerimientos de aire han sido definidos fundamentalmente para cubrir las necesidades del personal y equipos diésel y mantener el ambiente con temperaturas inferiores a 30°C. Los requerimientos de aire para diluir los gases de

disparo son opcionales, a tener en cuenta si su valor supera el aire requerido para mantener temperaturas efectivas inferiores a 30°C.

Entonces la cantidad de aire que se requiere para las operaciones mineras se calcula de acuerdo a los siguientes parámetros:

- Calculo del caudal según el personal que trabajan.
- Calculo del caudal según la cantidad de equipos diésel.
- Calculo del caudal para dilución de contaminantes.

#### **4.2.10.1 CAUDAL NECESARIO PARA EL PERSONAL.**

De acuerdo al D.S. 055-2010-EM Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional, la cantidad mínima de aire necesario por hombre en minería subterránea esta dado de la siguiente manera:

- Hasta los 1500 m.s.n.m es 3 m<sup>3</sup>/min por hombre.
- De 1500 a 3000 m.s.n.m es 4 m<sup>3</sup>/min por hombre.
- De 3000 a 4000 m.s.n.m es 5 m<sup>3</sup>/min por hombre.
- De 4000 a mas es 6 m<sup>3</sup>/min por hombre.

#### **4.2.10.2 CAUDAL NECESARIO PARA EQUIPO DIESEL**

De acuerdo por lo establecido en el D.S. 055-2010-EM, los requerimientos de aire para los equipos están establecidos en 3 m<sup>3</sup>/min por cada HP que desarrollen los equipos.

#### **4.2.10.3 CAUDAL NECESARIO PARA DILUCION DE CONTAMINANTES**

Esta dado por la relación:

$$Q = A \times V \times N$$

Dónde:

A: Sección promedio de la galería (m<sup>2</sup>)

V: Velocidad del flujo de aire mínimo (m/min)(D.S. 055-2010-EM)

N: número de niveles en operación.

#### **4.2.10.4 CANTIDAD TOTAL DE AIRE NECESARIO**

La cantidad de aire total necesario para toda la mina o circuito que deseamos ventilar es la suma de las diferentes necesidades. Si en el lugar no hay equipos diésel, solo se considera las cantidades para los hombres y la dilución de contaminantes.

## **CAPITULO V**

### **SISTEMA ACTUAL DE VENTILACION**

El sistema de ventilación de la Mina Contonga es mecánico sujeta a la operación de ventiladores primarios y secundarios, extractores de aire viciado, instalados los primeros en los niveles 200 y 360 y los secundarios en el nivel cero.

Los ingresos de aire fresco principales son por la bocamina del Nv 240, bocamina del nivel 0 y una antigua chimenea que viene de superficie del nivel 360, adicionalmente se tiene otras labores que comunican a superficie donde ingresa aire en menos cuantía.

#### **5.1 Levantamiento de ventilación y registro de data**

En esta etapa se efectúa un mapeo detallado de los niveles en operación, tomando información de campo.

##### **5.1.1 Equipos de levantamiento de ventilación**

Actualmente el Área de Ventilación Mina de la empresa cuenta con equipos e instrumentos de monitoreo digitales, el cual se puede observar en anexo 1: Equipos e Instrumentos de Monitoreo de Ventilación.

### **5.1.2 Estaciones de control de ventilación**

En cada Nivel se ubicaron estaciones de control de ventilación de acuerdo a la importancia de la distribución de los flujos de aire circulantes, ubicación de labores en operación, zonas con presencia de gases, labores con alta recirculación de aire y otros. Igualmente, se fijaron estaciones de control en las labores de ingreso y salida de aire de la mina para determinar la cantidad de aire circulante en toda la mina.

En cada una de las estaciones de control se efectuaron mediciones de la sección transversal de la labor, tomando debida nota de las características de la misma.

Se determinó la orientación de las corrientes de aire y se efectuaron mediciones de velocidad del aire, haciendo uso de un anemómetro y en otros casos con una bombilla y tubos de humo. Igualmente, se efectuaron mediciones de temperatura ambiental.

## **5.2 Ingresos de aire**

El ingreso de aire fresco se da por las bocaminas principales y algunas chimeneas antiguas, los cuales encaminan el aire a las labores principales en operación de la mina. Los ingresos principales de aire son:

### **5.2.1 Bocamina Nivel 300.**

Por aquí ingreso un caudal promedio de 18,650 cfm ( $528.14 \text{ m}^3/\text{min}$ ). En esta bocamina no hay circulación continua de personal o equipos. Solo transita ocasionalmente personal de servicios. Su sección promedio es de  $8.70 \text{ m}^2$ .

El aire que ingresa por esta bocamina circula por el crucero principal y baja a los niveles inferiores por chimeneas antiguas y por la RP 305. Este aire finalmente ingresa a la Rampa por los niveles 240 y 175.

### **5.2.2 Bocamina Nivel 240.**

Bocamina principal, por donde ingresa el personal y equipos a la mina. Por esta bocamina ingresa un promedio de 60,080 cfm (1,701.32 m<sup>3</sup>/min). Su sección promedio es de 17.15 m<sup>2</sup>.

El aire que ingresa por esta bocamina va por el XC 240, con dirección a la Rampa Principal, bajando a los niveles inferiores.

### **5.2.3 Bocamina Nivel 0.**

Bocamina principal por donde está la línea cauville, y circulan las locomotoras. Por aquí ingresa promedio de 90,069 cfm (2,550.53 m<sup>3</sup>/min), su sección promedio de 11.36 m<sup>2</sup>.

El aire que ingresa por esta bocamina circula por el XC 2006, ingresando una parte de este aire a la Rampa Norte por este nivel, bajando a los niveles inferiores. La otra parte de aire baja por la CH 980 impulsado por ventiladores en los niveles inferiores para poder ventilar los niveles (-)150 y (-)100.

### **5.2.4 Chimenea antigua Nivel 360.**

Antiguo Ore Pass que comunica a superficie y comunica a los niveles 300 y 240.

Por aquí ingresa un promedio de 94,938 cfm (2,688.38 m<sup>3</sup>/min).

El aire que ingresa por esta chimenea, parte de este ingresa al nivel 300 y se junta con el que ingresa por la bocamina 300. El resto baja al nivel 240 y se junta con el aire que ingresa por la bocamina 240.

Existe otro ingreso de aire por el nivel 360, pero es de menor cuantía, el cual es muy bajo, porque circula por chimeneas antiguas de tajos de sección reducida.

**Tabla 5.1** Ingreso de aire

LABOR	Temperatura °C	Sección m <sup>2</sup>	Velocidad m/min	Caudal	
				m <sup>3</sup> /min	CFM
Nv. 300 - Paralela	6.5	8.70	60.71	528.14	18,651
NV 360 - Chimenea	6.0	10.85	247.78	2,688.38	94,938
NV 360 - Chimenea camino	6.0	2.20	172.56	379.62	13,406
Nv. 240 - Bocamina	6.0	16.75	101.57	1,701.32	60,08
Nv. 0 - Bocamina	5.0	11.36	224.54	2,550.53	90,07
Total Ingresos				7,848.00	277,144

Fuente: Área Planeamiento Mina Contonga

### 5.3 Salidas de Aire

La salida de aire viciado es a través de ventiladores principales los cuales están instalados en los niveles 360, 200 y 240. Para cada uno se considera un circuito siguiente:

#### 5.3.1 Chimenea RB4.

En la cabeza de esta chimenea en el nivel 360 está instalado un ventilador extractor de 80,000 cfm. Este ventilador extrae el aire viciado por las comunicaciones que tiene esta chimenea en los niveles 240 (RP 183) y 200. Adicionalmente en el nivel 200 está conectado a la chimenea RB1 la cual está conectada a la Rampa Principal en el nivel 50, además también jala el aire de la chimenea RB OP1 el cual tiene un ventilador secundario de 50,000 cfm instalado al pie de esta última chimenea.

Todo este aire sale directamente a superficie.

### **5.3.2 Chimenea RB3.**

En la cabeza de esta chimenea en el nivel 200 está instalado un ventilador extractor de 70,000 cfm. Este ventilador extrae el aire viciado por las comunicaciones que tiene esta chimenea en los niveles 150, 100 y 50. Adicionalmente en el nivel 100 capta parte del aire viciado del ventilador secundario de 30,000 cfm que extrae aire viciado del nivel (-)100 por la CH 079.

El aire viciado captado por el ventilador de 70,000 cfm es direccionado por el nivel 200 hacia las chimeneas PEM 5, 6, 7 y 8 los cuales llegan al nivel 300. En este último nivel con la ayuda de tapones el aire viciado es direccionado a chimeneas antiguas hacia los niveles 415 y 455, para finalmente salir a superficie.

### **5.3.3 Chimenea RB2.**

En la cabeza de esta chimenea en el nivel 200 está instalado un ventilador extractor de 60,000 cfm. Este ventilador extrae el aire viciado por las comunicaciones que tiene esta chimenea en los niveles 150, 100 y 50. En algunas ventanas de los niveles 150 y 100 se han regulado las comunicaciones para extraer caudal de los niveles inferiores, esto a raíz que las labores de los primeros niveles mencionados no están en operación.

Además, por el nivel 100 capta parte del aire del ventilador extractor secundario de 30,000 cfm de la CH 079, adicionalmente se suma por el nivel 50 la captación total del aire del ventilador extractor secundario de 30,000 cfm de la CH 079. Estos dos ventiladores extraen aire viciado de la profundización.

El aire viciado captado por este ventilador de 60,000 cfm es direccionado por el nivel 200 hacia las chimeneas PEM 1, 2, 3 y 4 los cuales llegan al nivel 300. En este último nivel con la ayuda de tapones es direccionado el aire viciado por chimeneas a los niveles 360 y 415, en donde sale el aire por bocaminas y chimeneas en estos niveles hacia superficie.

#### **5.3.4 Chimenea 077.**

En la cabeza de esta chimenea en el nivel 200 está instalado un ventilador extractor de 80,000 cfm. Este ventilador extrae principalmente el aire viciado de la profundización, ya que esta chimenea está conectada a los niveles (-)100 y (-)125 con la chimenea 078 (la comunicación que se tenía por el nivel (-)25 fue taponeada con muros de concreto). Adicionalmente la chimenea 077, tiene comunicaciones reguladas en los niveles 150 y 100.

El aire viciado captado es direccionado directamente a la chimenea 076, la cual comunica a superficie en el nivel 415.

#### **5.3.5 Chimenea 4E.**

Al pie de esta chimenea está instalado un ventilador extractor de 30,000 cfm. Este ventilador capta el aire viciado de los niveles 240 y 200 a través de chimeneas de tajos antiguos.

Esta chimenea tiene comunicación a superficie por el nivel 455.

Las salidas finales a superficie de aire viciado registradas por estos circuitos principales se muestran en la tabla siguiente:

**Tabla 5.2** Salida de aire

	Temperatura °C	Sección m <sup>2</sup>	Velocidad m/min	Caudal	
				ms/min	CFM
Nv. 360 Ventilador 80,000 cfm	19.0			2,177.30	76,889
Nv. 360 Bocamina Este (Cortada NW)	12.5	6.12	173.00	1,058.76	37,389
Nv. 415 Bocamina Cortada Este	12.6	9.22	36.00	331.78	11,716
Nv. 455 SudNivel tajo	15.0	1.82	102.00	185.64	6,556
Nv. 455 Bocamina	13.6	9.98	50.57	504.45	17,814
Nv. 455 Chimenea 076	13.0	7.02	312.00	2,190.24	77,346
Nv. 455 Chimenea Waste Pass	12.5	8.37	77.14	645.69	22,802
Nv. 455 Chimenea 4E	12.4	4.80	126.00	604.80	21,358
Nv. 455 Chimenea 6W	12.4	2.56	54.00	138.24	4,882
<b>Total Salidas</b>				<b>7,836.89</b>	<b>276,752</b>

Fuente: Área Planeamiento Mina Contonga

Un problema presentado en el circuito de extracción, es que no todos los ventiladores principales están conectados directamente a superficie, haciendo que el aire circule por labores antiguas en los niveles superiores, en donde hay tajos sin relleno y labores de difícil acceso, los cuales ocasionan una recirculación de aire viciado.

Esto ha sido controlado en gran parte por los trabajos de identificación de puntos de recirculación y ejecución de tapones, pero todavía falta la ejecución de trabajos para mejorar y tener recirculación cero.

#### **5.4 Necesidad de aire para la mina**

Los requerimientos de aire han sido definidos fundamentalmente para cubrir las necesidades del personal y equipos diésel. Temperaturas efectivas por encima de 30°C no se aprecian en interior mina, más bien son muy inferiores a este valor.

Los requerimientos de aire para diluir los gases de disparo son opcionales, pero si son calculados, estos valores sirven de referencia para la limpieza de gases de mina por efecto de los disparos a fin de guardia.

#### 5.4.1 Para el personal

Para este efecto los cálculos fueron efectuados considerando la guardia que cuenta con mayor número de personal, esto es la guardia día. Según lo establecido por el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional, Decreto Supremo 055-2010-EM, se requiere de un flujo de aire de 6 m<sup>3</sup>/min por persona para la altura en que se ubica la mina.

**Tabla 5.3** Necesidad por personal

Cantidad mínima de aire x persona al nivel del mar	3 m <sup>3</sup> /min	106 CFM		
Altitud de la Unidad Minera	4200 msnm	(+)100 %		
Cantidad mínima de aire x persona	6 m <sup>3</sup> /min	212 CFM		
PERSONAL	CANT.	m <sup>3</sup> /min por	AIRE REQUERIDO	
		persona	m <sup>3</sup> /min	CFM
CIA - Mina	38	6.00	228.00	8,052
CIA - Serv. Tecnicos	12	6.00	72.00	2,543
CIA - Mantto. - otros	14	6.00	84.00	2,966
Corporacion Rios	2	6.00	12.00	424
<b>TOTAL</b>	<b>66</b>		<b>396.00</b>	<b>13,984</b>

Fuente: Área Planeamiento Mina Contonga

#### 5.4.2 Para equipos diésel

De acuerdo por lo establecido por el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional Decreto Supremo 055-2010-EM, los requerimientos de aire para los equipos están establecidos en 3 m<sup>3</sup>/min por cada HP que desarrollen los equipos.

