

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS**



**TESIS**

**“EVALUACIÓN INTEGRAL DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN, PARA QUE EL TRABAJADOR DESARROLLE SUS ACTIVIDADES EN CONDICIONES NORMALES, EN LA EMPRESA MINERA LOS QUENUALES - UNIDAD MINERA YAULIYACU”**

**Presentado por:**

**Bachiller: VEGA RICALDI, Jhonatan Domingo**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO DE MINAS**

**Asesor: Mg. BENAVIDES CHAGUA, Silvestre Fabián.**

**Cerro de Pasco - Perú**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS**



**“EVALUACIÓN INTEGRAL DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN, PARA QUE EL TRABAJADOR DESARROLLE SUS ACTIVIDADES EN CONDICIONES NORMALES, EN LA EMPRESA MINERA LOS QUENUALES - UNIDAD MINERA YAULIYACU”**

**Presentado por:**

**Bachiller: VEGA RICALDI, Jhonatan Domingo**

**Sustentado y Aprobado el día 20 de Diciembre del 2018 ante la Comisión de Jurados:**

---

**Mg. Edwin Elías SANCHEZ ESPINOZA  
PRESIDENTE**

---

**Mg. Nieves Oswaldo GORA TUFINO  
MIEMBRO**

---

**Ing. Julio César SANTIAGO RIVERA  
MIEMBRO**

## **DEDICATORIA:**

A mis padres por todo el apoyo brindado, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante al desarrollo de mi carrera profesional.

A mis hermanos por el apoyo moral y el empuje para alcanzar todos mis objetivos.

## **AGRADECIMIENTOS:**

A La Empresa Minera Los Quenuales – Unidad Yauliyacu por la confianza depositada y la oportunidad de desarrollarme profesionalmente, a todo el personal del área de Mina por los consejos recibidos que me ayudan a mejorar en todos los aspectos de mi vida.

A la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, a los docentes por todas las enseñanzas académicas y consejos para una exitosa etapa profesional.

# INDICE

## INTRODUCCION RESUMEN

<b>CAPITULO I-PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Identificación y Planteamiento del problema.....	1
1.2 Delimitación del problema.....	2
1.2.1 Delimitación espacial.....	2
1.2.2 Delimitación Temporal.....	2
1.2.3 Delimitación Conceptual.....	3
1.3 Formulación del problema.....	3
1.3.1 Problema general.....	3
1.3.2 Problema específico.....	4
1.4 Formulación de Objetivo.....	4
1.4.1 Objetivo general.....	4
1.4.2 Objetivo específico.....	4
1.5 Justificación e importancia de la investigación.....	5
1.6 Limitaciones de la investigación.....	6
1.7 Lugar donde se desarrolló la investigación.....	6
<b>CAPITULO II-MARCO TEORICO.....</b>	<b>7</b>
2.1 Antecedentes del problema.....	7
2.2 Bases teóricas – científica.....	7
2.2.1 Ventilación en minas.....	7
2.2.2 Circuito de ventilación.....	11
2.2.3 Uso de aire comprimido.....	13
2.3 Formulación de hipótesis.....	16
2.3.1 Hipótesis General.....	16
2.3.2 Hipótesis específico.....	16
2.4 Identificación de variable.....	17
2.4.1 Variable para la hipótesis general.....	17
2.4.2 Variable para la hipótesis específica.....	17
2.5 Definición de términos.....	17
2.6 Definición de ventilación de minas.....	18

2.7 Necesidades de ventilación en una mina.....	19
2.8 Leyes elementales para el flujo de aire.....	20
2.9 Efectos termodinámicos en la ventilación natural.....	20
2.10 Decrecimiento de presión atmosférica en la altitud.....	21
2.11 Presión de ventilación natural PVN.....	21
<b>CAPITULO III-METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION....</b>	<b>26</b>
3.1 Tipo y Nivel de investigación.....	26
3.2 Método de investigación.....	26
3.3 Diseño de investigación.....	26
3.4 Población y muestra.....	27
3.4.1 Población.....	27
3.4.2 Muestra.....	27
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
3.5.1 Técnicas.....	27
3.5.2 Instrumentos.....	27
<b>CAPITULO IV-RESULTADOS.....</b>	<b>28</b>
4.1 La Empresa Minera los Quenuales – Unidad Yauliyacu.....	28
4.1.1 Ubicación.....	28
4.1.2 Acceso.....	28
4.1.3 Clima y Morfología.....	29
4.1.4 Fisiografía.....	30
4.1.5 Drenaje.....	30
4.1.6 Concesión.....	31
4.1.7 Componentes mineros.....	31
4.2 Evaluación integral de la ventilación.....	32
4.2.1 Base legal – D.S 024 – 2016-E.M.....	32
4.2.2 Condiciones termo-ambientales.....	33
4.2.3 Evaluación de la cobertura del aire.....	41
4.2.3.1 Requerimiento de aire del circuito de ventilación.....	41
4.2.3.2 Resumen de ingresos de aire fresco del sistema de Ventilación.....	43
4.2.3.3 Cobertura actual del sistema de ventilación.....	43
4.2.3.4 Cobertura de aire por zona alta y zona baja.....	44
4.2.3.5 Cobertura de aire por secciones.....	44

4.2.3.6 Margen de error del balance general.....	44
4.3 Factor usado en la evaluación integral de la ventilación.....	46
4.4 Evaluación del sistema de ventilación de Talleres, Oficinas y Proyectos. ....	52
4.4.1 Evaluación del sistema de ventilación taller de mantenimiento De la sección V Nv.3900.....	52
4.4.2 Evaluación del comedor NV. 400.....	56
4.4.3 Evaluación de la ventilación de labores perjudicadas durante la Instalación de silenciadores en la troncal IV.....	60
4.4.4 Ventilación para el proyecto de oficinas sección II NV 1000..	71
4.4.5 Evaluación de la ventilación del proyecto Alimak 156 Troncal IV. ....	74
4.4.6 Evaluación del sistema de ventilación del refugio NV 4100...	80
4.4.7 Evaluación del sistema de ventilación de la Rp (-) 190.....	82
4.4.8 Evaluación de la ventilación en labores horizontales.....	85
4.4.9 Evaluación del sistema de ventilación proyecto taller de Mantenimiento de la sección II NV 1000.....	87
4.4.10 Evaluación del sistema de ventilación proyecto taller de Mantenimiento de la sección IV NV 1700.....	92
4.4.11 Evaluación del sistema integral de ventilación del Tj 022-NV 600.....	100
4.4.12 Evaluación parcial del sistema de ventilación Tj 231-NV A1000.....	106
4.5 Resumen de la evaluación del sistema de ventilación.....	108
4.6 Implementación de silenciadores en ventiladores principales en la Troncal IV.....	117
4.7 Proyecto troncal V – Ventilación de profundización.....	125
4.7.1 Resumen.....	125
4.7.2 Objetivo chimenea Alimak 623.....	126
4.7.3 Selección de la mejor opción.....	130
4.7.4 Alcance del proyecto.....	132
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>141</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>147</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>148</b>

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Promedio de exposición de los gases por secciones.....	34
Tabla 2 Velocidad de aire promedio por secciones.....	37
Tabla 3 Valor promedio de temperatura por secciones.....	38
Tabla 4 Requerimiento de aire fresco por secciones.....	42
Tabla 5 Relación de labores de ingreso de aire fresco.....	43
Tabla 6 Cobertura de aire fresco del sistema de ventilación.....	44
Tabla 7 Cobertura de aire en zona alta y baja.....	44
Tabla 8 Cobertura de aire por secciones.....	44
Tabla 9 Margen de error del levantamiento (máximo 10%).....	44

## LISTA DE IMÁGENES

Imagen N ° 01 Evaluación de concentración de gases.....	57
Imagen N ° 02 Puerta hermética abierta solo para el horario de almuerzo	58
Imagen N ° 03 Cuneta cubierta con madera en estado de descomposición	58
Imagen N ° 04 Venturi instalado, sin instalación de aire comprimido.....	58
Imagen N ° 05 Sistema de ventilación actual – Profundización.....	76
Imagen N ° 06 Sistema de ventilación chimenea 156 – Profundización...	78
Imagen N ° 07 Vista en planta – proyecto alimak 156.....	79
Imagen N ° 08 Esquema del sistema de ventilación refugio Nv-4100.....	81
Imagen N ° 09 Esquema circuito integral de ventilación Tj 022.....	103
Imagen N ° 10 Perfil del circuito integral de ventilación Tj 022.....	104
Imagen N ° 11 Circuito de ventilación antes de la comunicación de SN 702 Hacia el SN 231 3S.....	107
Imagen N ° 12 Circuito de ventilación antes de la comunicación de SN 702 Hacia el SN 231 3N.....	107

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Sistemas de ventilación.....	15
Figura 3.1 Ubicación y accesibilidad.....	29
Figura 3.2 Vista de mina yauliyacu.....	30

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración N ° 01 Valores promedios del O2 por niveles de julio a diciembre 2017.....	34
Ilustración N ° 02 Valores promedios del CO por niveles de julio a diciembre 2017.....	35
Ilustración N ° 03 Valores promedios del NO2 por niveles de julio a diciembre 2017.....	35
Ilustración N ° 04 Valores promedios del CO2 por niveles de julio a diciembre 2017.....	36
Ilustración N ° 05 Valores promedios del Metano por niveles de julio a Diciembre 2017.....	36
Ilustración N ° 06 Valores promedios del H2S por niveles de julio a diciembre 2017.....	37
Ilustración N ° 07 Velocidad de aire promedio por niveles.....	38
Ilustración N ° 08 Valores promedios de temperatura por niveles.....	39
Ilustración N ° 09 Vista isométrica – proyecto taller de mantenimiento Nv-3900.....	54
Ilustración N ° 10 Plano de ventilación propuesto para el proyecto oficinas Nv-100.....	72
Ilustración N ° 11 Vista isométrica – proyecto oficinas Nv-1000.....	73
Ilustración N ° 12 Plano de ventilación propuesto para el proyecto de taller de Mantenimiento Nv-1000.....	89
Ilustración N ° 13 Vista isométrica proyecto taller mantenimiento Nv-1000	90
Ilustración N ° 14 Plano de ventilación propuesto para el proyecto de taller Mantenimiento Nv-1700.....	94

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico N ° 01 Histograma del Tj7011 Nv-4100.....	60
Gráfico N ° 02 Concentración de CO (ppm) Tj7011 Nv-4100.....	61
Gráfico N ° 03 Histograma CX 7011 Nv-4100.....	61
Gráfico N ° 04 Concentración de CO (ppm) CX7011 Nv-4100.....	62
Gráfico N ° 05 Histograma OP661 Nv-3900.....	62
Gráfico N ° 06 Concentración de CO (ppm) OP 661 Nv-3900.....	63
Gráfico N ° 07 Histograma RP 623 Nv-3900.....	63

Gráfico N ° 08 Concentración de CO (ppm) RP 623 Nv-3900.....	64
Gráfico N ° 09 Histograma RP 622 Nv-3600.....	64
Gráfico N ° 10 Concentración de CO (ppm) RP 622 Nv-3600.....	65
Gráfico N ° 11 Histograma RP 681 Nv-3300.....	65
Gráfico N ° 12 Concentración de CO RP 681 Nv-3300.....	66
Gráfico N ° 13 Histograma RP 693 Nv-2100.....	66
Gráfico N ° 14 Concentración de CO (ppm)RP 693 Nv-2100.....	67
Gráfico N ° 15 Histograma SN 520 Nv-1900.....	67
Gráfico N ° 16 Concentración de CO (ppm) SN 520 Nv-1900.....	68

## **LISTA DE FOTOS**

Foto N ° 01,02 Instalación de ventilador de 600000 cfm ubicado en el acceso RP consuelo Nv-2100.....	69
Foto N ° 03,04 Preparación de ductos metálicos.....	69
Foto N ° 05,06 Troncal IV ventilador VT-100-09 de 100000cfm.....	118
Foto N ° 07,08 Troncal IV ventilador VT-100-01 de 100000cfm.....	119
Foto N ° 09,10 Troncal IV medición del nivel de ruido 94.1 DB.....	120
Foto N ° 11 Ubicación de ventiladores respecto al área de trabajo.....	121
Foto N ° 12 Vista satelital de la ubicación de ventiladores.....	122
Foto N ° 13, 14,15 Medición de nivel de ruido en los ventiladores principales.....	124

## INTRODUCCION

En minería la ventilación de minas es uno de los diversos factores que inciden en la productividad. Convirtiéndose esta actividad en una exigencia de primera prioridad en la aplicación de cualquier método de explotación que se debe emplear. Por esta razón se deben garantizar el ingreso de aire fresco a toda la mina en forma natural y/o inducida impulsados por ventiladores principales de gran capacidad y distribuir el aire racionalmente, de tal manera que garantice condiciones termo ambientales óptimas. Pues este aire puro al ingresar a las labores mineras tanto de exploración, desarrollo, preparación, y explotación; además de ofrecer buenas condiciones de trabajo, debe ser capaz de realizar el barrido hacia el exterior, por chimeneas de servicio, de la polución que se origina al ejecutar las diversas operaciones de producción minera en el interior de los tajeos y otras instalaciones de la mina.

En la Unidad Minera Yauliyacu, la ventilación es uno de los casos más delicados que se pueda tratar ya que a medida que se profundiza o aleja del ingreso a la mina una labor, el flujo de aire disminuye.

El circuito de Ventilación de Mina Yauliyacu, está bastante diferenciado y sectorizado por Zona Alta y Zona Baja. La Zona Alta presenta mejor nivel de ventilación pues tienen más ingresos de aire fresco forzado por 03 chimeneas Extractoras (Troncal San Juan, 200kcfm, Chim-OP9, 100kcfm y parte de la Troncal IV, 170kcfm).

- La Zona Baja tiene un aporte del 50% de la producción y su sistema de ventilación tiene su ingreso de Aire fresco por el Nv1700-Pique Central, 95kcfm y la Bocamina Yauliyacu, 48kcfm, el cual es forzado solo por la chimenea Troncal IV, 130kcfm.
- Actualmente El Aire Fresco que ingresa por el Pique Central solo tienen un alcance eficiente del lado norte de la zona baja y es insuficiente para el lado sur, realizando mucho recorrido (1500m), el cual afecta las condiciones termo-ambientales del aire, llegando con baja velocidad afectando la ventilación de los Tajeos (Explotación Veta C, Horizontes, Veta M).

Así también tenemos otros factores que influyen en la calidad de aire como: la temperatura, gases producidos por equipos, gases producidos por explosiones, respiración humana, deficiencia de oxígeno por oxidación de algunos minerales, altitud en cuanto al nivel del mar, etc.

Es por este motivo que se realizó la presente investigación

## RESUMEN

La presente investigación que en esta oportunidad tengo a bien de presentar trata sobre el **“EVALUACIÓN INTEGRAL DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN, PARA QUE EL TRABAJADOR DESARROLLE SUS ACTIVIDADES EN CONDICIONES NORMALES, EN LA EMPRESA MINERA LOS QUENUALES - UNIDAD MINERA YAULIYACU”**, Cuya intención es desarrollar las herramientas de gestión del sistema de seguridad y salud en el trabajo, que nos permita tener éxito en la prevención de accidentes y poder identificar, controlar los riesgos ocupacionales, generados en las operaciones mineras en la Compañía Minera Los Quenuales – Unidad Minera Yauliyacu

Cuyo desarrollo es de cuatro capítulos que brevemente lo resumo a continuación.

El Capítulo I, desarrolla aspectos generales enfocando la problemática de la investigación, considerando aspectos como: identificación y planteamiento del problema, delimitación de la investigación, formulación del problema, objetivos, justificación, limitación de la investigación, y lugar del desarrollo.

El Capítulo II, trata sobre el marco teórico considerando antecedentes del problema, bases teóricas, tratando aspectos como antecedentes del problema, bases teóricas sobre sostenimiento, definición de términos. Formulación de la hipótesis, sus variables.

El capítulo III, describe la metodología y técnicas de investigación; comprendiendo el tipo y nivel de investigación, método de investigación,

diseño, población y muestra y las técnicas e instrumento de recolección de datos.

El Capítulo IV, trata sobre los resultados de la investigación considerando los siguientes aspectos: la Empresa Minera Los Quenuales – Unidad Minera Yauliyacu, en cuanto a: ubicación y acceso, clima y morfología, evaluación integral de la ventilación, base legal, condiciones termo-ambientales, velocidad del aire, exposición a las altas temperaturas, evaluación global de las condiciones termo-ambientales, evaluación de la cobertura del aire , factores usados en la evaluación integral de la ventilación, evaluación del sistema de ventilación de talleres, oficinas y proyectos, implementación de silenciadores en ventiladores principales en la troncal iv, proyecto de chimenea Alimak 623 troncal V, concluyendo con las conclusiones y recomendaciones.

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. IDENTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En minería la ventilación de minas es uno de los diversos factores que inciden en la productividad. Convirtiéndose esta actividad en una exigencia de primera prioridad en la aplicación de cualquier método de explotación que se debe emplear. Por esta razón se deben garantizar el ingreso de aire fresco a toda la mina en forma natural y/o inducida impulsados por ventiladores principales de gran capacidad y distribuir el aire racionalmente, de tal manera que garantice condiciones termo ambientales optimas. Pues este aire puro al ingresar a las labores mineras tanto de exploración, desarrollo, preparación, y explotación; además de ofrecer buenas condiciones de trabajo, debe ser capaz de realizar el barrido hacia el exterior, por chimeneas de servicio, de la polución

que se origina al ejecutar las diversas operaciones de producción minera en el interior de los tajeos y otras instalaciones de la mina.

En la Unidad Minera Yauliyacu, la ventilación es uno de los casos más delicados que se pueda tratar ya que a medida que se profundiza o aleja del ingreso a la mina una labor, el flujo de aire disminuye.

El circuito de Ventilación de Mina Yauliyacu, está bastante diferenciado y sectorizado por Zona Alta y Zona Baja. La Zona Alta presenta mejor nivel de ventilación pues tienen más ingresos de aire fresco forzado por 03 chimeneas Extractoras (Troncal San Juan, 200kcfm, Chim-OP9, 100kcfm y parte de la Troncal IV, 170kcfm).

- La Zona Baja tiene un aporte del 50% de la producción y su sistema de ventilación tiene su ingreso de Aire fresco por el Nv1700-Pique Central, 95kcfm y la Bocamina Yauliyacu, 48kcfm, el cual es forzado solo por la chimenea Troncal IV, 130kcfm.
- Actualmente El Aire Fresco que ingresa por el Pique Central solo tienen un alcance eficiente del lado norte de la zona baja y es insuficiente para el lado sur, realizando mucho recorrido (1500m), el cual afecta las condiciones termo-ambientales del aire, llegando con baja velocidad afectando la ventilación de los Tajeos (Explotación Veta C, Horizontes, Veta M).

Así también tenemos otros factores que influyen en la calidad de aire como: la temperatura, gases producidos por equipos, gases producidos por explosiones, respiración humana, deficiencia de oxígeno por oxidación de algunos minerales, altitud en cuanto al nivel del mar, etc.

Es por este motivo que se realizó la presente investigación.

## **1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1. Delimitación espacial**

El presente trabajo se ha realizado en La Unidad Minera Yauliyacu que se encuentra ubicada en el distrito de Chicla, provincia de Huarochiri, departamento de Lima, a una altitud de 4250 msnm, localizada en la Cordillera Occidental de los Andes del Perú, en la cuenca hidrográfica del río Rímac, entre las coordenadas 11° 3' Latitud S y 76° 10' Longitud W.

### **1.2.2. Delimitación temporal**

8 meses; Julio, del 2017 – Febrero del 2018

### **1.2.3. Delimitación conceptual**

La presente tesis está enmarcada dentro del aspecto de la investigación sobre ventilación en minería subterránea. Dentro de los aspectos conceptuales que se desarrollan se considera: características del aire en interior mina, ventilación de mina, determinación de aire en el interior de la mina.

## **1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.3.1. Problema General**

¿Qué características tiene el aire que ingresa al interior de la mina para la ventilación de las labores mineras en cuanto a cantidad y calidad, para que el trabajador desarrolle sus actividades en condiciones normales, en la Empresa Minera los Quenuales, \_ Unidad Minera Yauliyacu?

### **1.3.2. Problemas específicos**

- a. ¿Qué características tiene el aire que ingresa al interior de la mina para la ventilación de las labores mineras en cuanto a cantidad, para que el trabajador desarrolle sus actividades en condiciones normales, en la Empresa Minera los Quenuales, \_ Unidad Minera Yauliyacu?
- b. ¿Qué características tiene el aire que ingresa al interior de la mina para la ventilación de las labores mineras en cuanto a calidad, para que el trabajador desarrolle sus actividades en condiciones normales, en la Empresa Minera los Quenuales, \_ Unidad Minera Yauliyacu?

## **1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo General**

Determinar las características tiene el aire que ingresa al interior de la mina para la ventilación de las labores mineras en cuanto a cantidad y calidad, para que el trabajador desarrolle sus actividades en condiciones normales, en la Empresa Minera los Quenuales, \_ Unidad Minera Yauliyacu.

### **1.4.2. Objetivos Específicos.**

- a. Determinar las características tiene el aire que ingresa al interior de la mina para la ventilación de las labores mineras en cuanto a cantidad, para que el trabajador desarrolle sus actividades en condiciones normales, en la Empresa Minera los Quenuales, \_ Unidad Minera Yauliyacu.

**b.** Determinar las características que tiene el aire que ingresa al interior de la mina para la ventilación de las labores mineras en cuanto a calidad, para que el trabajador desarrolle sus actividades en condiciones normales, en la Empresa Minera los Quenuales, \_ Unidad Minera Yauliyacu.

### **1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación justifica su realización y remarca su importancia toda vez que nos permitirá evaluar la calidad del aire que ingresa al interior de la mina, en cuanto a pureza y cantidad y poder realizar las mejoras o plantear nuevos proyectos de ventilación para un trabajo adecuado y eficiente. Por otra parte al contar con esta evaluación integral la Empresa Minera, podrá dar respuesta ante aspectos deficientes de la ventilación en forma inmediata. Estos aspectos justifican y dan la debida importancia a la realización de la investigación.

### **1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

Podemos tener limitación en cuanto a:

- Financiamiento para la elaboración del presente estudio.
- Apoyo de personal capacitado.
- Limitaciones en cuanto al apoyo de la empresa no se han encontrado.

### **1.7. LUGAR DONDE SE DESARROLLARA LA INVESTIGACIÓN**

El presente trabajo se ha realizado en las instalaciones de la Empresa Minera los Quenuales, Unidad Minera Yauliyacu que se encuentra ubicada en el distrito de Chicla, provincia de Huarochirí, departamento de Lima, a una altitud de 4250 msnm, localizada en la Cordillera Occidental de los Andes del Perú, en la cuenca hidrográfica del río Rímac, entre las coordenadas 11° 3' Latitud S y 76° 10' Longitud W.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA**

Habiendo hecho una revisión sobre el tema de investigación en el campo de la minería encontramos que todas las Empresas Mineras Grandes, Medianas, chicas tienen dentro de su sistema de seguridad y salud ocupacional un plan ventilación

#### **2.2. BASES TEÓRICAS - CIENTÍFICAS**

##### **2.2.1. Ventilación En Minas**

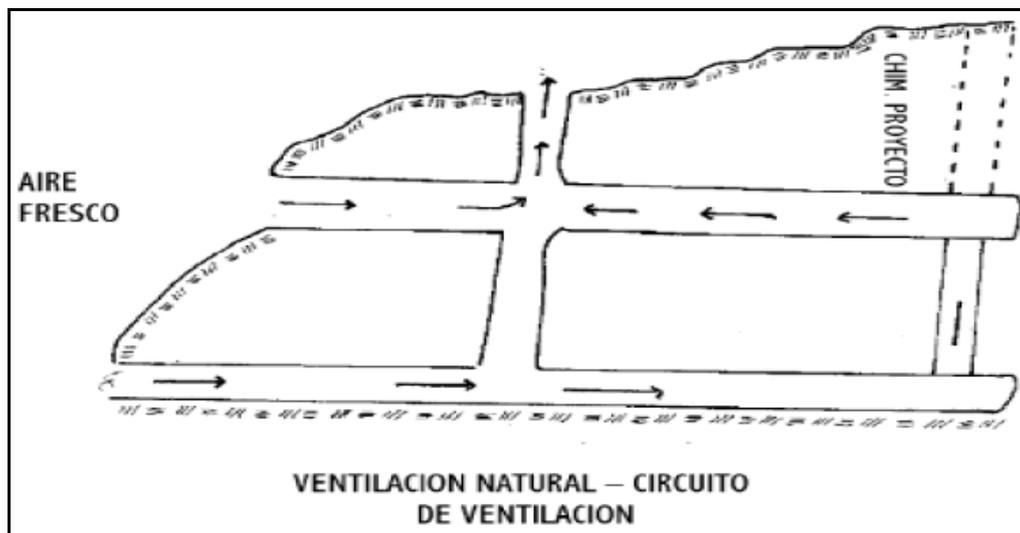
La ventilación en minas aplica los principios de la Mecánica de Fluidos, el cual se trata, básicamente, de capturar el aire proveniente de la atmósfera para luego conducirlo, manejarlo a través de la mina. El principio básico que con lleva todo este proceso es la diferencia de

presiones del aire que ingresa y sale de la mina, la cual provoca el paso del aire a través de la mina, aunque esta diferencia es pequeña, en promedio de 2 a 3% diferente a lo que tiene el sistema en general, esta es fundamental. La ventilación puede ser natural o artificial, esta última a su vez puede ser primaria secundaria o axial.

## a. Tipos de Ventilación

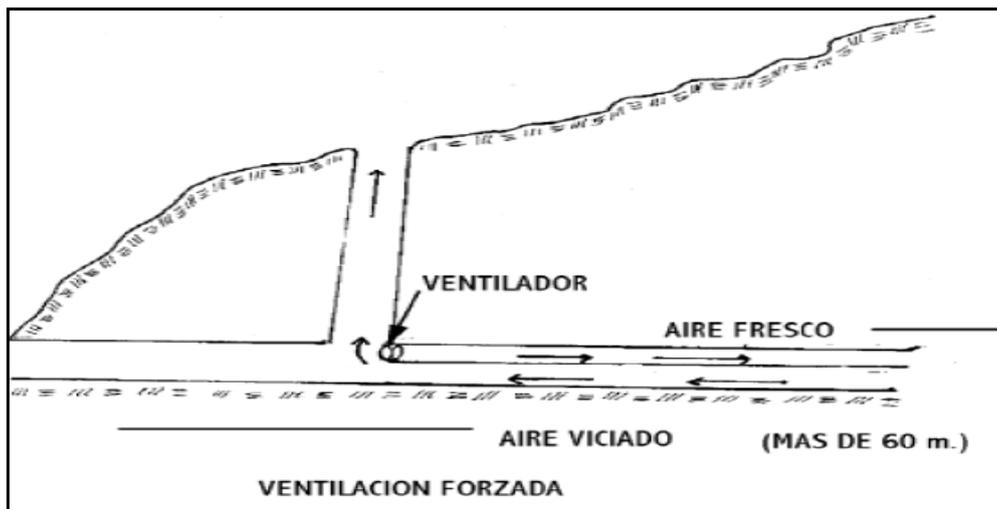
### a.1. Ventilación natural:

La ventilación natural es aquella en la que no se emplea un sistema mecánico para generar una presión y velocidad de aire entrante a la mina. Este tipo de ventilación es irregular y no provee mucha confiabilidad por lo que es necesario tomar mediciones a diferentes horas del día y durante varios días para tener una aproximación más exacta de la cantidad y velocidad de aire ingresante. Dado que esta ventilación se basa en procesos naturales depende de factores como la temperatura, el clima, altitud, estación del año, etc.



## a.2. Ventilación Artificial

Se hace por medio de ventiladores que introducen aire fresco a través de mangas. Es obligatorio el empleo de ventiladores auxiliares en labores que solo tengan una vía de acceso teniendo solo un avance no superior a 60 mt.



## a.3. Ventilación mecánica:

Tipo de ventilación que utiliza mecanismos y/o realiza sistemas de ventilación dentro de la mina para generar diferencias de presiones del aire entrante y saliente de la mina. Se emplea el uso de ventiladores, realización de Raise Borer, chimeneas de ventilación, etc. Se tienen tres subtipos de ventilación artificial, la primaria, secundaria y auxiliar.

## a.4. Ventilación primaria:

Esta ventilación es la que atraviesa y recorre los circuitos y secciones principales de la mina. El flujo de aire que esta brinda debería ser capaz de llegar a la mayor cantidad posible de ramales y labores dentro de la mina. Se tienen dos tipos de ventilación primaria el sistema Push y el Sistema Pull.

- Sistema Push: Este sistema tiene el principio de utilizar un ventilador y capturar el aire fresco del exterior e introducirlo por las labores de la mina.
- Sistema Pull: Este sistema mueve el aire viciado del interior de la mina, el principio que este usa es de succión.

#### **a.5. Ventilación secundaria:**

Tipo de ventilación que acompaña a la ventilación principal en caso de que esta última no consiga llegar a todos los circuitos de la mina, probablemente, debido a resistencias considerables como longitudes grandes, cambios de áreas en las secciones o curvas en los circuitos. En otras palabras podemos decir que es todo ventilador instalado en un tapón sin manga.

#### **a.6. Ventilación auxiliar:**

La ventilación auxiliar es utilizada para circuitos cortos y/o confinados, lo que no implica que se use, necesariamente, en lugares pequeños ya que estos no siempre son confinados. Se puede emplear en tajos, frontones, chimeneas, etc.

#### **a.7. Ventilación a base de aire comprimido**

En lugares donde no se pueda utilizar el sistema de ventilación soplante o aspirante (por ejemplo en un tope cerrado) y es difícil ventilar con aire natural, puedes hacerlo utilizando ventilación a base de aire comprimido.

Ese aire es generado por una compresora portátil eléctrica, acopiada con tubos plásticos de polifil.

### 2.2.2. Circuitos De Ventilación:

Los circuitos de ventilación deben estar diseñados de tal forma que ingrese el adecuado y suficiente aire por los ramales.

En la ventilación de minas hay dos tipos de combinación de galerías por donde el flujo de aire circula. Estos dos tipos son flujos en serie a través de galerías en línea y flujos en paralelo a través de galerías en bifurcaciones hacia paralelo y luego ambas se acoplan después para formar una red. Se puede decir que la red está formada por circuitos en serie y circuitos en paralelo por lo que es necesario transformar estos últimos en circuitos en serie para tener la red solo en circuitos en serie.