**Tabla 5.4** Necesidad por equipo diésel

Equipo	Numero	Potencia (HP)	fs	AIRE REQUERIDO	
				m <sup>3</sup> /min	CFM
Scoop R1300G - CAT	3	160	1.0	1,440.00	50,852
Scoop R1600G - CAT	2	270	1.0	1,620.00	57,209
Jumbo	4	75	0.3	270.00	9,535
Camioneta	3	70	0.5	315.00	11,124
Volquete	4	360	1.0	4,320.00	152,556
Camión Canter	2	125	0.4	300.00	10,594
<b>Total</b>				<b>8,265.00</b>	<b>291,870.00</b>

Fuente: Área Planeamiento Mina Contonga

#### 5.4.3 Para la dilución de los gases de disparo

Para determinar la cantidad de aire circulante para diluir los gases originados durante los disparos utilizamos la relación mencionada en el Capítulo IV.

**Tabla 5.5** Para la dilución de gases de disparo

Equipo	Seccion Media m <sup>2</sup>	Velocidad (m/min)	Niveles de operación	AIRE REQUERIDO	
				m <sup>3</sup> /min	CFM
<b>Total</b>	16.543	25	5	<b>2,067.98</b>	<b>73,029.00</b>

Fuente: Área Planeamiento Mina Contonga

#### 5.4.4 Requerimiento Total

Para el cálculo de requerimiento total de la mina se considera la necesidad de aire por personal y HP equipos diésel. La necesidad por dilución de disparo se omite ya que la voladura se realiza a fin de guardia, cuando los equipos ya están parados y el personal está saliendo a áreas más ventiladas. Además la necesidad mayor de aire es cuando trabajan los equipos diésel.

Finalmente esto nos da un requerimiento de 305,855 cfm (8,661.00 m<sup>3</sup>/min).

#### **5.4.5 Balance y cobertura**

La comparación de nuestra necesidad calculada de aire para la mina Contonga con nuestro ingreso de aire medido, nos da una cobertura del 91 %, con un déficit de aire de 28,710 cfm (813.00 m<sup>3</sup>/min).

### **5.5 Condiciones de operación de principales chimeneas y labores horizontales de ventilación**

#### **5.5.1 Chimenea RB4**

Chimenea realizada con equipo Raise Boring de sección circular con un diámetro de 2.1 m y longitud de 195 m. Se ubica entre los niveles 200 y 360. En este último nivel (en la cabeza de la chimenea) se encuentra instalado un ventilador extractor de 80,000 cfm que vota el aire viciado directamente a superficie.

Esta chimenea está alejada de las principales labores de operación, por lo que para poder usarla como extracción se han tenido que realizar tapones y compuertas en el nivel 200 para direccionar el aire de ventiladores secundarios en los niveles inferiores y puedan desembocar en esta chimenea.

Se tiene una pequeña comunicación regulada, en el nivel 240, para la extracción del aire viciado del avance de la RP 183.

El tapón que está en el ventilador es de madera y recubierto de geomembrana, lo cual no garantiza un hermetizado al 100%.

### **5.5.2 Chimenea RB1**

Chimenea realizada con equipo Raise Boring de sección circular con un diámetro de 1.5 m con una longitud de 154 m. Se ubica entre los niveles 0 y 200. La cabeza de esta chimenea en el nivel 200 está casi al pie de la chimenea RB4.

Esta chimenea fue principalmente ejecutada para el avance la Rampa Norte, pero ahora ya no es útil en este propósito. Además los tajeos de los cuales extraía el aire viciado ya han culminado.

Su uso solo es de control del aire viciado que se podría generar en la Rampa Norte por la altura del nivel 50. Es por ello que en la cabeza de esta chimenea se ha colocado un tapón regulador de aire.

El pie de esta chimenea en el nivel 0 se ha perdido por un derrumbe en su sección en un tramo por debajo del nivel 50.

Su sección es un limitante para la extracción de mayor caudal de aire.

### **5.5.3 Chimenea RB2**

Chimenea realizada con equipo Raise Boring de sección circular con un diámetro de 2.1 m con longitud de 200 m. Se ubica entre los niveles 0 y 200. En este último nivel (en la cabeza de la chimenea) se encuentra instalado un ventilador extractor de 60,000 cfm que vota el aire viciado hacia otras chimeneas convencionales que van a los niveles superiores, para desembocar finalmente a superficie por los niveles 360 y 415.

Esta chimenea tiene buena sección, el problema actualmente es que el aire es direccionado a chimeneas dos chimeneas de sección 1.5 x 1.5 m, y de igual sección los que le siguen en los niveles superiores, el cual ocasiona altas resistencias en el flujo del aire, aumentando la caída de presión en el ventilador.

El otro problema es la filtración de agua que hay cerca de esta chimenea, lo cual origina que agua baje por esta chimenea, aumentando la resistencia de paso del aire por la chimenea.

Los tapones del ventilador en el nivel 200 deben ser cambiado, ya que a no se herméticos (tapones provisionales), ocasionan una baja eficiencia de extracción del ventilador por una recirculación de parte del aire. Además recircula a otros circuitos de extracción.

Se debe cambiar el tapón de madera al pie de la chimenea en el nivel 0, para evitar que flujo de aire viciado recircule al circuito de ingreso de aire fresco de este último nivel.

Esta chimenea esta comunicada en los niveles 150 (CA 003), 100 (CA 120, VE 964) y 50 (VE 946), los cuales tienen tapones reguladores para distribuir el flujo de extracción por estos niveles.

#### **5.5.4 Chimenea RB3**

Chimenea realizada con equipo Raise Boring de sección circular con un diámetro de 2.1 m con longitud de 196 m. Se ubica entre los niveles 0 y 200. En este último nivel (en la cabeza de la chimenea) se encuentra instalado un ventilador

extractor de 70,000 cfm que vota el aire viciado hacia otras chimeneas convencionales que van a los niveles superiores, para desembocar finalmente a superficie por los niveles 415 y 455.

Al igual que la chimenea RB2, presenta los mismos problemas en la salida del aire viciado al desembocar en chimeneas convencionales de menor diámetro para derivar finalmente a superficie. Igualmente aumentando la caída de presión en el ventilador.

Se tiene dos comunicaciones en el nivel 150 y 50, los cuales están regulados con tapones reguladores, y el nivel 0, tiene un tapón para evitar la captación del aire fresco que ingresa por el nivel 0.

#### **5.5.5 Chimenea RB OP1**

Chimenea realizada con equipo Raise Boring de sección circular con un diámetro de 1.5 m con una longitud de 195 m. Se ubica entre los niveles 0 y 200. Al pie de esta chimenea en el nivel 0 se encuentra instalado un ventilador secundario extractor de 50,000 cfm (cabeza de la CH 090) que impulsa el aire viciado por esta chimenea al nivel 200, para ser finalmente captada en este nivel por el ventilador de la chimenea RB4.

El diámetro de esta chimenea dificulta la circulación de mayor flujo de aire, lo cual vuelve ineficiente la extracción de un ventilador de mayor capacidad en esta chimenea.

Es una labor de uso momentáneo para ventilación, ya que uso finalmente será de una chimenea de transferencia de mineral (ore pass). Actualmente sirve para apoyar a la profundización hasta terminar la infraestructura de la CH 076.

#### **5.5.6 Chimenea 076**

Chimenea realizada con equipo Alimak de sección 2.5 x 2.5 m con una longitud de 208 m. Se ubica entre los niveles 200 y 415 (Superficie). Al pie de esta chimenea está instalado un ventilador extractor de 80,000 cfm con la cual se conecta a la chimenea 077.

El aire viciado es extraído a superficie por esta chimenea. El proyecto final es la instalación de un ventilador de 180,000 cfm a la cabeza de esta chimenea, por lo que en el nivel 200 solo se han colocado tapones de madera provisionales, los cuales al no ser tan herméticos bajan la eficiencia de extracción del ventilador de 80,000 cfm al permitir recircular aire en este ventilador y a otros circuitos principales de extracción cercanos.

#### **5.5.7 Chimenea 077**

Chimenea realizada con equipo Alimak de sección 3.0 x 3.0 m con una longitud de 233 m. Se ubica entre los niveles (-)25 y 200. A la cabeza de esta chimenea está instalado un ventilador extractor de 80,000 cfm con la cual se conecta a la chimenea 076.

La chimenea se ejecutó principalmente para las labores inferiores al nivel 0. Por motivos de operación esta chimenea tiene comunicaciones en el nivel 100 (CA 065 y VE 971), en los cuales se ha realizado tapones reguladores de aire.

Esta chimenea por el nivel (-)25 está conectada directamente con la CH 078.

En el nivel (-)25 se ejecutaron tapones de concreto para en las ventanas, para permitir captar el aire de la profundización que sube por la chimenea 078.

#### **5.5.8 Chimenea 078**

Chimenea realizada con sección 2.5 x 2.5 m hasta el nivel (-)125. Se ubica entre los niveles (-)125 y (-)25. Se realizó con alimak hasta el nivel (-)100 de allí para abajo se realizó convencionalmente. Es la continuación de la chimenea 077.

Esta chimenea quedo en el nivel (-)125, pero hace necesario comunicar al nivel (-)150, para que trabaje eficientemente en la extracción de aire viciado de la preparación en este nivel, evitando que el aire viciado salga a la Rampa Norte.

#### **5.5.9 Chimenea 079**

Chimenea realizada con equipo Alimak de sección 2.5 x 2.5 m y longitud 206 m. Se ubica entre los niveles 100 y (-)100. En su comunicación del nivel 50 tiene instalado un ventilador extractor secundario de 30,000 cfm y en el nivel 100 se instaló otro ventilador de 30,000 cfm, los cuales ambos extraen el aire viciado de la profundización y lo direcciona a las chimenea RB3 y RB2 de sus receptivos niveles.

Adicionalmente se tiene una comunicación en los niveles (-)50 y (-)75 para la extracción de aire viciado de los tajeos.

El limitante de esta chimenea es que solo llega al nivel 100, y para usarla se utilizaran ventiladores extractores que con manga o ayuda de tapones

comuniquen a las chimeneas RB2 y RB3, y poder extraer el aire viciado por estos circuitos.

#### **5.5.10 XC 240**

Crucero ubicado en el nivel 240, es de ingreso de aire fresco por la bocamina del mismo número de sección promedio de 16.15 m<sup>2</sup> y longitud de 574 m desde la bocamina a la intersección con la Rampa norte.

Por aquí ingresan y salen a inicio de guardia y fin de guardia respectivamente los volquetes, camiones y demás vehículos. El resto de la guardia el tránsito es ocasional.

#### **5.5.11 XC 2006**

Crucero ubicado en el nivel 0, es de ingreso de aire fresco por la bocamina. Tiene una sección promedio de 11.30 m<sup>2</sup> con una longitud de 1245 m desde la bocamina hasta la intersección con las paralelas a la estructuras.

Por aquí solo transita una locomotora que extrae mineral a superficie.

#### **5.5.12 Rampa Norte**

Rampa principal de acceso desde el nivel 240 hasta el nivel (-)150 la sección promedio de 4 x 4.5 m. Por aquí transitan equipos. Entre los tramos del nivel 240 al nivel 75, el tránsito es bajo. El mayor tránsito se da entre los niveles 75 y (-)100.

Esta rampa está comunicada a todos los niveles. Además tiene comunicaciones a chimeneas por donde ingresan aire a la rampa y otras de extracción de aire.

### **5.5.13 CH 090**

Chimenea realizada en forma convencional. Actualmente la chimenea está ejecutada entre los niveles (-)100 y 0. En la cabeza de esta chimenea está instalado un ventilador extractor secundario de 50,000 cfm que impulsa aire viciado a la chimenea OP1.

La dificultad de esta chimenea es que tiene un tramo ejecutado en sección reducida (1.6 x 1.6 m) comprendido entre los niveles (-)50 y 0, el resto del nivel (-)50 se ejecutó en doble compartimiento.

Además por esta chimenea se bajan tuberías de servicios y cable.

El tapón que tiene en el nivel 0 es de madera forado con mangas, que no garantiza una hermeticidad, extrayendo una mínima cantidad de aire fresco del nivel 0.

Esta chimeneas tiene comunicaciones por los niveles (-)14, (-)25, (-)50 y (-)75. En todos estos niveles se tienen contruidos tapones reguladores con manga y malla.

### **5.5.14 CH 980**

Chimenea realizada en forma convencional. Actualmente la chimenea está ejecutada entre los niveles (-)150 y (-)25. Por esta chimenea ingresa aire fresco del nivel 0. Con la ayuda de ventiladores impelentes en los niveles (-)75, (-)100 y (-)150, ingresa aire a las labores en sus respectivos niveles.

Es la única chimenea que alimenta aire fresco directamente a estas labores.

Varios de las ventanas de comunicación a esta chimenea, en donde habían tapones de madera han sido cambiado, pero todavía falta concluir. Esto para evitar la recirculación de aire viciado.

#### **5.5.15 Ore Pass antiguo**

De todas las labores verticales por donde ingresa aire, esta es por la que ingresa mayor caudal, más de 90,000 cfm. Esta chimenea viene directamente de superficie y llega al nivel 240, comunicando antes al nivel 300. En el tramo superior de esta chimenea, por encima del nivel 300 tiene una sección de 3.5 x 3.1 y luego hacia el nivel 240 se reduce a 2.5 x 2.5 m con una longitud total de 215 m.

Alimenta de aire tanto al nivel 300 y 240, aunque en este último es por donde ingresa el mayor caudal.

Con el paso del tiempo se desprenden partículas pequeñas de la columna de la chimenea que origina que se acumule en el nivel 240. La ubicación de una poza en este último nivel dificulta la limpieza de la carga y puede ocasionar disminución de la sección del ducto en el nivel 240.

### **5.6 Capacidad instalada de ventiladores principales**

Según las condiciones mencionadas de las labores anteriormente descritas se tiene la comparación de la capacidad instalada de cada ventilador y el caudal real medido de extracción por sus respectivas chimeneas.

**Tabla 5.6** Ventiladores principales

Ítem	Chimenea	Capacidad nominal del ventilador cfm	Flujo de aire medido en los ventiladores cfm	Rendimientos %
1	RB 4	80	77,49	97%
2	RB 2	60	55,547	93%
3	RB 3	70	66,254	95%
4	CH 077	80	77,586	97%
5	CH 4E	30	22,282	74%
<b>TOTAL</b>		<b>320</b>	<b>299,159</b>	<b>93%</b>

Fuente: Área Planeamiento Mina Contonga

La eficiencia de extracción de los ventiladores, está por diferentes motivos expuestos anteriormente y las resistencias presentadas por algunas labores por donde circula el aire tanto de salida como ingreso de aire que por la sección reducida de estas labores, nos origina una pérdida de aire de aproximadamente 20,841 cfm (590.16 m<sup>3</sup>/min), el cual debería reflejar como perdida en el ingreso de aire.

La relación de ventiladores principales y demás ventiladores están en el anexo.

### **5.7 Recirculación de aire en el circuito principal**

Otro problema de nuestro circuito principal es la recirculación de aire, la cual se presenta en las labores antiguas de los niveles superiores, los cuales fueron controlados en gran parte el presente año, pero todavía faltan realizar trabajos para mejorar. Esta recirculación actualmente está en un promedio de 25,211 cfm (713.91 m<sup>3</sup>/min).

## 5.8 Capacidad instalada de ventiladores secundarios

Son ventiladores en apoyo a los ventiladores primarios para el encausamiento de aire viciado.

**Tabla 5.7** Ventiladores secundarios

item	Chimenea	Capacidad nominal del ventilador cfm	Flujo de aire medido en los ventiladores cfm	Rendimientos %
1	CH 090	50	48,92	98%
2	CH 079 Nv 50	30	28,112	94%
3	CH 079 Nv 100	30	29,005	97%
<b>TOTAL</b>		<b>110</b>	<b>106,037</b>	<b>96%</b>

Fuente: Área Planeamiento Mina Contonga

## 5.9 Breve análisis de los circuitos auxiliares

Los circuitos auxiliares se basan en la mejor distribución de aire otorgado por el circuito principal ya que estos captan el aire de este último para ingresarlo a las labores ciegas y el desfogue de este que es un gas con algunos contenidos de contaminantes es captado por los flujos de extracción de aire viciado.

Se verifican que los caudales sean según la necesidad de aire requerida para cada circuito auxiliar y que las velocidades de aire sean lo suficiente para evacuar el aire viciado. Para lo cual la empresa cuenta con ventiladores de capacidades entre 10,000 a 30,000 cfm, para ingresar y/o extraer aire.

La dificultad es que algunos de estas labores son un poco distantes lo que requiere la instalación de ventiladores en serie que no son tan eficientes en ventilación cuando son para ingresar aire además de elevar el consumo de energía por el uso de varios equipos eléctricos.

Se sigue en la propuesta de la ejecución de chimeneas auxiliares que solucionen este problema, aunque actualmente están retrasados.

Se trabaja en mejorar el planeamiento de las labores con respecto a la sección de estas, para permitir el uso de mangas de ventilación de diámetros de 24", 32" Y 36". Diámetros menores nos originan menor distancia de alcance de los ventiladores y mayor resistencia en el flujo de aire por estos ductos flexibles originando una bajo rendimiento de los ventiladores y de la ventilación, al llegar poco caudal al tope de las labores.

#### **5.10 Velocidades de aire**

En las estaciones de monitoreo se aprecia que la mayoría de las velocidades están dentro de los límites que exige las normas nacionales, y facilitan una circulación de caudal de aire suficiente para los circuitos auxiliares. Solo en pequeños tramos no mayores de 40 m hay velocidades menores a 20 m/min, pero estos son por efecto de encontrarse entre dos flujos cercanos con velocidades superiores a 80 m/min que origina este efecto.

El listado de velocidades de las estaciones de control se encuentra en el anexo.

#### **5.11 Medición de calidad de aire**

El monitoreo diario por guardia de labores antes de ingresar a las labores y durante las horas de operación, es realizada por los supervisores y jefes de guardia, adicionalmente el área de ventilación realiza monitoreos de comprobación.

Para esto se cuenta con equipos multigases digitales debidamente calibrados. Los datos medidos son escritos en una pizarra instalada en cada labor donde se

alerta al personal de las concentraciones que se encuentran en esa labor en la hora monitoreada.

El registro final recopilado por el área de ventilación en una base de datos.

Estas mediciones son de utilidad para realizar las correcciones correspondientes.

## **CAPITULO VI**

### **DISEÑO Y PLANEAMIENTO DEL SISTEMA DE VENTILACION**

#### **6.1 OBJETIVO**

El objetivo principal de esta actividad es el determinar el circuito de ventilación más óptimo para la mina, con la infraestructura de ventilación más adecuada para el mediano plazo; a fin de brindar un ambiente de trabajo seguro, saludable y confortable, cumpliendo con las normas legales vigentes.

Como lograr este objetivo:

- Establecer entradas y salidas primarias
- Determinar los caudales requeridos ( $Q_0$ )
- Formular una red de ventilación
- Resolver la red y determinar un sistema económico de ventilación.

#### **6.2 ANTECEDENTES**

El caudal de aire actual es insuficiente para mantener una adecuada ventilación en los niveles de profundización, esto se comprobó con el análisis del sistema de ventilación y verificación de las necesidades de aire. Los resultados obtenidos dan inicio a plantear una alternativa que mejore la ventilación actual de la mina y

planificar un proyecto de ventilación que pueda estar de acorde con los proyectos de crecimiento y profundización de la mina.

El incremento de producción en trackles, trae como consecuencia incremento de equipos diésel y mayor infraestructura. Esto debe ir a la par con la infraestructura de ventilación, como son chimeneas y equipos.

### **6.3 PLANEAMIENTO DE VENTILACION**

El planeamiento de la ventilación es una herramienta que nos permite administrar eficientemente el diseño de las actividades mineras, para el cual deberá tenerse en cuenta las siguientes variables de decisión:

- Fuentes de calor natural y artificial en la mina.
- Equipos en uso y para usar.
- Emisiones de los gases productos de combustión (Diésel).
- Exposición de sustancias dañinas.
- Tiempos de permanencia de los contaminantes.
- Complejidad del circuito y costes de desarrollo.
- Flexibilidad del control del circuito.
- Sistemas de ventilación auxiliar.
- Velocidad en chimeneas y accesos de transporte.
- Requerimientos legislativos.

Todas estas variables deben acoplarse al diseño de la mina para considerar caudales de aire necesarios en:

- Áreas de producción
- Áreas de desarrollo fijadas
- Rutas de transporte (camiones/ cintas)
- Trituradoras y Molinos (Primarios)
- Quebrantadoras, trituradoras
- Estaciones de carga
- Izamiento o extracción del mineral al exterior
- Zonas de almacenamiento de combustible y explosivos
- Comedores y Áreas de espera

El planeamiento de ventilación debería garantizar la continuidad operativa de la mina.

#### 6.4 RELACION DE EQUIPOS DIESEL PROYECTADOS

En el siguiente cuadro se detallan los equipos proyectados para la operación de los niveles de profundización.

**Tabla 6.1** Equipos diésel proyectados

Equipo	Numero	Potencia (HP) Nominal	fs	Potencia (HP)	AIRE REQUERIDO	
					m <sup>3</sup> /min	CFM
Scoop R1300G - CAT	5	160	1,00	800,00	2.400,00	84.753,60
Scoop R1600G - CAT	3	270	1,00	810,00	2.430,00	85.813,02
Jumbo	4	75	0,33	100,00	300,00	10.594,20
Camioneta	3	70	0,50	105,00	315,00	11.123,91
Volquete	5	360	1,00	1.800,00	5.400,00	190.695,60
Camión Canter	2	125	0,35	87,50	262,50	9.269,93
<b>Total</b>				<b>3.702,50</b>	<b>11.107,50</b>	<b>392.250,26</b>

Fuente: Área Planeamiento Mina Contonga

## 6.5 DISEÑO DEL CIRCUITO DE VENTILACION

Con el análisis de los circuitos de aire existentes, ubicación de chimeneas que comunican a superficie, equipos de ventilación existentes, ubicación de áreas de trabajo, zonas de mayor temperatura ambiental, zonas de mayor tránsito vehicular, etc., es posible identificar dos zona vitales de atención, que son adecuadas para la ubicación de chimeneas de extracción de aire viciado.

Durante el desarrollo del presente trabajo se mostraran los diagramas unifilares de los circuitos de ventilación, con los resultados obtenidos para cada ramal (flujos de aire, resistencia, caídas de presión, etc.), así como los resultados de presión, flujos de aire, HP y costo de operación por consumo de energía eléctrica de los ventiladores.

Así mismo se tienen que realizar trabajos de mejora de la ventilación, los cuales permitirán mantener y/o mejorar el sistema de ventilación actual, tales como:

- En el nivel 240, se tiene que cerrar provisionalmente la RP 183, para evitar la pérdida de aire fresco que ingresa al nivel 240. Esto hasta que se retomen los trabajos de explotación en esa rampa.
- En el nivel 100, realizar la limpieza de bancos en el XC 100 y VE 100. El objetivo es instalar un ventilador de 50 kcfm (reubicado de la CH 090 nivel 0) como extractor en la VE 861 (comunicación CH 077), el cual con manga de 42" de diámetro direccionarlo a la chimenea RB OP1. Esto mejorar la extracción de aire viciado de la profundización.
- En el nivel (-)100, se tiene que concluir la ejecución del tapón de concreto en la CA 980 (comunicación a la CH 980). Esto para evitar la recirculación de aire

viciado por esta chimenea.

- Continuar con la prolongación de las chimeneas 079 y 078 hacia el nivel (-)150.

Actualmente estas chimeneas están ejecutadas, la primera esta hasta el nivel (-)100 y la segunda hasta el nivel (-)125. Esto para mejorar la extracción de aire viciado de la profundización.

- En el nivel 200, a la cabeza de la CH 017 (cerca al RB3) se tiene que instalar un ventilador de 25,000 como extractor para evacuar el aire viciado de la RP 090 nivel 150. Esto con la finalidad de independizar circuitos con la del RB3. El ventilador será conectado con mangas al ventilador de la CH 4E.
- Reparar el tapón del OP2 debajo del nivel 75, ya que este genera polución (polvo) en la Rampa Norte.
- En el nivel (-)150, se debe poner en funcionamiento el otro ventilador, para mejorar el ingreso de aire.
- Hace necesario el mantenimiento oportuno de mangas de ventilación.

## **6.6 PROYECTOS DE VENTILACIÓN PRINCIPAL**

Hay proyectos que se todavía faltan concluir como son la instalación del ventilador de 180 kcfm en las chimeneas del sector norte, así como en considerar para los próximos proyectos de ventilación la ejecución de las chimeneas del sector sur con la instalación de ventiladores principales.

### **6.6.1 CHIMENEAS SECTOR NORTE**

El proyecto de ventilación iniciado a mediados del 2011, consistía en la ejecución de chimeneas continuas que vinieran desde la profundización hasta superficie con secciones de 2.5 x 2.5 m como mínimo como chimeneas de extracción de aire viciado, estas se concluyeron, lo cual queda faltante la instalación del ventilador de 180 kcfm en el nivel 415 de la mina en superficie.

Para esta instalación será necesario la ejecución de una infraestructura que este de acorde al diseño planeado y las dimensiones del ventilador. Esto incluye la construcción de una caseta de.

Esto es en mejora de las condiciones actuales y futuras de trabajo del personal de mina, al favorecer una ventilación adecuada al mejorar nuestro circuito principal de ventilación.

#### **6.6.1.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto se ejecuta en superficie en la comunicación a la CH 076 (en la boca de la chimenea), la cual está ubicada en las coordenadas UTM 895 0083 N y 272 973 E, a una altitud de 4,464 msnm, esto es a la altura del nivel 415 de la mina.

El acceso es a través de una vía afirmada que sube por detrás de las oficinas del nivel 240 y pasa muy cerca de la chimenea donde se ejecutara el proyecto.

#### **6.6.1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto consiste en la construcción de infraestructura para el ventilador (obras civiles), instalación (ventilador, accesorios, instalación eléctrica, tableros eléctricos y

transformadores) y la puesta en marcha del ventilador. Dentro de los trabajos a ejecutarse se encuentran:

- Excavación y retiro de material suelto donde se realizaran las cabinas y las bases del ventilador y accesorios.
- Construcción de una cabina de concreto y bloquetas en la comunicación de la CH 076, la cual deberá tener las dimensiones de ancho 6.00 m, alto 6.00 m y largo 15.00 m. Esta debe estar completamente cerrada, dejando solo una puerta pequeña y el ducto rígido empotrado.
- Baseado con concreto del piso interno de la cabina desde el borde de la chimenea hacia las paredes.
- Una base de concreto con anclaje para la instalación del ventilador y 03 bases adicionales para la instalación de accesorios del ventilador. Estas bases estarán todas alineadas según la dirección del ventilador.
- Fabricación de un ducto rígido de acero para ser empotrada en la cabina para poder conectar el ventilador a la cabina.
- Construcción de una loza de concreto para la instalación del transformador, así como su respectivo cercado con tubos y malla. Esto incluye la ejecución de una poza a tierra.
- Construcción de una caseta para la instalación de los tableros eléctrico del ventilador
- Montaje e instalación del ventilador y accesorios (cilindros de atenuación de ruido, campana de succión, cono difusor, puerta de contrapresión y dumper guillotina) según el diseño del fabricante Airtec.
- Instalación de cableado eléctrico, cableado de sensores y sensor de vibración, del ventilador hacia el tablero eléctrico (tablero con variador de velocidad y dispositivos de control).

- Instalación de cableado eléctrico de alimentación de energía hacia el tablero eléctrico. Esto incluye la instalación del transformador.
- Prueba y puesta en operación del ventilador. Esto al concluir todos los trabajos anteriores, conjuntamente con el personal de la empresa ABB y el fabricante del ventilador Airtec.
- Cerco de seguridad del área del ventilador y demás componentes con tubos de fierro y malla.

Planos de diseños del ventilador y la cabina se encuentran en el Anexo.