#### a. Circuito en Serie

Para este tipo de circuitos tiene las características siguientes:

- El volumen general que atraviesa todas las secciones es el mismo en todo el circuito, entonces se dice lo siguiente:

$$Q_t = Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 \dots$$

- En cuanto a la resistencia, esta es igual a la suma algebraica de todas las pérdidas que existe en las galerías por donde el flujo atraviesa, es decir:

$$H_t = H_{f1} + H_{f2} + H_{f3} + H_{f4} \dots$$

- De acuerdo a la relación que se tiene para el  $H_f$  y el  $Q$  es de  $H = RQ$ , entonces tendríamos la siguiente relación

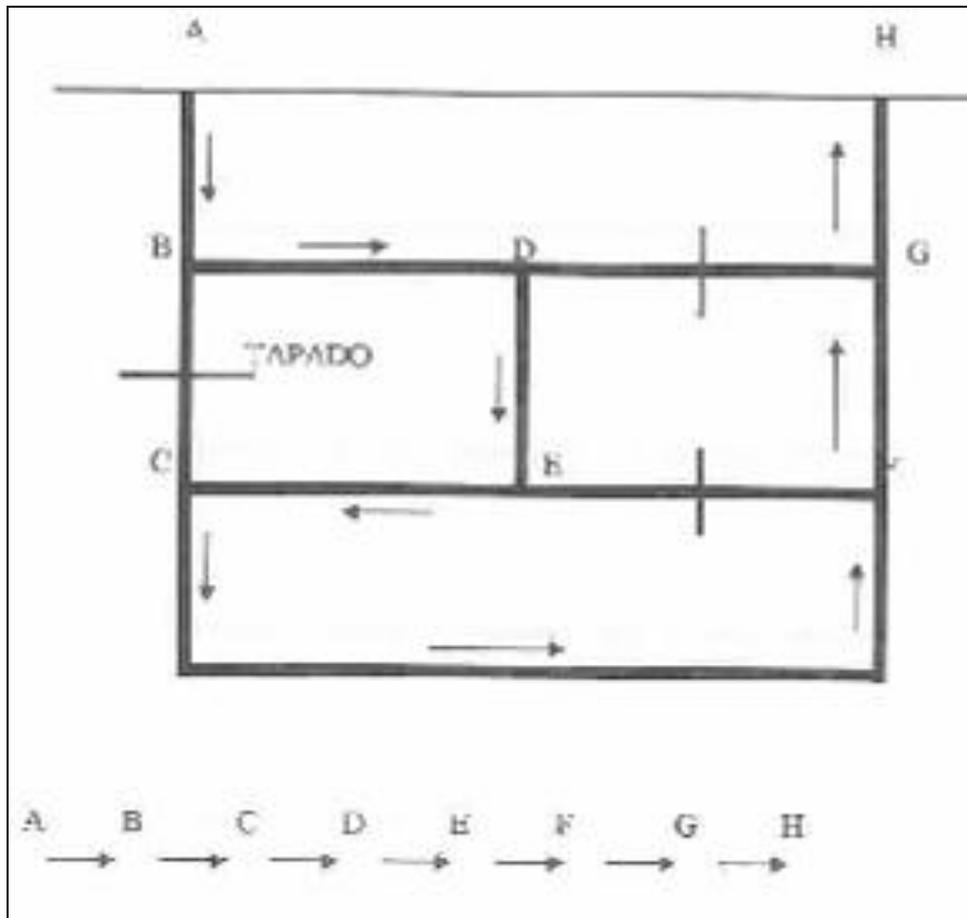
$$H_t = R_T Q_T^2 = R_1 Q_1^2 + R_2 Q_2^2 + R_3 Q_3^2 + R_4 Q_4^2 \dots, \text{ pero como en el}$$

sistema en serie se sabe que el caudal es el mismo en todas

las secciones que atraviesan se tendría la relación siguiente

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \dots$$

- Es importante señalar que el requerimiento de energía en sistemas en serie es alto debido a que los HP



### b. Circuito de ventilación en paralelo

En este caso se tienen las siguientes características:

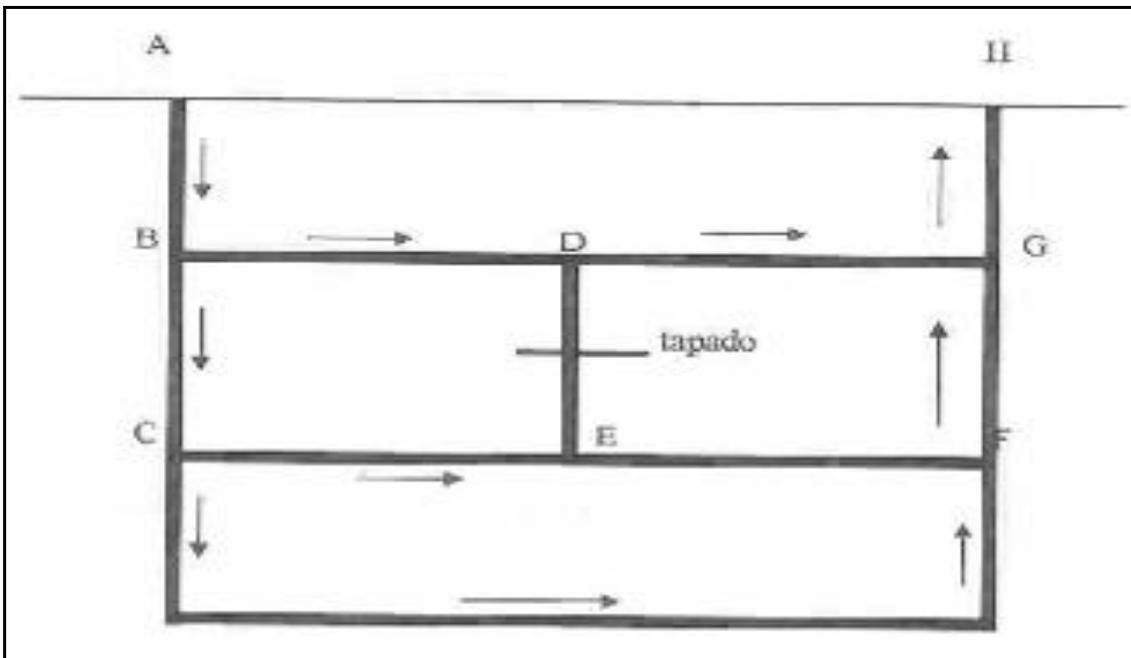
- Para este caso el volumen total del aire se distribuye en todas las galerías. Se denomina Splitting y cada ramal del circuito en paralelo se llama Split.
- El volumen total es igual a la suma total de los demás caudales, es decir:

$$Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 \dots$$

- La resistencia en todos los ramales es igual,  $H_t = H_f 1 = H_f 2 = H_f 3 = H_f 4...$  pero a su vez sabiendo que la relación de pérdidas y caudales es directamente proporcional tendríamos la siguiente relación:

$$\frac{1}{\sqrt{R_T}} = \frac{1}{\sqrt{R_1}} + \frac{1}{\sqrt{R_2}} + \frac{1}{\sqrt{R_3}} + \frac{1}{\sqrt{R_4}} + \dots$$

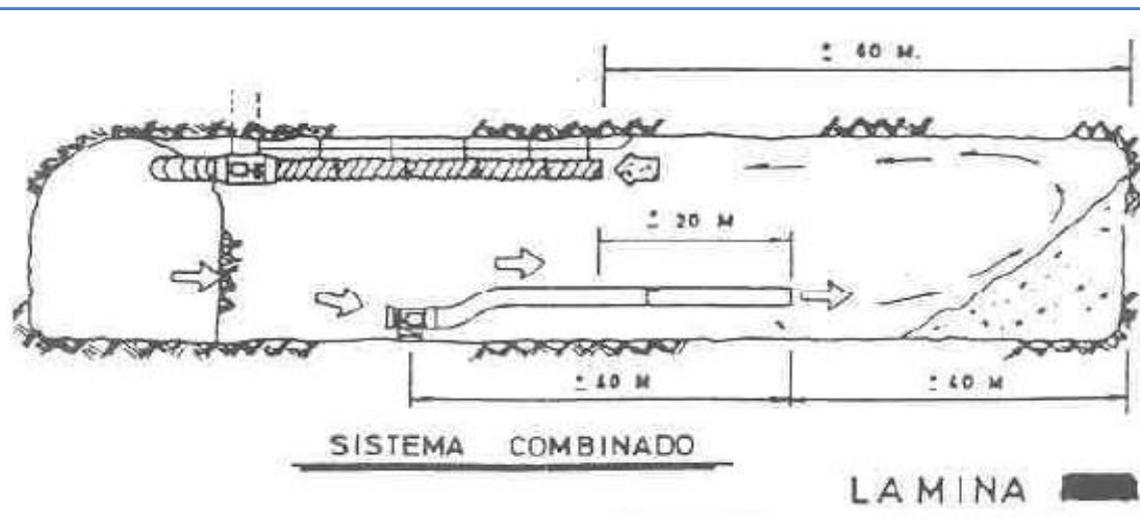
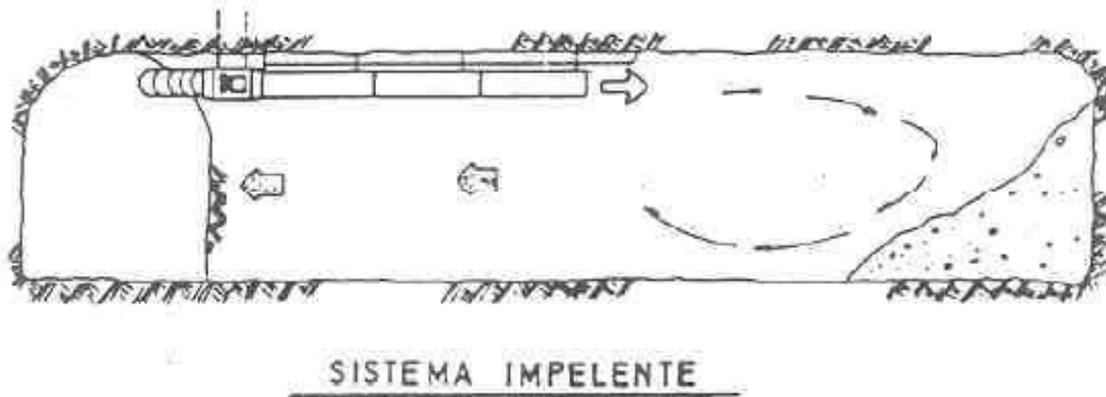
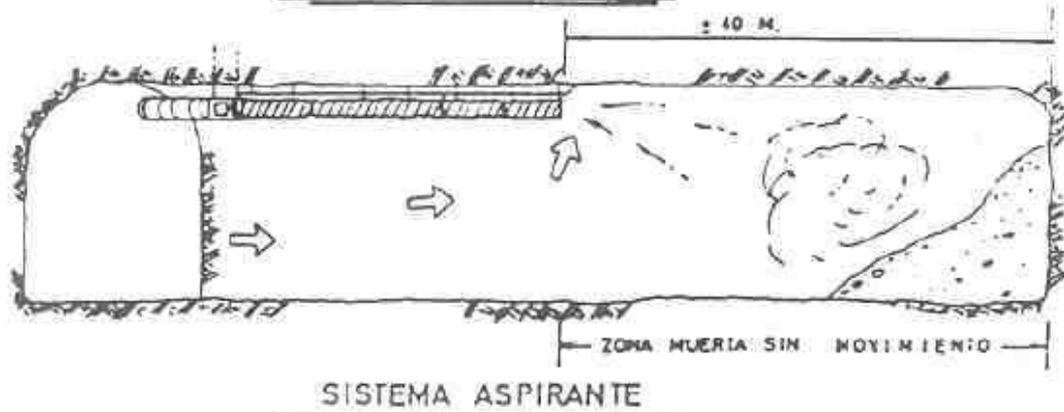
En la unión en paralelo, las labores se ramifican en un punto, en dos o varios circuitos que se unen en otro punto:



### 2.2.3. Uso De Aire Comprimido

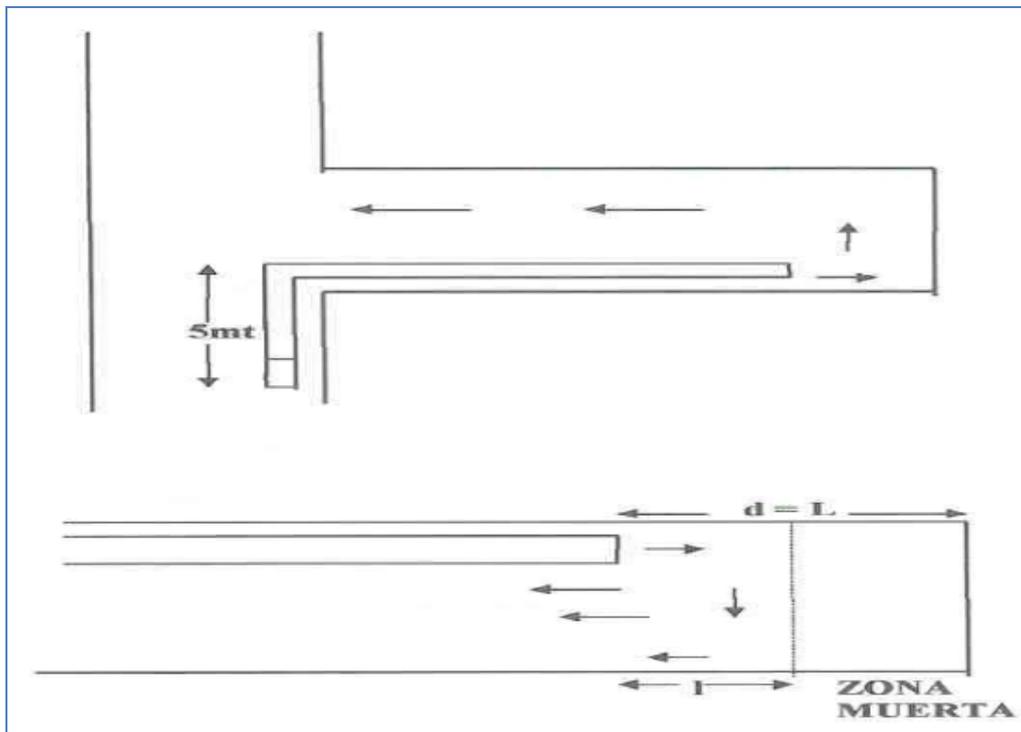
Por su alto costo, en relación a la ventilación mecanizada, el uso del aire comprimido para atender la aireación de desarrollos debe limitarse exclusivamente a aquellas aplicaciones donde no es posible por razones prácticas el utilizar sistemas auxiliares de ventilación como es el caso particular del desarrollo manual de chimeneas o piques inclinados.

ESQUEMA DE TIPOS BASICOS DE VENTILACION AUXILIAR DE DESARROLLO



El uso de sopladores de aire comprimido para ventilar los desarrollos horizontales, se debe limitar a aquellas galerías de pequeña sección que por la falta de espacio físico no hacen posible los tendidos de mangas de ventilación y para acelerar la salida de los gases en los sistemas aspirantes, instalando los sopladores en el extremo de la cañería de aire comprimido cercana a las frentes (zona muerta), siempre que no sea posible el uso de ventiladores eléctricos portátiles con manga lisa que impulse aire a la frente en avance. En las galerías en desarrollo donde se use ventilación auxiliar, el extremo de la tubería no deberá estar a más de 30 metros de la frente (ver figura 2).

**FIGURA 2.1 sistema de ventilación**



## **2.3. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS**

### **2.3.1. Hipótesis General**

Si las características del aire que ingresa al interior de la mina para la ventilación de las labores mineras en cuanto a cantidad y calidad, son las adecuadas entonces el trabajador desarrollara sus actividades en condiciones normales, en la Empresa Minera los Quenuales, \_ Unidad Minera Yauliyacu.

### **2.3.2. Hipótesis específicas**

- a. Si las características del aire que ingresa al interior de la mina para la ventilación de las labores mineras en cuanto a cantidad son las adecuadas entonces el trabajador desarrollara sus actividades en condiciones normales, en la Empresa Minera los Quenuales, \_ Unidad Minera Yauliyacu.
- b. Si las características del aire que ingresa al interior de la mina para la ventilación de las labores mineras en cuanto a calidad, son las adecuadas entonces el trabajador desarrollara sus actividades en condiciones normales, en la Empresa Minera los Quenuales, \_ Unidad Minera Yauliyacu.

## **2.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES**

### **2.4.1. Variables para la hipótesis general**

- **Variable Independiente:**

Las características del aire que ingresa al interior de la mina para la ventilación de las labores mineras en cuanto a cantidad y calidad, son las adecuadas.

- **Variable Dependiente:**

El trabajador desarrollara sus actividades en condiciones normales,

#### **2.4.2. Variables para las hipótesis específicas**

- **Para la hipótesis a**

##### **Variable independiente**

Características del aire que ingresa al interior de la mina para la ventilación de las labores mineras en cuanto a cantidad, son las adecuadas.

##### **Variable dependiente**

El trabajador desarrollara sus actividades en condiciones normales.

- **Para la hipótesis b**

##### **Variable independiente**

Las características del aire que ingresa al interior de la mina para la ventilación de las labores mineras en cuanto a calidad, son las adecuadas.

##### **Variable dependiente**

El trabajador desarrollara sus actividades en condiciones normales.

## **2.5. DEFINICIÓN DE TERMINOS**

Para los fines de este documento, se aplican los términos y definiciones siguientes:

- **Caudal:** Es la cantidad de fluido que pasa por determinado elemento en la unidad de tiempo. Normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo.

- **Presión atmosférica:** Es la presión ejercida por el aire en cualquier punto de la atmósfera.

## 2.6. DEFINICIÓN DE VENTILACIÓN DE MINAS

Se puede definir como el trabajo realizado para lograr el acondicionamiento del aire que circula a través de las labores subterráneas. Siendo su objetivo principal el proporcionar un ambiente seguro, saludable y cómodo para los mineros. Diluir los contaminantes a concentraciones seguras.

- **Aire de mina** Denominaremos aire de mina a una mezcla de gases y vapores, generalmente con polvo en suspensión, que ocupa el espacio creado por las labores subterráneas. Se trata del aire atmosférico, 14 que al ingresar a la mina sufre una serie de alteraciones en su composición. Si las alteraciones son tan pequeñas que el aire puede ser considerado como atmosférico, nos referiremos a él como aire fresco o de ingreso, mientras que el aire contaminado será descrito como aire viciado o de retorno.
- **Gases presentes en las minas** Los gases contaminantes se producen con frecuencia en las minas tanto en condiciones normales como anormales. Por ejemplo el CO<sub>2</sub> es producido por motores diesel y los disparos. A continuación se detallan los gases presentes en las minas:
  - Nitrógeno N<sub>2</sub>.
  - Oxígeno O<sub>2</sub>.
  - Anhídrido carbónico CO<sub>2</sub>.
  - Monóxido de carbono CO.
  - Óxidos de nitrógeno.
  - Anhídrido sulfuroso SO<sub>2</sub>.
  - Ácido Sulfhídrico H<sub>2</sub>S.
  - Metano CH<sub>4</sub>.
- **Polvo en las minas.** El polvo que ocurre en las minas es un material sólido finamente dividido, el cual, dependiendo del tamaño de sus

partículas, de su concentración y su composición, puede constituir un peligro tanto para la salud del personal como para la seguridad de la operación en lo que se refiere a visibilidad.

- **Condiciones termo-ambientales** El calor en el ambiente de la atmósfera de minas subterráneas está relacionado con las propiedades térmicas del macizo rocoso circundante, influencia de la temperatura exterior, auto compresión del aire y otros factores como la emisión térmica de máquinas diesel, voladuras, metabolismo humano y aguas termales.

Psicrometría En el proceso de ventilación de una mina, el aire ingresa a esta en condiciones atmosféricas y a su paso va incorporando humedad y calor en el ambiente, lo cual significa que su densidad, contenido de humedad y presión varían constantemente, aspectos que necesariamente se tendrán que tener en cuenta en los cálculos que se haga. Al estudio de los cambios que experimenta el aire con la temperatura, humedad y presión se le denomina Psicrometría

## **2.7. NECESIDAD DE VENTILACIÓN EN UNA MINA**

La cantidad necesaria para una mina o sección de mina, tajo, chimenea o frontón, se calcula en función de diferentes necesidades y parámetros establecidos del modo siguiente: 19 • Para diluir y trasladar los gases, polvos, humos y calor producido en las operaciones mineras. • Para dar confort a los trabajadores que laboran en ambientes calurosos, si en la mina no se usan equipos Diesel o no hay calor, entonces estas necesidades de aire son cero.

## **2.8. LEYES ELEMENTALES PARA EL FLUJO DE AIRE**

Dentro de las principales leyes que rigen el flujo de aire, se pueden enunciar las siguientes:

- Para que el aire fluya de un punto a otro, debe haber una diferencia de presión entre los dos puntos (ingreso y salida de conductos de aire).
- El aire siempre fluirá del lugar donde hay alta presión hacia la baja presión, continuando este flujo tanto como la diferencia de presión sea mantenida.
- Cuanto más grande sea la diferencia de presión entre estos dos puntos, más grande es la cantidad de flujo de aire ( $P \propto Q$  y/o  $P \propto Q^2$ ).
- Cualquier resistencia a la presión, reducirá la cantidad de flujo de aire.
- Cuando la resistencia entre los dos puntos es incrementada, la cantidad de flujo de aire decrece.

## **2.9. EFECTOS TERMODINÁMICOS EN LA VENTILACIÓN NATURAL**

La ventilación natural, es el resultado de las diferencias en elevación entre aberturas mineras sumado a la adición de energía calórica al aire cuando este pasa a través de los lugares de trabajo. El aire a medida que fluye a través de una mina gana calor debido a muchas razones tales como el gradiente geotérmico, auto compresión y la oxidación. También puede ser enfriado debido al contacto con agua fluyendo en las chimeneas o debido a las temperaturas de la roca siendo más frío que el aire exterior. Como resultado, sucede el desplazamiento de una columna de aire caliente por las columnas de aire más frías.

## 2.10. DECRECIMIENTO DE PRESIÓN ATMOSFÉRICA CON LA ALTITUD

La superficie terrestre está contenida dentro de una atmósfera y sometida a la fuerza de atracción gravitacional; este campo gravitacional hace que el peso de aire ejerza una presión sobre la superficie de la tierra; esta presión, es causada por el peso del aire contenido sobre esta superficie, (figura 03). La presión atmosférica al nivel del mar tiene una variedad de equivalencias en los diferentes sistemas de unidades de medidas para la presión. Dentro de esa gran gama de unidades existente, la presión atmosférica al nivel del mar es expresada en las siguientes unidades: • 1 Atmósfera. • 1,013 Bar. • 101,325 kPa. 760 mm de Hg. • 760 Torr

## 2.11. PRESIÓN DE VENTILACIÓN NATURAL PVN

La tasa de desplazamiento de una columna de aire por otra, es proporcional a la diferencia en temperaturas de las dos columnas. La diferencia en temperaturas cuenta para la diferencia de densidad y caída de presión generada. Esta diferencia de presión, debido a que se levanta de las condiciones naturales; es conocida como presión de ventilación natural PVN.

- **Leyes de Kirchhoff** Gustav Robert Kirchhoff (1824 – 1887). Las leyes de Kirchhoff aplicadas originalmente en circuitos eléctricos, también puede aplicarse en los circuitos de ventilación de minas, donde los caudales de aire y caídas de presión son análogos a la corriente y voltaje respectivamente.
- **Primera ley de Kirchhoff** (Ley de continuidad) La primera ley de Kirchhoff para redes de ventilación en minas establece que la suma algebraica de todo flujo de aire en cualquier unión o nodo es cero. Esto se refiere a que la suma de todas las cantidades de aire que fluyen hacia

una unión debe ser igual a la suma de todas las cantidades de aire que salen del nodo,

- **Segunda ley de Kirchhoff** (Ley de circulación) La segunda ley de Kirchhoff, en forma análoga establece que la suma algebraica de las caídas de presión de todos los ramales integrantes de una malla es cero. En el caso específico de ventilación minera, es normal que existan de por medio 29 presiones de ventiladores ( $P_f$ ) ubicados en alguna malla, así como presiones por ventilación natural ( $p_{vn}$ ), los cuales hay que tener en cuenta estos factores,
- **Método de Hardy Cross** La técnica que ha encontrado la más amplia difusión es el método desarrollado por Hardy Cross. Esta técnica iterativa considera un flujo de aire  $Q$  que pasa a través de un conducto de resistencia  $R$ , en el cual se cumple la relación.  $P = RQ^2$  Dónde:  $P$ : Presión [Pa]  $R$ : Resistencia [ $Ns^2 / m^8$ ]  $Q$ : Cantidad de aire [ $m^3 / s$ ]
- **Circuitos de ventilación** En ventilación de minas hay dos tipos de combinación de galerías por donde fluye el flujo de los sistemas de ventilación; y son flujos en serie a través de galerías en línea y flujos en paralelo a través de galerías en bifurcaciones hacia paralelo y ambas se acoplan una después de la anterior formando una red, la cual tiene que ser calculada en volúmenes y resistencias para conocer la resistencia o estática total de la red y sus volúmenes y poder pedir el ventilador adecuado. Es decir esta red está formada por circuitos en serie y circuitos en paralelo existiendo la necesidad de convertir los circuitos en paralelo en circuitos en serie para tener un solo circuito en línea que nos dé un valor de la resistencia que vencer.

Circuitos en serie Este circuito tiene las siguientes relaciones: El volumen total de aire es el mismo a través de todo el circuito desde que ingresa el aire a la mina hasta que sale de ella es decir:

- **Circuitos en paralelo** Es cuando el flujo o volumen total de aire es distribuido o dividido en varias galerías. En la ventilación de minas cuando se está haciendo un circuito en paralelo se dice que se está haciendo un splitting y cada ramal del circuito en paralelo se llama split y este circuito paralelo tiene las siguientes relaciones: Cuando el flujo pasa por galerías en paralelo, o galerías que se bifurcan el volumen total es la suma de los volúmenes que pasa por cada ramal:
- **Ley básica de la ventilación de minas** Las leyes del estado del flujo de aire indican que por una cantidad de aire que circule entre dos puntos, debe de existir una diferencia de presión entre estos puntos. La relación entre la diferencia de presión (P) y la cantidad de flujo de aire (Q). Si no existe una diferencia de presión no existe una cantidad de flujo, es decir si  $P = 0$ ,  $Q = 0$ . Mientras mayor sea P, mayor será Q. En el caso de aquel aire de mina que circula subterráneamente en donde el patrón del flujo es turbulento (es decir, como un río que fluye en los rápidos), la relación entre las dos cantidades puede expresarse en la ley cuadrática:  $P = RQ^2$  Dónde: P: Pérdida de presión (Pa). R: Resistencia ( $Ns^2 / m^8$ ) Q: Flujo del volumen ( $m^3 / s$ ) El término R de la ecuación se denomina como la resistencia del conducto de ventilación o del ducto al cual se aplica.
- **Ecuación de energía total** En cualquier sección de un ducto, la energía total está representada por la suma de los siguientes tres

componentes: una energía estática, una energía de velocidad (dinámica) y una energía potencial, cuando se considera un fluido en movimiento entre dos secciones, además de las tres clases de energía tiene relevante importancia una cuarta clase de energía: la energía mecánica. Luego, para dos puntos de un ducto (1 y 2) la ecuación de la energía total está dada por:  $(\text{Energía total})_1 = (\text{Energía total})_2 + (\text{Pérdidas de energía})_{1-2}$

- **Presiones de una mina** Para determinar la magnitud de la presión artificial es necesario sumar algebraicamente las presiones componentes de los elementos de un circuito y balancear las mismas para todos los circuitos de una red de ventilación. Esta presión se denomina generalmente presión total de la mina y se representa:  $P_t(\text{mina}) = P_s(\text{mina}) + P_v(\text{mina})$
- **Presión estática.** La presión estática es la presión ejercida por el aire en las paredes del ducto, la cual tiende a forzarlas a expandirse. Es la cantidad total de energía necesaria para vencer las pérdidas de presión de un ducto:  $P_s = P_p = P_f + P_x$
- **Presión de velocidad** La presión de velocidad se define como la presión resultante del movimiento del aire. Mientras más rápido se mueve el aire, o mientras mayor sea la velocidad del aire, mayor será la presión de la velocidad del aire y viceversa. Es la cantidad de energía necesaria para vencer las pérdidas por cambio en el diámetro del ducto expresada en términos de velocidad del aire en la descarga:
- **Tipos de ventilación** Se pueden clasificar en dos grandes grupos: A. Ventilación natural. B. Ventilación mecánica.

- **Ventilación natural.** Es el flujo natural de aire fresco al interior de una labor sin necesidad de equipos de ventilación.
- **El caudal de aire.** Es la cantidad de aire que ingresa a la mina y que sirve para ventilar labores, cuya condición debe ser que el aire fluya de un modo constante y sin interrupciones.
- **Ventilación mecánica.** Es la ventilación auxiliar o secundaria y son aquellos sistemas que, haciendo uso de ductos y ventiladores auxiliares, ventilan áreas restringidas de las minas subterráneas, empleando para ello los circuitos de alimentación de aire fresco y de evacuación del aire viciado que le proporcione el sistema de ventilación genera
- **Objetivo de la ventilación auxiliar.** El objetivo de la ventilación auxiliar es mantener las galerías en desarrollo, con un ambiente adecuado para el buen desempeño de los trabajadores y dilución de gases emitidos por los equipos diésel.
- **Ventilador centrífugo** Son aquellos ventiladores en donde se modifica la dirección del aire en un ángulo de  $90^\circ$ , es decir, el aire entra en el ventilador con un determinado ángulo (normalmente entre  $80^\circ$  y  $90^\circ$ ) con dirección axial al plano de giro de las aspas y sale al exterior con un desfase de  $90^\circ$  grados (entre  $0^\circ$  y  $10^\circ$ ) en dirección radial.
- **Ventilador axial** El ventilador axial es de diseño aerodinámico. Este tipo de ventilador consiste esencialmente en un rodete alojado en una envolvente cilíndrica o carcasa. La adición de álabes-guía, detrás del rotor, convierte al ventilador turbo-axial en un ventilador axial con aletas guía.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

El presente trabajo de investigación es de carácter APLICATIVO, conforme a los propósitos y naturaleza de la investigación; el estudio se ubica en el nivel descriptivo, explicativo y de correlación.

#### **3.2. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN**

A efectos de abordar todos los factores que intervienen en el problema planteado, se empleó métodos: inductivo, deductivo, análisis, síntesis.

#### **3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

El diseño que utilizare en la investigación será por objetivos conforme al esquema siguiente, conforme al esquema siguiente:

OG = OBJETIVO GENERAL  
HG = HIPÓTESIS GENERAL  
CG = CONCLUSIÓN GENERAL

### **3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.4.1 Población**

La población está compuesta por todas las labores del interior de la mina en la Compañía Minera Los Quenuales, Unidad Yauliyacu.

#### **3.4.2 Muestra**

Se determino tomar como muestras específicamente tres puntos de control dentro de la mina.

### **3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.5.1 Técnicas**

Las principales técnicas que utilizaré en la investigación son:

- Entrevistas y Encuestas
- Análisis Documental
- Observación

#### **3.5.2 Instrumentos**

Los principales instrumentos que utilizare en la investigación son:

- Guía de entrevista
- Cuestionario
- Guía de Análisis Documental
- Guía de Observación
- Técnicas de procesamiento y análisis de datos

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1. LA EMPRESA MINERA LOS QUENUALES – UNIDAD MINERA YAULIYACU**

##### **4.1.1. Ubicación**

La Unidad Minera Yauliyacu se encuentra ubicada en el distrito de Chicla, provincia de Huarochiri, departamento de Lima, a una altitud de 4250 msnm, localizada en la Cordillera Occidental de los Andes del Perú, en la cuenca hidrográfica del río Rímac, entre las coordenadas 11° 3' Latitud S y 76° 10' Longitud W.

#### 4.1.2. Acceso

El acceso es por la Carretera Central, asfaltada, hasta llegar al Km. 115, luego se desvía y se recorre 1 Km. Hasta llegar a la mina Yauliyacu.

#### 4.1.3. Clima y Morfología

La altitud juega un papel muy importante en el clima y la vegetación, los periodos lluviosos, con máximas precipitaciones se dan entre los meses de Diciembre – Abril y los periodos de sequía corresponden a los meses de mayo y setiembre.

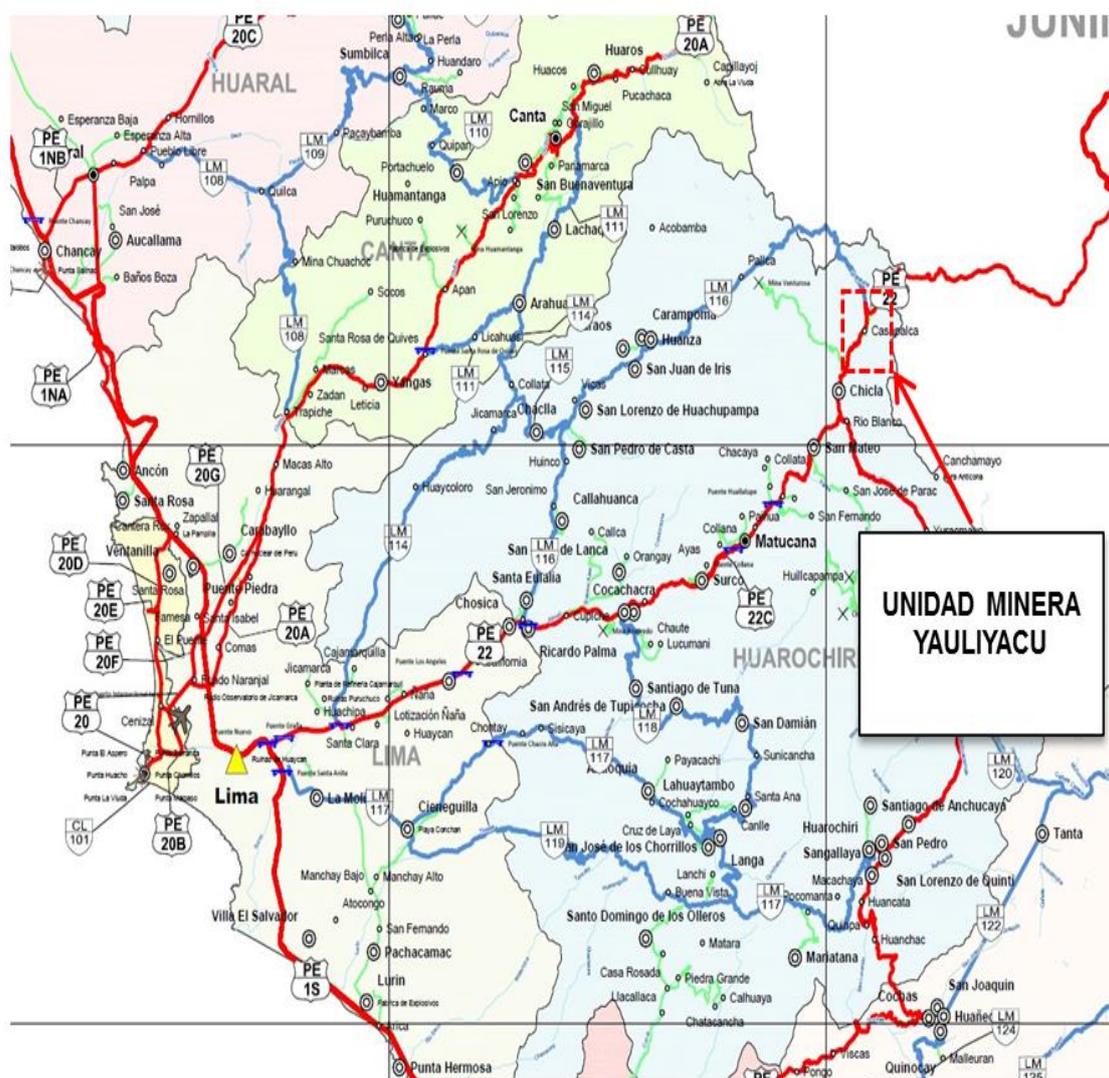


Figura 3.1 Ubicación y Accesibilidad a UM Yauliyacu.