#### **6.6.1.3 MODIFICACIONES DEL CIRCUITO PRINCIPAL**

Para compensar el ingreso del aire fresco a la mina se invertirá el sentido de las chimeneas RB1 y RB4, las cuales compensaran el ingreso de aire fresco a la mina, principalmente para los niveles inferiores.

Esto suma al mejoramiento de los circuitos de ingreso de aire por los niveles 360, 300 y 240.

Así mismo como la ejecución de chimeneas auxiliares a los niveles inferiores al nivel 0, para ingreso y salida de aire viciado que permitan ejecutar la profundización de la Rampa Norte.

#### **6.6.1.4 CARACTERÍSTICAS DEL VENTILADOR PRINCIPAL DE 180,000 CFM**

- Ventilador axial de aletas aerodinámicas y paso variable
- Modelo :VAV-72-36-1750-I-B(una etapa)

- Caudal de aire : 180 000 CFM
- Presión total a nivel mar y 20°C : 15.62 " H2O
- Presión estática a nivel mar y 20°C : 14.50 " H2O (con difusor)
- Presión total a 4200 m.s.n.m : 10.21 " H2O
- Presión estática a 4200 m.s.n.m : 9.48 " H2O (con difusor)
- Eficiencia : 82.57 %
- RPM Ventilador : 1750
- Transmisión : directa
- Nivel de ruido : 115 dB(A)
- Diámetro del ventilador : 72"
- Potencia del motor : 400 HP
- Tablero eléctrico con arranque de variador de velocidad.
- Dos ductos de amortiguación de ruido
- Una un ducto difuso para la salida de aire a superficie
- Puerta de contrapresión
- Un compuerta tipo guillotina

### **6.6.2 CHIMENEAS SECTOR SUR**

Para el sector sur también se planificaron chimeneas alimak en tres tramos que son los siguientes:

- Primera etapa comprende del nivel 300 a superficie.
- Segunda etapa comprende del nivel 100 al nivel 300.
- Tercera etapa comprende del nivel (-) 100 al nivel 100 25 (CH 079 - ejecutado).

De este grupo de chimeneas solo se ejecutó el último tramo del nivel (-)100 al nivel 100.

El proyecto consiste en la ejecución de la continuación de la chimenea 079 del nivel 100 hacia superficie, la cual se podría ejecutar con equipo alimak (en dos etapas) o raise boring (en una sola etapa).

La chimenea tendría la siguiente característica general:

- Sección mínima de la chimenea 2.5m x 2.5m o superior.
- Longitud total de la chimenea del nivel 100 a superficie es 355 m.
- Chimenea para la extracción de aire viciado.

Según el equipo de ejecución de la chimenea se tiene dos alternativas.

#### **6.6.2.1 ALTERNATIVA 1: EJECUCIÓN DE CHIMENEA CON EQUIPO ALIMAK**

La chimenea se ejecutaría en dos etapas, la primera sería del nivel 100 al nivel 300 y la última sería del nivel 300 a superficie.

Los trabajos a ejecutar serían los siguientes:

##### **Longitud de chimeneas**

Tramo Nv 100 al 300	195 m	Sección mínima 2.5mx2.5m
Tramo Nv 300 a Superficie	160 m	Sección mínima 2.5mx2.5m

##### **Cámaras adicionales para ejecución de chimeneas.**

Nivel 100	35 m	Sección mínima 3.5x3.5m
Nivel 300	76 m	Sección mínima 3.5x3.5m

## Ventiladores

Instalación de dos ventiladores en paralelo de 80 kcfm en el nivel 300 o en superficie.

## Trabajos adicionales

- Ejecución de un crucero de 15 m para unir ambas chimeneas en el nivel 300.
- Infraestructura de los ventiladores (bases y muros de concreto). En caso de instalarse en superficie la construcción de una caseta.
- Desquinche en el nivel 300 para la instalación del ventilador.
- Transformador.
- Instalaciones eléctricas, hasta el punto de instalación de ventiladores.
- Infraestructura para subestación y tableros eléctricos.
- Muros de concreto en los diferentes niveles comunicados.
- Rehabilitación de acceso hacia la labor donde se instalaran los ventiladores.
- Infraestructura para instalación de ventiladores.
- Muro de protección de la chimenea en superficie y cerco de malla.

La ejecución se realizaría en el siguiente tiempo.

**Tabla 6.2** Programa de avances chimeneas Alternativa 1

	UNID	1er mes	2do mes	3er mes	4to mes	5to mes	6to mes
Chimenea 1	m	55	70	70			
Chimenea 2	m				20	70	70

Fuente: Área Planeamiento Mina Contonga

## 6.6.2.2 ALTERNATIVA 2: EJECUCIÓN DE CHIMENEA CON EQUIPO RAISE

### BORING

La chimenea se ejecutaría en una sola etapa del nivel 100 a superficie. Los trabajos a ejecutar serían los siguientes:

#### Longitud de chimenea

Tramo Nv 100 a superficie	355 m	Diámetro 3 m
---------------------------	-------	--------------

#### Labores para el pie de la chimenea

Nivel 100	50 m
Sección	4.0mx4.0m

#### Ventiladores

Instalación de dos ventiladores en paralelo de 80 kcfm en el nivel 100 o en superficie.

#### Trabajos adicionales

- Infraestructura de los ventiladores (bases y muros de concreto). En caso de instalarse en superficie la construcción de una caseta.
- Desquinche en el nivel 100 para la instalación del ventilador.
- Transformador.
- Instalaciones eléctricas, hasta el punto de instalación de ventiladores.
- Infraestructura para subestación y tableros eléctricos.
- Muros de concreto en los diferentes niveles comunicados.

- Rehabilitación de acceso hacia la labor donde se instalaran los ventiladores.
- Infraestructura para instalación de ventiladores.
- Muro de protección de la chimenea en superficie y cerco de malla. La ejecución se realizaría en el siguiente tiempo.

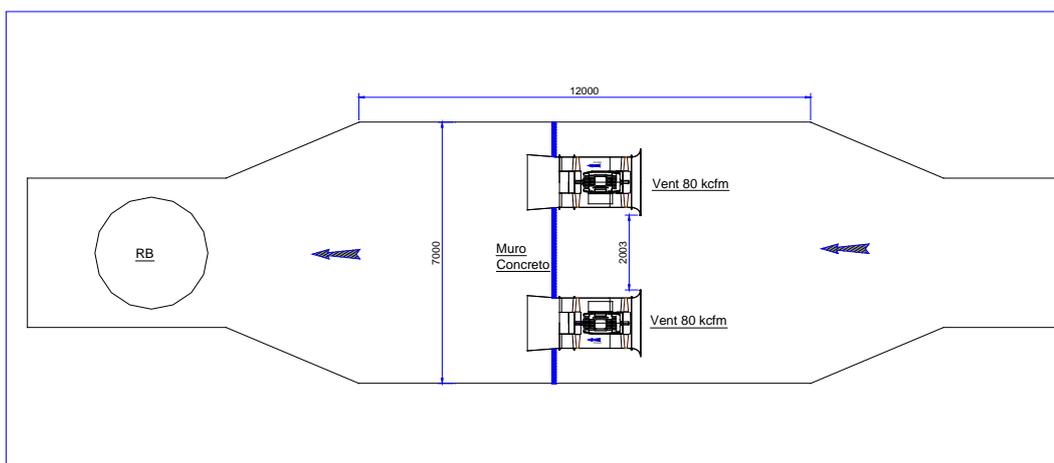
**Tabla 6.3** Programa de avances chimeneas Alternativa 2

	UNID	1er mes	2do mes
Piloto	m	300	55
Rimado	m		355

Fuente: Área Planeamiento Mina Contonga

### 6.6.2.3 INSTALACIÓN DE VENTILADORES.

Para la instalación de los ventiladores en paralelo se deben seguir las recomendaciones técnicas de distancia horizontal entre ambos. Recomendaciones dadas por los fabricantes, la cual según nuestro caso para interior mina sería según el grafico siguiente:



**Figura 6.1** Diseño de instalación de ventiladores en paralelo

Fuente: Área Planeamiento Mina Contonga

## 6.7 BALANCE DE AIRE PROYECTADO

Se realiza la evaluación según el ingreso de aire proyectado con la instalación de los ventiladores después de concluidos los trabajos.

### 6.7.1 INGRESO DE AIRE

Se considera como ingreso de aire fresco las bocaminas Nv 300, 240 y 0, que son las labores que por donde actualmente ingresa aire.

Se adiciona a estos ingresos el Raise Boring 04, el cual actualmente es de salida de aire viciado y que al entrar en funcionamiento el ventilador de 180kcfm y los ventiladores extractores de 80 kcfm, debe de cambiar de sentido e ingresar aire fresco a la mina

Se adiciona el cambio de sentido de aire de la CH 4E para permitir que por aquí ingrese de aire fresco de superficie, permitiendo la nivelación de nuestro balance y evitando generar mayores resistencias al no recargan todo el ingreso de aire por las bocaminas.

**Tabla 6.3** Ingreso de aire proyectado

	Temperatura °C	Sección m <sup>2</sup>	Velocidad m/min	Caudal	
				m <sup>3</sup> /min	CFM
Nv. 415 - CH 4E	6.5	3.24	127.78	414.00	14,620
Nv. 300 - Paralela	6.5	8.70	114.48	996.00	35,173
NV360 - Chimenea	6.0	10.85	206.91	2,245.00	79,280
NV360 - RB4	7.0	3.46	661.74	2,292.00	80,940
NV360 - Chimenea camino	6.0	2.20	116.82	257.00	9,076
Nv. 240 - Bocamina	6.0	16.75	112.48	1,884.00	66,532
Nv. 0 - Bocamina	5.0	11.36	333.83	3,792.00	133,911
<b>Total Ingresos</b>				<b>11,880.00</b>	<b>419,530</b>

Fuente: Área Planeamiento Mina Contonga

### 6.7.2 SALIDA DE AIRE

Se considera como salida de aire viciado las siguientes labores:

- La CH 076 en donde estará instalado un ventilador de 180 kcfm.
- La recién comunicada chimenea con sus dos ventiladores en paralelo de 80 kcfm.
- Las CH RB3 y RB2 quedan como un complemento para la ventilación de la zona alta.

### 6.7.3 BALANCE DE AIRE

Para el requerimiento se considera el número personal y equipos diésel proyectados para el cumplimiento de objetivos en producción y avance del año 2014, considerando un máximo rendimiento de trabajo de los equipos diésel dentro de la mina.

**Tabla 6.4** Requerimiento de aire fresco proyectado

#### REQUERIMIENTO DE AIRE FRESCO EN INTERIOR MINA 2014

##### DATOS GENERALES

1. HP de equipo diesel	3,702.50
2. Numero de hombres /guardia	75.00
3. Area promedio de labores mina (m2)	13.79
Numero de niveles a trabajar	7.00
Velocidad minima del flujo de aire (m/min)	25.00

##### CALCULOS

	m3/min	cfm
1. Caudal para personal a 4200 msnm	<b>450.00</b>	<b>15,891.30</b>
2. Caudal para equipos diesel	<b>11,107.50</b>	<b>392,250.26</b>
3. Caudal para diluir contaminantes de voladura	2,413.25	85,221.51
<b>Total requerido</b>	<b>11,557.50</b>	<b>408,141.56</b>

<b>BALANCE DE AIRE DE LA MINA</b>	
Ingreso de aire fresco total	419,530
Requerimiento de aire para ventilar la mina	408,142

<b>Balance</b>	<b>11,389</b>
<b>% cobertura</b>	<b>103%</b>

Fuente: Área Planeamiento Mina Contonga

### 6.8 Observaciones

- Si bien se alcanza una cobertura superior a la requerida, se presentan algunos puntos a observar que son las velocidades en labores de tránsito de personal como son la rampa y algunas bocaminas, las cuales podrían llegar a valores superiores de lo permitido.
- Además se alcanzarían diferencias de presiones altas en algunos puntos, los cuales generarían un consumo de energía en los ventiladores principales en su máximo.
- Esto se podría subsanar si se acondicionan algunas chimeneas antiguas en la parte superior, y se abren algunos reguladores de las chimeneas principales en los niveles superiores.
- Estas alternativas podrían ayudarnos en las fases en que nuestra labores estén localizadas en los diversos niveles de la mina tanto en los niveles superiores y profundización

### 6.9 Simulación de Sistema de Ventilación

Se tiene como apoyo el software de ventilación VNET PC 2007, el cual está en una etapa de implementación, con un avance de un 92%. Se encuentra en una etapa de verificación y validación de resultados, los cuales actualmente están muy cerca de los datos obtenidos en campo.

Como se realizan labores de desarrollo, hay que estar actualizando constantemente los circuitos para que nos den los resultados más cercanos.

Esta herramienta nos permite predecir resultados futuros de nuestro sistema actual de ventilación con cierta precisión, la cual a medida que se vayan validando el total de resultados estos serán de mayor precisión.

Todo sistema de ventilación es dinámico en sus cambios, y el nuestro de escapa de esto, y el uso de estos software nos ayudan a facilitan en el diseño de nuestro sistema de ventilación.

Para mejorar la precisión de los resultados hace falta la adquisición de equipos de medición de diferencia de presiones que nos permitirán volcar data más exacta al software.

## CAPITULO VII

### EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO

Se ha efectuado un estimado de costos basado en las excavaciones de las chimeneas y labores relacionadas con estas chimeneas, adquisición de ventiladores y accesorios, y la infraestructura necesaria.

#### 7.1 INVERSION DEL PROYECTO

##### 7.1.1 ALTERNATIVA 1

##### 7.1.1.1 Inversión de desarrollos y preparaciones

**Tabla 7.1** Inversión en desarrollos y preparaciones Alternativa 1

<b>VENTILACION PRINCIPAL</b>	<b>m</b>	<b>US\$/m</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>
CH Alimak Seccion 2,5 x 2,5 m	355	775	275.125	
Camara Seccion 3,5 x 3,5 m	111	540	59.940	
Crucero Seccion 3,0 x 3,0 m	15	460	6.900	<b>341.965</b>
<b>TOTAL INVERSION DESARROLLO Y PREPARACION</b>				<b>341.965</b>

Fuente: Área Planeamiento Mina Contonga

### 7.1.1.2 Inversión de ventiladores y accesorios

**Tabla 7.2** Inversión en ventiladores y accesorios Alternativa 1

VENTILACION PRINCIPAL	CANT.	US\$/unid	US\$	TOTAL
Ventilador de 180.000 cfm 400 HP	1	97.000	97.000	
Ventilador de 80.000 cfm 150 HP	2	32.000	64.000	
Arrancadores con variadores de velocidad	1	54.231	54.231	
Arrancadores para 150 HP	2	2.800	5.600	<b>220.831</b>
<b>TOTAL INVERSION VENTILADORES Y ACCESORIOS</b>				<b>419.343</b>

Fuente: Área Planeamiento Mina Contonga

### 7.1.1.3 COSTO TOTAL DE LA INVERSION

Para el proyecto 1, además de los costos de preparaciones, desarrollo, equipos de ventilación y accesorios, se deben adherir costos de instalación y obras civiles los cuales serán considerados en el cuadro siguiente:

**Tabla 7.3** Inversión ventilación principal Alternativa 2

DESCRIPCION	CANTIDAD	P.U.	GASTO	SUBTOTAL
<b>DESARROLLO VENTILACION PRINCIPAL</b>	<b>m</b>	<b>US\$/m</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>
CH Alimak Seccion 2,5 x 2,5 m	355	775	275.125	
Camara Seccion 3,5 x 3,5 m	111	540	59.940	
Crucero Seccion 3,0 x 3,0 m	15	460	6.900	<b>341.965</b>
<b>EQUIPOS</b>	<b>Unid.</b>	<b>US\$/unid.</b>	<b>US\$</b>	
Ventilador de 180.000 cfm 400 HP	1	97.000	97.000	
Ventilador de 80.000 cfm 150 HP	2	32.000	64.000	
Arrancadores con variadores de velocidad	1	54.231	54.231	
Arrancadores para 150 HP	2	2.800	5.600	<b>220.831</b>
<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>Unid.</b>	<b>US\$/unid.</b>	<b>US\$</b>	
Rehabilitacion de acceso hacia los ventiladores	1	350	350	
Infraestructura para tableros y transformadores	1	3.500	3.500	
Base y caseta para ventiladores principales	1	6.200	6.200	
Muros de concreto en los diferentes niveles	1	1.500	1.500	
Desquinche para instalacion de ventilador	1	85	85	<b>11.635</b>
<b>INSTALACION ELECTRICA</b>	<b>Unid.</b>	<b>US\$/unid.</b>	<b>US\$</b>	
Instalación energia (materiales y mano de obra)	2	12.826	25.653	
Transformador para energía	2	9.500	19.000	<b>44.653</b>
<b>OTROS</b>	<b>Unid.</b>	<b>US\$/unid.</b>	<b>US\$</b>	
Asistencia Técnica	1	10.000	10.000	
Ingeniería de detalle	1	10.000	10.000	<b>20.000</b>
<b>SUBTOTAL</b>				<b>639.084</b>
<b>IMPREVISTOS</b>	<b>5%</b>			<b>31.954</b>
<b>TOTAL INVERSION VENTILACION PRINCIPAL</b>				<b>671.038</b>

Fuente: Área Planeamiento Mina Contonga

**7.1.2 ALTERNATIVA 2****7.1.2.1 Inversión de desarrollos y preparaciones****Tabla 7.4** Inversión en desarrollos y preparaciones Alternativa 2

VENTILACION PRINCIPAL	m	US\$/m	US\$	US\$
RB Ventilación 2,1 m diámetro	355	1.100	390.500	
Crucero Seccion 4,0 x 4,0 m	50	620	31.000	<b>421.500</b>
<b>TOTAL INVERSION DESARROLLO Y PREPARACION</b>				<b>421.500</b>

Fuente: Área Planeamiento Mina Contonga

### 7.1.2.2 Inversión de ventiladores y accesorios

**Tabla 7.5** Inversión en ventiladores y accesorios Alternativa 2

<b>VENTILACION PRINCIPAL</b>	<b>CANT.</b>	<b>US\$/unid</b>	<b>US\$</b>	<b>TOTAL</b>
Ventilador de 180.000 cfm 400 HP	1	97.000	97.000	
Ventilador de 80.000 cfm 150 HP	2	32.000	64.000	
Arrancadores con variadores de velocidad	1	54.231	54.231	
Arrancadores para 150 HP	2	2.800	5.600	<b>220.831</b>
<b>TOTAL INVERSION VENTILADORES Y ACCESORIOS</b>				<b>419.343</b>

Fuente: Área Planeamiento Mina Contonga

### 7.1.2.3 COSTO TOTAL DE LA INVERSION

Para el proyecto 2, además de los costos de preparaciones, desarrollo, equipos de ventilación y accesorios, se deben adherir costos de instalación y obras civiles los cuales serán considerados en el cuadro siguiente:

**Tabla 7.6** Inversión ventilación principal Alternativa 2

DESCRIPCION	CANTIDAD	P.U.	GASTO	SUBTOTAL
<b>DESARROLLO VENTILACION PRINCIPAL</b>	<b>m</b>	<b>US\$/m</b>	<b>US\$</b>	<b>US\$</b>
RB Ventilación 2,1 m diámetro	355	1.100	390.500	
Crucero Seccion 4,0 x 4,0 m	50	620	31.000	
Camara Seccion 6,0 x 3,0 m	6	835	5.010	<b>426.510</b>
<b>EQUIPOS</b>	<b>Unid.</b>	<b>US\$/unid.</b>	<b>US\$</b>	
Ventilador de 180.000 cfm 400 HP	1	97.000	97.000	
Ventilador de 80.000 cfm 150 HP	2	32.000	64.000	
Arrancadores con variadores de velocidad	1	54.231	54.231	
Arrancadores para 150 HP	2	2.800	5.600	<b>220.831</b>
<b>OBRAS CIVILES</b>	<b>Unid.</b>	<b>US\$/unid.</b>	<b>US\$</b>	
Rehabilitacion de acceso hacia los ventiladores	1	350	350	
Infraestructura para tableros y transformadores	1	3.500	3.500	
Muro de proteccion y mallas	1	1.200	1.200	
Base y caseta para ventiladores principales	1	6.200	6.200	
Desquinche para instalacion de ventilador	1	85	85	<b>11.335</b>
<b>INSTALACION ELECTRICA</b>	<b>Unid.</b>	<b>US\$/unid.</b>	<b>US\$</b>	
Instalación energia (materiales y mano de obra)	2	12.826	25.653	
Transformador para energía	2	9.500	19.000	<b>44.653</b>
<b>OTROS</b>	<b>Unid.</b>	<b>US\$/unid.</b>	<b>US\$</b>	
Asistencia Técnica	1	10.000	10.000	
Ingeniería de detalle	1	10.000	10.000	<b>20.000</b>
<b>SUBTOTAL</b>				<b>723.329</b>
<b>IMPREVISTOS</b>	<b>5%</b>			<b>36.166</b>
<b>TOTAL INVERSION VENTILACION PRINCIPAL</b>				<b>759.495</b>

Fuente: Área Planeamiento Mina Contonga

**7.2 COSTO DE VENTILACION**

El siguiente, es el estimado del costo operativo de ventilación, comparado con la extracción anual de mineral de la mina.

**Tabla 7.7** Costo de Ventiladores

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO ADQUISICION	VIDA UTIL	AMORTIZACION US\$/ano	DEPRECIACION US\$/año	MANTENIMIENTO US\$/año	SUBTOTAL US\$/año
<b>VENTILADORES</b>								
<b>ADQUIRIDOS</b>								
Ventilador de 180.000 cfm 400 HP		1	97.000	10	9.700	8.730	7.760	26.190
Ventilador de 80.000 cfm 150 HP		2	32.000	10	6.400	5.760	5.120	17.280
Arrancadores con variadores de velocidad		1	54.231	10	5.423	4.881	4.338	14.642
Arrancadores para 150 HP		2	2.800	10	560	504	448	1.512
<b>EN USO</b>								
Ventilador de 30.000 cfm 75 HP		7	12.000	10	8.400	7.560	6.720	22.680
Ventilador de 10.000 cfm 30 HP		1	8.000	10	800	720	640	2.160
Arrancadores para 30 HP		1	1.000	10	100	90	80	270
Ventilador de 15.000 cfm 40 HP		1	9.200	10	920	828	736	2.484
Arrancadores para 40 HP		1	1.000	10	100	90	80	270
Ventilador de 20.000 cfm 50 HP		2	10.000	10	2.000	1.800	1.600	5.400
Arrancadores para 50 HP		2	1.100	10	220	198	176	594
Ventilador de 33.000 cfm 75 HP		1	12.500	10	1.250	1.125	1.000	3.375
Arrancadores para 75 HP		8	1.100	10	880	792	704	2.376
Ventilador de 50.000 cfm 125 HP		1	22.000	10	2.200	1.980	1.760	5.940
Ventilador de 60.000 cfm 125 HP		1	25.000	10	2.500	2.250	2.000	6.750
Ventilador de 70.000 cfm 125 HP		1	28.000	10	2.800	2.520	2.240	7.560
Arrancadores para 125 HP		3	2.800	10	840	756	672	2.268
Ventilador de 80.000 cfm 150 HP		2	32.000	10	6.400	5.760	5.120	17.280
Arrancadores para 150 HP		2	2.800	10	560	504	448	1.512

Fuente: Área Planeamiento Mina Contonga

**Tabla 7.8** Costo de ventilación

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO ADQUISICION	VIDA UTIL	AMORTIZACION US\$/ano	DEPRECIACION US\$/año	MANTENIMIENTO US\$/año	SUBTOTAL US\$/año
<b>EQUIPOS MEDICION</b>								
Detector multigases digital		1	3.500	5	700	630	560	1.890
Termo-anemómetro		1	632	5	126	114	101	341
Radio portátil		1	900	5	180	162	144	486
Bombilla para tubo de humo		1	300	5	60	54	48	162
Cronometro digital		1	200	5	40	36	32	108
<b>DUCTOS FLEXIBLES</b>								
Mangas de 18"	m	420	600					600
Mangas de 24"	m	1440	2.570					2.570
Mangas de 30"	m	3840	7.311					7.311
<b>MATERIALES</b>								
Cemento	Bolsa	180	964					964
Arena/grava	m3	120	714					714
Tablas	unid	900	1.714					1.714
Listones	unid	120	343					343
Clavos	kg	350	375					375
Alambre de amarre	kg	200	190					190
Puntales	unid	125	149					149
Herramientas								300
<b>SALARIOS</b>								
Personal		2	2.800	10	560	504	448	55.150
<b>COSTO TOTAL (US\$/año)</b>								<b>213.911</b>
<b>PRODUCCION ANUAL (TM/año)</b>								<b>384.000</b>
<b>COSTO (US\$/TM)</b>								<b>0,56</b>

Fuente: Área Planeamiento Mina Contonga

### 7.3 COSTO DE ENERGIA EN VENTILACION

**Tabla 7.9** Costo de energía en ventilación

<b>Potencia Instalada</b>		
Ventilación Proyectada	700	hp
Ventilación Actual	1.445	hp
Potencia promedio medida	1.440	kw
Horas funcionamiento por día	24	horas
Dias por mes	30	dias
Tarifa de energía eléctrica	0,07	US\$/kw-h
Costo de Energía mensual	74.658	US\$
Producción mensual	32.000	TM
<b>Costo de Energía de ventilación / TM</b>	<b>2,3</b>	<b>US\$/TM</b>

Fuente: Área Planeamiento Mina Contonga

### 7.4 EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO

Se evalúa proyecto según las alternativas descritas anteriormente, es decir realizar una chimenea alimak de sección 2,5 x 2,5 m o ejecutar un raise boring de 2,1 m de diámetro. Los parámetros a considerar son el gasto realizado en infraestructura, versus el consumo de energía que generara la puesta en operación de los ventiladores, que viene a ser el mismo para ambos casos.

Alternativa 1: Una chimenea alimak de 2,5 x 2,5 m

Alternativa 2: Una chimenea raise boring de 2,1 m de diámetro

**Tabla 7.10** Evaluación económica de Alternativa 1

DESCRIPCION	AÑO											
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2023	
Inversion US\$	671.038	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo Operación US\$	50.294	74.658	74.658	74.658	74.658	74.658	74.658	74.658	74.658	74.658	74.658	74.658
<b>Flujo de Caja US\$</b>	<b>721.332</b>	<b>74.658</b>										
Tasa de interes	13%											
<b>VAN US\$</b>	<b>1.126.444</b>											

**Tabla 7.11** Evaluación económica de Alternativa 2

DESCRIPCION	AÑO											
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2023	
Inversion US\$	759.495	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Costo Operación US\$	50.294	74.658	74.658	74.658	74.658	74.658	74.658	74.658	74.658	74.658	74.658	74.658
<b>Flujo de Caja US\$</b>	<b>809.789</b>	<b>74.658</b>										
Tasa de interes	13%											
<b>VAN US\$</b>	<b>1.214.901</b>											

Se observa que la primera alternativa es más conveniente, ya que presenta un Valor Actual Neto de inversión menor, en comparación con la alternativa 2, adicionalmente se tiene la ventaja de que por la sección mayor de la chimenea alimak, el costo de energía debería disminuir, todo esto originado por la baja presión de los ventiladores principales a utilizar (baja resistencia en las chimeneas).

## CONCLUSIONES

1. De acuerdo al levantamiento inicial, se observa un ingreso de aire de 277.144 cfm, lo cual según el requerimiento mínimo calculado de 305.855 cfm, nos presenta una cobertura de 91%. Lo que hace necesario realizar un replanteamiento del circuito de ventilación.
2. Se tiene un circuito de ventilación el cual está en una etapa de mejoras, aunque la cobertura no sufre mayores variaciones, estos valores podrían mejorar y estar por encima o muy cerca del 100% se ejecutan los proyectos de ventilación.
3. Todavía falta mejorar el tema de la recirculación de aire, el cual tiene un gran avance, actualmente está por los 24,600 cfm.
4. El diseño de chimeneas de ventilación de secciones amplias como las del proyecto (2.5 x 2.5 m) facilitan el flujo de aire y de caudales necesarios para minas con trackles, donde los requerimientos son mayores en comparación con minas convencionales.