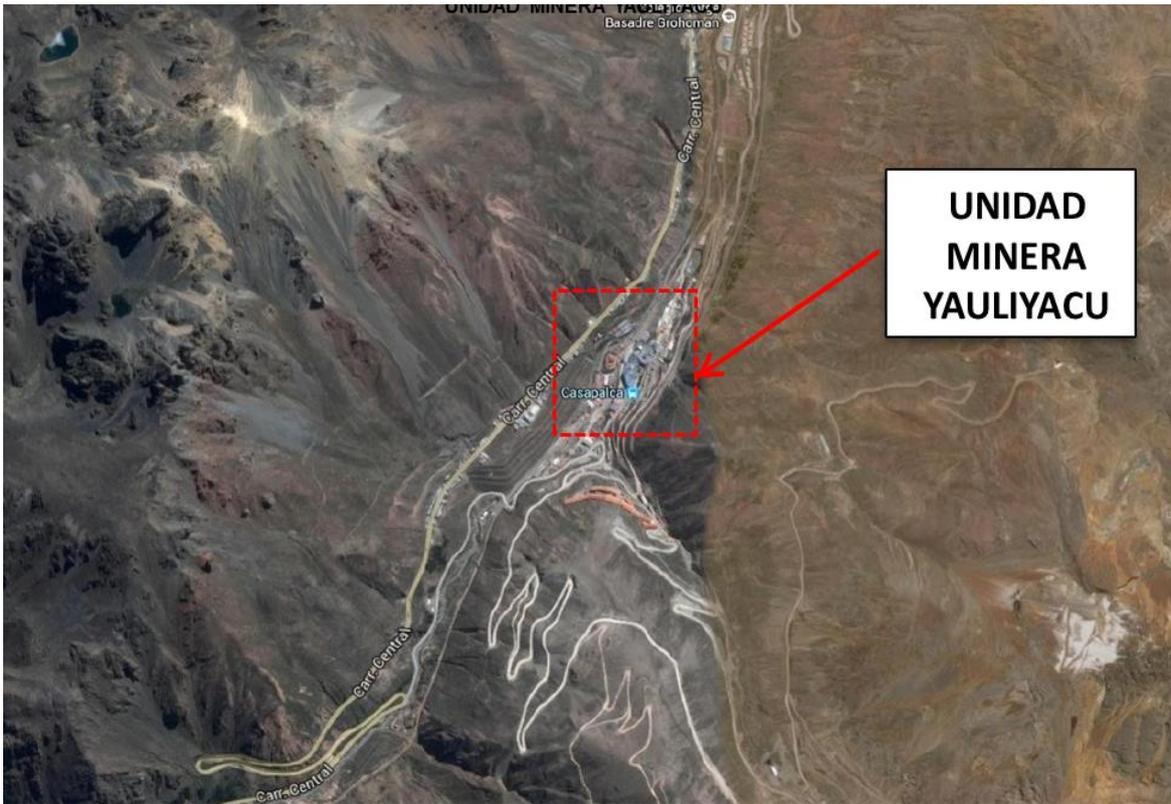


Figura 3.2 Vista de la mina Yauliyacu

#### 4.1.4. Fisiografía

El área de Yauliyacu presenta un relieve topográfico moderadamente accidentado, con geoformas que denotan un estado avanzado de madurez, donde existen quebradas amplias.

#### 4.1.5. Drenaje

Las formas que adoptan los cursos de agua hacen que la zona se encuentre cortada por dos sistemas direccionales de quebradas, NR-SW a la cual convergen las otras más pequeñas.

El diseño de drenaje es el detrítico sub paralelo, por donde discurren los cursos temporales de agua, estando este controlado por las estructuras, siendo la trayectoria de las quebradas generalmente rectilíneas.

#### 4.1.6. Concesión

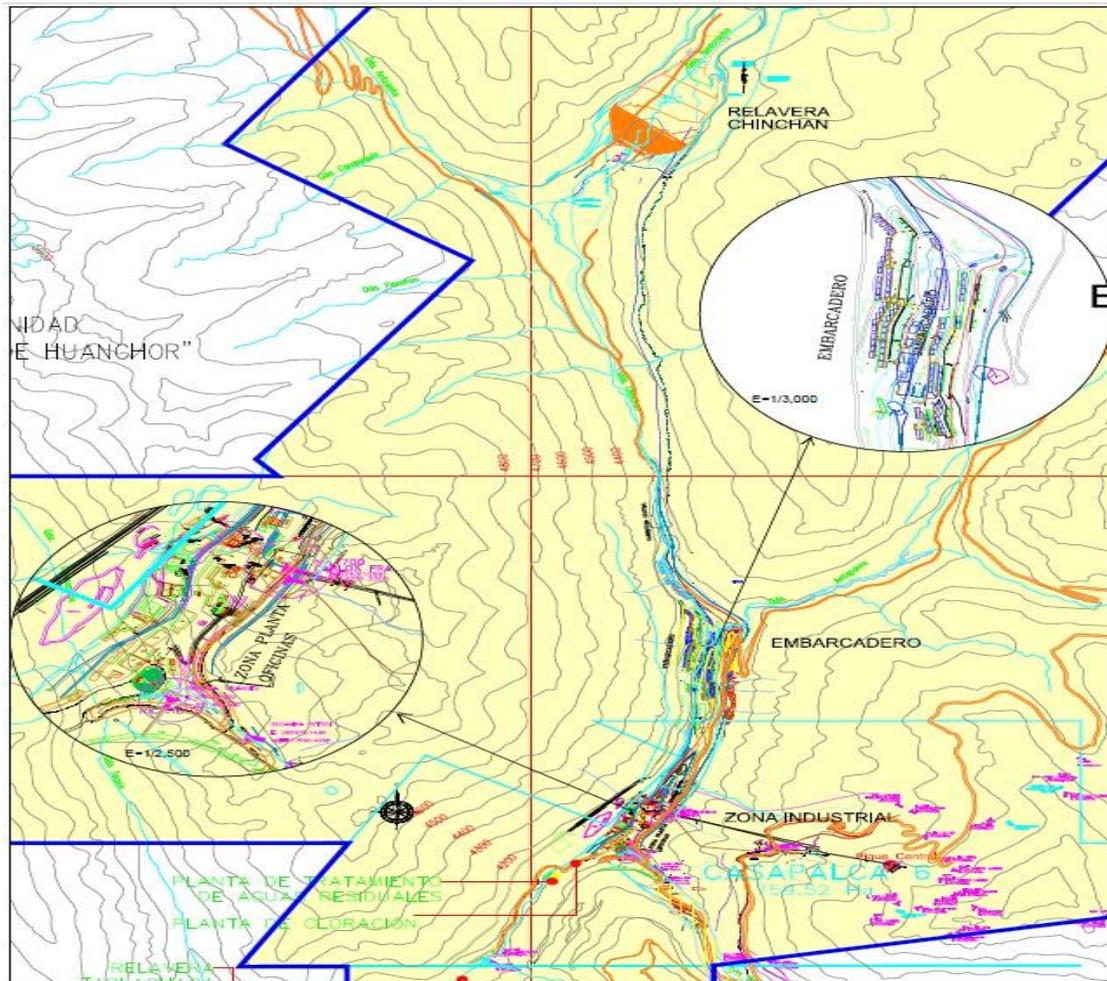
Las concesiones en la cual se encuentra ubicada la mina Yauliyacu son Casapalca 6 y Casapalca 8, cuyas coordenadas UTM son las siguientes:

Tabla 3.1 Coordenadas UTM de la concesión minera Yauliyacu

<b>PTO</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>	<b>Extension</b>
CASAPALCA 6	367,500	8,712,500	759.52Ha
CASAPALCA 8	365,000	8,707,500	1000 Ha

#### 4.1.7. Componentes Mineros

Los Componentes mineros están especificados en la figura siguiente, detalla ubicación de la relavera, oficinas, planta de beneficio, Oficinas, Campamentos, vías de acceso, etc.



## 4.2. EVALUACIÓN INTEGRAL DE LA VENTILACIÓN

### 4.2.1. Base Legal – D.S. 024-2016-EM:

**Artículo 246.-** El titular de actividad minera velará por el suministro de aire limpio a las labores de trabajo de acuerdo a las necesidades del trabajador, de los equipos y para evacuar los gases, humos y polvo suspendido que pudieran afectar la salud del trabajador, así como para mantener condiciones termo-ambientales confortables. Todo sistema de ventilación en la actividad minera, en cuanto se refiere a la calidad del aire, deberá mantenerse dentro de los límites de exposición ocupacional para agentes químicos de acuerdo al ANEXO N° 15 y lo establecido en el Reglamento sobre Valores Límite Permisibles para Agentes Químicos

en el Ambiente de Trabajo, aprobado por Decreto Supremo N° 015-2005-SA o la norma que lo modifique o sustituya.

**Artículo 252.-** Se efectuarán evaluaciones integrales del sistema de ventilación de una mina subterránea cada semestre y evaluaciones parciales del mismo cada vez que se produzcan comunicaciones de labores y cambios en los circuitos de aire. Controles permanentes de ventilación se efectuarán en las labores de exploración, desarrollo, preparación y explotación donde haya personal trabajando.

Las evaluaciones de ventilación y mediciones de la calidad del aire se harán con instrumentos adecuados y con calibración vigente para cada necesidad.

#### **4.2.2 Condiciones Termo-Ambientales:**

Durante el semestre pasado (Julio - diciembre 2017) se evaluó las condiciones termo-ambientales en las diferentes labores en interior mina obteniéndose los siguientes resultados estadísticos de las condiciones termo-ambientales.

##### **a. Exposición a los gases de Mina:**

Los promedios de exposición a los gases de mina son:

Sección	O2 (%)	CO (ppm)	NO2 (ppm)	CO2 (%)	LEL (%)	H2S (ppm)	Vel (m/min)
1	20.7	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	44.8
2	20.7	1.2	0.0	0.0	0.0	1.1	47.2
3	20.7	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	36.9
4	20.6	1.7	0.0	0.1	0.0	0.0	34.3
5	20.6	3.7	0.0	0.1	0.0	0.0	37.0
Prom. General	20.7	2.3	0.0	0.0	0.0	0.3	41.1
LMP	19.5	25	3	0.5	5	10	25

Tabla 1: Promedio de Exposición a los Gases por Sección.

Así mismo ver la distribución de los mismos en los gráficos a continuación presentados:

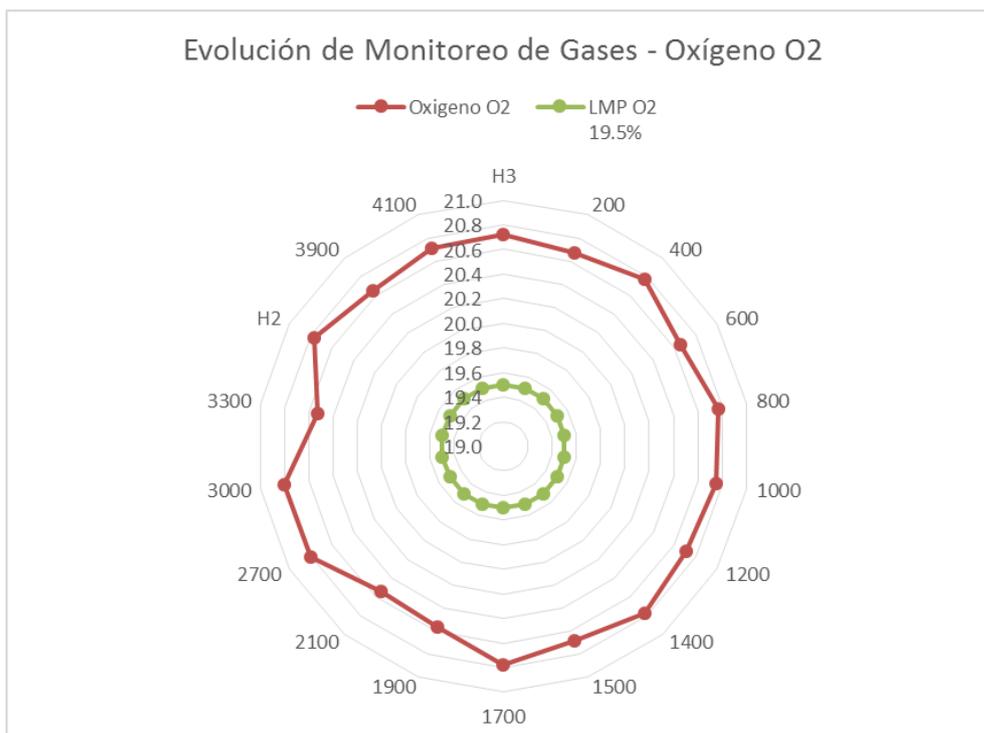
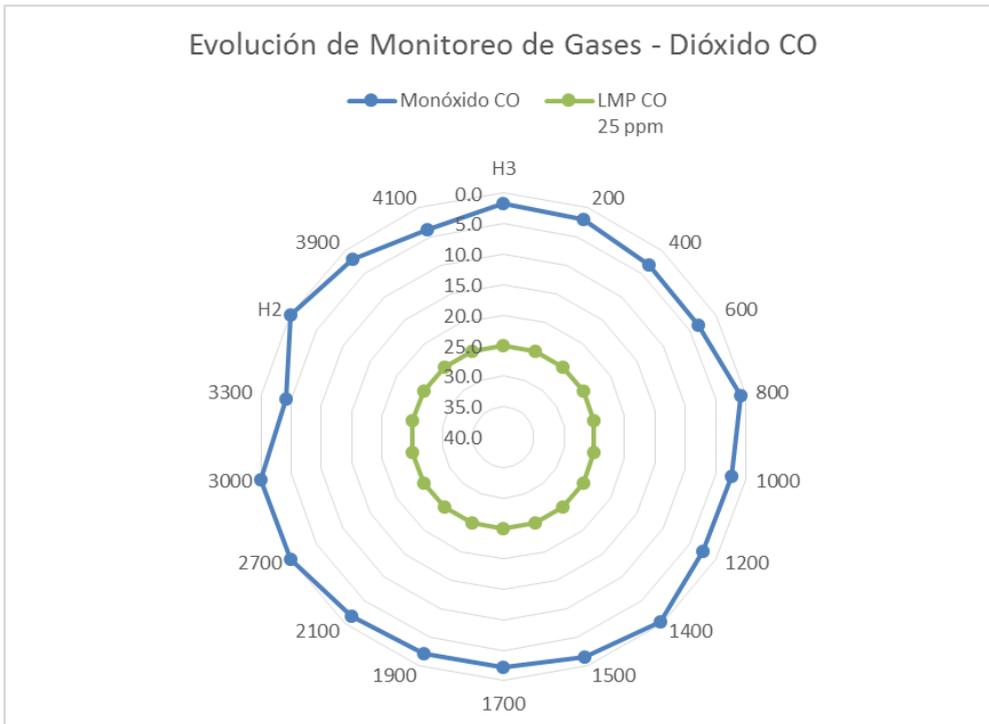
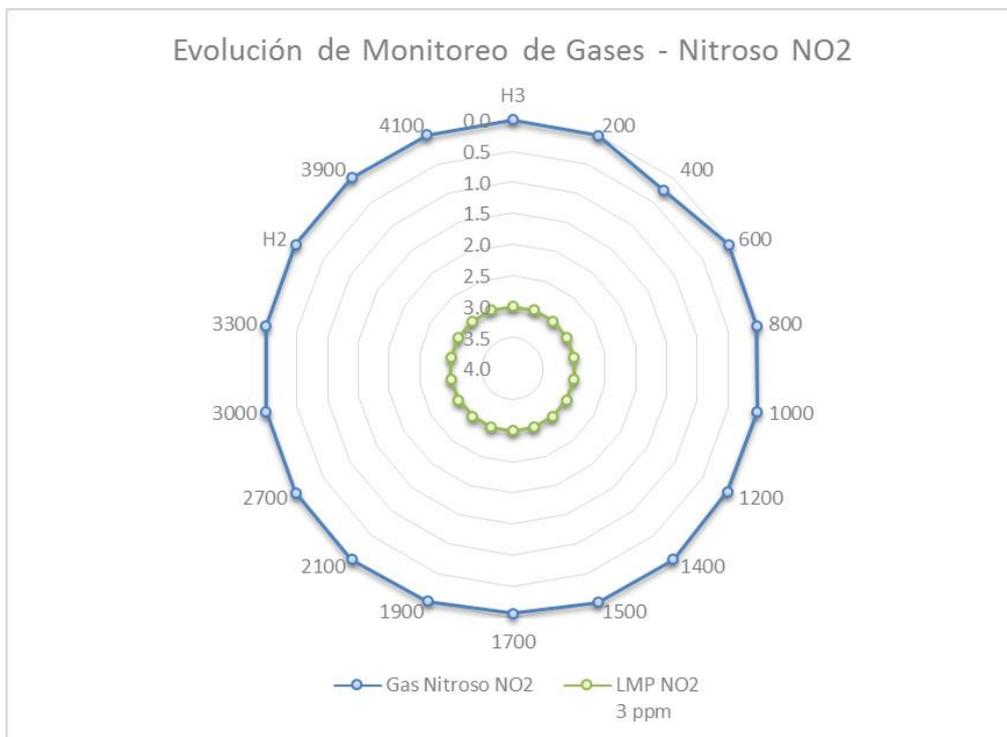


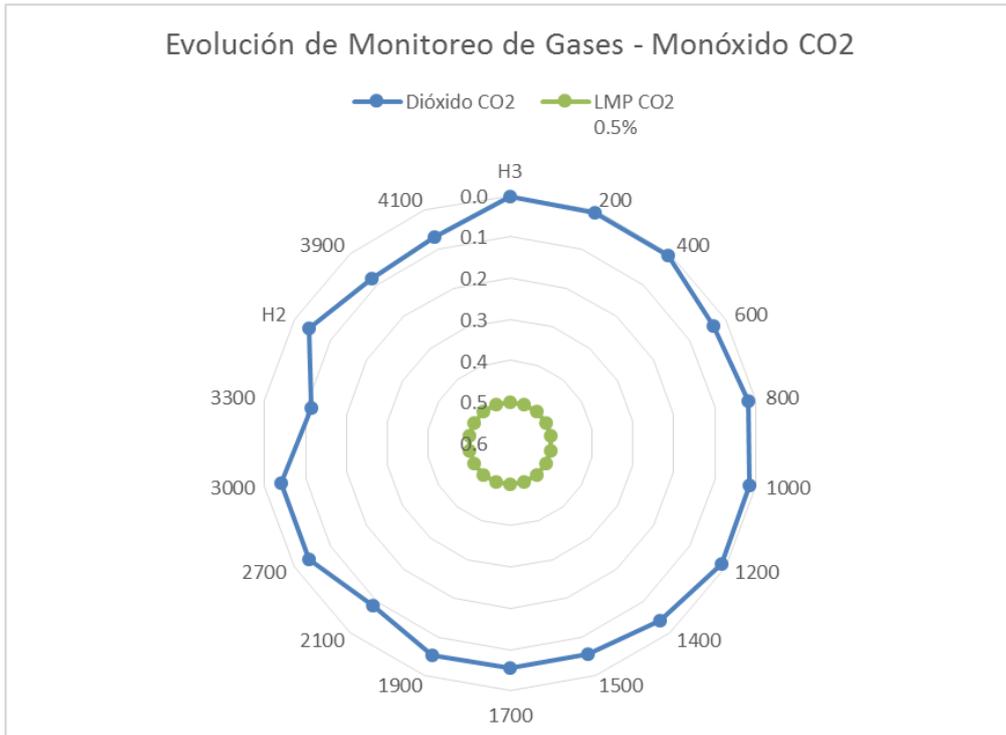
Ilustración 1: Valores Promedio del O2 por niveles de Julio a diciembre 2017.



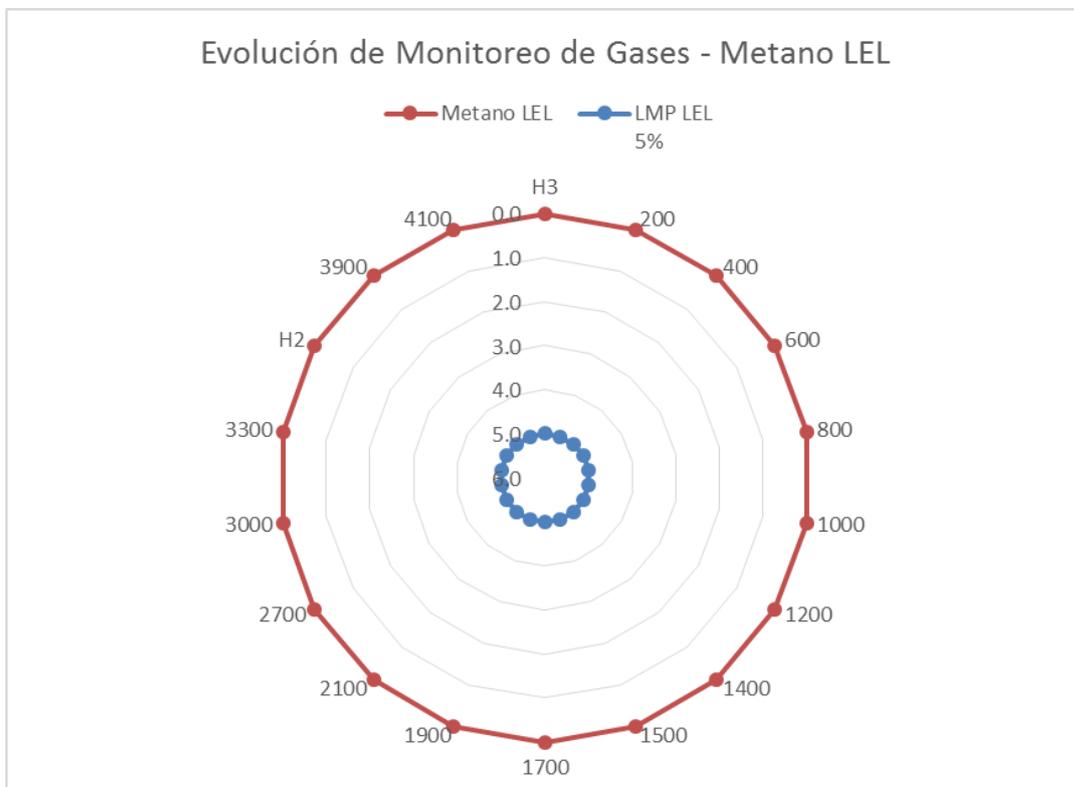
*Ilustración 2: Valores Promedio del CO por niveles de Julio a diciembre 2017.*



*Ilustración 3: Valores Promedio del NO2 por niveles de Julio a diciembre 2017.*



*Ilustración 4: Valores Promedio del CO2 por niveles de Julio a diciembre 2017.*



*Ilustración 5: Valores Promedio del Metano por niveles de Julio a diciembre 2017.*

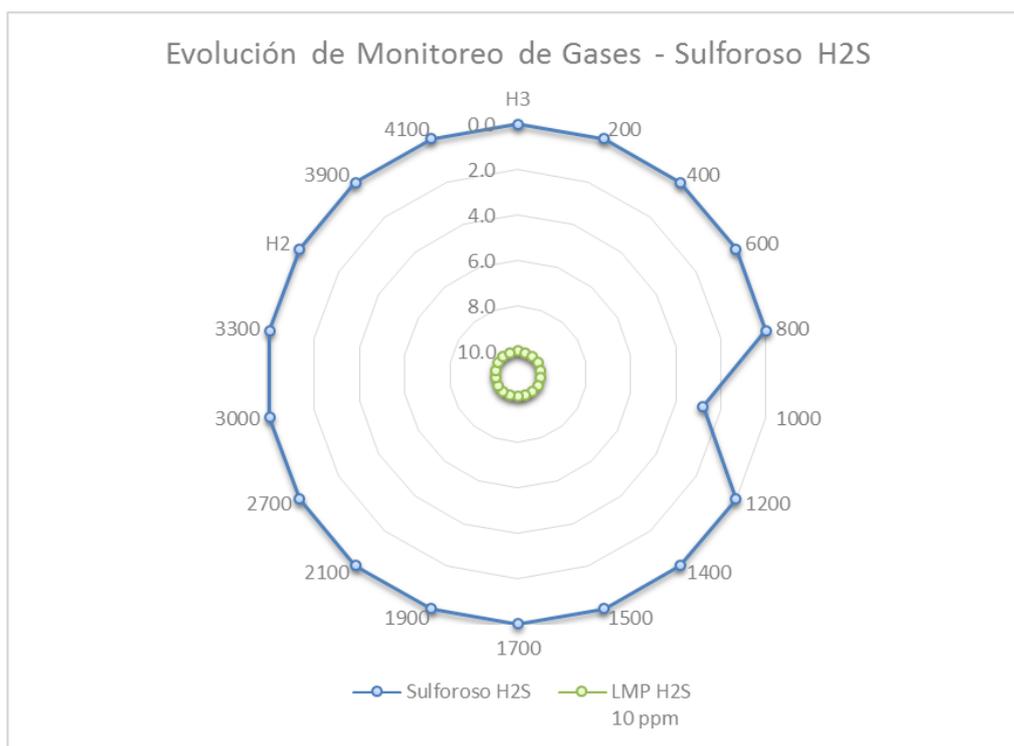


Ilustración 6: Valores Promedio del H2S por niveles de Julio a diciembre 2017.

**b. Velocidad del Aire:**

Así mismo se identificó los siguientes valores promedio de velocidad del aire en las labores de mina en m/min según la reglamentación vigente.

Sección	Vel (m/min)
1	44.8
2	47.2
3	36.9
4	34.3
5	37.0
<b>Prom. General</b>	<b>41.1</b>
<b>LMP</b>	<b>25</b>

Tabla 2: Velocidad de Aire Promedio por Secciones.

Así mismo la distribución de los mismos por niveles es:



*Ilustración 7: Velocidad del Aire Promedio por Niveles.*

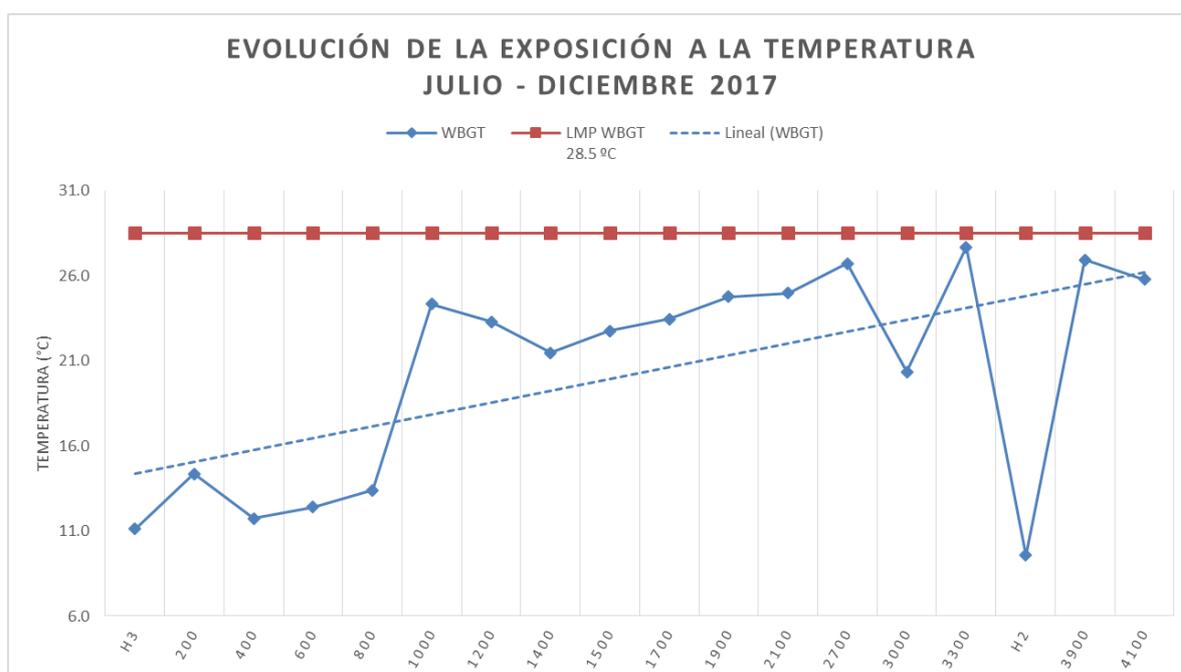
**c. Exposición a las Altas Temperaturas:**

Se ha realizado el monitoreo de parámetros de exposición a altas temperaturas comprendidos por la temperatura de bulbo seco y temperatura de bulbo húmedo, los cuales han arrojado los siguientes valores promedio de índice de exposición al Estrés Térmico según el reglamento en vigencia.

Sección	Temp. Bulbo Seco (°c)	Temp. Bulbo Húmedo (°c)	Índice de estrés térmico WBGT (°c)
1	13.0	12.3	12.5
2	16.2	19.8	18.7
3	14.7	29.8	25.2
4	25.6	23.3	24.0
5	27.9	26.5	26.9
<b>Prom. General</b>	<b>23.0</b>	<b>20.8</b>	<b>21.5</b>

*Tabla 3: Valores Promedio de Temperatura por Secciones.*

Presentadas de manera gráfica en la siguiente imagen:



*Ilustración 8: Valores Promedio de Temperatura por Niveles.*

#### **d. Evaluación Global de las Condiciones Termo-Ambientales:**

##### **d.1 Exposición a los Gases de Mina**

Como se ha podido apreciar en los gráficos anteriormente presentados tenemos que:

- Con respecto al O<sub>2</sub> en todos los niveles se ha monitoreado un promedio superior a 19.5%, siendo los niveles 2100 y 3300 de la sección IV y V el de menor concentración promedio de O<sub>2</sub> registrando un 20.5%, así mismo se identificó que los promedios más bajo por secciones son la sección IV y la sección V con un promedio de 20.6% en ambos casos.
- Con respecto al CO todos los niveles se han mantenido en promedio dentro del LMP de 25ppm. Analizando la medición promedio por sección; la sección III registra la mayor concentración en promedio de CO con 4.3 ppm.

- Con respecto al NO<sub>2</sub> no se ha superado la concentración de 0.1 ppm en promedio en todos los niveles, siendo la sección I la que alcanzó una mayor concentración con 0.05 ppm.
- Con respecto al CO<sub>2</sub>, no se ha superado el LMP de concentración de 0.50% en todas las secciones; respecto al promedio por niveles la medición más alta llegó a 0.1 % en la sección IV y V. Cabe recalcar que la concentración normal de CO<sub>2</sub> en el ambiente es de 0.1%.
- Con respecto al LEL, en todos los niveles la concentración se encuentra en 0%.
- Con respecto al H<sub>2</sub>S, la concentración promedio en general es de 0.2 ppm siendo la sección II la única que presenta H<sub>2</sub>S en concentraciones de 1.1 ppm.

#### **d.2 Velocidad del Aire**

Con respecto a la velocidad del aire, se puede ver en el gráfico anteriormente presentado que en todos los niveles se alcanza un promedio mayor a los 25m/min, las velocidades de mayor consideración se encuentra en los niveles H3 con un promedio de 50.1 m/min y el nivel 1000 con una velocidad promedio de 48.7.

#### **d.3 Exposición a Altas Temperaturas**

Con respecto a las altas temperaturas, se puede identificar claramente una línea de tendencia que incrementa desde los niveles superiores hacia la profundización, Y es en el Nivel 2300 donde se ha alcanzado el máximo valor permitido.

Estas temperaturas en el ambiente principalmente son influenciadas por la temperatura de la roca INSITU.

#### **4.2.3. Evaluación de la Cobertura del Aire**

##### **4.2.3.1 Requerimiento de Aire del Circuito de Ventilación**

El requerimiento de aire establecido por la cantidad de equipos y personal en interior mina se encuentra distribuido de la siguiente manera:

Tabla 4: Requerimiento de Aire Fresco por Sección.

SECCIÓN	PERSONAL		EQUIPOS DIESEL		MADERA		TEMPERATURA		SUMA CAUDAL $Q_{T1}$		CAUDAL FUGAS $Q_{fu}$		REQ. AIRE TOTAL	
	CFM	m3/min	CFM	m3/min	CFM	m3/min	CFM	m3/min	CFM	m3/min	CFM	m3/min	CFM	m3/min
SECCIÓN I	11,866	336	71,116	2,014	0	0	0	0	82,982	2,350	12,447	352	95,430	2,702
SECCIÓN II	12,290	348	73,753	2,088	0	0	0	0	86,042	2,436	12,906	365	98,949	2,802
SECCIÓN III	9,959	282	92,394	2,616	0	0	0	0	102,352	2,898	15,353	435	117,705	3,333
SECCIÓN IV	12,925	366	73,038	2,068	0	0	19,282	546	105,245	2,980	15,787	447	121,031	3,427
SECCIÓN V	14,408	408	118,949	3,368	0	0	38,564	1,092	171,921	4,868	25,788	730	197,709	5,599
<b>TOTAL</b>	<b>61,448</b>	<b>1,740</b>	<b>429,250</b>	<b>12,155</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>57,845</b>	<b>1,638</b>	<b>548,543</b>	<b>15,533</b>	<b>82,281</b>	<b>2,330</b>	<b>630,824</b>	<b>17,863</b>

#### 4.2.3.2. Resumen de Ingresos de Aire Fresco del Sistema de Ventilación

Al momento del levantamiento del sistema de ventilación se contaba con 25 bocaminas de ingreso de aire fresco los cuales son:

Estación	Sección	Nivel	Fecha	Hora	Labor	Vel (m/min)	A (m2)	Q (m3/min)	Q (CFM)
EV-01	I	H1	09/01/2018	03:28 p.m.	BM H1 (4860)	88.49	15.59	1380.02	48,735
EV-02	I	H2	09/01/2018	03:38 p.m.	BM H2-intermedio	75.39	8.41	633.82	22,383
EV-03	I	H2	09/01/2018	04:00 p.m.	BM H2-base (4800)	133.71	14.22	1901.56	67,153
EV-04	I	H2	11/01/2018	09:12 a.m.	BM H2-base Troncal IV	83.92	10.49	880.36	31,090
EV-05	I	H3	09/01/2018	03:00 p.m.	BM H3-San Juan	108.41	11.06	1198.64	42,330
EV-06	I	H3	11/01/2018	09:32 a.m.	BM H3 GL 714 (4710)	187.96	11.77	2212.38	78,130
EV-07	I	200	11/01/2018	09:40 a.m.	BM 200 (Compresoras)	159.72	11.75	1877.21	66,293
EV-08	I	400	11/01/2018	10:39 a.m.	400-Carmen BP 706	67.77	13.67	926.60	32,723
EV-10	II	800	11/01/2018	11:27 a.m.	BM 800	125.98	11.54	1453.60	51,333
EV-11	V	800	11/01/2018	11:21 a.m.	BM 800 Solar	65.02	5.25	341.11	12,046
EV-12	III	800	11/01/2018	11:54 a.m.	BM Corina	306.12	14.02	4292.43	151,586
EV-13	II	800	11/01/2018	10:05 a.m.	BM 800-Carmen	56.49	11.64	657.39	23,216
EV-14	II	800	11/01/2018	10:45 a.m.	800-Carmen Polvorin	59.23	4.94	292.90	10,344
EV-15	II	1000	12/01/2018	07:00 a.m.	1000-Comedor GL 229	27.13	11.64	315.65	11,147
EV-16	II	1200	12/01/2018	08:12 a.m.	1200-Carmen VN 691	217.83	13.78	3002.27	106,024
EV-17	III	1200	12/01/2018	08:19 a.m.	1200-Carmen GL 688	244.35	11.84	2892.67	102,154
EV-18	IV	1400	12/01/2018	04:53 p.m.	1400-Carmen CX 683-1	46.13	11.49	529.78	18,709
EV-19	IV	1500	12/01/2018	10:30 a.m.	1500-Carmen BP 645	178.92	8.25	1475.35	52,102
EV-20	IV	1700	12/01/2018	09:40 a.m.	BM AFE	223.52	7.21	1611.69	56,916
EV-21	V	1700	10/01/2018	02:40 p.m.	BM Carlos Francisco	211.84	6.69	1416.54	50,025
EV-22	V	1900	10/01/2018	01:30 p.m.	BM Ricardito	171.91	16.63	2858.77	100,957
EV-23	IV	2100	15/01/2018	10:01 a.m.	BM Antuquito	130.66	3.29	430.09	15,189
EV-24	V	2700	15/01/2018	04:29 p.m.	BM Yauliyacu	216.71	6.21	1346.27	47,543
EV-25	IV	1700	10/01/2018	02:17 p.m.	BP 672	95.91	4.47	428.24	15,123
EV-26	IV	1700	10/01/2018	02:30 p.m.	AFE SUR	22.76	12.40	282.17	9,965
								<b>34,638</b>	<b>1,223,213</b>

*Tabla 5: Relación de Labores de Ingreso de Aire Fresco.*

Se adjunta el correspondiente plano Isométrico del Sistema de Ventilación con la ubicación de cada uno de los ingresos de aire fresco mencionados en la tabla anterior.

#### 4.2.3.3. Cobertura Actual del Sistema de Ventilación

En función de lo anteriormente presentado la cobertura de aire fresco del sistema de ventilación es:

Item	m3/min	CFM
Requerimiento de Aire Fresco	17,863	630,824
Ingreso de Aire Fresco	34,638	1,223,213
Cobertura	194%	194%

Tabla 6: Cobertura de Aire Fresco del Sistema de Ventilación.

#### 4.2.3.4. Cobertura de Aire por Zona Alta y Zona Baja

Así mismo la cobertura de aire en las Zona Alta y Baja de la mina es:

ZONAS	ZONA ALTA		ZONA BAJA		TOTAL MINA	
DESCRIPCIÓN	CFM	m3/min	CFM	m3/min	CFM	m3/min
INGRESO DE AIRE FRESCO	844,639	23,918	378,574	10,720	1,223,213	34,638
SALIDA DE AIRE VICIADO	697,032	19,738	530,832	15,031	1,227,865	34,769
REQUERIMIENTO DE AIRE	312,084	8,837	259,311	7,343	571,395	16,180
COBERTURA DEL SISTEMA	270.65%	270.65%	145.99%	145.99%	214.07%	214.07%

Tabla 7: Cobertura de Aire en la Zona Alta y Baja.

#### 4.2.3.5. Cobertura de Aire por Secciones

Finalmente, la cobertura de aire por secciones se encuentra distribuida de la siguiente manera:

SECCIONES	SECCIÓN I		SECCIÓN II		SECCIÓN III		SECCIÓN IV		SECCIÓN V	
DESCRIPCIÓN	CFM	m3/min	CFM	m3/min	CFM	m3/min	CFM	m3/min	CFM	m3/min
INGRESO DE AIRE FRESCO	388,836	11,011	202,064	5,722	253,739	7,185	168,004	4,757	210,571	5,963
SALIDA DE AIRE VICIADO	263,342	7,457	327,117	9,263	106,573	3,018	214,575	6,076	316,258	8,955
REQUERIMIENTO DE AIRE	95,430	2,702	98,949	2,802	117,705	3,333	121,031	3,427	197,709	5,598
COBERTURA DEL SISTEMA	407%	407%	204%	204%	216%	216%	139%	139%	107%	107%

Tabla 8: Cobertura de Aire por Secciones.

#### 4.2.3.6 Margen de error del balance general

Item	m3/min	CFM
Ingreso de Aire Fresco	34,638	1,223,213
Salida de Aire Contaminado	34,769	1,227,865
% error	0.4%	

Tabla 9: Margen de error del levantamiento (máximo 10 %).

- **Conclusiones:**

La cobertura del aire de la mina se encuentra por encima del 100%, por lo que se está cumpliendo con lo establecido en la reglamentación vigente.

Los monitoreos realizados han permitido identificar los niveles en los cuales se cuenta con condiciones desfavorables de ventilación.

Para la concentración promedio de gases, en todos los casos las mediciones aseguran condiciones ambientales dentro de los LMP requeridos por la reglamentación vigente.

Con respecto a velocidad de aire, se ha identificado un cumplimiento de la velocidad mínima requerida. Se tiene identificado los niveles que cumplen con un adicional mínimo. Para esto se está implementando el uso métodos alternativos como mangas ovaladas o mangas paralelas, las cuales desarrollan una mejor conservación de presión.

En el caso de la exposición a las altas temperaturas, se tienen identificadas zonas con una temperatura de roca muy alta, y sumado a la influencia del gradiente geotérmico han determinado a los niveles 3000, 3300 y 2300 como zonas de riesgo térmico.

- **Recomendaciones:**

Se recomienda incrementar el ingreso de aire fresco a las secciones IV y V para mejorar las condiciones termo-ambientales, focalizando las zonas con baja concentración de O<sub>2</sub>.

Se recomienda dar celeridad a la continuidad del proyecto de la nueva troncal de ventilación AK 623 para la extracción de aire viciado desde los niveles de profundización.

Se recomienda la continuidad del monitoreo de condiciones termo-ambientales para todos los niveles operativos de la mina, con especial énfasis en los frentes de avance.

Se recomienda realizar seguimiento al cumplimiento de los PETS de ventilación, en especial en lo referido a la instalación de mangas de ventilación, estableciendo un parámetro de instalación a 15m del frente, con la menor cantidad de fugas posibles.

#### 4.3. Factores usados en la evaluación integral de la ventilación

- a) **Consumo promedio de madera por guardia y Producción promedio por guardia.**

**EMPRESA MINERA LOS QUENUALES;** por tener un método de explotación mecanizado, el consumo de madera se presenta de forma mínima así mismo poseemos una producción promedio de 2000 TMH/día.

PRODUCCIÓN TMH/gdia	CONSUMO DE MADERA TN/gdia	CONSUMO DE MADERA % (<20%)	FACTOR DE PRODUCCIÓN	$Q_{Ma}$
2000	3.93	0.20	0	0

**b) Área promedio de labores mineras subterráneas.**

La **EMPRESA MINERA LOS QUENUALES**; cuenta con las siguientes secciones de labores:

<b>LABORES</b>	<b>B</b>	<b>H</b>	<b>AREA</b>
SN, BP, RP	3.5	3.5	11.6
SN, RP, VN, GL	3	3	8.6
SN, RP, VN, GL	2.5	3	7.1
		<b>PROMEDIO</b>	<b>9.1</b>

**c) Número de niveles en voladura**

**EMPRESA MINERA LOS QUENUALES**; cuenta con 20 niveles **donde se realiza voladura**

<b>NV H3</b>	<b>NV 200</b>	<b>NV 400</b>	<b>NV 600</b>	<b>NV 800</b>	<b>NV</b> 1200	<b>NV</b> 1400	<b>NV</b> 1500
<b>NV</b> 1700	<b>NV</b> 1900	<b>NV</b> 2100	<b>NV</b> 2300	<b>NV</b> 2300	<b>NV</b> 2500	<b>NV</b> 2700	<b>NV</b> 3000
<b>NV</b> 3300	<b>NV</b> 3600	<b>NV</b> 3900	<b>NV</b> 4100				

**d) Registro de labores subterráneas con temperaturas mayor/igual a 24°C**

La **EMPRESA MINERA LOS QUENUALES**; para la última evaluación semestral no registra labores específicas donde la temperatura sobrepase los 24 C°.

e) Reporte Mensual de calidad ambiental – interior mina, mes de enero  
2018

 <b>Reporte Mensual de Monitoreo de Labores</b>														
Periodo: enero 2018														
Seccion: 1														
Nivel	Fecha	Hora	Labor	O2 %	CO ppm	NO2 ppm	CO2 %	LEL %	H2S ppm	Vel m/min	WBGT °C	RH %	T. Roca °C	Etapas_Minado
H2	23/01/2018	08:30 a.m.	SN 704 N	20.8	0	0	0	0	0	27.13	4.92	95.54	0	Otro
H3	23/01/2018	08:45 a.m.	CX 266	20.8	0	0	0	0	0	25.91	9.91	93.30	0	Otro
200	23/01/2018	09:00 a.m.	N 12 1B / SN 12 N li	20.8	0	0	0	0	0	25.30	12.91	93.81	0	Otro
200	24/01/2018	10:33 a.m.	SN 742 B Int	20.8	0	0	0	0	0	25.91	12.73	90.41	0	Otro
200	24/01/2018	10:42 a.m.	VN 743 Int	20.8	0	0	0	0	0	42.67	13	91.30	0	Otro
200	24/01/2018	10:45 a.m.	SN 742 V Int	20.8	0	0	0	0	0	45.72	12.73	90.41	0	Desate
200	24/01/2018	10:55 a.m.	TJ 025 Int	20.8	0	0	0	0	0	27.13	9.11	84.13	0	Acarreo
H3	25/01/2018	09:00 a.m.	BP 266 S	20.8	0	0.05	0	0	0	57.61	14.54	85.33	0	Otro
H3	25/01/2018	09:10 a.m.	RP - 750	20.8	0	0	0.04	0	0	65.53	13.83	90.66	0	Otro
200	25/01/2018	09:20 a.m.	BP 744	20.8	0	0	0	0	0	88.70	3.77	79.39	0	Otro
200	25/01/2018	09:25 a.m.	RP -287	20.8	0	0	0.04	0	0	42.98	3.43	87.57	0	Desate
200	25/01/2018	09:30 a.m.	BP 751	20.8	0	0	0.05	0	0	29.26	3.7	88.68	0	Sostenimiento
600	25/01/2018	09:40 a.m.	BP 022 Int	20.7	0	0	0.07	0	0	27.43	14.96	90.05	0	Perforación
600	25/01/2018	09:46 a.m.	RP-022 Int	20.8	0	0	0.07	0	0	55.78	14.97	92.46	0	Desate
600	25/01/2018	10:00 a.m.	SN 769	20.8	0	0	0.07	0	0	36.58	14.66	89.98	0	Acarreo
600	25/01/2018	10:50 a.m.	BP 769	20.8	1	0	0.07	0	0	39.62	14.26	89.89	0	Desate
400	25/01/2018	10:55 a.m.	SN 288 1N Int	20.8	0	0	0.07	0	0	85.34	12.49	88.66	0	Perforación

Periodo: enero 2018														
Seccion: 2														
Nivel	Fecha	Hora	Labor	O2 %	CO ppm	NO2 ppm	CO2 %	LEL %	H2S ppm	Vel m/min	WBGT °C	RH %	T. Roca °C	Etapas_Minado
1000	17/01/2018	09:12 a.m.	SN 231 3N INT	20.8	0	0	0	0	0	30.48	14.91	94.06	0	Otro
1200	17/01/2018	10:17 a.m.	TJ 693	20.8	0	0	0	0	0	27.13	16.03	91.00	0	Otro
1000	25/01/2018	11:30 a.m.	RP - 757	20.8	0	0.7	0	0	0	82.30	18.01	94.44	0	Acarreo
1000	25/01/2018	11:40 a.m.	TJ 870/ Vn 02 Int	20.8	0	0.5	0	0	0	90.83	16.37	85.04	0	Acarreo
800	30/01/2018	08:30 a.m.	TJ 07	20.8	0	0	0.02	0	0	46.94	11.73	90.14	0	Acarreo
800	30/01/2018	08:45 a.m.	RP -07-1 Int	20.8	0	0	0.02	0	0	71.63	13.85	95.64	0	Desate
1000	30/01/2018	08:50 a.m.	Sn 755 S Int	20.8	19	0	0.02	0	0	25.60	16	84.22	0	Acarreo
1000	30/01/2018	09:45 a.m.	Vn 231-3 Int	20.8	0	0	0	0	0	30.48	13.7	91.41	0	Otro
1000	30/01/2018	09:50 a.m.	SN 231 -3N Int	20.8	0	0	0.04	0	0	29.87	13.7	91.41	0	Sostenimiento
1200	30/01/2018	10:15 a.m.	BP 366	20.8	0	0	0	0	0	25.30	10.7	90.72	0	Otro
1200	30/01/2018	10:30 a.m.	GL 718 S Int	20.8	0	0	0.01	0	0	36.58	10.93	81.50	0	Acarreo
1200	30/01/2018	10:40 a.m.	BP 717 Int	20.8	0	0	0.02	0	0	25.60	13.73	90.60	0	Otro

Seccion: 3														
Nivel	Fecha	Hora	Labor	O2 %	CO ppm	NO2 ppm	CO2 %	LEL %	H2S ppm	Vel m/min	WBGT °C	RH %	T. Roca °C	Etapas_Minado
1200	09/01/2018	10:15 a.m.	SN 772 N	20.8	18	0.8	0	0	0	25.60	14.73	62.79	0	Sostenimiento
1200	09/01/2018	10:32 a.m.	RP - 780	20.1	20	2.4	0.2	0	0	39.62	15.57	70.83	0	Acarreo
1200	09/01/2018	10:35 a.m.	CX 776	19.8	24	2.7	0.3	0	0	30.48	15.57	100.86	0	Perforación

Seccion: 4														
Nivel	Fecha	Hora	Labor	O2 %	CO ppm	NO2 ppm	CO2 %	LEL %	H2S ppm	Vel m/min	WBGT °C	RH %	T. Roca °C	Etapas_Minado
2100	10/01/2018	08:15 a.m.	TUNEL ARAUNACA	20.8	1	0	0.03	0	0	115.21	20.69	83.45	0	Otro

Periodo: enero 2018

2100	10/01/2018	08:30 a.m.	AK-623	20.8	0	0	0.06	0	0	30.18	22.56	84.64	0	Otro
2100	17/01/2018	12:10 a.m.	AK-623	19.8	1	0	0	0	0	26.82	27.99	91.39	0	Sostenimiento
1900	17/01/2018	08:26 a.m.	TJ-655	20.8	0	0	0	0	0	36.58	26.24	88.07	0	Otro
1900	17/01/2018	08:50 a.m.	TJ-684	20.8	0	0	0.03	0	0	31.70	26.24	81.98	0	Desate
1900	17/01/2018	09:30 a.m.	BP-907N	20	1	0	0.09	0	0	38.10	27.85	90.11	0	Desate
1500	18/01/2018	08:30 a.m.	TJ-231	20.8	0	0	0.04	0	0	29.87	27.01	82.77	0	Desate
1500	18/01/2018	09:00 a.m.	TJ-675	20.8	0	0	0.08	0	0	27.13	24.62	90.36	18.2	Otro
1700	18/01/2018	10:20 a.m.	TJ-691	20.8	0	0	0.08	0	0	29.87	27.34	88.27	0	Otro
1400	23/01/2018	09:09 a.m.	VN-673C	20.8	0	0	0.01	0	0	25.60	20.89	65.77	18.8	Otro
1400	23/01/2018	09:20 a.m.	BP-674-N	20.8	0	0	0.02	0	0	29.87	19.3	78.49	17.2	Otro
1400	25/01/2018	08:45 a.m.	TJ-673	20.8	0	0	0.06	0	0	30.18	27.62	90.80	0	Otro
1500	25/01/2018	09:00 a.m.	TJ-723	20.8	2	0	0.03	0	0	66.75	20.16	77.53	0	Acarreo
1400	25/01/2018	09:10 a.m.	CX-668	20.8	0	0	0.03	0	0	32.31	17.96	90.60	0	Otro
1500	25/01/2018	09:20 a.m.	TJ-683	20.8	13	0	0.02	0	0	26.82	18.64	61.57	0	Acarreo

Seccion: 5

Nivel	Fecha	Hora	Labor	O2 %	CO ppm	NO2 ppm	CO2 %	LEL %	H2S ppm	Vel m/min	WBGT °C	RH %	T. Roca °C	Etapa_Minado
3300	08/01/2018	09:05 a.m.	GL-632	20.4	0	0	0.1	0	0	29.87	28.01	88.89	27.2	Desate
3900	08/01/2018	09:30 a.m.	TJ-395	20.4	0	0	0.14	0	0	103.02	28.08	89.51	27.8	Perforación
3900	08/01/2018	09:55 a.m.	TJ-506	20.4	0	0	0.12	0	0	26.82	27.99	91.39	26.2	Perforación
3300	09/01/2018	09:10 a.m.	RP-645	20.4	0	0	0.09	0	0	35.97	27.94	88.27	26.8	Perforación
3300	09/01/2018	09:20 a.m.	GL-645	20.8	0	0	0.09	0	0	38.10	27.87	87.64	27.2	Perforación
3900	09/01/2018	09:50 a.m.	CH.TRONCAL 5	20.4	0	0	0.14	0	0	30.18	27.94	88.26	27.2	Perforación

Periodo: enero 2018

2700	11/01/2018	09:20 a.m.	CTA AGUAS CALIEN	20.8	0	0	0.6	0	0	62.18	24.15	89.53		Otro
3300	16/01/2018	08:50 a.m.	SN-645	20.6	0	0	0.06	0	0	36.58	26.94	88.08	25.4	Otro
3000	16/01/2018	09:20 a.m.	POLVORIN	20.8	0	0	0.02	0	0	40.23	24.15	89.59	0	Otro
3300	24/01/2018	09:10 a.m.	BP-645	20.8	0	0	0.25	0	0	38.10	27.42	84.53	0	Otro
3300	24/01/2018	09:20 a.m.	RP-645	20.4	0	0	0.07	0	0	29.57	28.36	92.08	0	Otro
3300	24/01/2018	09:40 a.m.	TJ-632	20.6	8	0	0.12	0	0	37.19	28.61	95.32	0	Acarreo
3300	24/01/2018	09:55 a.m.	BP-632	20.4	4	0	0.11	0	0	36.58	28.64	94.67	0	Acarreo
3600	24/01/2018	10:10 a.m.	NV-4018	20.4	0	0	0.06	0	0	26.82	28.98	96.00	27.1	Otro

O2 (%)	CO (ppm)	NO2 (ppm)	CO2 (%)				
Red	< 18.5	Red	> 50	Red	> 5	Red	> 3
Yellow	18.5-19.5	Yellow	25 - 50	Yellow	3 - 5	Yellow	0.5 - 3
Green	> 19.5	Green	< 25	Green	< 3	Green	< 0.5

LEL (%)	H2S (ppm)	Vel (m/min)	WBGT (°C)				
Red	> 0.5	Red	> 15	Red	< 20	Red	> 32.5
Yellow	> 0.5	Yellow	10 - 15	Yellow	20 - 25	Yellow	29-32.5
Green	< 0.5	Green	< 10	Green	> 25	Green	< 29

**Jefe Ventilación Mina**  
UM Yauliyacu

f) Reporte Mensual de calidad ambiental – interior mina, mes de febrero 2018

 <b>Reporte Mensual de Monitoreo de Labores</b>														
Periodo:		febrero		2018										
Seccion:		1												
Nivel	Fecha	Hora	Labor	O2 %	CO ppm	NO2 ppm	CO2 %	LEL %	H2S ppm	Vel m/min	WBGT °C	RH %	T. Roca °C	Etapa_Minado
200	14/02/2018	08:18 a.m.	VN-743	20.8	0	0.3	0.05	0	0	45.11	13.62	88.15	0	Otro
H3	14/02/2018	09:20 a.m.	RP(+)-002	19.8	16	0.3	0.2	0	0	26.21	14.14	85.18	0	Acarreo
600	16/02/2018	10:43 a.m.	TJ-262	20.8	0	0.4	0	0	0	71.63	15.21	94.11	0	Acarreo
600	16/02/2018	11:00 a.m.	BP-022	19.9	26	0.8	0.19	0	0	56.39	18.3	100.00	0	Acarreo
600	21/02/2018	10:27 a.m.	RP-022	20.8	8	0.5	0	0	0	39.01	16.8	100.00	0	Sostenimiento
Seccion:		2												
Nivel	Fecha	Hora	Labor	O2 %	CO ppm	NO2 ppm	CO2 %	LEL %	H2S ppm	Vel m/min	WBGT °C	RH %	T. Roca °C	Etapa_Minado
1000	06/02/2018	10:41 a.m.	TJ-870	20.8	0	0	0.13	0	0	35.05	18.19	82.77	0	Acarreo
1000	08/02/2018	11:04 a.m.	SN-231-3S	20.8	1	0.6	0.1	0	0	25.30	18.24	86.30	0	Perforación
1200	19/02/2018	11:38 a.m.	BP-366	20.8	0	0.4	0.14	0	0	35.66	17.6	100.00	0	Otro
Seccion:		4												
Nivel	Fecha	Hora	Labor	O2 %	CO ppm	NO2 ppm	CO2 %	LEL %	H2S ppm	Vel m/min	WBGT °C	RH %	T. Roca °C	Etapa_Minado
1900	07/02/2018	09:20 a.m.	SN-520-2	20.8	2	0	0.06	0	0	28.04	25.17	81.08	0	Sostenimiento
1900	07/02/2018	10:05 a.m.	VN-520-1A	20.7	7	0	0.07	0	0	27.13	24.84	76.32	0	Acarreo
1900	12/02/2018	09:45 a.m.	SN-520 SW	20.4	7	0	0.15	0	0	28.04	25.94	87.98	0	Desate
1700	12/02/2018	10:10 a.m.	CH-520	20.3	7	0	0.1	0	0	27.43	25.01	82.22	0	Sostenimiento
1900	15/02/2018	01:10 p.m.	SN-520	20.4	6	0	0.08	0	0	26.82	27.16	85.64	0	Sostenimiento
1500	15/02/2018	01:40 p.m.	CX-626-1	20.8	2	0	0.04	0	0	25.91	19.61	68.29	0	Desate

Periodo: febrero 2018

2100	16/02/2018	09:20 a.m.	TJ-818	20.4	15	0	0.07	0	0	23.77	26.09	84.78	0	Acarreo
2300	16/02/2018	09:40 a.m.	RP-701	20.3	18	0	0.12	0	0	20.73	25.55	83.54	0	Perforación
1900	20/02/2018	08:40 a.m.	BP-907N	20.3	0	0	0.07	0	0	26.82	27.08	89.44	0	Otro
1900	20/02/2018	09:10 a.m.	SN-520	20.4	0	0	0.06	0	0	24.99	25.86	85.36	0	Perforación
1500	22/02/2018	10:50 a.m.	CX-244	20.8	2	0	0.04	0	0	67.06	21.76	91.24	0	Desate
1500	27/02/2018	08:30 a.m.	WINCHA ASEA	20.8	0	0	0.02	0	0	31.09	15.39	74.63	0	Otro
1500	27/02/2018	09:40 a.m.	BP-695	20.8	0	0	0.08	0	0	32.00	23.01	75.68	0	Perforación
1500	27/02/2018	10:20 a.m.	CX-244	20.8	0	0	0.04	0	0	38.10	22.46	72.57	0	Desate
1500	27/02/2018	11:10 a.m.	RP-244	19.5	23	1.3	0.48	0	0	0.00	25.49	78.88	0	Acarreo

Seccion: 5

Nivel	Fecha	Hora	Labor	O2 %	CO ppm	NO2 ppm	CO2 %	LEL %	H2S ppm	Vel m/min	WBGT °C	RH %	T. Roca °C	Etapas_Minado
3600	06/02/2018	09:10 a.m.	RP-622	20.8	6	0	0.09	0	0	33.53	24.95	83.28	0	Otro
4100	06/02/2018	10:10 a.m.	RP-639	20.8	0	0	0.06	0	0	13.72	26.62	90.52	0	Sostenimiento
4100	08/02/2018	09:10 a.m.	TJ-7011	20.4	12	0	0.08	0	0	30.18	26.94	88.05	0	Acarreo
4100	08/02/2018	09:30 a.m.	SN-7011N	20.8	8	0	0.07	0	0	65.23	22.79	77.65	0	Otro
4100	08/02/2018	09:45 a.m.	BP-7011	20.8	17	0	0.09	0	0	29.87	24.19	90.81	0	Sostenimiento
3300	09/02/2018	08:50 a.m.	OP-660	20.8	4	0	0.05	0	0	32.00	24.64	87.62	0	Otro
3300	09/02/2018	09:40 a.m.	GL-632	20.4	6	0	0.15	0	0	26.82	28.62	90.84	0	Sostenimiento
3300	13/02/2018	10:15 a.m.	BP-645	20.4	1	0	0.06	0	0	30.18	27.44	88.17	0	Desate
3300	13/02/2018	10:29 a.m.	SN-645	20.8	1	0	0.03	0	0	29.87	26.96	85.61	0	Sostenimiento
4100	13/02/2018	11:43 a.m.	RP-639	20.8	0	0	0.02	0	0	26.82	25.17	75.04	0	Perforación
3900	15/02/2018	09:00 a.m.	TJ-632	20.4	8	0	0.11	0	0	40.23	28.08	89.52	0	Acarreo

Periodo: febrero 2018

3900	19/02/2018	10:05 a.m.	RP-623	20.4	7	0	0.1	0	0	31.09	25.31	95.06	0	Otro
4100	19/02/2018	10:40 a.m.	RP-639	20.4	2	0	0.08	0	0	17.68	24.86	78.97	0	Sostenimiento
3300	21/02/2018	09:40 a.m.	GL-632	20.3	1	0	0	0	0	37.19	28.98	96.00	0	Sostenimiento
4100	21/02/2018	10:10 a.m.	VN-7011	20.8	5	0	0.06	0	0	43.89	24.68	82.53	0	Desate
4100	26/02/2018	10:10 a.m.	RP-639	20.7	7	0	0.12	0	0	29.87	26.65	96.52	0	Sostenimiento
4100	26/02/2018	10:45 a.m.	SN-7011	20.8	0	0	0.04	0	0	37.19	25.99	84.93	0	Perforación

O2 (%)	CO (ppm)	NO2 (ppm)	CO2 (%)
<span style="background-color: red; color: white;">■</span> < 18.5	<span style="background-color: red; color: white;">■</span> > 50	<span style="background-color: red; color: white;">■</span> > 5	<span style="background-color: red; color: white;">■</span> > 3
<span style="background-color: orange; color: black;">■</span> 18.5-19.5	<span style="background-color: orange; color: black;">■</span> 25 - 50	<span style="background-color: orange; color: black;">■</span> 3 - 5	<span style="background-color: orange; color: black;">■</span> 0.5 - 3
<span style="background-color: green; color: black;">■</span> > 19.5	<span style="background-color: green; color: black;">■</span> < 25	<span style="background-color: green; color: black;">■</span> < 3	<span style="background-color: green; color: black;">■</span> < 0.5
LEL (%)	H2S (ppm)	Vel (m/min)	WBGT (°C)
<span style="background-color: red; color: white;">■</span> > 0.5	<span style="background-color: red; color: white;">■</span> > 15	<span style="background-color: red; color: white;">■</span> < 20	<span style="background-color: red; color: white;">■</span> > 32.5
<span style="background-color: orange; color: black;">■</span> < 0.5	<span style="background-color: orange; color: black;">■</span> 10 - 15	<span style="background-color: orange; color: black;">■</span> 20 - 25	<span style="background-color: orange; color: black;">■</span> 29-32.5
<span style="background-color: green; color: black;">■</span> < 0.5	<span style="background-color: green; color: black;">■</span> < 10	<span style="background-color: green; color: black;">■</span> > 25	<span style="background-color: green; color: black;">■</span> < 29

**Jefe Ventilación Mina**  
UM Yauliyacu

#### **4.4. Evaluación del sistema de ventilación de talleres, oficinas y proyectos**

##### **4.4.1 Evaluación del sistema de ventilación Taller de mantenimiento de la Sección V Nv 3900.**

###### **a. Resumen**

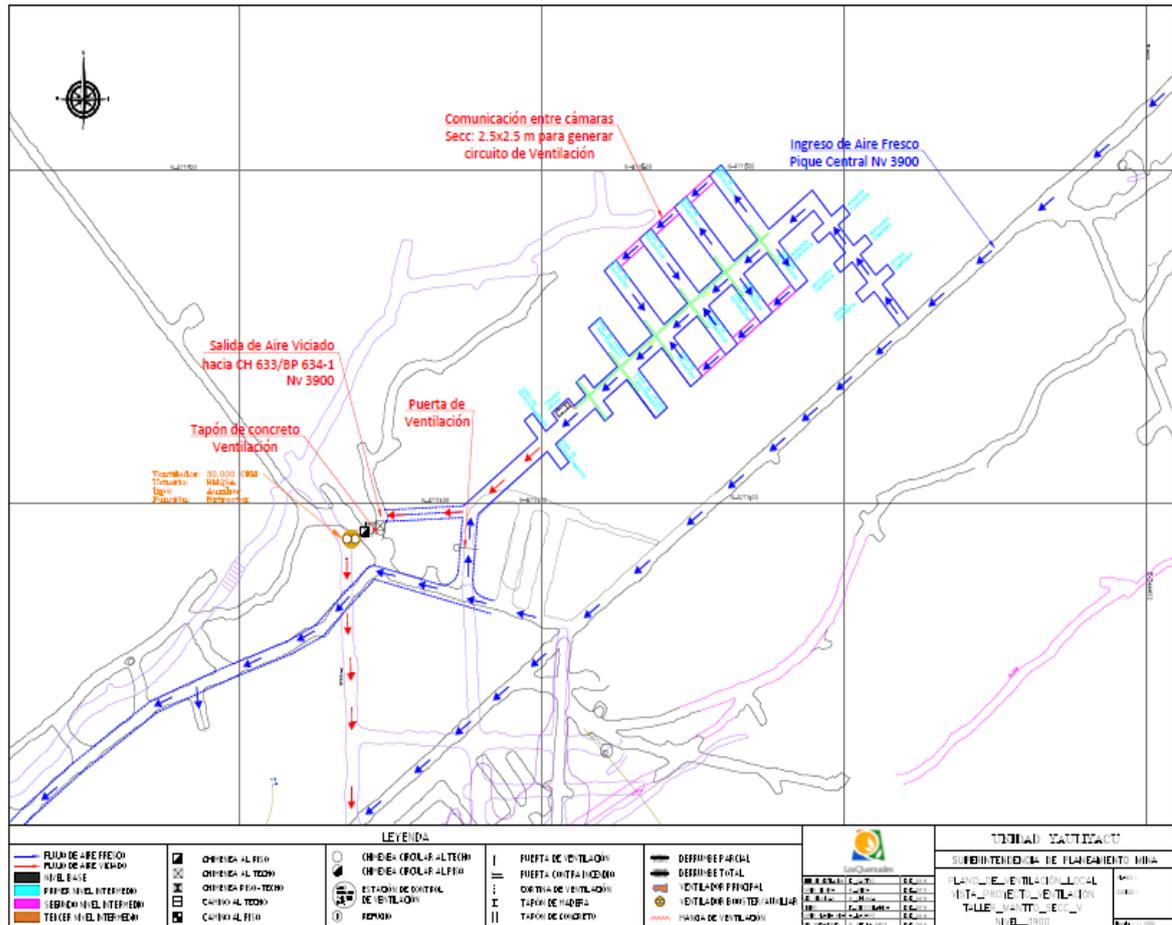
El sistema de ventilación previsto para el proyecto del nuevo Taller de Mantenimiento de la Sección V, a localizarse en el nivel 3900 base contempla un circuito de ventilación secundario a través de una chimenea de ventilación situada en el extremo Sur Oeste del taller. El circuito propuesto considera un ingreso de aire fresco desde el Pique Central y una descarga de aire viciado por la Ch 633 hacia el BP 634-1 con dirección al RB Juanita en el nivel 3300 (Troncal de extracción de aire Sección V).