5. El rendimiento de algunos de nuestros ventiladores no están en el óptimo, esto debería mejorar con la puesta en marcha del ventilador principal de 180,000 cfm, al retirar todas las instalaciones provisionales y realizar infraestructura definitiva.
6. El dimensionamiento de las labores debe considerar futuros equipos a usar, esto para evitar rotura de mangas en nuestros circuitos auxiliares.
7. Evitar el relleno de carga en los pisos de las labores, lo cuales bajan la sección, originando que equipos rocen y rompan mangas en circuitos auxiliares.
8. Instalar ventiladores de mayor caudal, no debería generar mayor consumo energía, si se programa labores de dimensiones adecuadas.
9. El uso de herramientas como un programa de ventilación, en nuestro caso el VNET PC 2007 en proceso de implementación debería facilitar el trabajo de análisis de circuitos complejos. Se debe tener cuidado en los datos que se ingresan, para ello la experiencia y pruebas son necesarias para alcanzar resultados verdaderos.
10. El uso de variadores de velocidades en los ventiladores, son una alternativa para disminuir el consumo de energía, al poder programar velocidades mínimas en horas en la que la necesidad de aire es baja, debido al poco transito de personal y equipos. Y velocidades máximas en horas de trabajo normal.

## **RECOMENDACIONES**

1. Continuar con los proyectos de ventilación como son la instalación de ventiladores principales y la ejecución de chimeneas principales.
2. Mejorar el circuito de ingreso de aire por los niveles 360, 300 y 240, habilitando algunas labores antiguas para facilitar un ingreso de aire con menos resistencia.
3. El uso de las chimeneas RB4 y RB 1 como ingreso de aire para la mina.
4. Programar la ejecución de chimeneas, que se ejecuten de acorde al aumento de la producción y profundización de la mina.
5. Elaborar proyecto para la ejecución de otra chimenea de profundización hacia superficie para ingreso de aire fresco.

## BIBLIOGRAFIA

- AIRTEC S. A., Manual de Ventilador Axial para Minería, Lima, 2007.
- CALIZAYA F. AND P. MOUSSET-JONES. 1993. A Method of Designing Auxiliary Ventilation Systems for Long Single Underground Openings, *Proceedings of the 6<sup>th</sup> US Mine Ventilation Symposium*. Salt Lake City, UT: 245-250.
- COMPAÑÍA MINERA NYRSTAR ANCASH S.A., Libro de Reservas, realizado por el Area de Geología, Contonga, 2012.
- HARTMAN H.L. et.al., 1997. Mine Ventilation and air Conditioning, Chapter 11. 3<sup>rd</sup> Edition. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY: 405-430.
- MALLQU1 TAPIA, Anibal N., Ventilación de Minas, Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería de Minas, Huancayo 2.005.
- MCPHERSON M.J., 1993. Subsurface Ventilation and Environmental Engineering. Chapman & Hall, London SE1 8HN, UK: 89-133.
- M. E. M. "Reglamento de Seguridad e Higiene Minera" D. S. N° 055 -2010 EM, Lima, 2.010.
- Mine Ventilation Services, Inc. Manual de usuario y tutorial del VNET PC 2003, USA, 2003.

- MINING ENGINEERING HANDBOOK, "Mine Ventilation" Chapter 11.6 and "Mine Ventilation Design" Chapter 11.7, Ramani, Raja. V. and Johnson, Bruce.
- YANES G., E., Ventilación de Minas, Universidad de Chile, Santiago de Chile, 2006.
- ZITRON, Conferencia sobre ventilación de Minas, Lima, 2007.

## **ANEXOS**

**Anexo 1** Equipos e instrumentos de medición de ventilación

<b>EQUIPO</b>	<b>MODELO</b>	<b>MARCA</b>	<b>SERIE</b>	<b>COD. INT.</b>
Detector multigases digital	Altair 5ir	MSA	00019437	
Termo-anemómetro	4100	Kestrel	582032	
Radio portátil	DGP 4150	Motorola		
Bombilla para tubo de humo		MSA		
Tubos de humo		MSA		
Cronometro digital		Casio	007Q01R	

## Anexo 2 Inventario de ventiladores eléctricos

ITEM	CÓDIGO INTERNO	CAPACIDAD	HP MOTOR	NIVEL	UBICACIÓN	FUNCION	ESTADO
1	VE-001	60,000 CFM	125	200	RB 02	EXTRACTOR	Operando
2	VE-002	30,000 CFM	75	(-)150	CH 980	IMPELENTE	Operando
3	VE-003	15,000 CFM	40	(-)50	VE 999	IMPELENTE	Operando
4	VE-004	20,000 CFM	50	240	EST Este	IMPELENTE	Operando
5	VE-005	10,000 CFM	30	Superficie	Taller mantenimiento		Para mantenimiento
6	VE-006	10,000 CFM	30	200	VE 193	IMPELENTE	Operativo. Parado por labor paralizada
7	VE-007	10,000 CFM	30	50	BP 051	IMPELENTE	Para mantenimiento
8	VE-008	20,000 CFM	50	(-)75	CH 980	IMPELENTE	Operando
9	VE-009	30,000 CFM	75	(-)150	CH 980	IMPELENTE	Operando
10	VE-010	10,000 CFM	30	150	RP 090	IMPELENTE	Operando
11	VE-011	25,000 CFM	75		Lima		En reparacion
12	VE-012	33,000 CFM	75	240	CH 178	EXTRACTOR	Operando
13	VE-013	70,000 CFM	125	200	RB 03	EXTRACTOR	Operando
14	VE-014	80,000 CFM	150	360	RB 04	EXTRACTOR	Operando
15	VE-015	10,000 CFM	30	Superficie	Taller mantenimiento		
16	VE-016	30,000 CFM	75	(-)100	VE 980	IMPELENTE	Operando
17	VE-017	80,000 CFM	150	200	CH 077	EXTRACTOR	Operando
18	VE-018	80,000 CFM	150	Superficie	Taller mantenimiento		Stand by
19	VE-019	50,000 CFM	125	0	CH 090	EXTRACTOR	Operando
20	VE-020	30,000 CFM	75	Superficie	Taller mantenimiento		Stand by
21	VE-021	30,000 CFM	75	(-)100	VE 002	IMPELENTE	Operando
22	VE-022	30,000 CFM	75	100	XC Taully	IMPELENTE	Operando
23	VE-023	10,000 CFM	30	Superficie	Taller mantenimiento		Stand by
24	VE-024	10,000 CFM	30	Superficie	Taller mantenimiento		Para mantenimiento
25	VE-025	30,000 CFM	75	50	CH 079	EXTRACTOR	Operando
26	VE-026	30,000 CFM	75	100	CA 002	EXTRACTOR	Operando
27	VE-027	30,000 CFM	75	Superficie	Taller mantenimiento		Stand by
28	VE-028	10,000 CFM	30	Superficie	Taller mantenimiento		Stand by
29	VE-029	180,000 CFM	400	Superficie	Taller mantenimiento		Stand by

### Anexo 3 Estaciones de Monitoreo – Circuito principal

ESTACION	NIVEL	LABOR	Ancho	Alto	Area	Observacion
EV-00.01	300	Cort. Principa	3.00	2.90	8.70	De Bocamina
EV-00.02	300	Cort. NW	3.00	2.90	8.70	Hacia antiguo orepass
EV-00.03	300	Cort. N	3.15	2.80	8.82	Hacia la Rampa
EV-00.06	360	RP 250	2.90	2.50	7.25	Bocamina 360 al Norte
EV-00.07	360	XC 238	2.70	2.60	7.02	Entre Cortada E y GL 250
EV-00.08	360	Cort. NW	2.55	2.40	6.12	Salida a bocamina por S.E.
EV-01.01	240	XC 240	4.90	3.50	17.15	De Bocamina
EV-01.02	240	XC 240	5.00	3.35	16.75	Despues de polvorin
EV-01.03	240	XC 240	3.65	3.95	14.42	En tunel puente
EV-01.04	240	Cort. Princ. N	4.95	3.00	14.85	Antes de RP 183
EV-01.05	240	Cort. Princ. N	4.75	3.00	14.25	Pasando la RP 183
EV-01.06	240	XC	4.30	3.20	13.76	Hacia la Paralela 175
EV-01.07	240	Paralela 175	3.20	2.70	8.64	
EV-01.08	240	RP 305	2.60	2.80	7.28	
EV-01.09	240	XC 2E	4.60	3.45	15.87	
EV-01.10	240	RP 183	4.30	4.10	17.63	Inicio de la rampa
EV-03.01	150	XC 132 E	3.90	2.80	10.92	
EV-03.02	150	RP 090	3.50	2.80	9.80	Pasando VE 136
EV-03.03	150	RP 090	3.00	2.85	8.55	Antes de VE 142
EV-03.04	150	RP 090	3.80	3.60	13.68	Pasando VE 137
EV-03.05	150	XC 110 SE	4.20	3.25	13.65	
EV-03.06	150	RP 039	3.10	3.10	9.61	
EV-03.07	150	BP 127	3.40	3.30	11.22	Antes de XC 090
EV-03.08	150	BP 127	3.70	3.10	11.47	
EV-03.09	150	VE 003	3.35	3.50	11.73	
EV-03.10	175	Acc. TJ 215	4.90	4.35	21.32	
EV-04.01	100	XC 100	4.20	4.15	17.43	Antes de llegar a S.E. 06
EV-04.02	100	BP 040	3.20	3.30	10.56	Entre las Ventanas 060 y 061
EV-06.01	0	XC 2006			0.00	
EV-06.02	0	XC 2006	3.70	3.07	11.36	
EV-06.03	0	Paralela W	4.30	3.10	13.33	Entre comedor y comunicación RP Norte
EV-06.04	0	Paralela W	3.70	3.20	11.84	Entre comunicación RP Norte y polvorin
EV-06.05	0	Paralela 1E	4.10	3.30	13.53	
EV-06.06	0	XC 960	3.80	3.40	12.92	
EV-06.07	0	XC	3.70	3.35	12.40	Hacia Chimena 043
EV-07.01	-50	XC 980 N	4.45	3.65	16.24	
EV-07.02	-50	XC 980 S	4.90	4.40	21.56	
EV-09.01	-150	BP 150	4.40	3.60	15.84	Antes de zona de carguio
EV-R01	240	RP Norte	4.40	3.70	16.28	Debajo de nivel 240, antes de bodega
EV-R02	200	RP Norte	4.90	3.80	18.62	Pasando la bodega ventilacion
EV-R03	200	RP Norte	4.20	3.75	15.75	Entre los dos accesos al nivel 200
EV-R04	175	RP Norte	4.30	4.30	18.49	Bajando del nivel 200 antes de pulmon
EV-R05	175	RP Norte	4.10	4.20	17.22	Antes de acceso al TJ 015
EV-R06	175	RP Norte	4.30	4.70	20.21	Antes del comedor por comunicación RB1
EV-R07	150	RP Norte	4.50	4.00	18.00	Antes del Nv 150 , pasando estacion de salvataje
EV-R08	125	RP Norte	4.55	4.20	19.11	Antes de BP 120
EV-R09	125	RP Norte	4.40	4.10	18.04	Antes de Camara de Refugio
EV-R10	100	RP Norte	4.60	4.20	19.32	Antes de RP 040
EV-R11	100	RP Norte	5.50	4.40	24.20	Pasando el nivel 100
EV-R12	50	RP Norte	4.80	4.30	20.64	Antes de bodega de compañia
EV-R13	25	RP Norte	4.40	4.00	17.60	Antes de Rampa 50
EV-R14	12	RP Norte	4.80	3.70	17.76	Antes de poza de sedimentacion
EV-R15	0	RP Norte	4.10	4.20	17.22	Por la Poza de drenaje
EV-R16	0	RP Norte	3.40	2.80	9.52	Acceso al Nv 0
EV-R17	-14	RP Norte	4.35	4.60	20.01	Pasando XC 960
EV-R18	-25	RP Norte	4.60	4.50	20.70	Pasando Nv -14
EV-R19	-50	RP Norte	4.80	4.25	20.40	Pasando VE 107
EV-R20	-50	RP Norte	4.60	4.50	20.70	Debajo de nivel (-)50
EV-R21	-75	RP Norte	4.40	4.40	19.36	Debajo de nivel (-)75