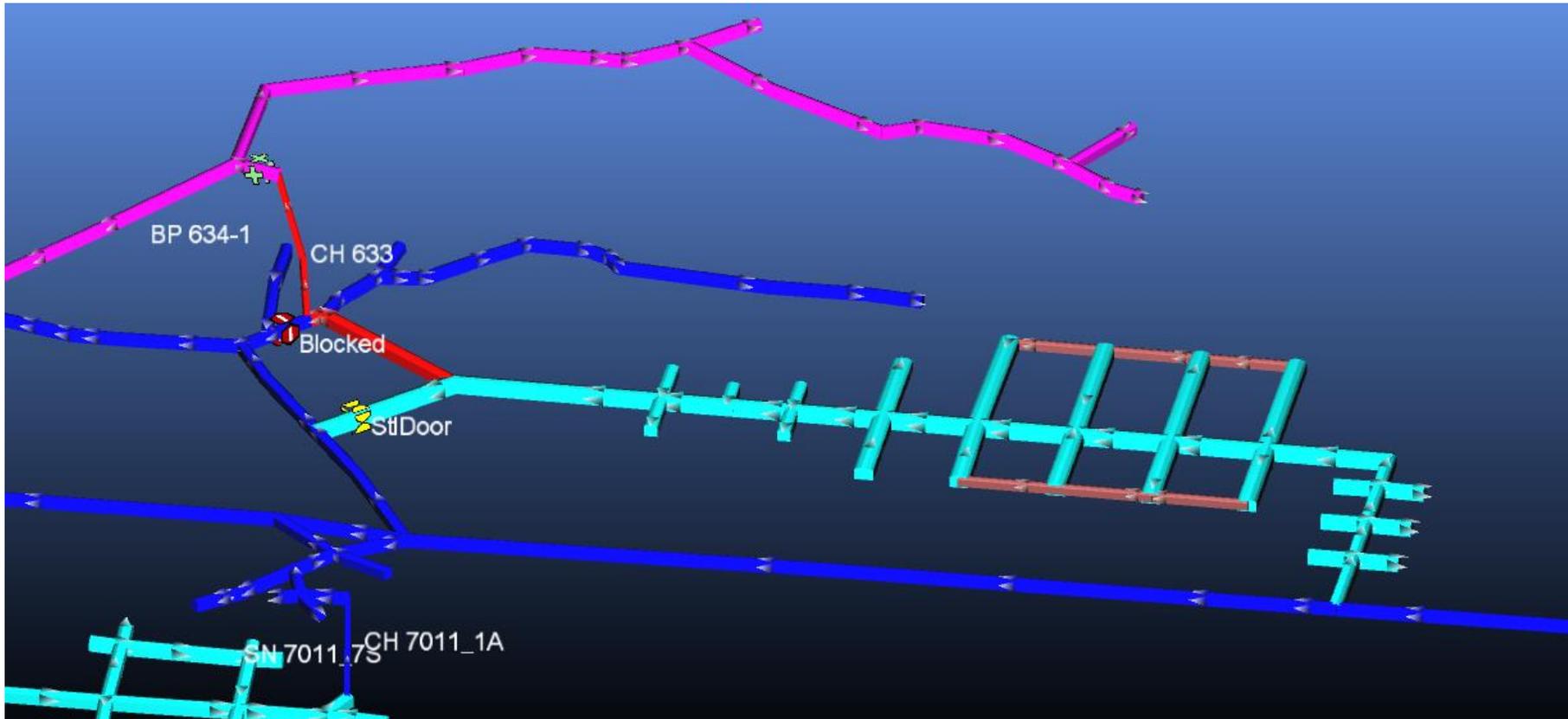
Con el fin de mejorar el Sistema de Ventilación que permita el **cumplimiento de la normatividad** se realiza el diseño integral del circuito de Ventilación para mantener una circulación de aire limpio y fresco en cantidad y calidad suficientes de acuerdo a la cantidad de personal y equipos diesel.

###### **b. Circuito de Ventilación Propuesto**

Considerando un ingreso de aire fresco proveniente del Pique central Nv3900, se estima disponer de aire limpio durante las 24 horas de la guardia operativa. El flujo de aire que ingresa por el CX Principal será direccionado hacia las cámaras del Taller de mantenimiento. El aire viciado será direccionado por la chimenea de ventilación CH 633 hacia el BP 634-1 en el Nv 3900 intermedio, continua su recorrido hacia el

circuito principal de ventilación para ser evacuado por el Rb Juanita (Troncal de extracción de aire viciado) mediante un ventilador de 100,000 cfm ubicado en el Nv 3,300.





**Ilustración N° 09.** Vista isométrica - Proyecto Taller de Mantenimiento Nv 3900

#### **d. Trabajos a realizar**

- Independizar el circuito de ventilación del taller de mantenimiento mediante el uso de un ventilador auxiliar de forma permanente.
- Se propone la comunicación entre cámaras mediante cruceros de sección 2.5x2.5m para generar circuito de Ventilación en las cámaras del taller (Ver ilustración N° 01).
- Instalar puerta de ventilación para evitar evacuación de aire fresco del BP 635.
- Construcción de Tapón de concreto en el acceso al pie de la Ch 633.
- Limpieza de carga del BP 634-1 hasta la cabeza de la Ch 633, para circuito de ventilación.

#### **e. Consideraciones Adicionales**

- Dar prioridad el desarrollo del Crucero que comunica al pie de la Ch 633 para generar circuito de Ventilación, de tal manera que se ejecute el taller de mantenimiento sin perjudicar el comedor de trabajadores Nv 3900.

#### **f. Conclusiones**

- El proyecto de ventilación propuesto para el taller de mantenimiento del Nv 3900 Sección V asegura un circuito de aire permanente a lo largo de la guardia operativa, y cuya calidad de aire dependerá de las condiciones presentes en el Cx principal.
- Para asegurar un sistema de ventilación libre de ventiladores adicionales y **cumplir con la normativa legal**, se solicita la comunicación entre cámaras mediante cruceros de sección 2.5x2.5m para generar circuito de Ventilación en el taller.

#### **g. Recomendaciones**

- A fin de garantizar las condiciones Termo-ambientales adecuadas en el taller de mantenimiento, se recomienda que el acceso hacia la chimenea de ventilación Ch 633 se encuentre libre de obstáculos y su acceso no sea bloqueado por herramientas, materiales o maquinarias.

#### **4.4.2. Evaluación del comedor Nv 400**

##### **a. Problema**

Presencia de partículas de polvo y olor desconocido en el interior del comedor del NV 400, siendo un lugar prácticamente hermético se encuentra acolchonamiento de aire.

##### **b. Evaluación**

El comedor del NV 400 (interior mina) cuenta con una puerta hermética haciendo que el aire en su interior se acolchone y se concentre; se respira un olor producto de la desintegración de tablas de la cuneta por humedad, así mismo se cuenta con un dispositivo para ventilar (Venturi) que no cuenta con ingreso de energía neumática para su funcionamiento.

Se realizaron monitoreo de condiciones termo ambiental para evidenciar la existencia de gases tóxicos.

Durante la evaluación se encontró las siguientes observaciones y monitoreos.

- Puerta de comedor cerrado y hermético.
- Dispositivo de ventilación (Venturi) sin funcionamiento a falta de energía neumática.

- Cuneta cubierta con tablas, estas se están desintegrando por la humedad.
- O2: 20.8 %
- CO2 : 0 ppm
- NO2 : 0.7 ppm
- H2S : 0 ppm
- LEL : 0 %
- RH% : 85.2 %
- T°S : 15.0
- T°H : 13.1



**Imagen N°01; evaluación de concentración de gases**



***Imagen. N° 02; puerta hermética abierta solo para el horario de almuerzo***



***Imagen N° 03; Cuneta cubierta con madera en estado de descomposición***



***Imagen N° 04; Venturi instalado, sin instalación de aire comprimido***

### **c. Trabajos por realizar**

- Cambio de puerta a una con rejas o una menos hermética.

**Responsable:** *Jefe de sección Mina.*

- Cambiar la parrilla de cuneta, de tablas a una metálica.

**Responsable:** *Jefe de sección Mina.*

- Instalar aire comprimido para el funcionamiento del Venturi.

**Responsable:** *Jefe de sección mina.*

### **d. Conclusiones**

- El olor que se percibe al ingresar al comedor es generado por la humedad existente en el ambiente, y por la descomposición de la madera que cubre la cuneta. Esta humedad se mantiene al mantenerse cerrada la puerta del comedor.
- No hay presencia de gases tóxicos que sobrepasen los Límites Máximos Permisibles.
- No se cuenta con tubería de aire comprimido para poder alimentar al Venturi instalado dentro del comedor.

### **e. Recomendaciones**

- Terminar la instalación del Venturi, y mantener abierta la válvula de aire para evitar el acolchonamiento y concentración de gases
- Evitar colocar madera en cunetas o lugares húmedos que servirán para comedores y cambiar las tablas por una parrilla de metal.
- Evitar colocar puertas herméticas en comedores, esto hace que se acolchone y concentre gases en el interior del comedor.
- Realizar monitoreo de condiciones termo-ambientales para evitar presencia de algún tipo de gas tóxico.

#### 4.4.3 Evaluación de la ventilación de labores perjudicadas durante la instalación de Silenciadores en Troncal IV.

##### a. Resumen

Con el fin de mejorar el Sistema de Ventilación que permita el cumplimiento de la normatividad se realiza el diseño integral del circuito de Ventilación para mantener una circulación de aire limpio y fresco en cantidad y calidad suficientes de acuerdo a la cantidad de personal y equipos diesel.

##### b. Tajo 7011 NV 4100

Durante el mes de mayo se realizaron mediciones de gases en el Tj 7011; del total de mediciones realizadas se observa en el grafico que se ha tenido concentraciones de CO máximo de 12 ppm generalmente en la etapa de acarreo de mineral. En la etapa de perforación, sostenimiento y otros se evidencia concentraciones debajo de 3 ppm.

Clase CO (ppm)	Frecuencia
0	1
1	2
2	2
3	1
8	2
9	2
10	2
11	3
12	3

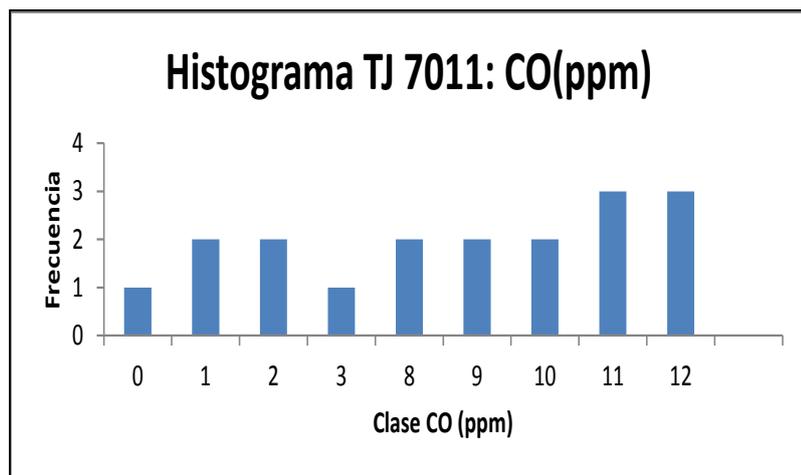
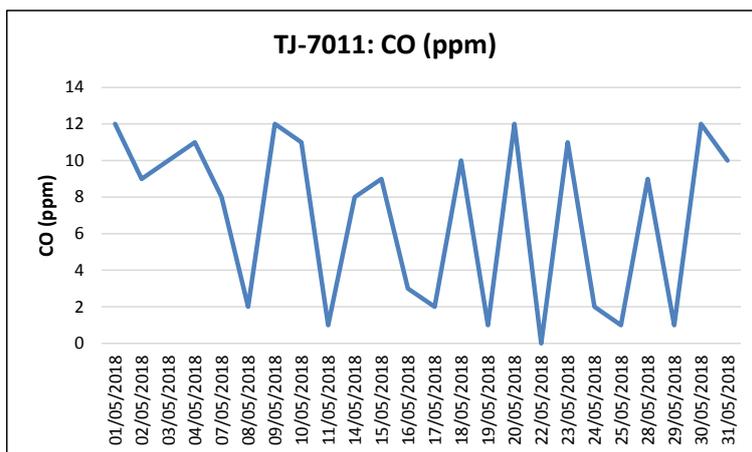


Gráfico N° 01: Histograma Tj 7011 NV\_4100



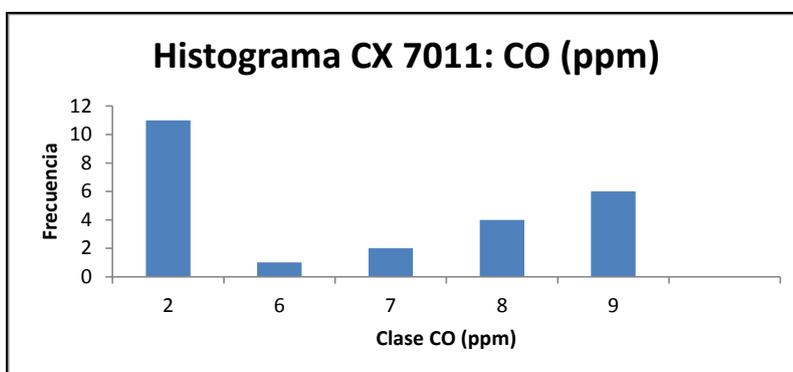
**Gráfico N° 02:** Concentración de CO (ppm) Tj 7011 NV\_4100

El apagado de los Ventiladores principales de la Troncal IV durante los trabajos de instalación de silenciadores (del 09 al 24 de mayo), no afectó el circuito de ventilación del Tj 7011. En el **gráfico N° 02** se evidencia concentraciones máximas de CO (ppm) = 12, estando dentro del Límite de exposición ocupacional.

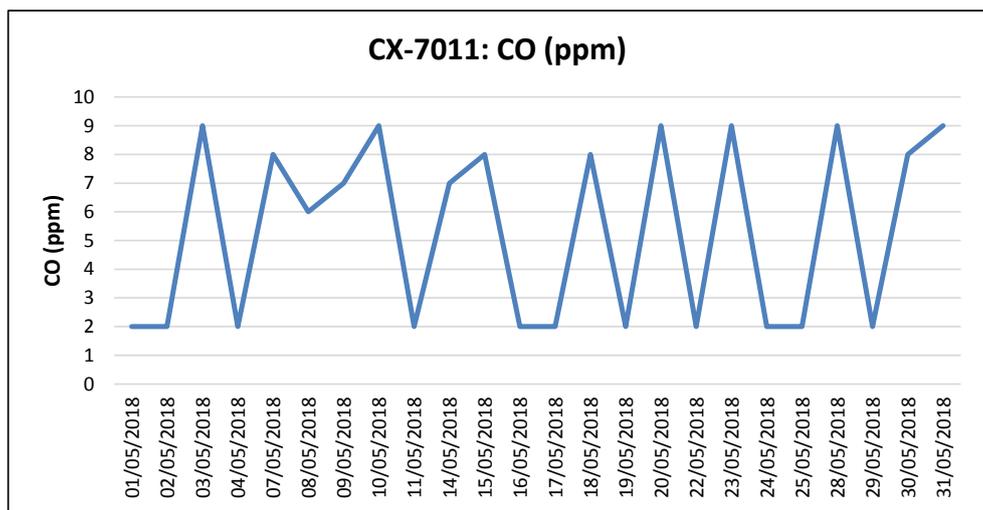
**c. Crucero 7011 NV 4100**

Durante el mes de mayo se realizaron mediciones de gases en el CX 7011; del total de mediciones realizadas se observa en el grafico que se ha tenido concentraciones de CO máximo de 11 ppm generalmente en la etapa de acarreo de mineral. En la etapa de perforación, sostenimiento y otros se evidencia concentraciones debajo de 2 ppm.

Clase CO(ppm)	Frecuencia
2	11
6	1
7	2
8	4
9	6



**Gráfico N° 03:** Histograma CX 7011 NV\_4100



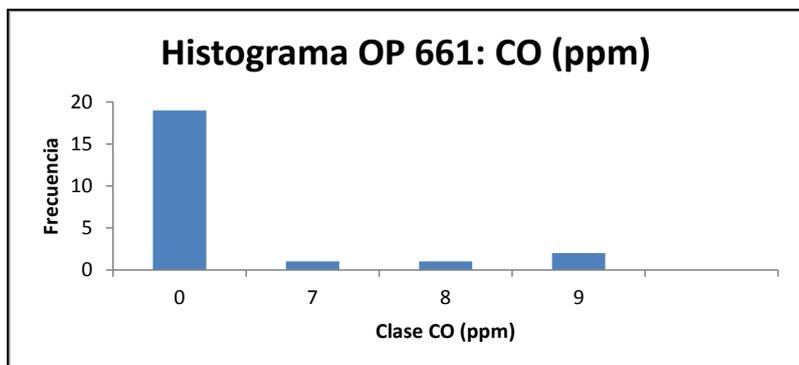
**Gráfico N° 04:** Concentración de CO (ppm) CX 7011 NV\_4100

El apagado de los Ventiladores principales de la Troncal IV durante los trabajos de instalación de silenciadores (del 09 al 24 de mayo), no afectó el circuito de ventilación del CX 7011. En el **gráfico N° 04** se evidencia concentraciones máximas de CO (ppm) = 11, estando dentro del Límite de exposición ocupacional.

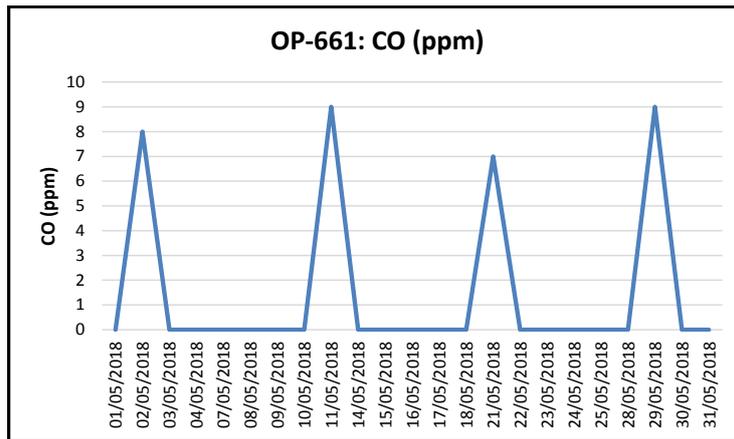
**d. ORE PAS 661 NV 3900**

Durante el mes de mayo se realizaron mediciones de gases en el OP 661; del total de mediciones realizadas se observa en el gráfico que se ha tenido concentraciones de **CO máximo de 9 ppm** generalmente **cuando se realiza plasteo en la tolva del OP 661**. Cuando no se realiza plasteos la concentración de CO es 0 ppm.

Clase CO(ppm)	Frecuencia
0	19
7	1
8	1
9	2



**Gráfico N° 05:** Histograma OP 661 NV\_3900



**Gráfico N° 06:** Concentración de CO (ppm) OP 661 NV\_3900

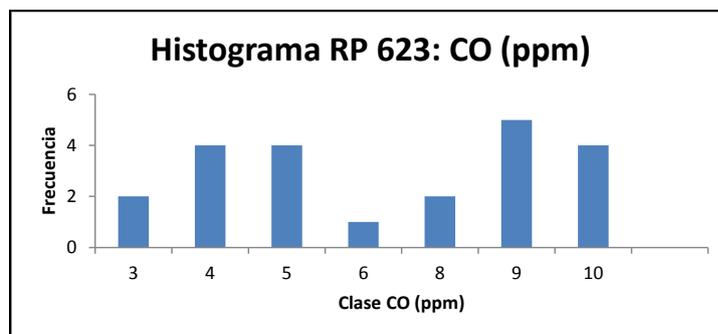
Para dar mayor velocidad a la zona de carguío de mineral en la tolva y evitar la polución y gases en la labor, se instalará un ventilador auxiliar de 10,000 cfm para dar velocidad.

El apagado de los Ventiladores principales de la Troncal IV durante los trabajos de instalación de silenciadores (del 09 al 24 de mayo), no afectó el circuito de ventilación del **OP 661**. En el **gráfico N° 06** se evidencia concentraciones máximas de CO (ppm) = 9, estando dentro del Límite de exposición ocupacional.

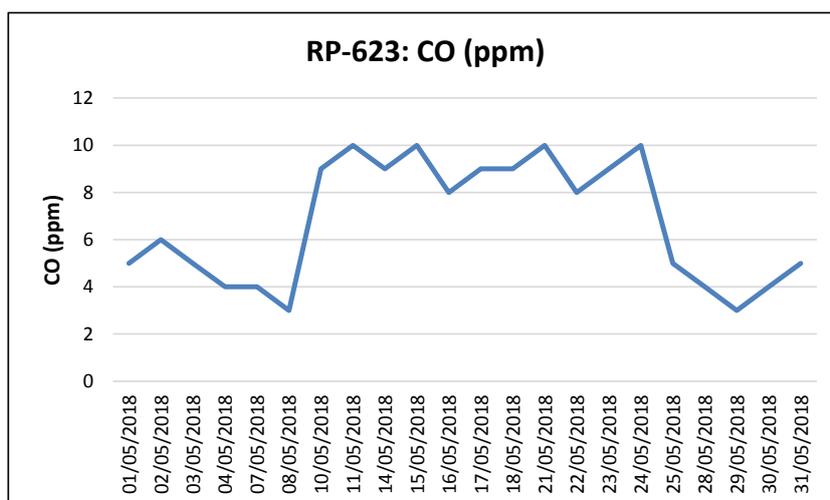
**e. Rampa 623 NV 3900**

Durante el mes de mayo se realizaron mediciones de gases en la RP 623; del total de mediciones realizadas se observa en el gráfico que se ha tenido concentraciones de CO máximo de 10 ppm.

Clase CO(ppm)	Frecuencia
3	2
4	4
5	4
6	1
8	2
9	5
10	4



**Gráfico N° 07:** Histograma RP 623 NV\_3900



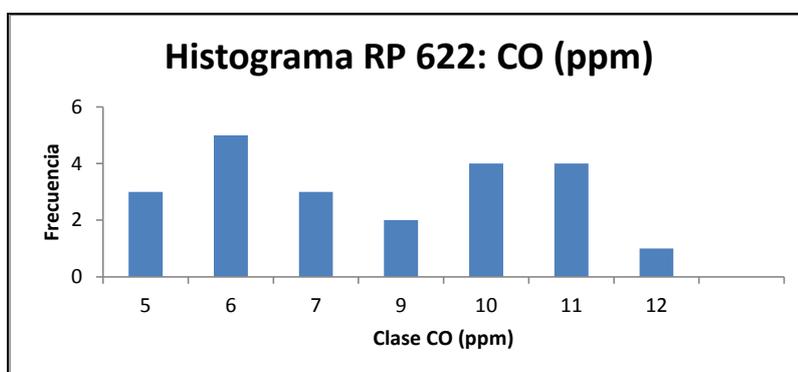
**Gráfico N° 08:** Concentración de CO (ppm) RP 623 NV\_3900

El apagado de los Ventiladores principales de la Troncal IV durante los trabajos de instalación de silenciadores (del 09 al 24 de mayo), afectó el circuito de ventilación de la RP 623. Se observó incremento de concentraciones de monóxido de carbono (CO) en la rampa. En el **gráfico N° 08** se evidencia concentraciones máximas de CO (ppm) = 10, estando dentro del Límite de exposición ocupacional.

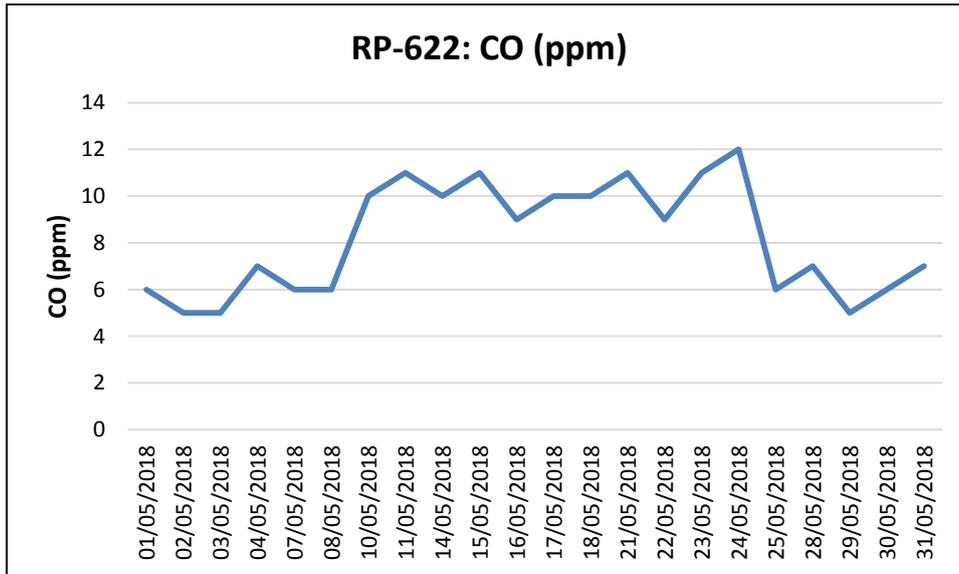
**f. Rampa 622 NV 3600**

Durante el mes de mayo se realizaron mediciones de gases en la **RP 622**; del total de mediciones realizadas se observa en el gráfico que se ha tenido concentraciones de **CO** máximo de **12 ppm**.

Clase CO(ppm)	Frecuencia
5	3
6	5
7	3
9	2
10	4
11	4
12	1



**Gráfico N° 09:** Histograma RP 622 NV\_3600



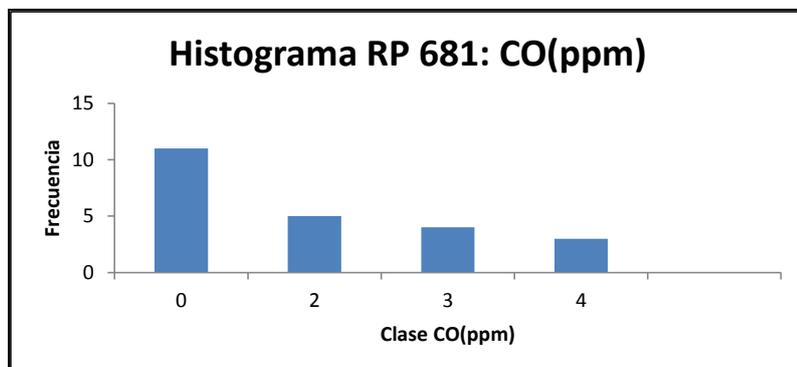
**Gráfico N° 10:** Concentración de CO (ppm) RP 622 NV\_3600

El apagado de los Ventiladores principales de la Troncal IV durante los trabajos de instalación de silenciadores (del 09 al 24 de mayo), afectó el circuito de ventilación de la **RP 622**. Se observó incremento de concentraciones de monóxido de carbono (CO) en la rampa. En el **gráfico N° 10** se evidencia concentraciones máximas de **CO (ppm) = 12**, estando dentro del Límite de exposición ocupacional.

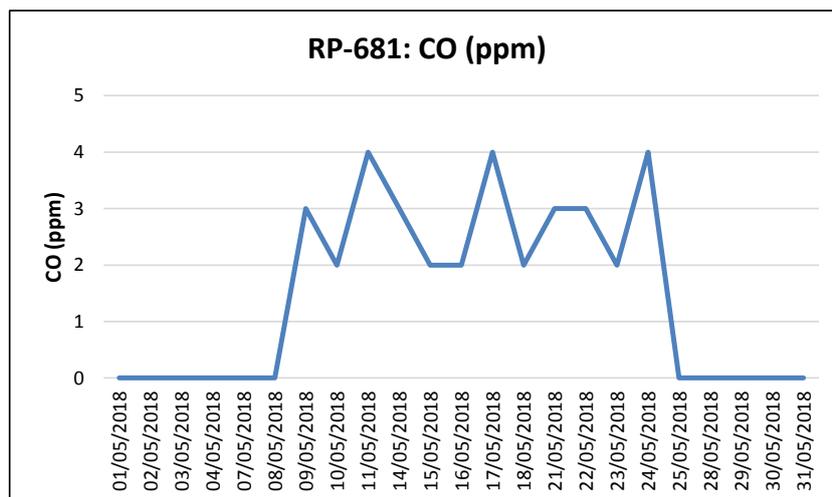
**g. Rampa 681 NV 3300**

Durante el mes de mayo se realizaron mediciones de gases en la **RP 681**; del total de mediciones realizadas se observa en el gráfico que se ha tenido concentraciones de **CO** máximo de **4 ppm**.

Clase CO(ppm)	Frecuencia
0	11
2	5
3	4
4	3



**Gráfico N° 11:** Histograma RP 681 NV\_3300



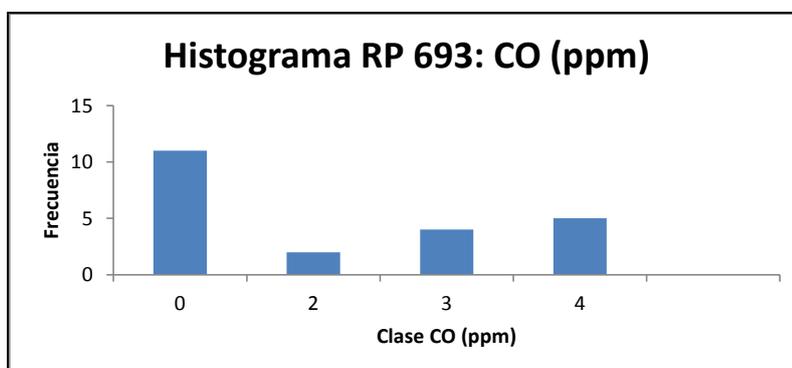
**Gráfico N° 12:** Concentración de CO (ppm) RP 681 NV\_3300

El apagado de los Ventiladores principales de la Troncal IV durante los trabajos de instalación de silenciadores (del 09 al 24 de mayo), afectó el circuito de ventilación de la **RP 681**. Se observó condensación del aire a consecuencia del incremento de temperatura esto se debe a la disminución de velocidad en la labor. En el **gráfico N° 12** se evidencia concentraciones máximas de **CO (ppm) = 4**, estando dentro del Límite de exposición ocupacional.

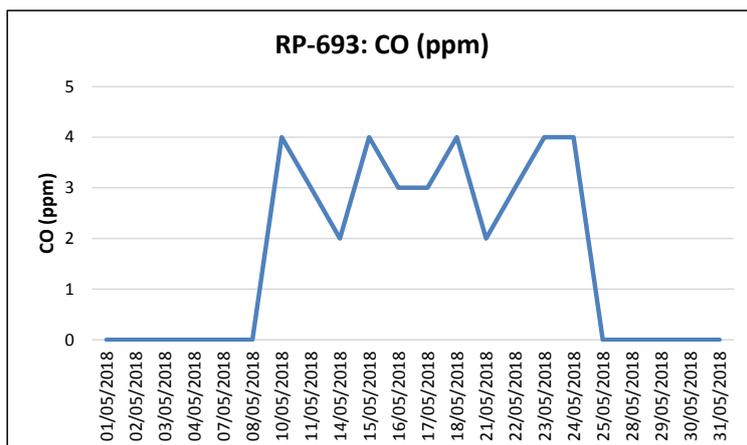
**h. Rampa 693 NV 2100**

Durante el mes de mayo se realizaron mediciones de gases en la **RP 693**; del total de mediciones realizadas se observa en el grafico que se ha tenido concentraciones de CO máximo de 4 ppm.

Clase CO(ppm)	Frecuencia
0	11
2	2
3	4
4	5



**Gráfico N° 13:** Histograma RP 693 NV\_2100



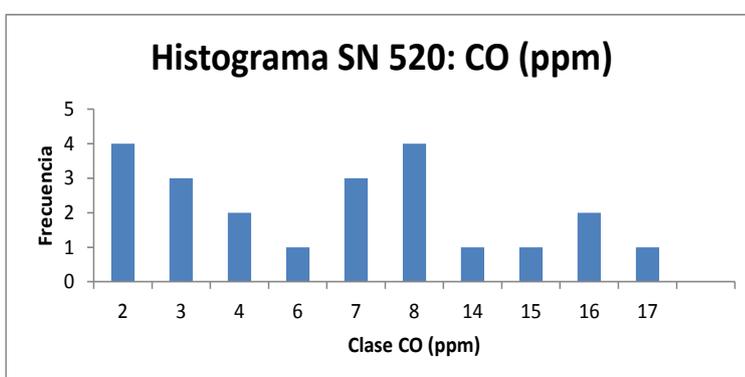
**Gráfico N° 14:** Concentración de CO (ppm) RP 693 NV\_2100

El apagado de los Ventiladores principales de la Troncal IV durante los trabajos de instalación de silenciadores (del 09 al 24 de mayo), afectó el circuito de ventilación de la **RP 693**. Se observó condensación del aire fresco a consecuencia del incremento de temperatura esto se debe a la disminución de velocidad en la labor. En el **gráfico N° 08** se evidencia concentraciones máximas de **CO (ppm) = 4**, estando dentro del Límite de exposición ocupacional.

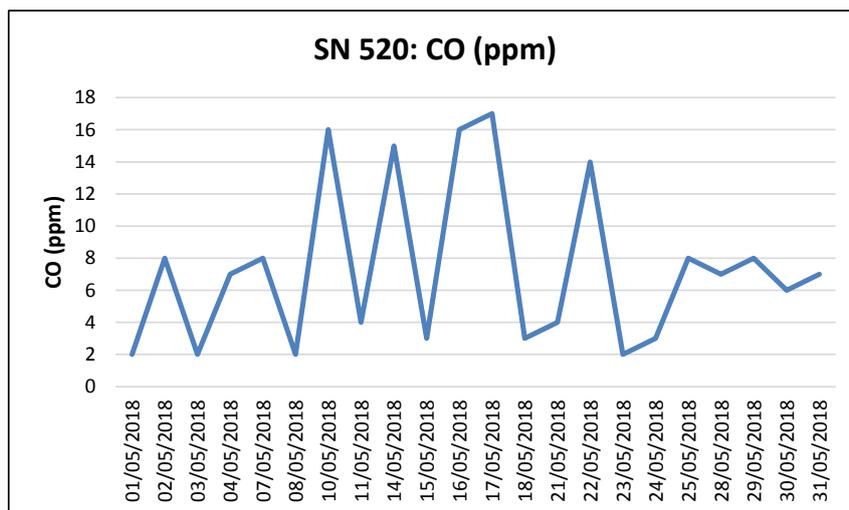
**i. SN 520 NV 1900**

Durante el mes de mayo se realizaron mediciones de gases en el **SN 520**; del total de mediciones realizadas se observa en el grafico que se ha tenido concentraciones de CO máximo de 17 ppm.

Clase CO(ppm)	Frecuencia
2	4
3	3
4	2
6	1
7	3
8	4
14	1
15	1
16	2
17	1



**Gráfico N° 15:** Histograma SN 520 NV\_1900



**Gráfico N° 16:** Concentración de CO (ppm) SN 520 NV\_1900

El apagado de los Ventiladores principales de la Troncal IV durante los trabajos de instalación de silenciadores (del 09 al 24 de mayo), afectó el circuito de ventilación del **SN 520**. Se observó condensación del aire fresco a consecuencia del incremento de temperatura esto se debe a la disminución de velocidad en la evacuación de aire viciado y recirculación de aire viciado. En el **gráfico N° 08** se evidencia concentraciones máximas de CO (ppm) = 17, estando dentro del Límite de exposición ocupacional.

**j. Circuito de Ventilación Tajo 520**

Como parte de la mejora del circuito de Ventilación se reubicó el Ventilador de 60,000 cfm ubicado en Túnel Araucana hacia el acceso RB Consuelo en el Nv 2100.



**Foto N° 01 y 02:** Instalación de Ventilador de **60,000 cfm** ubicado en acceso a RB Consuelo NV\_2100

### **k. Circuito de Ventilación OP 10**

Para mejorar la ventilación en los accesos principales y labores cercanas al OP 10 se instalará un ventilador extractor de 100,000 cfm en el acceso al OP 10 NV H3.

Actualmente falta concluir los trabajos, por falta de personal.



**Foto N° 03 y 04:** Preparación de ductos metálicos.

Los ductos metálicos serán instalados del ventilador de 100,000 cfm hacia la cabeza del OP 10 NV H3, para evitar recirculación de aire viciado.

### **I. Conclusiones**

- En el mes de mayo se tuvo problemas de Ventilación en la Rp 623, Rp 622, Rp 681, Rp 693 y SN 520. Esto se debió al apagado de los

Ventiladores Principales de la Troncal IV para realizar trabajos de obras civiles e instalación de Silenciadores.

- Las labores a perjudicarse según evaluación durante la ejecución de los trabajos en la Troncal IV, no sufrieron cambios bruscos en cuanto a su circuito de ventilación, así mismo las mediciones realizadas no sobrepasaron los Límites de Exposición Ocupacional.
- Dar prioridad a la ejecución de la **CH 639-8, luego a las chimeneas CH 639-9 y CH 639-10. Estas chimeneas son muy importantes** para el avance de la Rp 639 y la preparación del **Tj 7011 Nivel base y profundización.**
- Para aumentar el caudal de aire en el frente se debe reducir las fugas en las mangas de ventilación.
- Asegurar **la capacidad de energía** para la implementación de ventiladores y así garantizar la preparación y explotación.
- Para mejorar las condiciones ambientales en la profundización y la redistribución del aire por circuitos se realizará la construcción de **02 Chimeneas principales de Ventilación** con el fin de centralizar la distribución de aire en una **troncal principal** de ventilación: **TRONCAL V.**
- La redistribución de aire por circuitos de ventilación permite garantizar un flujo adecuado según sus necesidades.

#### **m. Recomendaciones**

- Se recomienda el control permanente (medición) de los contaminantes generados por los equipos diésel que operan en

interior mina, procurando el mantenimiento oportuno de aquellos que sobrepasen el LMP establecido en **DS N° 024-2016-EM**.

- Los circuitos que tengan una longitud larga e inefectivos, se debe reducir la longitud e independizarlos.

#### **4.4.4 Ventilación para el proyecto de oficinas sección ii Nv 1000**

##### **a. Resumen**

El sistema de ventilación previsto para el proyecto de las nuevas oficinas de la Sección II, a localizarse en el nivel 1000 base contempla un circuito de ventilación secundario. El circuito propuesto considera un ingreso de aire fresco desde la GL 229 (bocamina casapalca) y una descarga de aire viciado hacia el AK 1000.

Con el fin de mejorar el Sistema de Ventilación que permita el **cumplimiento de la normatividad** se realiza el diseño integral del circuito de Ventilación para mantener una circulación de aire limpio y fresco en cantidad y calidad suficientes de acuerdo a la cantidad de personal y equipos diesel.

##### **b. Circuito de Ventilación Propuesto**

Considerando un ingreso de aire fresco proveniente de la GL 229 conectado a labores antiguas Nv1200 y bocamina casapalca, se estima disponer de aire limpio durante las 24 horas de la guardia operativa. El flujo de aire que ingresa por la Galería se direccionará hacia las oficinas de forma natural, en caso contrario se ubicará una puerta de ventilación. El aire viciado será direccionado por el AK 1000 conectado en el Nv 1000 con un ventilador de 100,000 CFM, continúa su recorrido hacia superficie.

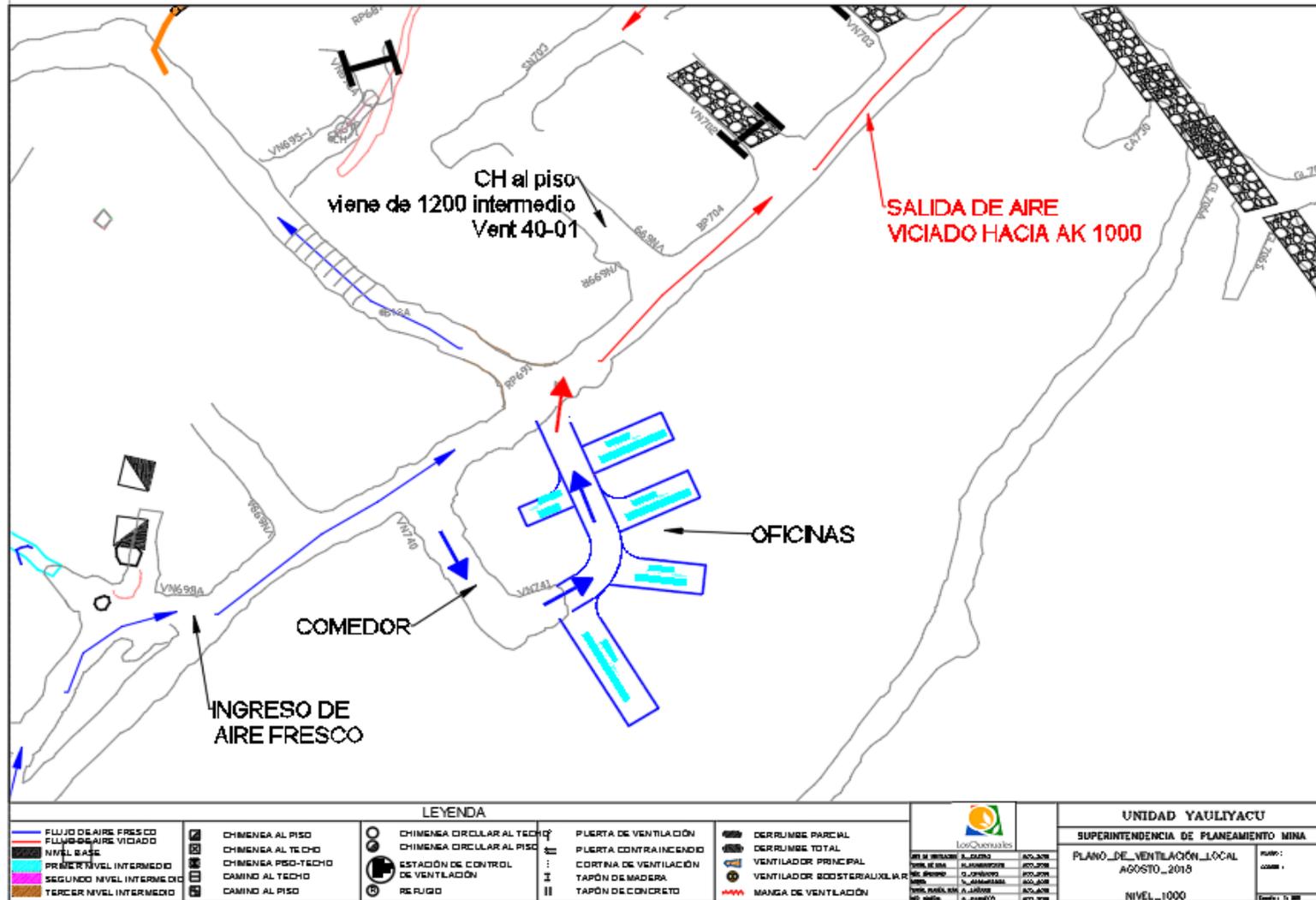
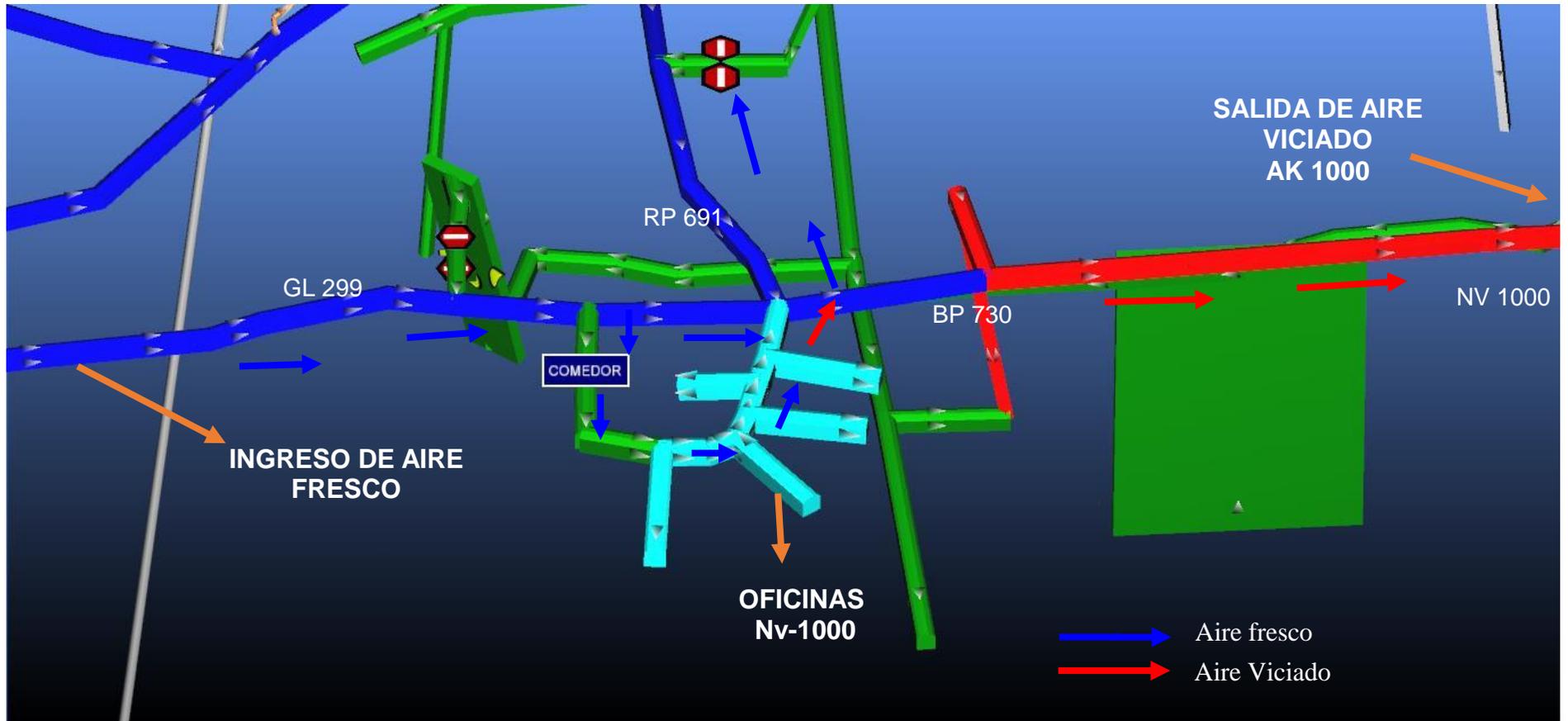


Ilustración N° 10. Plano de Ventilación propuesto para el Proyecto de Oficinas Nv 1000.



*Ilustración N° 11. Vista isométrica - Proyecto Oficinas Nv 1000.*

### **c. Trabajos a Realizar**

- Por tener un ingreso de aire fresco, no se programarán trabajos por parte de ventilación; que a evaluación al ejecutar el proyecto para la fabricación de una puerta de ventilación entre el ingreso al comedor y el ingreso a las oficinas.

**d. Conclusiones:** El proyecto de ventilación propuesto para las oficinas del Nv 1000 Sección II asegura un circuito de aire permanente a lo largo de la guardia operativa, y cuya calidad de aire dependerá de las condiciones presentes en la GL 229 (bocamina casapalca y labores antiguas).

**e. Recomendaciones:** Reubicación del los SSHH fuera del circuito comedor – oficinas hacia una ventana nueva en el BP 730.

### **4.4.5 Evaluación de la ventilación del Proyecto Chimenea Alimak 156 Troncal IV**

#### **a. Resumen**

El objetivo de un sistema de ventilación es el de proveer la cantidad de aire fresco requerido a cada área de trabajo, el cual será utilizado para diluir y remover los contaminantes de la mina. El objetivo principal del informe es establecer un Sistema de ventilación efectivo (eficiente y seguro) para la mina. El trabajo incluye estimación de requerimientos de aire fresco basados en los equipos utilizados, concentración de contaminantes.

#### **b. Introducción**

El Sistema de Ventilación de Mina tiene un carácter dinámico debido a que las explotaciones se encuentran en continua transformación,

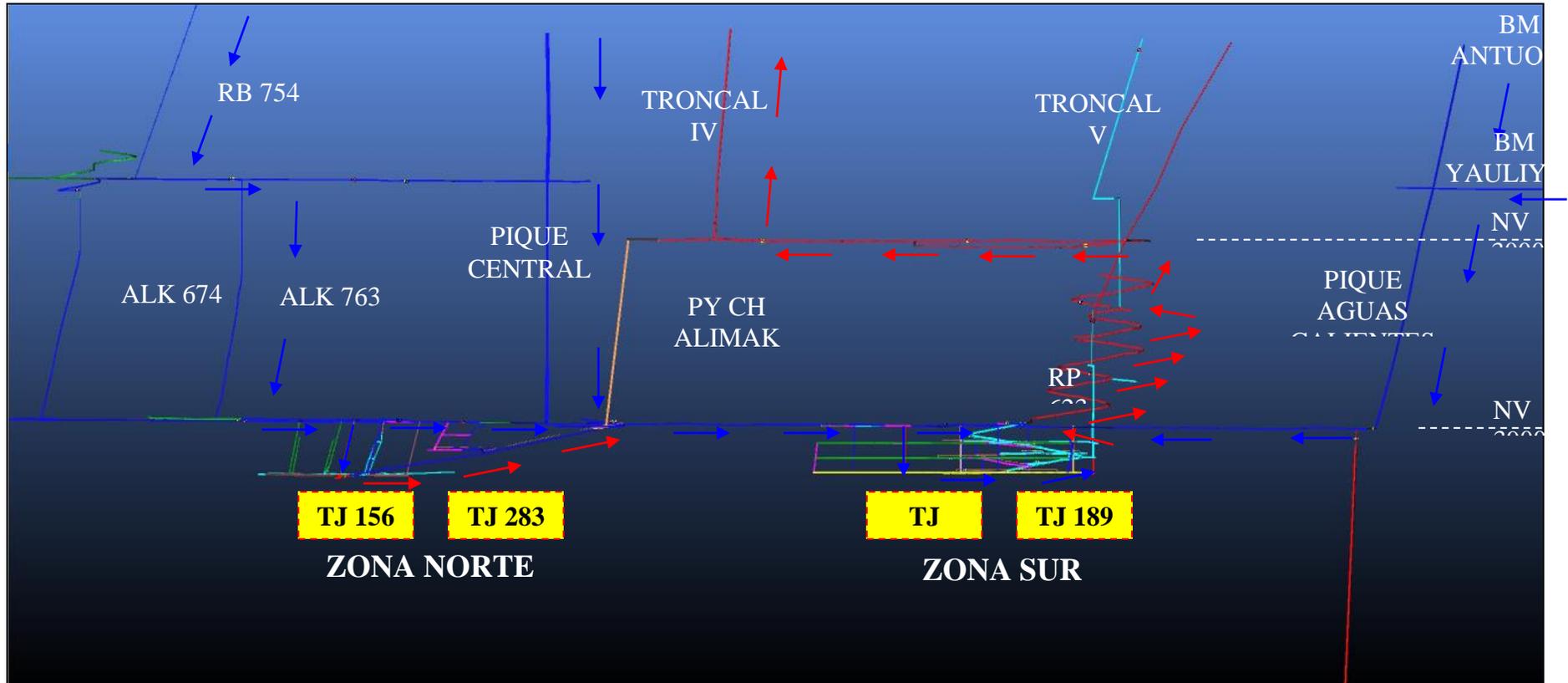
actualmente se está desarrollando diversas labores para alcanzar la explotación de cuerpos y vetas en la profundización.

Cuando se inicie la explotación de tajeos, es posible que el Sistema de Ventilación actual no sea suficiente para mantener requerimientos de aire en cuanto a **calidad y cantidad** para el correcto desarrollo de los trabajos. Por lo tanto, para asegurar la compatibilidad y flexibilidad del Sistema de ventilación con la futura **extensión** de la Mina se propone desarrollar el **Proyecto de la Chimenea ALIMAK 156**.

### **c. Sistema de Ventilación actual**

Actualmente se tiene ingresos de aire fresco por la Zona Norte y Zona Sur. La evacuación de aire viciado de la Zona Norte (Tj 156, Tj 283) sale al crucero principal del Nv 3900 contaminando el aire fresco que ingresa por el PIQUE CENTRAL, continua su recorrido hacia la Zona Sur (Tj 7011, Tj 189) para ser inyectado como aire fresco a las labores. El aire viciado se evacua por la Rp 639, Rp 623, Rp 622 hasta llegar a la Troncal IV en el Nv 3000.

Teniendo en nuestro Sistema de ventilación la Troncal IV AK 663 cuya infraestructura es empleada para extraer el aire viciado que se genera por las operaciones mineras entre el nivel 1000 y el nivel 4100; se plantea profundizar la Troncal IV del **nivel 3000** hasta el **nivel 3900** como una Chimenea **ALIMAK AK 156**. Con la ejecución de este proyecto se garantizará las condiciones termo-ambientales adecuadas para el desarrollo de los laboreos mineros de desarrollo, preparación y explotación, asegurando un ambiente de trabajo seguro y saludable para el personal.



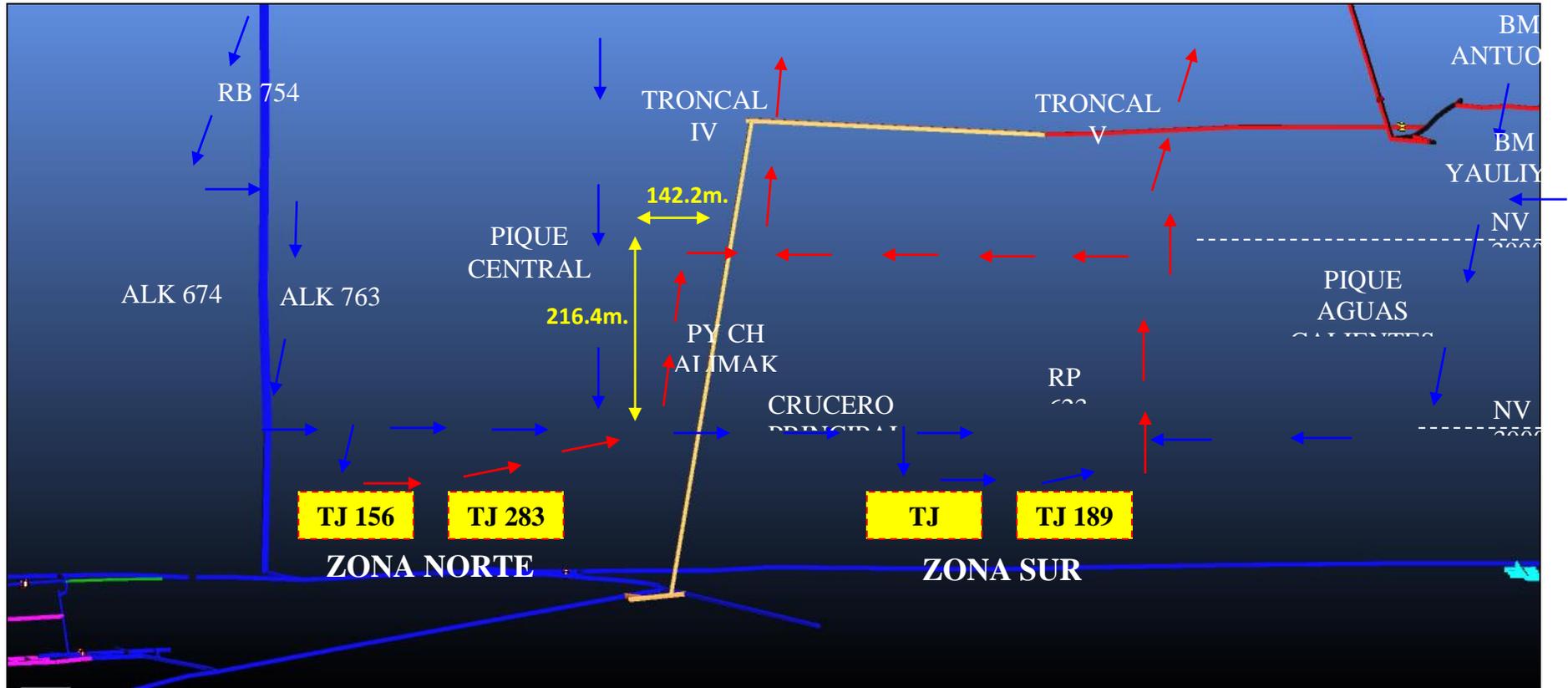
*Imagen N° 05:* Sistema de Ventilación Actual – Profundización.

#### **d. Descripción del proyecto**

El proyecto **Chimenea Alimak 156** con punto de inicio en el **nivel 3900** y llegada hacia el **nivel 3000**, tiene como objetivo principal profundizar la **Troncal IV** (troncal de ventilación desde el nivel 3900 hasta superficie) para evacuar aire viciado de la preparación y explotación de la Zona Norte, **Tajo 156 y Tajo 283**.

El tiempo de ejecución del proyecto debe ser no mayor a 4 meses.

La excavación de la chimenea se realizará con plataforma trepadora tipo Alimak, que garantizará una disponibilidad mecánica óptima para culminar el proyecto en el tiempo establecido, y que a su vez deberá garantizar la seguridad del personal. Las actividades a realizarse dentro del proyecto deberán cumplir con los estándares y procedimientos establecidos por la organización.



*Imagen N° 06:* Sistema de Ventilación Chimenea 156 – Profundización.



*Imagen N° 07: Vista en planta – Proyecto Chimenea Alimak 156.*

#### e. CONCLUSIONES

- Mejorar las condiciones termo-ambientales en los niveles y tajos de la Zona Sur (Tj 7011, Tj 189), y con proyección a los desarrollo, Preparación y Explotación de la Sección VII-Profundización.
- La opción a mediano plazo más viable para suplir la necesidad de aire dentro de la Mina y disminuir los niveles de temperatura es la construcción de la Chimenea Alimak. Con este proyecto se evita la recirculación de aire viciado hacia las labores de explotación de la **Zona sur**.
- Cumplir las **Normas Legales, estándares** que especifican los requerimientos necesarios de aire para asegurar la calidad y cantidad de aire en interior Mina.
- Para asegurar buenas condiciones de trabajo en la preparación y explotación, el Sistema principal de Ventilación requiere los siguiente:
- Desarrollo de un crucero de **142.2 m** y una Chimenea Alimak de **216.4 m** de longitud con una sección de **3x3 m** para evacuación de aire viciado de la zona Norte.

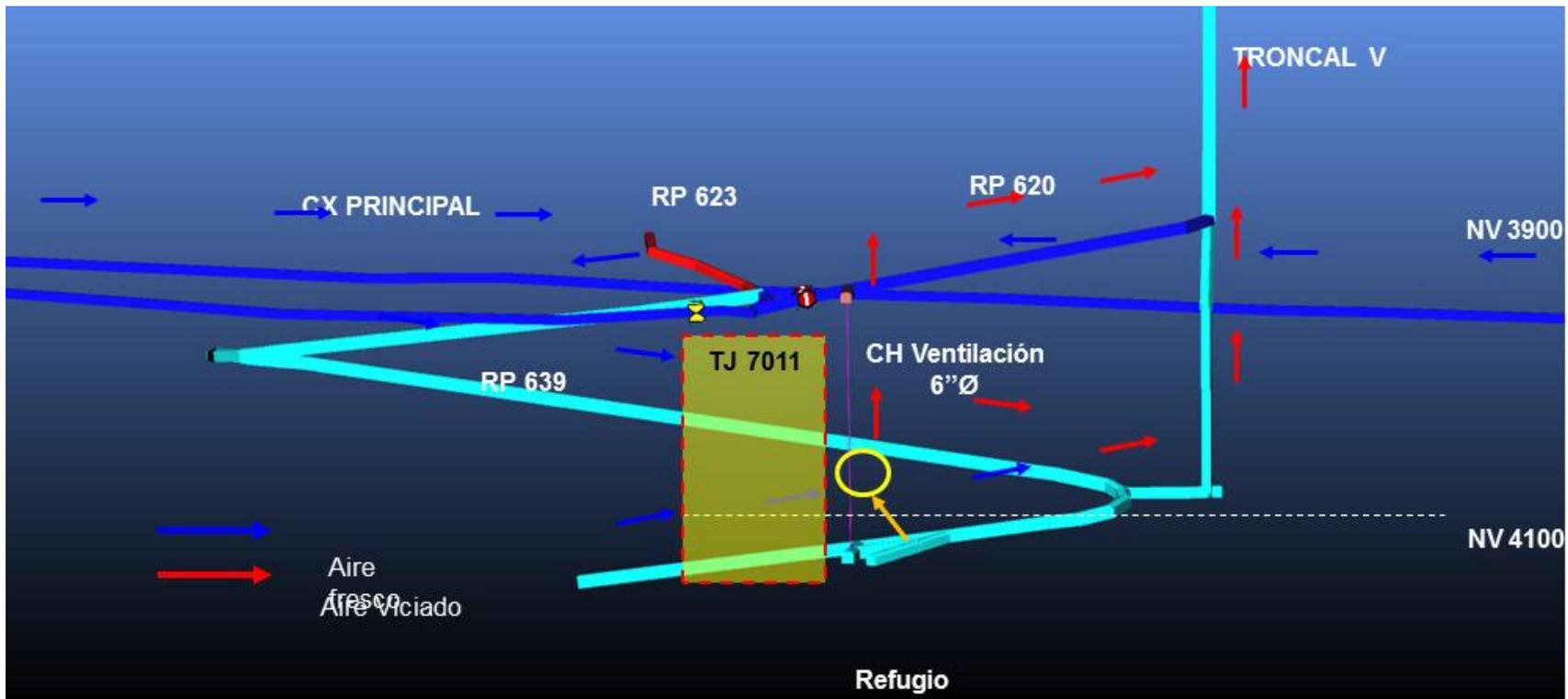
#### 4.4.6 Evaluación del Sistema Ventilación del Refugio Nv 4100

##### a. Resumen

Por ser una zona de profundización de la mina donde se realiza las operaciones, existe un potencial riesgo de derrumbes, incendios, gases tóxicos o emisiones de diesel, por eso es importante contar con una adecuada ventilación en el refugio.

### b. Diseño del circuito de Ventilación – Refugio Nv 4100

El refugio contará con una línea independiente de aire comprimido (aire respirable), el aire viciado que se genere en el Refugio será evacuado por la Chimenea de Ventilación de 6 pulgadas de diámetro, RP 620, direccionándose hacia la Troncal V (*Ver imagen N° 01*).



*Imagen N° 08:* Esquema del Sistema de Ventilación *Refugio Nv 4100*

### **c. Conclusiones**

- Asegurar un ambiente respirable y seguro. Implementar línea independiente de aire comprimido (aire respirable).

### **d. Recomendaciones**

- Monitoreo continuo de las condiciones ambientales en el refugio CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>.

## **4.4.7. Evaluación del Sistema de ventilación de la RP (-) 190**

### **a. Problema**

Deficiencia en el sistema de Ventilación en **la RP (-) 190**, por falta de salidas de aire viciado, por excesiva distancia de ventilación con ventilador auxiliar de 30,000 cfm y por hacer que tres labores dependan de un solo ventilador; por ello se realiza la evaluación del circuito de Ventilación de esta labor.

### **b. Evaluación:**

El sistema está compuesto por un Extractor Principal de aire viciado de **100,000 CFM** en el NV 800 que direcciona el aire viciado fuera del sistema, un ventilador auxiliar de **30,000 CFM** , y el ingreso de aire fresco por bocamina y Rampas de acceso a estas labores.

Durante la evaluación se encontró las siguientes deficiencias.

- **BP 781** Obstruida con desmonte en su totalidad esta labor funciona como una salida de aire viciado, luego de implementar el segundo ventilador de 30,000 será la única salida.
- El ventilador de 30,000 cfm está instalado a una distancia aproximada de 300m del frente de la RP (-) 190, este ventilador

también tiene influencia en el TJ 007 y el SN 210 por ende la capacidad de este dispositivo no es suficiente.

- Las CH de salida de aire viciado en el NV 800 se encuentran bloqueadas por desmonte en el su base del NV 1000.

Al finalizar la evaluación se obtienen soluciones a corto plazo para aliviar el sistema de forma eficiente, así también se plantea soluciones integrales para evitar problemas similares durante el tiempo de ejecución de este proyecto. **(Se adjunta plano)**

#### **c. Trabajos por realizar**

- Limpieza de carga del **BP 781** para salida de aire viciado.  
**Responsable:** Jefe de sección Mina.
- Traslado e instalación de Ventilador de **60,000 cfm**. **Responsable:** Ventilación.
- Estandarización de mangas de Ventilación y cambio de mangas deterioradas. **Responsable:** Jefe de sección Mina.
- Limpieza y descubrimiento de la **CH 734** para evacuación de aire viciado. **Responsable:** Jefe de sección Mina.
- Instalación de un ventilador de **30,000 cfm** independiente para el laboreo de la RP (-) 190. **Responsable:** Jefe de sección Mina.

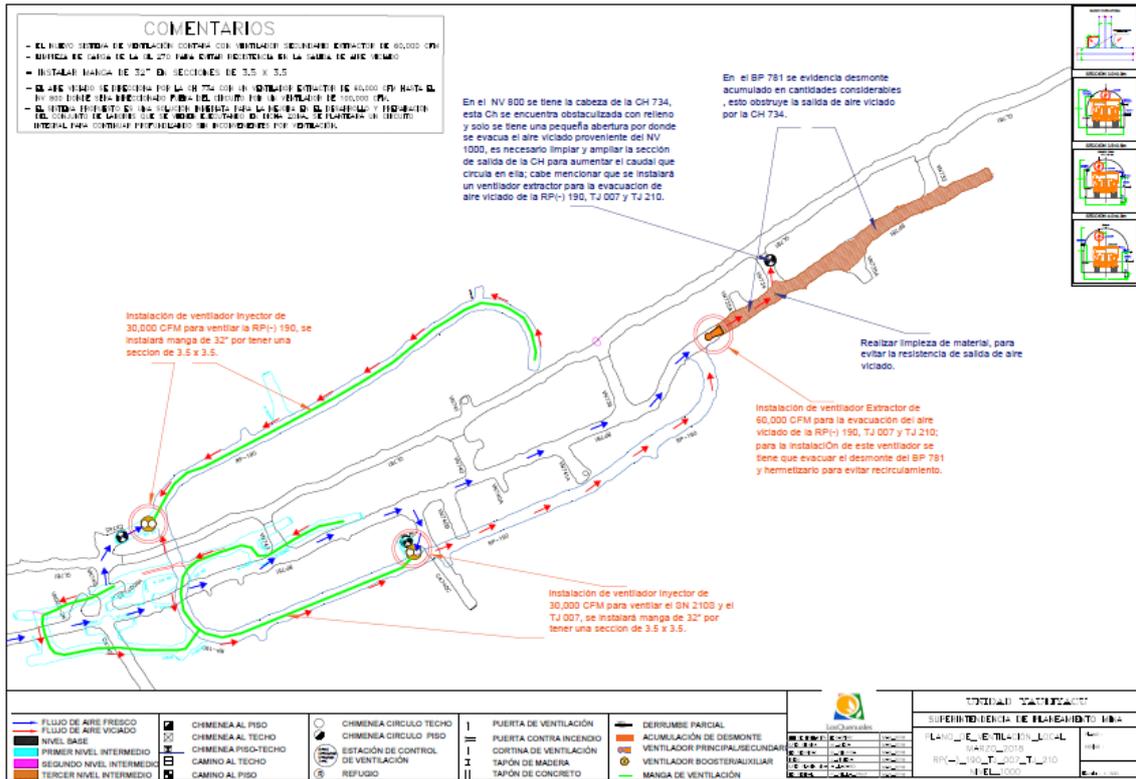
#### **d. Conclusiones**

- Priorizar la limpieza de desmonte del **BP 781** para poder evacuar aire viciado sin generar resistencia, no se debe de obstaculizar las labores que permitan el ingreso y salida de aire, esto perjudica en el circuito de ventilación local de nuestras labores.