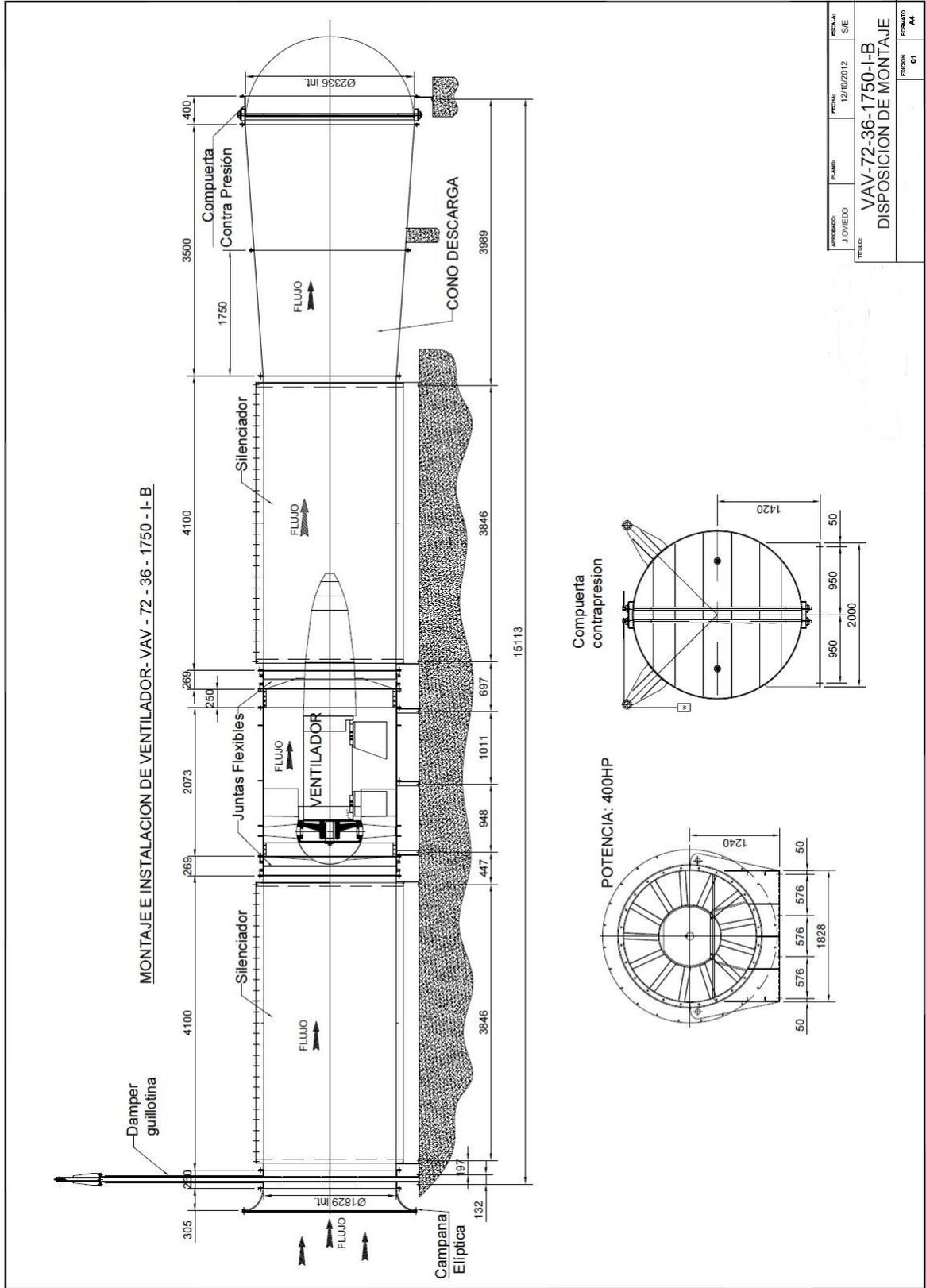
#### Anexo 4 Medición de estaciones de monitoreo

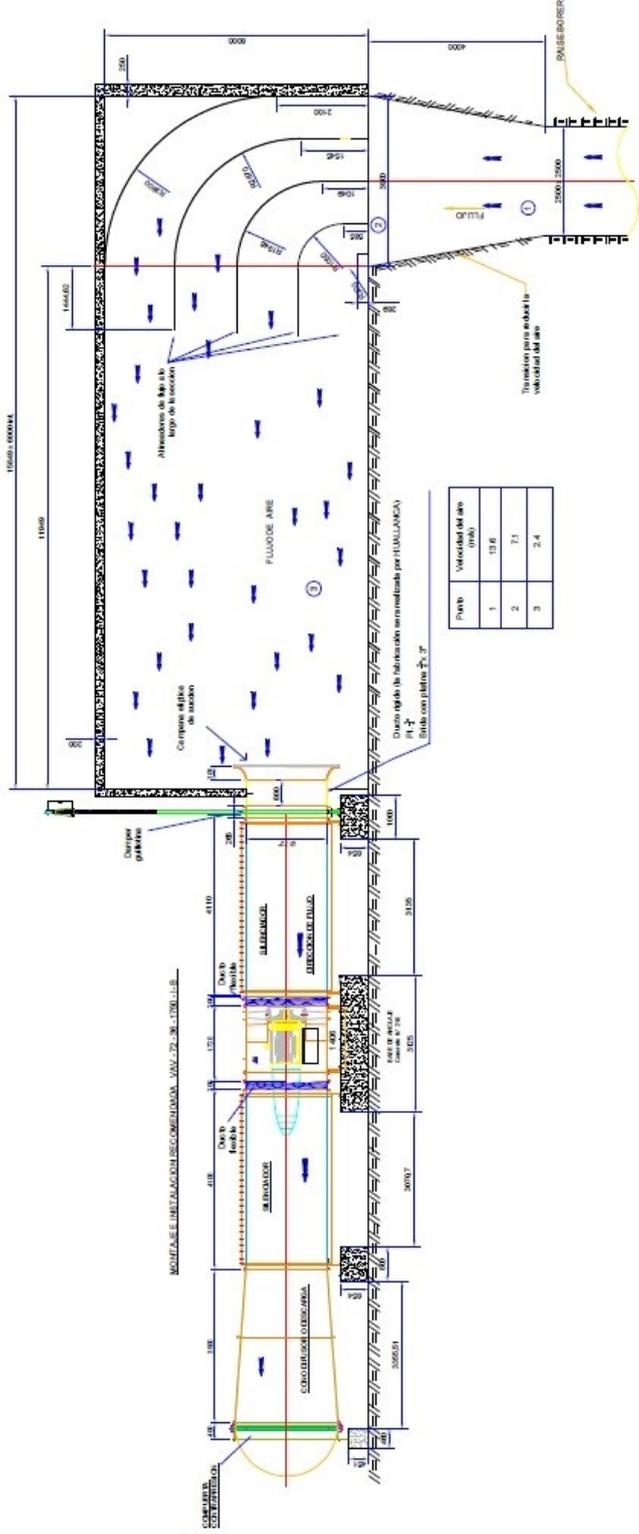
MEDICION DE VELOCIDADES Y CAUDALES DE AIRE EN MINA - U.P. CONTONGA AÑO: 2013 MES: Julio										
Fecha	Hora	Estacion	Nivel	Labor	Temperatura °C	Sección m2	Velocidad		Caudal	
							m/seg	m/min	m3/min	CFM
18/07/2013	09:15	EV-06.07	0	XC	8.2	12.40	2.31	138.75	1,719.81	60,733
18/07/2013	09:35	EV-R17	-14	RP Norte	11.4	20.01	1.38	82.80	1,656.83	58,509
18/07/2013	09:55	EV-R18	-25	RP Norte	12.4	20.70	1.45	87.27	1,806.55	63,796
19/07/2013	12:01	EA	-75	VE 949	11.0	13.30	1.04	62.25	827.93	29,237
20/07/2013	08:10	EV-01.01	240	XC 240	5.9	17.15	1.53	91.85	1,575.16	55,625
20/07/2013	08:15	EV-01.02	240	XC 240	5.9	16.75	1.69	101.57	1,701.32	60,08
20/07/2013	08:25	EV-01.03	240	XC 240	5.7	14.42	4.47	268.15	3,866.11	136,528
20/07/2013	08:38	EV-01.04	240	Cort. Princ. N	6.8	14.85	0.47	28.00	415.80	14,684
20/07/2013	09:00	EV-01.05	240	Cort. Princ. N	6.8	14.25	0.74	44.31	631.38	22,297
20/07/2013	09:10	EV-R01	240	RP Norte	6.8	16.28	4.22	253.09	4,120.32	145,505
20/07/2013	09:20	EV-R02	200	RP Norte	6.8	18.62	3.64	218.18	4,062.55	143,465
20/07/2013	09:30	EV-R03	200	RP Norte	6.9	15.75	3.50	210.00	3,307.50	116,801
20/07/2013	09:41	EV-R04	175	RP Norte	7.2	18.49	3.16	189.38	3,501.54	123,654
20/07/2013	09:53	EV-R05	175	RP Norte	7.3	17.22	3.27	196.15	3,377.77	119,283
20/07/2013	10:05	EV-R06	175	RP Norte	7.5	20.21	2.74	164.57	3,325.99	117,454
20/07/2013	10:27	EV-03.10	175	Acc. TJ 215	8.1	21.32	0.38	22.67	483.14	17,062
20/07/2013	10:35	EV-R07	150	RP Norte	7.9	18.00	3.42	205.09	3,691.64	130,366
20/07/2013	10:49	EV-R08	125	RP Norte	7.9	19.11	3.11	186.55	3,564.88	125,89
20/07/2013	11:00	EV-R09	125	RP Norte	8.3	18.04	2.85	171.27	3,089.76	109,112
20/07/2013	11:10	EV-R10	100	RP Norte	8.7	19.32	2.38	142.50	2,753.10	97,223
20/07/2013	11:20	EV-R11	100	RP Norte	9.5	24.20	1.96	117.50	2,843.50	100,415
20/07/2013	11:30	EV-R12	50	RP Norte	9.8	20.64	1.07	64.00	1,320.96	46,648
20/07/2013	11:45	EV-R13	25	RP Norte	10.2	17.60	1.44	86.18	1,516.80	53,564

### Anexo 5 Medición de caudales

MEDICION DE VELOCIDADES Y CAUDALES DE AIRE EN MINA - U.P. CONTONGA										
AÑO: 2013 MES: Julio										
Fecha	Hora	Estacion	Nivel	Labor	Temperatura °C	Sección m2	Velocidad		Caudal	
							m/seg	m/min	m3/min	CFM
20/07/2013	12:01	EV-R14	12	RP Norte	10.2	17.76	1.07	64.00	1,136.64	40,139
20/07/2013	12:15	EV-R15	0	RP Norte	10.8	17.22	1.24	74.18	1,277.41	45,11
20/07/2013	12:30	EV-R16	0	RP Norte	10.0	9.52	1.37	82.00	780.64	27,568
20/07/2013	13:00	EV-03.07	150	BP 127	9.7	11.22	0.74	44.18	495.72	17,506
20/07/2013	13:10	EV-03.08	150	BP 127	9.7	11.47	0.36	21.43	245.79	8,68
20/07/2013	13:20	EV-03.09	150	VE 003	13.5	11.73	0.34	20.40	239.19	8,447
20/07/2013	13:50	EV-04.01	100	XC 100	11.5	17.43	0.34	20.57	358.56	12,662
20/07/2013	13:59	EV-04.02	100	BP 040	10.8	10.56	0.95	57.27	604.80	21,358
21/07/2013	08:05	EV-06.02	0	XC 2006	6.8	11.36	3.74	224.54	2,550.53	90,07
21/07/2013	08:20	EV-06.03	0	Paralela W	6.9	13.33	1.12	67.20	895.78	31,633
21/07/2013	08:30	EV-06.04	0	Paralela W	8.0	11.84	0.28	16.50	195.36	6,899
21/07/2013	08:50	EV-06.05	0	Paralela 1E	8.2	13.53	0.34	20.57	278.33	9,829
21/07/2013	09:02	EV-06.06	0	XC 960	7.9	12.92	0.31	18.86	243.63	8,604
21/07/2013	09:20	EV-06.07	0	XC	8.2	12.40	2.33	139.88	1,733.75	61,226
21/07/2013	09:35	EV-R18	-25	RP Norte	12.4	20.70	1.50	90.00	1,863.00	65,79
21/07/2013	09:45	EV-R19	-50	RP Norte	12.9	20.40	1.10	66.00	1,346.40	47,547
21/07/2013	09:55	EV-R20	-50	RP Norte	13.7	20.70	1.17	70.00	1,449.00	51,17
21/07/2013	10:10	EV-R21	-75	RP Norte	16.0	19.36	1.02	61.33	1,187.41	41,932
21/07/2013	11:45	EV-00.01	300	Cort. Principal	6.8	8.70	1.01	60.71	528.14	18,651
21/07/2013	11:55	EV-00.02	300	Cort. NW	7.0	8.70	1.78	107.00	930.90	32,874
21/07/2013	12:06	EV-00.03	300	Cort. N	7.0	8.82	2.70	162.29	1,431.36	50,547
21/07/2013	12:20	EV-01.08	240	RP 305	8.0	7.28	1.06	63.33	461.07	16,282

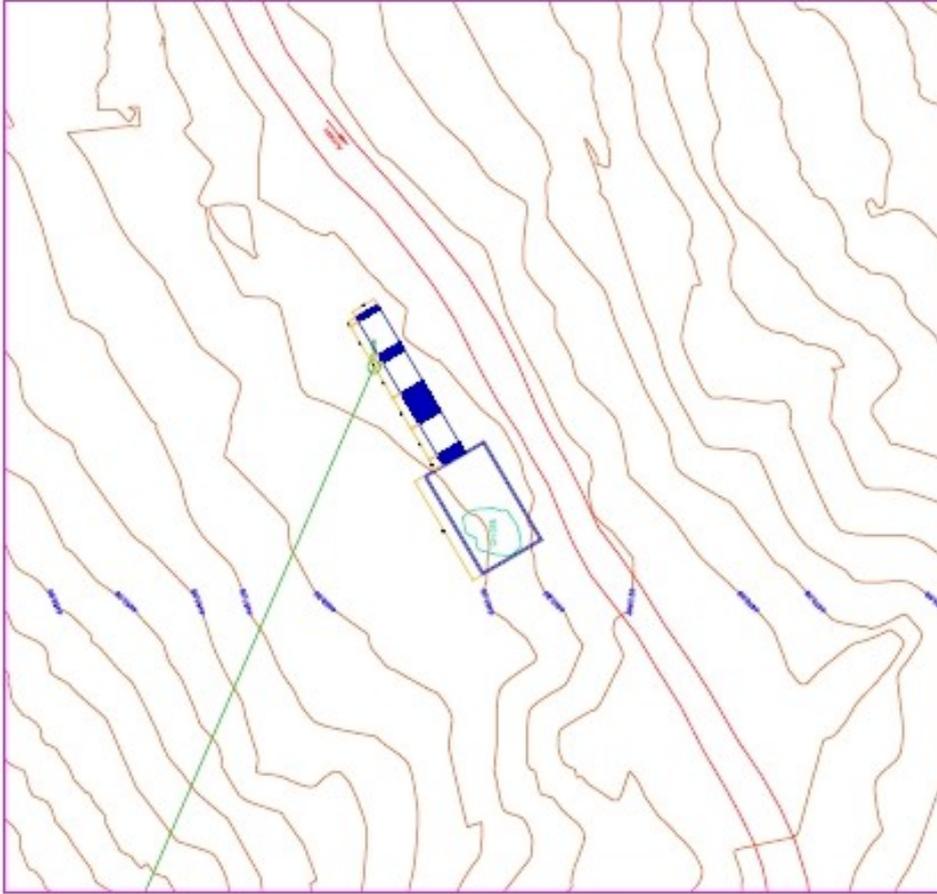
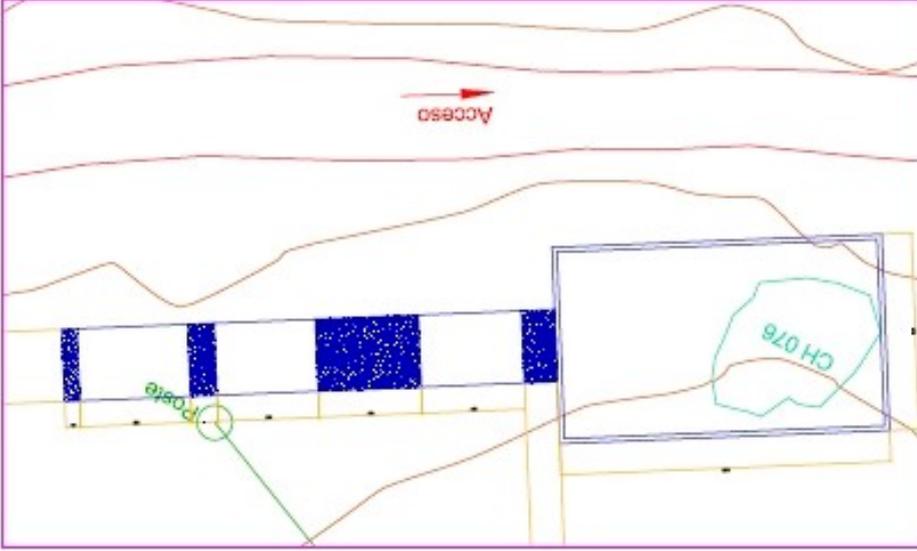
**Anexo 6** Diseños del ventilador de 180 kcfm e infraestructura para su instalación





Punto	Velocidad del aire (m/s)
1	13.6
2	7.1
3	2.4

PROYECTO: VAV-72-36-1750-H  
 VAV-72-36-1750-H (Q=18000CFM)  
 DISPOSICION DE MONTAJE  
 ESCALA: 1:100  
 FECHA: 06/12/12  
 DISEÑADOR: BT  
 REVISOR: BT



### VENTILADOR 180000

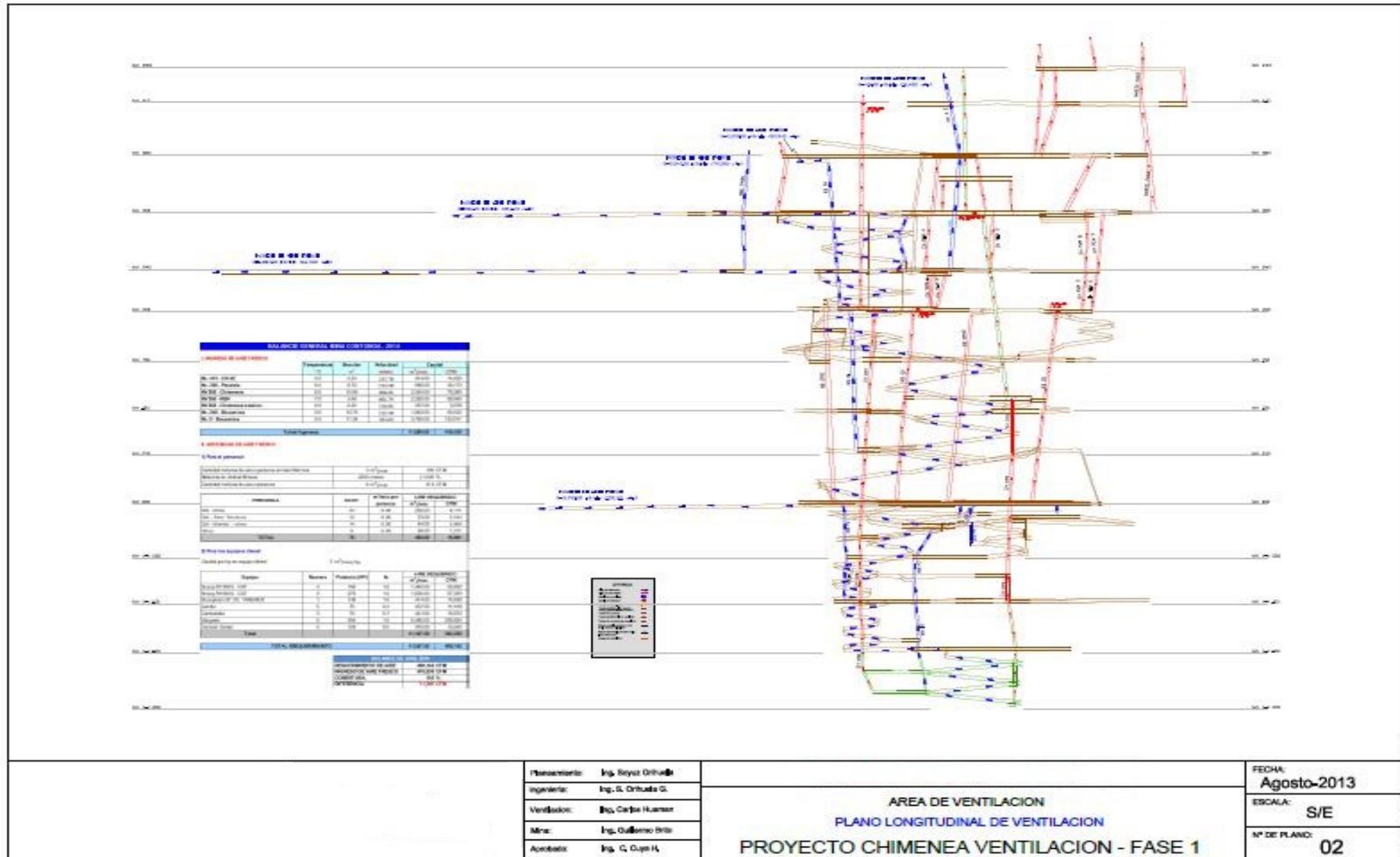
PROYECTO: INSTALACION VENTILADOR 180000 CDM

PLANTA GENERAL

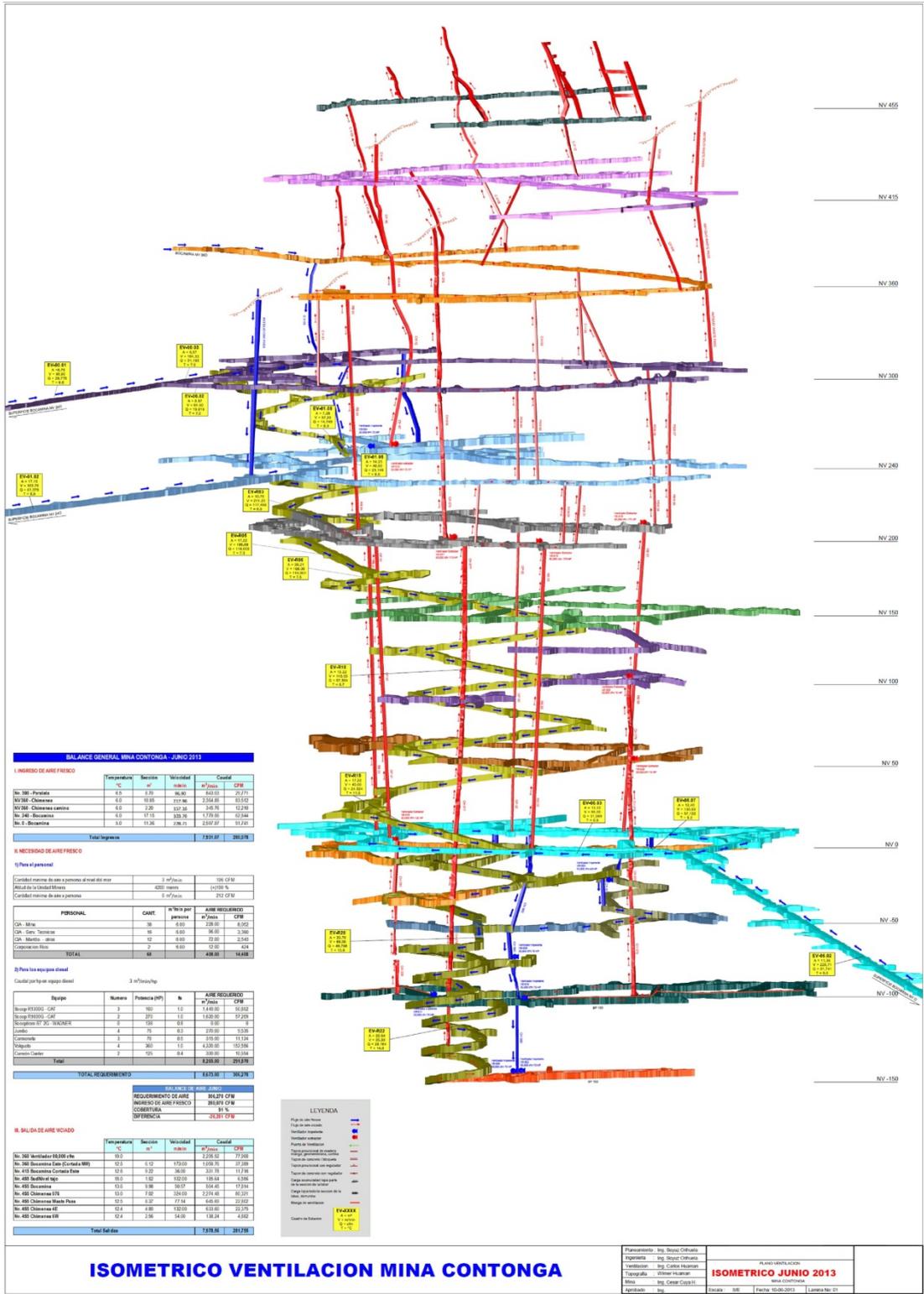
NO. DE PROYECTO	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ACTUALIZACION	FECHA DE REVISION
NO. DE PLAN	NO. DE HOJA	NO. DE HOJA	NO. DE HOJA
NO. DE PLAN	NO. DE HOJA	NO. DE HOJA	NO. DE HOJA

**P-1**

## Anexo 7. Plano del Proyecto Chimenea de Ventilación



# Anexo 8 Plano Isométrico de Ventilación



**BALANCE GENERAL MINA CONTONGA - JUNIO 2013**

**I. INGRESO DE AIRE FRESCO**

	Temperatura °C	Sección m <sup>2</sup>	Velocidad m/s	Caudal m <sup>3</sup> /hora	CFM
Nº 300 - Pivote	6.0	8.00	6.00	343.20	72.71
Nº 300 - Chimenea	6.0	10.00	3.12	187.20	40.52
Nº 300 - Chimenea centro	6.0	2.00	6.00	72.00	15.47
Nº 240 - Bocaneta	6.0	17.15	3.00	362.25	77.64
Nº 2 - Bocaneta	6.0	11.00	3.00	330.00	71.23
<b>Total Ingreso</b>				<b>1295.07</b>	<b>280.27</b>

**II. NECESIDAD DE AIRE FRESCO**

**1) Para el personal**

	Cantidad máxima de personas al nivel del día	Q m <sup>3</sup> /hora	CFM
Personal en trabajo normal	4000 personas	4000 m <sup>3</sup>	869.66
Personal en sala y personal		0 m <sup>3</sup> /hora	0.00
<b>Total</b>		<b>4000 m<sup>3</sup></b>	<b>869.66</b>

**2) Para las máquinas eléctricas**

Equipo	Numero	Potencia (KW)	h	AIRE REQUERIDO m <sup>3</sup> /hora	CFM
Grupo GENERADOR - CAF	2	160	1.0	1120.00	241.28
Grupo GENERADOR - CAF	2	200	1.0	1400.00	302.29
Compresor Nº 01 - INGENIERIA	4	75	0.3	210.00	45.16
Compresor	4	75	0.3	210.00	45.16
Comercial	3	70	0.3	210.00	45.16
Alérgico	4	300	1.0	2100.00	451.28
Comedor Comedor	2	120	0.4	360.00	77.47
<b>TOTAL</b>				<b>3380.00</b>	<b>728.58</b>

**TOTAL REQUERIMIENTO** = 3380.00 m<sup>3</sup>/hora = 728.58 CFM

**REQUERIMIENTO DE AIRE FRESCO** = 3380.00 m<sup>3</sup>/hora = 728.58 CFM

**INGRESO DE AIRE FRESCO** = 1295.07 m<sup>3</sup>/hora = 280.27 CFM

**COBERTURA** = 81 %

**DIFERENCIA** = 2084.93 m<sup>3</sup>/hora = 448.31 CFM

**III. SALIDA DE AIRE VENCIDO**

	Temperatura °C	Sección m <sup>2</sup>	Velocidad m/s	Caudal m <sup>3</sup> /hora	CFM
Nº 300 - Ventilador 10.000 cfm	62.0	1.00	10.00	360.00	77.47
Nº 300 - Bocaneta Este (Cintada NW)	62.0	6.02	10.00	2167.20	466.73
Nº 410 - Bocaneta Central Este	62.0	0.20	6.00	72.00	15.47
Nº 400 - Sudbril - top	62.0	1.00	10.00	360.00	77.47
Nº 400 - Bocaneta	62.0	1.00	10.00	360.00	77.47
Nº 400 - Chimenea 01	62.0	7.00	20.00	5040.00	1089.66
Nº 400 - Chimenea Waste Pipe	62.0	0.20	10.00	72.00	15.47
Nº 400 - Chimenea 02	62.0	4.00	10.00	1440.00	311.74
Nº 400 - Chimenea 03	62.0	2.00	10.00	720.00	154.72
<b>Total Salida</b>				<b>1295.07</b>	<b>280.27</b>

## ISOMETRICO VENTILACION MINA CONTONGA

Elaborado por: Ing. Carlos Ochoa  
 Revisado por: Ing. Carlos Ochoa  
 Aprobado por: Ing. Carlos Ochoa  
 Fecha: 06/06/2013  
 Escala: 1:1000

PROYECTO: MINA CONTONGA  
 TÍTULO: ISOMETRICO JUNIO 2013  
 ESCALA: 1:1000

Elaborado por: Ing. Carlos Ochoa  
 Revisado por: Ing. Carlos Ochoa  
 Aprobado por: Ing. Carlos Ochoa  
 Fecha: 06/06/2013  
 Escala: 1:1000