- El ventilador de 30,000 tiene una capacidad insuficiente para ventilar 3 labores en simultáneo a distancias mayores de 200m. Es necesario independizar un ventilador de 30,000 CFM para ventilar la RP (-) 190.
- Descubrir la cabeza de la CH 734 en el NV 800 que se encuentra con carga obstaculizada al 80%. Esto nos permite tener un punto de salida con dimensiones suficientes para la evacuación de aire viciado luego de la instalación de un extractor de **60,000 CFM**.

#### **e. Recomendaciones**

- Mantener Limpio los accesos principales de Ventilación.
- Evitar recirculación de aire viciado durante la Ventilación auxiliar.
- Todas las labores de preparación y desarrollo deben avanzar con las mangas de Ventilación estandarizadas.
- Preparar el Tajo considerando la eficiencia de los ventiladores de acuerdo a su capacidad y el diámetro de manga a utilizar.
- Se recomienda el control permanente (medición) de los contaminantes generados por los equipos diésel que operan en interior mina, procurando el mantenimiento oportuno de aquellos que sobrepasen el LMP establecido en **DS N° 023-2017-EM**.
- Los circuitos que tengan una longitud larga e inefectiva, se debe reducir la longitud e independizarlos.



#### 4.4.8 Evaluación de la ventilación en labores horizontales

##### a. Problema

Durante el mes de enero, la contrata SIMAREG acato una huelga indefinida dejando así prácticamente abandonado las labores que dicha empresa ejecutaban; en febrero las labores retomadas fueron ejecutadas sin tomar en cuenta el estándar para instalación de dispositivos de ventilación y es por ello que a una pronta auditoria de OSINERGMIN se realiza esta inspección.

##### b. Evaluación:

Se inspeccionaron en su mayoría labores horizontales (avances), como prioridad se evaluó: estado de mangas, estado de ventiladores, señalizaciones, estandarización en cuanto a instalación de mangas y monitoreo de velocidad.

Durante la evaluación se encontró las siguientes observaciones.

- NV 1000 – SN 705: Mangas deterioradas con demasiadas fugas y diferentes diámetros, direccionar manga hacia una sola labor, eliminar el ducto metálico, y la Y hacia SN 231 3S.
- NV 1200 – TJ 633 : Ventilador sin manga de ventilación acoplada, frentes de trabajo ciegos sin circuito de ventilación. Mangas deterioradas en cámaras ya explotadas.

Falta de ingresos de aire en todo el pull de labores en dicho TJ.

- En General en todas las labores de avance se están utilizando mangas de ventilación deterioradas con fugas de consideración y acoplados de diferentes diámetros.

#### **c. Trabajos por realizar**

- NV 1000 – SN 705 : Eliminar ramificaciones del ducto de ventilación (SN 231 3S-3N) y direccionar solo hacia el SN 705. Cambiar las mangas deterioradas por mangas nuevas.
- NV 1200 – TJ 633 : Utilizar el ventilador instalado en el pique para ventilar la VN-720A y VN-721A. Instalar un ventilador en la VN-719A para ventilar el frente del BP-721S.
- En general se deben de cambiar todas las mangas que se encuentren en deterioro y con demasiadas fugas, utilizar un mismo diámetro de manga para toda la línea del ducto. Instalar mangas de ventilación a no más de 15m del frente.

#### **d. Conclusiones**

- El exceso de fugas a lo largo del ducto de ventilación ocasiona pérdidas en presión y caudal, de esta manera se reduce la distancia de ventilación.

- Utilizar mangas de diferentes diámetros, generan resistencia y pérdidas de presión.
- El caudal que generamos depende mucho de la instalación de las mangas de ventilación y su diámetro, que estas se encuentren dentro del estándar y dentro del límite de longitud de ventilación de cada ventilador.

#### **e. Recomendaciones**

- Eliminar las fugas en los ductos de ventilación, y utilizar un mismo diámetro de manga de acuerdo a la sección de la labor:
- Para labores con altura de 3.5m utilizar mangas de 32" de diámetro
- Para labores con altura de 3.0m utilizar mangas de 28" diámetro
- Para labores con altura de 2.5m utilizar mangas de 24" diámetro
- Desechar las mangas deterioradas para su no reutilización en otras labores.
- Instalar mangas de ventilación de acuerdo a estándar para evitar fugas por mal acople de estos ductos.

#### **4.4.9 Evaluación Sistema de Ventilación Proyecto Taller de mantenimiento de la sección II Nv 1000**

##### **a. Resumen**

El sistema de ventilación previsto para el proyecto del nuevo Taller de Mantenimiento de la Sección II, a localizarse en el nivel 1000 base contempla un circuito de ventilación secundario. El circuito propuesto considera un ingreso de aire fresco desde la GL 673 (labor antigua) y una descarga de aire viciado hacia la TRONCAL IV.

Con el fin de mejorar el Sistema de Ventilación que permita el **cumplimiento de la normatividad** se realiza el diseño integral del circuito de Ventilación para mantener una circulación de aire limpio y fresco en cantidad y calidad suficientes de acuerdo a la cantidad de personal y equipos diésel.

#### **b. Circuito de Ventilación Propuesto**

Considerando un ingreso de aire fresco proveniente de la GL 673N conectado a labores antiguas Nv1000, se estima disponer de aire limpio durante las 24 horas de la guardia operativa. El flujo de aire que ingresa por la Galería será direccionado hacia las cámaras del Taller de mantenimiento. El aire viciado será direccionado por medio de una puerta de ventilación con regulador hacia la Troncal IV conectado en el Nv 1000 con un regulador, continúa su recorrido hacia superficie (Troncal IV) impulsado por 300,000 CFM.

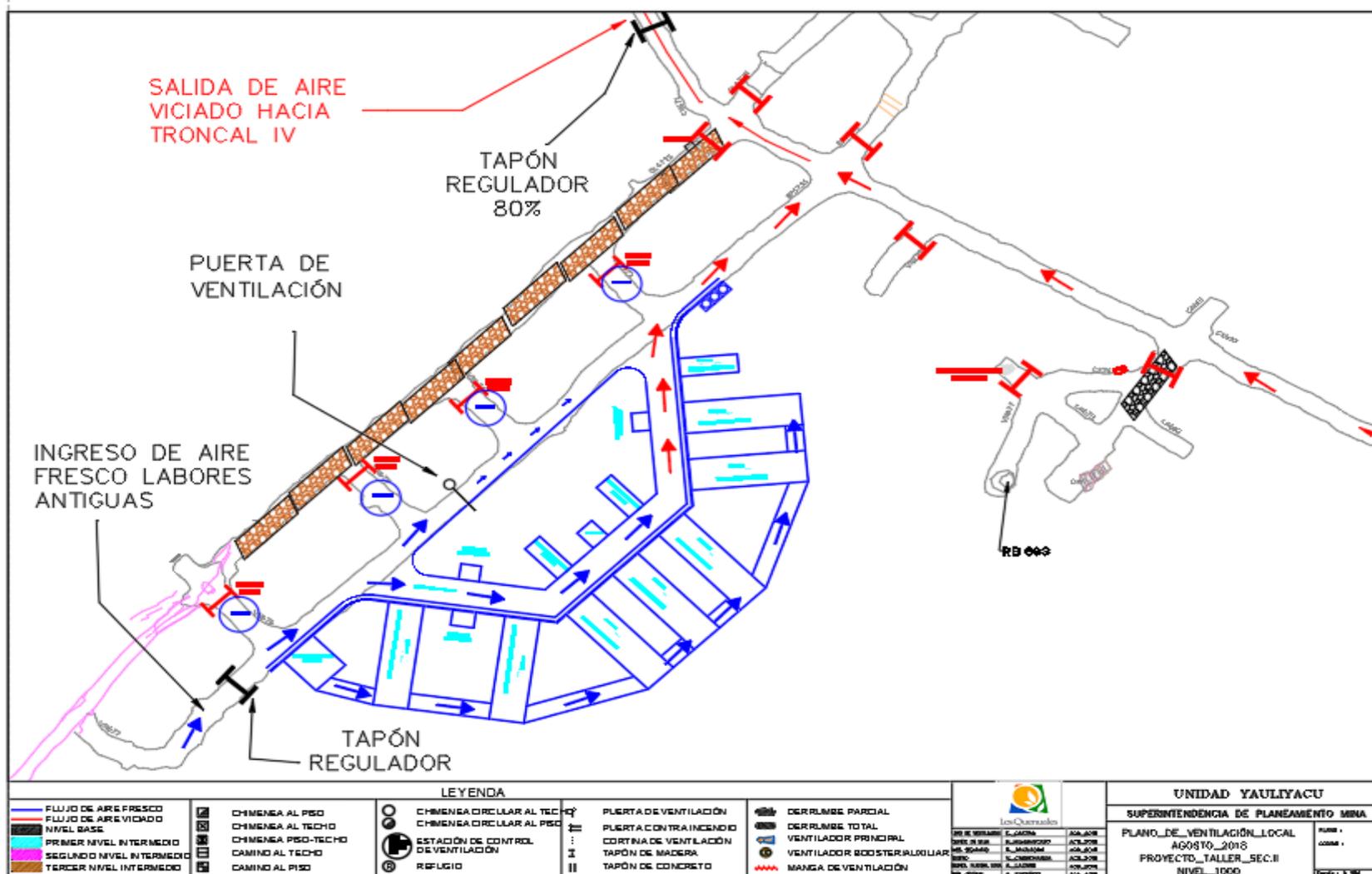


Ilustración N° 12. Plano de Ventilación propuesto para el Proyecto de Taller de Mantenimiento Nv 1000.

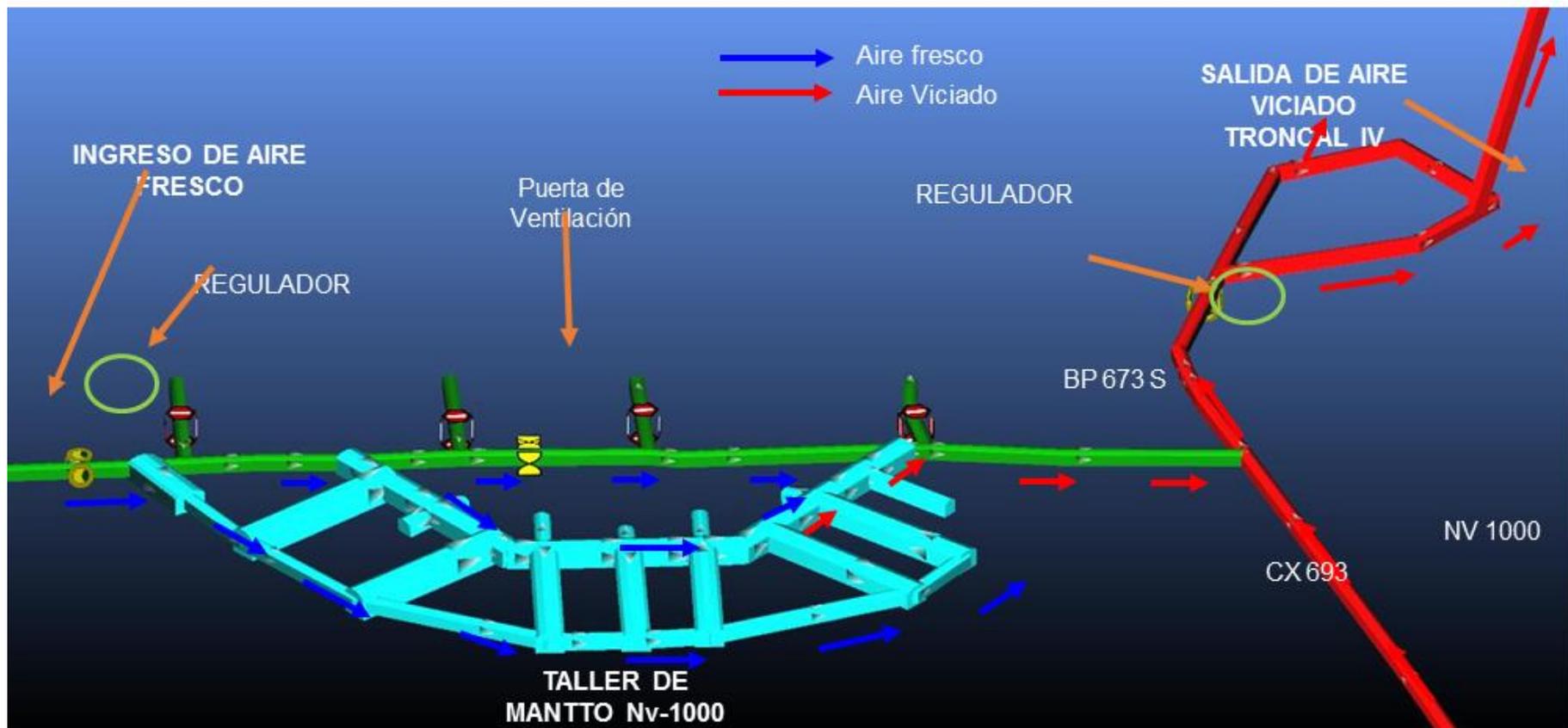


Ilustración N° 13. Vista isométrica - Proyecto Taller de Mantenimiento Nv 1000

### **c. Trabajos a Realizar**

- Construcción de tapones de madera en las ventanas comunicadas a tajos antiguos, para evitar captar aire viciado de estas zonas.
- Construcción de tapón de madera con regulador para controlar la captación de aire hacia la troncal IV.
- Instalar puerta de ventilación para direccionar el aire fresco hacia las cámaras del taller de mantenimiento; BP 673S entre las ventanas 675 y 674.
- Construcción de tapón de madera en el CX 623 NV 1000 2° intermedio.

### **d. Consideraciones Adicionales**

- Para asegurar un sistema de ventilación libre de ventiladores adicionales y **cumplir con la normativa legal**, se solicita la comunicación entre cámaras mediante cruceros de sección 3.0 x 3.0m para generar circuito de Ventilación en el taller. (ANEXO 01)

### **e. Conclusiones**

El proyecto de ventilación propuesto para el taller de mantenimiento del Nv 1000 Sección II asegura un circuito de aire permanente a lo largo de la guardia operativa, y cuya calidad de aire dependerá de las condiciones presentes en la GL 673N (labor antigua).

### **f. Recomendaciones**

A fin de garantizar las condiciones Termo-ambientales adecuadas en el taller de mantenimiento, se recomienda la comunicación del depósito de tablero y cables con la cámara de lavado y mantenimiento N° 02.

- Para generar menos resistencia en el ingreso de aire fresco por el depósito de tableros y cables, se recomienda no ejecutar la labor de forma perpendicular al BP 673S.

#### **4.4.10. Evaluación del Sistema de Ventilación Proyecto Taller de mantenimiento de la sección IV Nv 1700**

##### **a. Resumen**

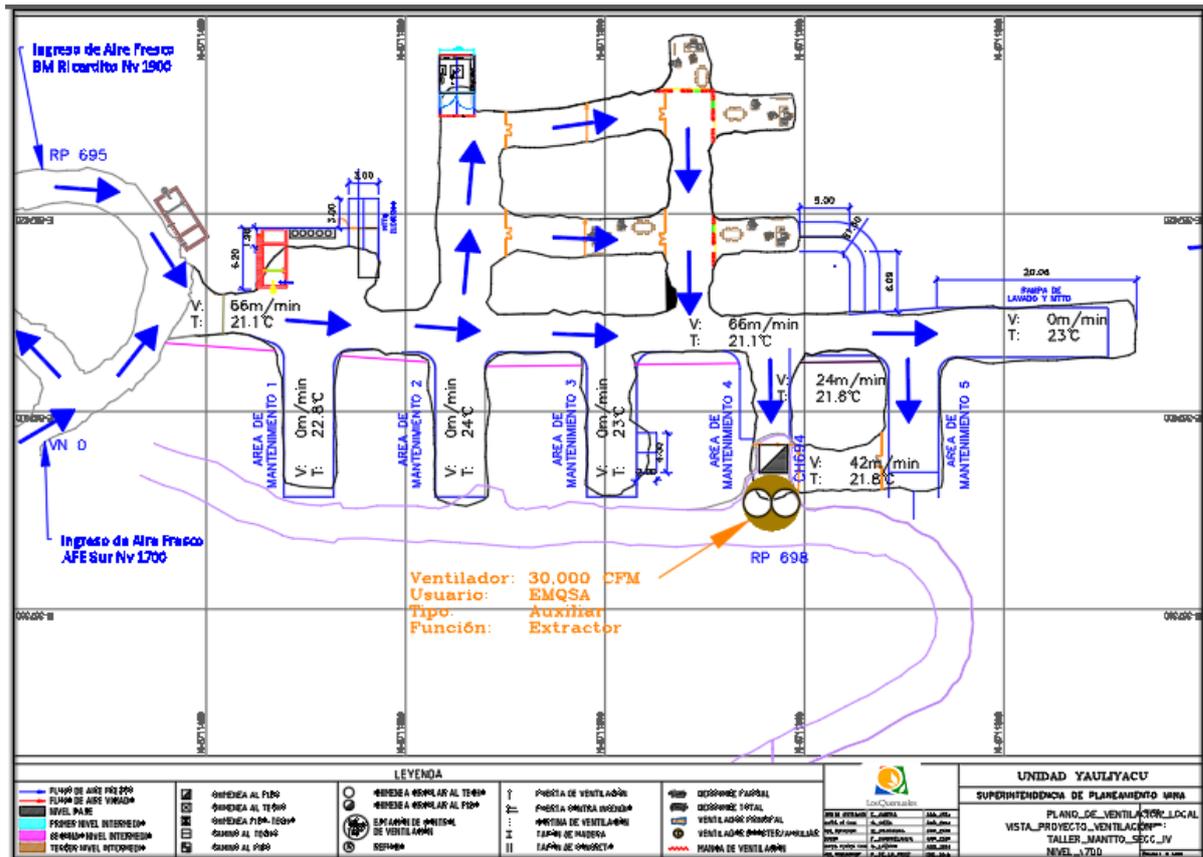
El sistema de ventilación previsto para el proyecto del nuevo Taller de Mantenimiento de la Sección IV, localizado en el nivel **1700 base** contempla un circuito de ventilación auxiliar a través de una chimenea de ventilación situada en el tope de la cámara de mantenimiento N°4 extremo norte del taller. El circuito propuesto considera un ingreso de aire fresco desde el AFE Sur y la Rampa 695 y una descarga de aire viciado por la **CH 694** hacia la **Rampa 698** con dirección a la Troncal San Juan en el nivel 1400 (Troncal de extracción de aire viciado Sección IV).

Con el fin de mejorar el Sistema de Ventilación que permita el **cumplimiento de la normatividad** se realiza el diseño integral del circuito de Ventilación para mantener una circulación de aire limpio y fresco en calidad y mantener dentro de los límites de exposición ocupacional para agentes químicos de acuerdo al **ANEXO N° 15**.

##### **b. Circuito de Ventilación Propuesto**

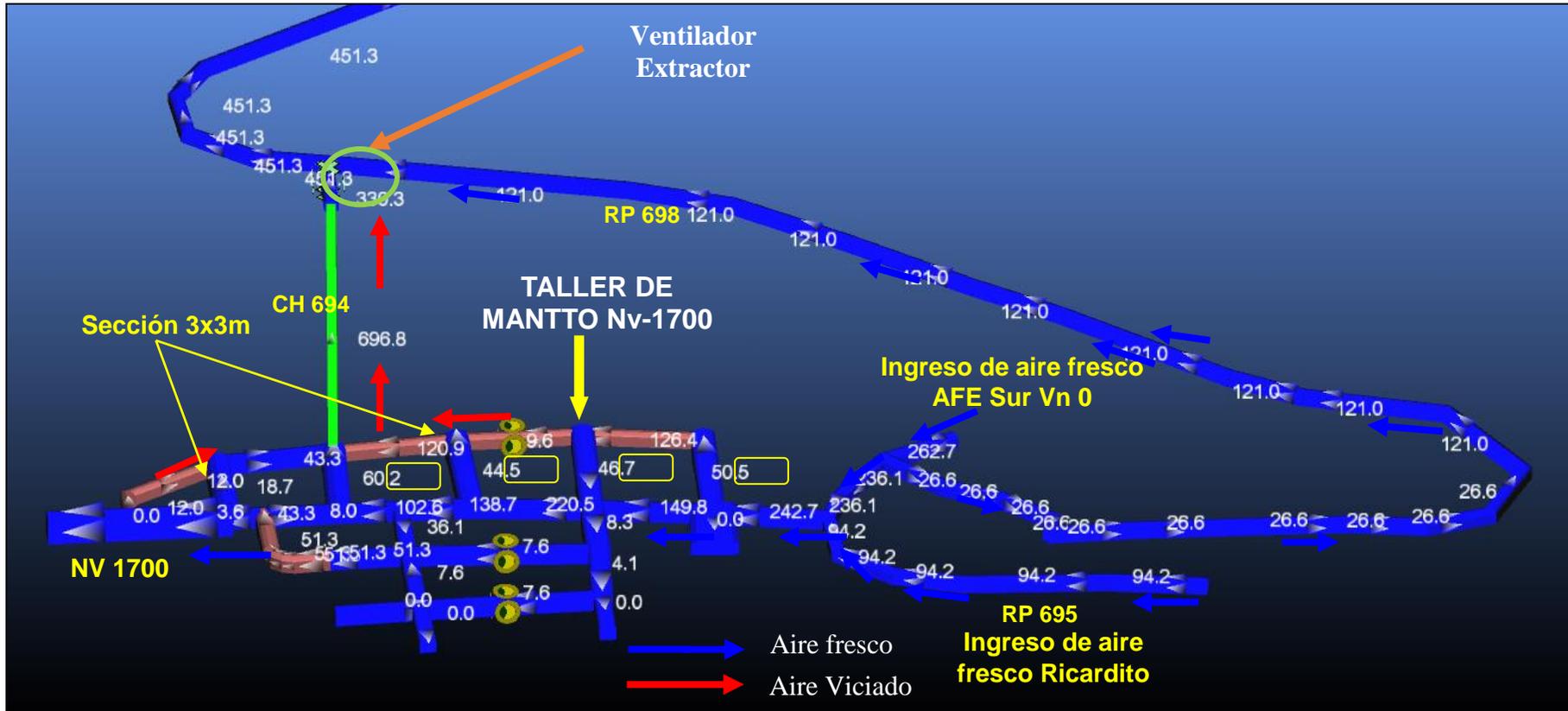
Considerando un ingreso de aire fresco proveniente de las labores antes mencionadas, se estima disponer de aire limpio durante las 24 horas de la guardia operativa. El flujo de aire fresco que ingresará al taller será direccionado hacia las cámaras del Taller de mantenimiento. El aire

viciado será direccionado por la chimenea de ventilación **CH 694** hacia la RP 698 en el Nv 1700 intermedio, continua su recorrido hacia el circuito principal de ventilación para ser evacuado hacia la Troncal San Juan (Troncal de extracción de aire viciado) mediante un ventilador de 200,000 cfm ubicado en el Nv H1 en superficie.

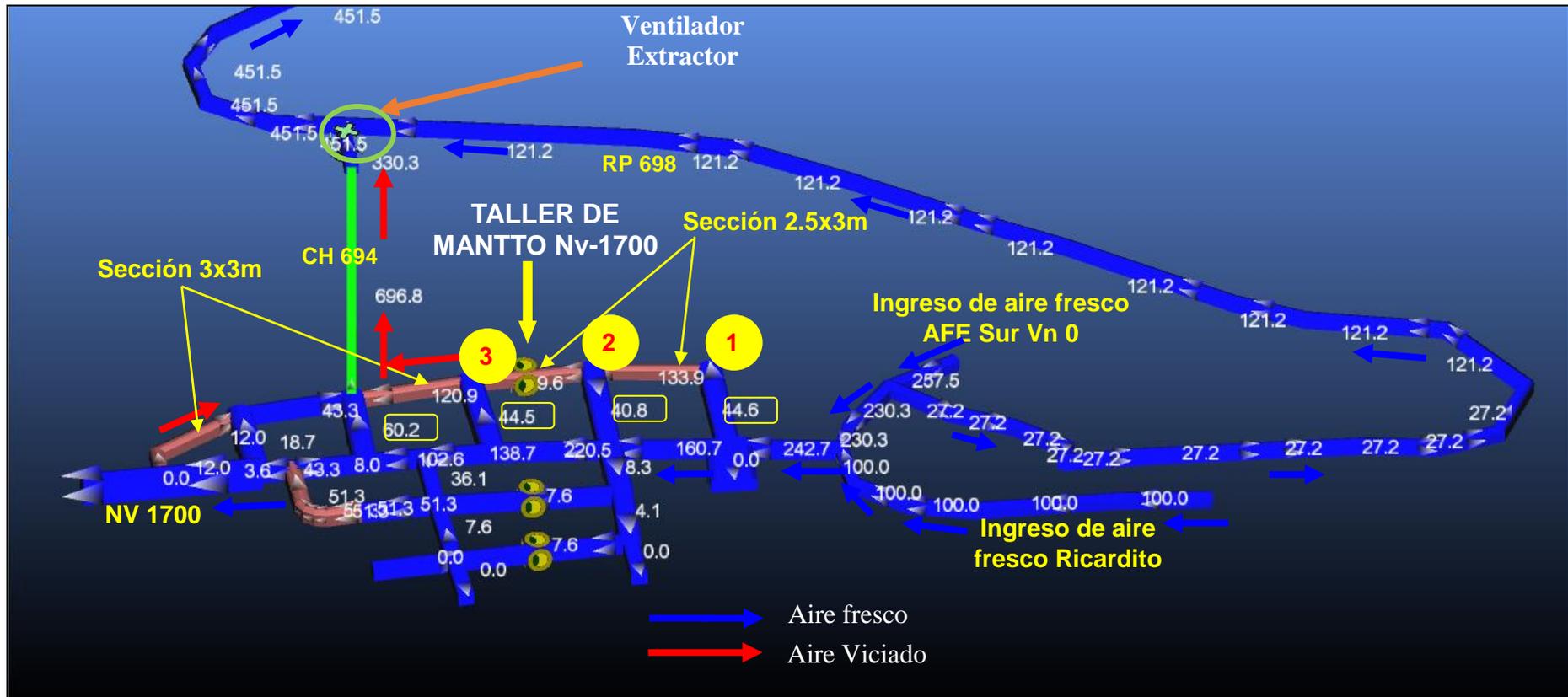


**Ilustración N° 01.** Plano de Ventilación actual del Taller de Mantenimiento Nv 1700. Las velocidades es 0m/min en las cámaras de mantenimiento, asimismo la temperatura se incrementa y se observa exhudación en los hastiales y techo de las cámaras.

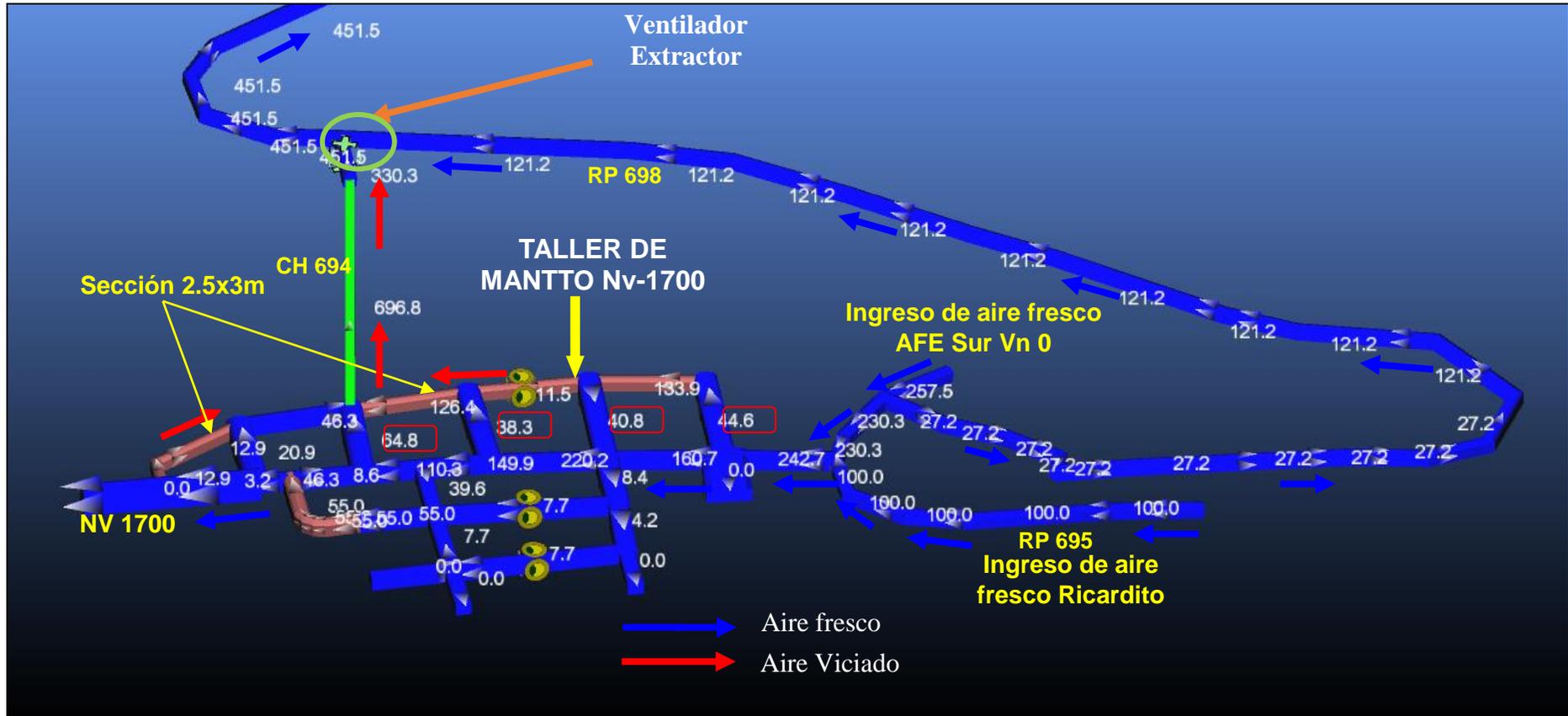




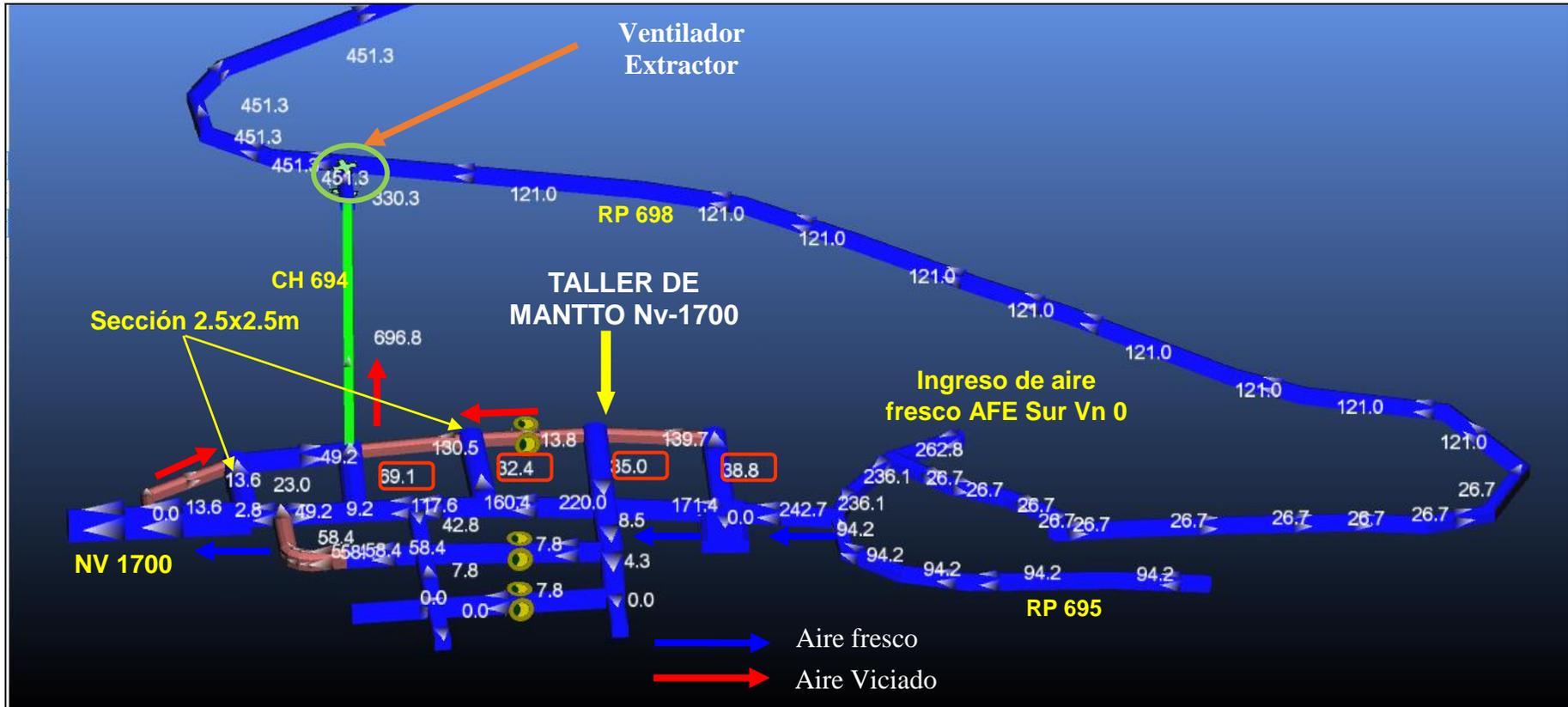
**Ilustración N° 03.** Vista isométrica – Simulación de velocidades ( pies/min) en Proyecto Taller de Mantenimiento Nv 1700 considerando una labor de comunicación entre cámaras de sección de 3x3 m.



**Ilustración N° 04.** Vista isométrica – Simulación de velocidades ( pies/min) en Proyecto Taller de Mantenimiento Nv 1700 considerando una labor de comunicación entre cámaras de sección de 2.5 x 3.0 m y 3.0 x 3.0 m.



**Ilustración N° 05.** Vista isométrica – Simulación de velocidades ( pies/min) en Proyecto Taller de Mantenimiento Nv 1700 considerando una labor de comunicación entre cámaras de sección de **2.5x3.0 m**.



**Ilustración N° 06.** Vista isométrica – Simulación de velocidades ( pies/min) en Proyecto Taller de Mantenimiento Nv 1700 considerando una labor de comunicación entre cámaras de sección de **2.5x2.5 m**.

### **c. Trabajos a Realizar**

Se propone la comunicación entre las cámaras 1, 2 y 3 mediante cruceros de sección **2.5x3.0 m (Ver ilustración N° 04)** las demás comunicaciones de sección **3.0x3.0m** para generar circuito de Ventilación en las cámaras del taller.

### **d. Consideraciones Adicionales**

Actualmente en las cámaras de mantenimiento se tiene una velocidad de 0 m/min y se observa incremento de temperatura, exudación en hastiales y techo. Asimismo, es difícil evacuar los gases y humo de las cámaras por no tener circuito de ventilación y el personal estaría expuesto a estos contaminantes.

### **e. Conclusiones**

El proyecto de ventilación propuesto para el taller de mantenimiento del **Nv 1700** Sección IV asegura un circuito de aire permanente a lo largo de la guardia operativa.

Para asegurar un sistema de ventilación libre de ventiladores adicionales y **cumplir con la normativa legal**, se requiere la comunicación entre cámaras mediante cruceros de sección **2.5 x 3.0m** y **3.0 x 3.0 (Ver ilustración N° 4)** para generar circuito de Ventilación en el taller.

### **f. Recomendaciones**

A fin de garantizar las condiciones Termo-ambientales adecuadas en el taller de mantenimiento, se recomienda que el acceso hacia la chimenea de ventilación **Ch 694** se encuentre libre de obstáculos como herramientas, materiales o maquinarias.



## **b. Evaluación:**

El sistema está compuesto por un Extractor de aire viciado de 60,000 CFM que direcciona el aire viciado hacia SAN JUAN, un ventilador auxiliar de 30,000 CFM , y el ingreso de aire fresco por laboreo antiguo y RP de acceso a estas labores. Durante la evaluación se encontró las siguientes deficiencias.

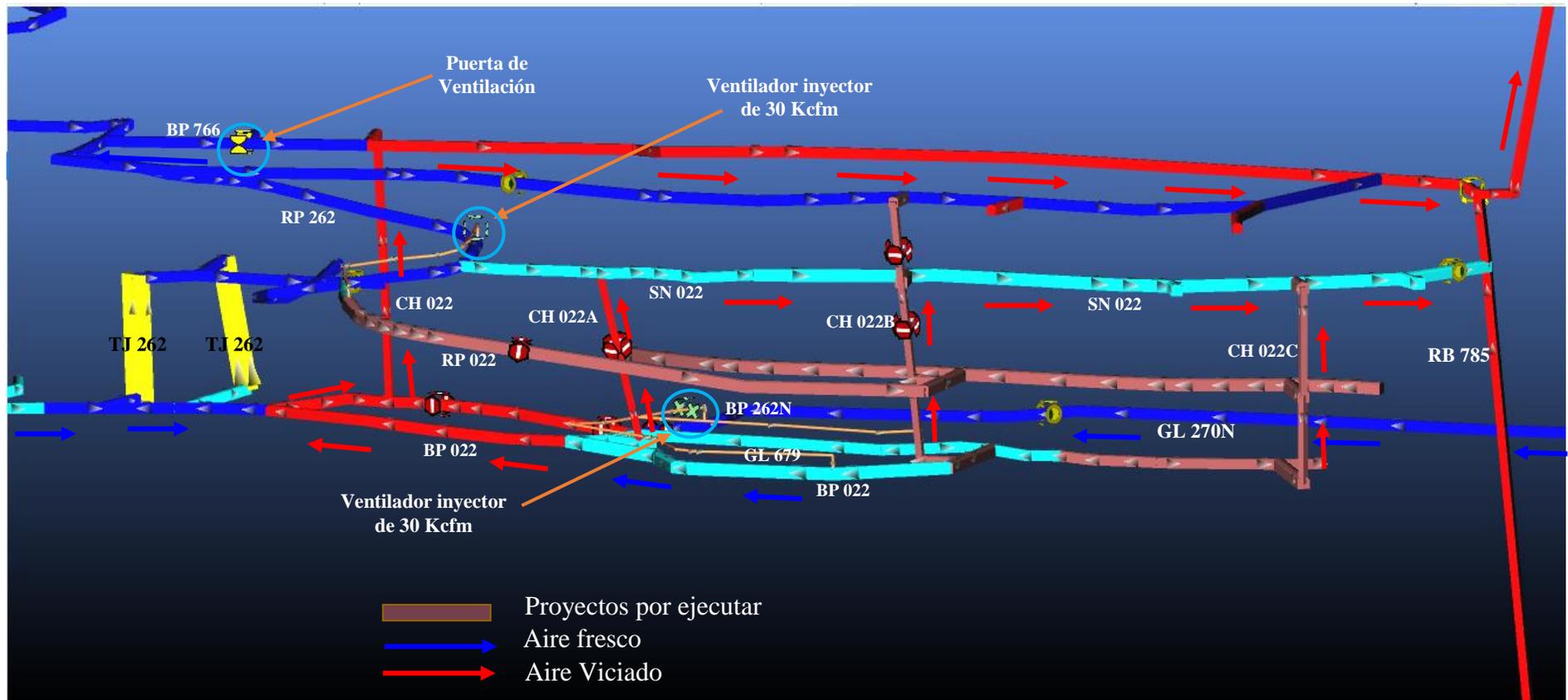
- Inoperatividad por falta de arrancador del extractor de 60,000 CFM.
- Mala ubicación de ventilador auxiliar de 30,000 CFM.
- Instalación de mangas deficientes.
- Obstrucción con carga de labores por donde se capta aire fresco.
- Acumulación de bancos en la VN donde actúa el Extractor de 60,000 CFM.
- Falta de CH de ventilación en el frente de avance del BP 022.

Al finalizar la evaluación se obtienen soluciones a corto plazo para aliviar el sistema de forma eficiente, así también se plantea soluciones integrales para evitar problemas similares durante el tiempo de ejecución de este proyecto.

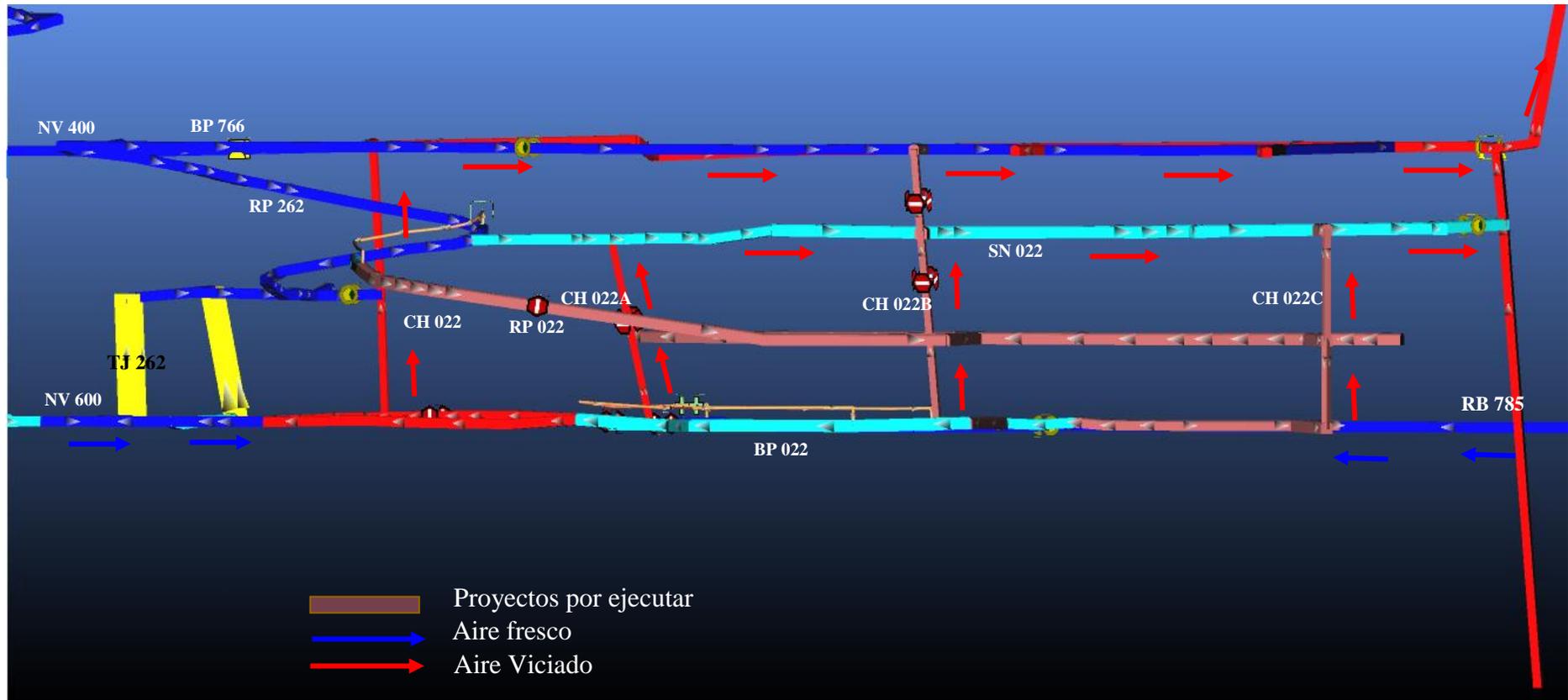
## **c. Diseño integral del circuito de Ventilación**

El circuito integral de Ventilación para la preparación y explotación del **Tj 022** es el siguiente: Al **BP 022** y la **GL 769** se inyectará aire fresco mediante 01 Ventilador de **30,000 cfm** ubicado en el **BP 262N**, el aire viciado de las labores se evacua por la **CH 022**; asimismo para la ejecución de la RP 022 se instalará 01 ventilador de 30,000 cfm en la **RP 262**, la evacuación de aire viciado será por el **SN 022** hacia el **RB 785**.

En la cabeza de la **CH 022** en el NV 400 se encuentra instalado un ventilador de **60,000 cfm** como extractor de aire viciado. A medida que se realizan los avances se debe contemplar la ejecución de la **CH 022A**, **CH 022B**, **CH 022C** para optimizar la longitud de alcance de los ventiladores y mejorar las condiciones termo ambientales.



**Imagen N° 09:** Esquema Circuito integral de Ventilación TJ 022



**Imagen N° 10:** Perfil del Circuito integral de Ventilación TJ 022

#### **d. Conclusiones**

- La acumulación de carga en la GL 270 E-W obstruye el ingreso de aire fresco al sistema por ende instalar un ventilador de 30,000 CFM para ventilar el BP 022 ocasiona que el aire inyectado recircule.
- Utilizar mangas de 24" para un ventilador de 30,000 CFM ocasiona mayor resistencia por ende perdida en distancia de ventilación, así mismo las fugas y malos acoples en las mangas ocasionan perdidas de presión y caudal.
- Acumular carga y bancos de mineral o desmonte en el radio de acción de una CH de extracción generara resistencia para una evacuación más fluida.
- Es de vital importancia la consideración de CH que integre el Nv base, Niveles intermedios y nivel superior de la preparación del Tj 022, esto para evitar problemas similares a los que se encontraron en esta evaluación.

#### **e. Recomendaciones**

- Realizar la limpieza de carga de la GI 270 para liberar el ingreso de aire fresco al sistema y este pueda ser captado por el ventilador de 30,000 CFM.
- Reemplazar las mangas de 24" por mangas de 32" en las secciones de 3.5 x 3.5, así mismo mejorar el estándar de instalación eliminando fugas de consideración y mejorando los acoples entre mangas.



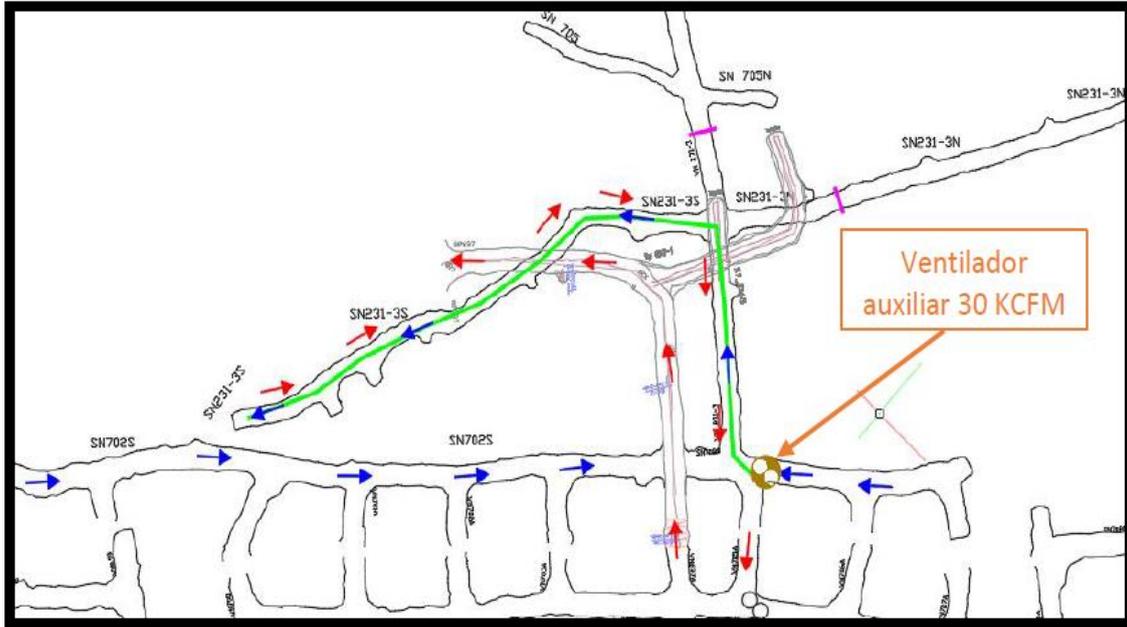


Imagen N° 11: Circuito de ventilación antes de la comunicación de SN 702 hacia el SN 231 3S

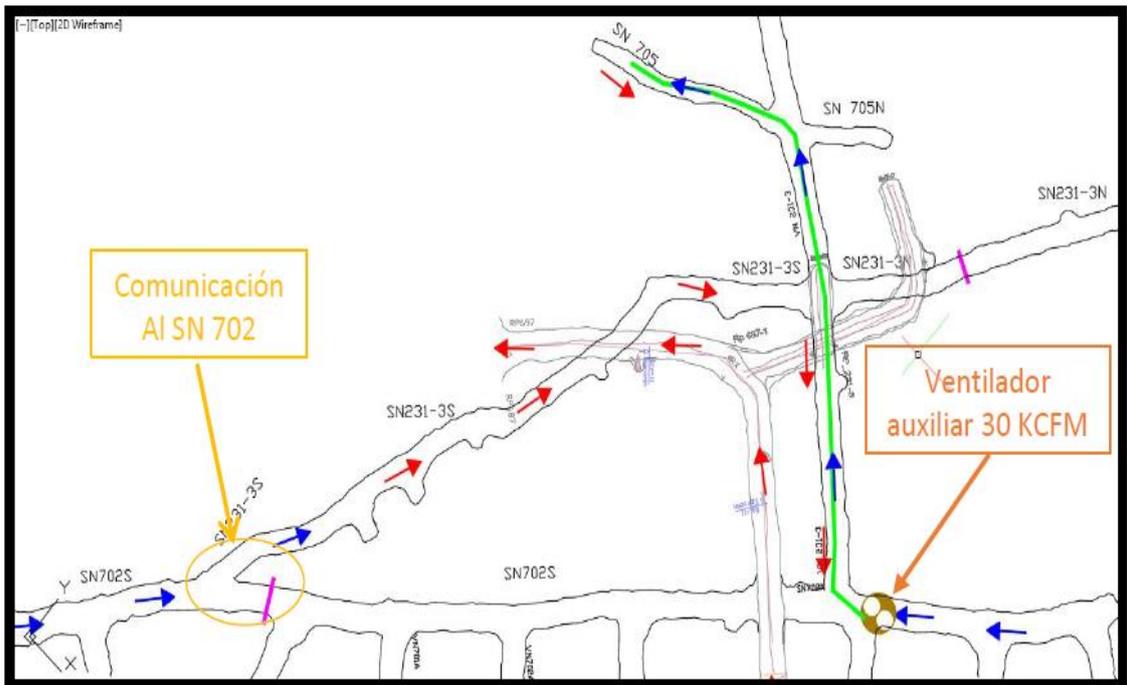


Imagen N° 12: Circuito de ventilación después de la comunicación de SN 702 hacia el SN 231 3N.

#### 4.5. Resumen de la evaluación de la ventilación

##### a) Relación de equipos e instrumentos

 Los Quemesales	FORMULARIO	CODIGO	FY-PTO-017
	EQUIPOS DE MONITOREOS DE VENTILACIÓN	REVISIÓN	01

ENERO 2018  
AREA DE VENTILACIÓN

Equipo de Monitoreo							Función	Estado	N° de Registro
N°	Equipo	Modelo	Marca	N° Interno	N° de Serie	Año de Compra			
1	Barotermohigroanemómetro. KESTREL 4200 546175 MINA	4200	KESTREL	EM-V-01	646175	2012	Medición de Velocidad de aire y condiciones termo ambientales	Calibrado y operativo	FY-PTO-017
2	Barotermohigroanemómetro. KESTREL 4200 546183 MINA	4200	KESTREL	EM-V-02	646183	2012	Medición de Velocidad de aire y condiciones termo ambientales	Calibrado y operativo	FY-PTO-017
3	Barotermohigroanemómetro. KESTREL 4200 713822 MINA	4200	KESTREL	EM-V-05	713822	2012	Medición de Velocidad de aire y condiciones termo ambientales	Calibrado y operativo	FY-PTO-017
4	Barotermohigroanemómetro. KESTREL 4500 546061 MINA	4500	KESTREL	EM-V-06	646061	2012	Medición de Velocidad de aire y condiciones termo ambientales	Calibrado y operativo	FY-PTO-017
5	Detector de gases múltiple. MSA ALTAIR 5X 000057435-F14 MINA	ALTAIR 5X	MSA	EM-V-24	000057435-F14	2014	Medidor de gases de ambiente (O2, CO, CO2, NO2, Combustible)	Calibrado y operativo	FY-PTO-019
6	Detector de gases múltiple. MSA ALTAIR 5X 000057439-F14 MINA	ALTAIR 5X	MSA	EM-V-23	000057439-F14	2014	Medidor de gases de ambiente (O2, CO, CO2, NO2, Combustible)	Calibrado y operativo	FY-PTO-019



MEDICION DE VELOCIDAD DE AIRE EN LABORES DE INTERIOR MINA

Período : Marzo 2018

ITEM	Fecha	Hora	Labor de.	Nivel	Sección	Labor	Sec. Transy (m)		Sección (m <sup>2</sup> )	Velocidad Aire (m/min)	Caudal Aire		
							Base	Altura			m <sup>3</sup> /min	m <sup>3</sup> /seg	
1	01-03-18	8:30 AM	Explotación	4100	VII	TJ 3011	3.45	3.40	11.14	52.20	582	9.59	20,042
2	01-03-18	8:20 AM	Preparación	4100	VII	SIN 7011-IN	3.45	3.40	11.14	45.87	511	8.52	18,050
3	01-03-18	9:56 AM	Desarrollo	4100	VII	RP 638	4.17	4.31	17.07	51.00	571	14.51	30,751
4	01-03-18	10:10 AM	Desarrollo	4100	VII	RP 185-2 (+)	3.85	3.89	13.13	65.27	557	14.28	30,264
5	02-03-18	9:38 AM	Desarrollo	1500	IV	RP 244-1	3.68	3.67	12.83	69.73	596	14.91	31,896
6	02-03-18	9:52 AM	Preparación	1500	IV	BP 695	3.85	3.87	14.15	67.53	558	15.93	33,757
7	02-03-18	10:25 AM	Explotación	1400	IV	TJ 673	4.21	3.85	14.20	51.00	724	12.07	25,872
8	02-03-18	11:38 AM	Preparación	1500	IV	CX 344	3.73	3.65	12.93	73.33	548	15.81	33,485
9	03-03-18	8:33 AM	Explotación	1900	IV	VN 520-2A	4.09	3.70	14.06	36.53	514	8.58	18,140
10	03-03-18	9:12 AM	Desarrollo	H3	I	RP 002	3.57	3.61	11.90	46.65	555	9.26	19,611
11	03-03-18	10:35 AM	Preparación	H3	I	GAL 742	4.11	3.64	14.21	47.27	672	11.20	23,723
12	04-03-18	8:32 AM	Preparación	1200	II	BP 365	3.56	3.60	12.18	42.13	513	8.55	18,116
13	04-03-18	9:38 AM	Preparación	1000	II	SIN 705	2.50	2.70	6.41	87.60	562	9.36	19,837
14	04-03-18	9:45 AM	Explotación	1000	II	TJ 251	3.00	2.90	8.27	54.73	452	7.54	15,976
15	04-03-18	10:40 AM	Explotación	1200	II	TJ 633	3.46	3.80	12.49	82.40	1,029	17.15	36,347
16	09-03-18	8:30 AM	Explotación	4100	VII	TJ 3011	3.45	3.40	11.14	52.80	588	9.81	20,778
17	09-03-18	9:20 AM	Preparación	4100	VII	SIN 7011-IN	3.45	3.40	11.14	46.53	518	8.64	18,312
18	09-03-18	9:56 AM	Desarrollo	4100	VII	RP 638	4.17	4.31	17.07	51.67	582	14.70	31,153
19	09-03-18	10:40 AM	Desarrollo	4100	VII	RP 185-2 (+)	3.85	3.89	13.13	65.93	566	14.43	30,573
20	10-03-18	9:48 AM	Desarrollo	1500	IV	RP 244-1	3.68	3.67	12.83	70.40	593	15.05	31,898
21	10-03-18	9:50 AM	Preparación	1500	IV	BP 695	3.85	3.87	14.15	58.20	565	16.09	34,091
22	10-03-18	10:35 AM	Explotación	1400	IV	TJ 673	4.21	3.85	14.20	51.60	733	12.21	25,873
23	10-03-18	11:45 AM	Preparación	1500	IV	CX 344	3.73	3.65	12.93	74.00	567	15.95	33,800
24	11-03-18	8:43 AM	Explotación	1900	IV	VN 520-2A	4.09	3.70	14.06	37.20	523	8.72	18,471
25	11-03-18	9:32 AM	Desarrollo	H3	I	RP 002	3.57	3.61	11.90	47.03	560	9.33	19,769
26	11-03-18	10:40 AM	Preparación	H3	I	GAL 742	4.11	3.64	14.21	47.93	681	11.35	24,058
27	12-03-18	8:36 AM	Preparación	1200	II	BP 365	3.56	3.60	12.18	42.20	514	8.55	18,144

## b) Relación de personal y equipo diesel

	FORMULARIO	CODIGO	FY-PTO-036
	REQUERIMIENTO DE AIRE POR SECCIÓN	REVISION	01

RESPONSABLE DE LA MEDICION	EDGARDO CASTRO	FIRMA	
OTRO PERSONAL PARTICIPANTE			
	FRANCISCO CHOCCELAHUA	FIRMA	
	0	FIRMA	
	0	FIRMA	

EVALUACION CORRESPONDIENTE AL MES DE:	JULIO
---------------------------------------	-------

SECCIÓN	PERSONAL			EQUIPOS DIESEL			REQ. TOTAL	
	Cant.	CFM	m3/min	Cant. HP's	CFM	m3/min	CFM	m3/min
SECCION I	58	12,237	346.50	1,837	155,695	4,408.80	167,932	4,755.30
SECCION II	49	10,457	296.10	1,562	132,388	3,748.80	142,844	4,044.90
SECCION III	49	10,457	296.10	1,435	121,624	3,444.00	132,080	3,740.10
SECCION IV	56	11,792	333.90	1,665	141,117	3,996.00	152,909	4,329.90
SECCION V	67	14,239	403.20	2,082	176,460	4,996.80	190,699	5,400.00
<b>TOTAL</b>	<b>279</b>	<b>59,180</b>	<b>1,675.80</b>	<b>8,581</b>	<b>727,284</b>	<b>20,594.40</b>	<b>786,465</b>	<b>22,270.20</b>
Ingreso total de aire fresco:							1,104,710	31,281.91
Cobertura:							140%	140%

	RELACION DE PERSONAL QUE INGRESA A MINA DE EMQSA Y EMPRESAS ESPECIALIZADAS
---	--

SECCION	EMPRESA	SUPERVISIÓN	TRABAJADORES	TOTAL	DS-024, m3/min	m <sup>3</sup> /min	cfm	
I	EMQSA	11	15	26	6	156	5509	11866
I	SIMAREG	2	22	24	6	144	5085	
I	RESEFER	1	3	4	6	24	848	
I	JEVIL	0	2	2	6	12	424	
II	EMQSA	12	7	19	6	114	4026	12290
II	SIMAREG	3	26	29	6	174	6145	
II	RESEFER	1	3	4	6	24	848	
II	JEVIL		2	2	6	12	424	
II	REDRILSA	1	3	4	6	24	848	
III	EMQSA	11	1	12	6	72	2543	9959
III	SIMAREG	3	26	29	6	174	6145	
III	RESEFER	0	0	0	6	0	0	
III	JEVIL		2	2	6	12	424	
III	REDRILSA	1	3	4	6	24	848	
IV	EMQSA	12	9	21	6	126	4450	12925
IV	SIMAREG	4	24	28	6	168	5933	
IV	RESEFER	1	5	6	6	36	1271	
IV	JEVIL		2	2	6	12	424	
IV	REDRILSA	1	3	4	6	24	848	
V	EMQSA	12	11	23	6	138	4873	14408
V	SIMAREG	4	28	32	6	192	6780	
V	RESEFER	1	6	7	6	42	1483	
V	JEVIL		2	2	6	12	424	
V	REDRILSA	1	3	4	6	24	848	
				<b>290</b>		<b>1740</b>	<b>61448</b>	



## EQUIPOS DIESEL

SECCIÓN	EQUIPO DIESEL	MARCA	MODELO	CODIGO	PLACA	ESTADO	HP	Cap. efectiva de Pot. a 4,000 mms (HP)	DM %	FUN	Qeq (m <sup>3</sup> /min)	Qeq (cm)
I	Camioneta 4x4 Pick up, (EMLOSA)	HELIX			AI1-804	OPERATIVO	90	57	75%	60%	77	2,703
I	Camioneta 4x4 Pick up, (EMLOSA)	HELIX			AI0-941	INOOPERATIVO	90	57	75%	60%	77	2,703
I	Camioneta 4x4 Pick up, (EMLOSA)	HELIX			AS1-883	OPERATIVO	90	57	75%	60%	77	2,703
I	Scoop N° 40, de 3.5 yd <sup>3</sup> , (EMLOSA)	ATLAS COPCO	ST-3.5	40	AVD 08013 8897 1415 00	OPERATIVO	165	104	75%	60%	140	4,956
I	Scoop N° 38, de 4.2 yd <sup>3</sup> , (EMLOSA)	CATERPILLAR	R1300G	38	N180333	OPERATIVO	165	104	75%	60%	140	4,956
I	Simba N° R-7, de 75 HP, (RESEFER)	RESEFER	NAUTILUS DS	7		OPERATIVO	75	47	75%	60%	64	2,253
I	Camioneta 4x4 Pick up, (SIMAREG)	HELIX		CA-01	WSV-026	OPERATIVO	90	57	75%	60%	77	2,703
I	Camioneta 4x4 Pick up, (JEVIL)	HELIX			AT19-561	BAJA	90	57	75%	60%	77	2,703
I	Camión (SIMAREG)	TOYOTA			BTG-765	OPERATIVO	100	63	75%	60%	85	3,004
I	Scoop N° 39, de 4.2 yd <sup>3</sup> , (SIMAREG)	CATERPILLAR	R1300G	39		OPERATIVO	165	104	75%	60%	140	4,956
I	Scoop N° 19, de 4.2 yd <sup>3</sup> , (SIMAREG)	CATERPILLAR	R1300G	19	N180320	OPERATIVO	165	104	75%	60%	140	4,956
I	Scoop N° 18, de 4.2 yd <sup>3</sup> , (SIMAREG)	CATERPILLAR	R1300G	18	N180318	OPERATIVO	165	104	75%	60%	140	4,956
I	Jumbo N° 03, de 75 HP, (SIMAREG)	SANDVIK	D0311	J9-05	L1406245	OPERATIVO	75	47	75%	60%	64	2,253
II	Camioneta 4x4 Pick up, (EMLOSA)	HELIX			AI1-884	OPERATIVO	90	57	75%	60%	77	2,703
II	Camioneta 4x4 Pick up, (EMLOSA)	HELIX			AS1-943	OPERATIVO	90	57	75%	60%	77	2,703
II	Scoop N° 53, de 4.2 yd <sup>3</sup> , (EMLOSA)	CATERPILLAR	R1300G	53	N18 00229	OPERATIVO	165	104	75%	60%	140	4,956
II	Scoop N° 56, de 4.2 yd <sup>3</sup> , (EMLOSA)	CATERPILLAR	R1300G	56	N1803294	OPERATIVO	165	104	75%	60%	140	4,956
II	Scoop N° 57, de 4.2 yd <sup>3</sup> , (EMLOSA)	CATERPILLAR	R1300G	57	N1803285	OPERATIVO	165	104	75%	60%	140	4,956
II	Camioneta 4x4 Pick up, (RESEFER)	HELIX			AI1-885	OPERATIVO	90	57	75%	60%	77	2,703
II	Simba N° 03, de 75 HP, (RESEFER)	RESEFER	NAUTILUS DS	3		OPERATIVO	75	47	75%	60%	64	2,253
II	Camioneta 4x4 Pick up, (SIMAREG)	TOYOTA	HYLIX	CA-02	WSU-771	OPERATIVO	90	57	75%	60%	77	2,703
II	Scoop N° 20, de 4.2 yd <sup>3</sup> , (SIMAREG)	CATERPILLAR	R1300G	20	N180344	OPERATIVO	165	104	75%	60%	140	4,956
II	Scoop N° 27, de 4.2 yd <sup>3</sup> , (SIMAREG)	CATERPILLAR	R1300G	27	N180314	OPERATIVO	165	104	75%	60%	140	4,956
II	Scoop N° 38, de 2.2 yd <sup>3</sup> , (SIMAREG)	KOMATSU	4LD	38-38	413	OPERATIVO	137	86	75%	60%	117	4,115
II	Jumbo N° 08, de 75 HP, (SIMAREG)	ATLAS COPCO	S10	J9-08		OPERATIVO	75	47	75%	60%	64	2,253
II	Jumbo 07, de 75 HP Mndi, (SIMAREG)	RESMIN	MUJI LHB	JMU-07		OPERATIVO	75	47	75%	60%	64	2,253
III	Camioneta 4x4 Pick up, (EMLOSA)	HELIX			AI1-877	OPERATIVO	90	57	75%	60%	77	2,703
III	Camioneta 4x4 Pick up, (EMLOSA)	HELIX			AI1-884	OPERATIVO	90	57	75%	60%	77	2,703
III	Microscoop N° 43, de 1.5 yd <sup>3</sup> , (EMLOSA)	ONTRAPIME	XU105D	3C-43		OPERATIVO	68	43	75%	60%	58	2,042
III	Scoop N° 39, de 2.5 yd <sup>3</sup> , (EMLOSA)	ATLAS COPCO	ST-2.5	39		OPERATIVO	137	86	75%	60%	117	4,115
III	Dumper N° 03, de 13 TN, (EMLOSA)	WAGNER	M7413	003	D8011P0201	DE BAJA	185	117	75%	60%	157	5,556
III	Camioneta 4x4 Pick up, (SIMAREG)	TOYOTA	HYLIX	CA-04	AT5-714	OPERATIVO	90	57	75%	60%	77	2,703
III	Scoop N° 23, de 2.5 yd <sup>3</sup> , (SIMAREG)	TOYOTA	HYLIX	CA-03	WSX-852	OPERATIVO	137	86	75%	60%	117	4,115
III	Scoop N° 26, de 4.2 yd <sup>3</sup> , (SIMAREG)	CATERPILLAR	R-1300	26	L1874856	OPERATIVO	165	104	75%	60%	140	4,956
III	Scoop N° 33, de 1.5 yd <sup>3</sup> , (SIMAREG)	ONTRAPIME	XU102D	3C-33	L1803157	OPERATIVO	75	47	75%	60%	64	2,253
III	Microscoop N° 35, de 0.7 yd <sup>3</sup> , (SIMAREG)	ONTRAPIME	XU102D	3C-35	T1876527	OPERATIVO	98	62	75%	60%	83	2,943
III	Microscoop N° 37, de 0.7 yd <sup>3</sup> , (SIMAREG)	TAMBROCK	EC-41D	3C-37	2893	OPERATIVO	98	62	75%	60%	83	2,943
III	Microscoop N° 42, de 1.5 yd <sup>3</sup> , (SIMAREG)	KOMATSU	4LD	3C-42		OPERATIVO	75	47	75%	60%	64	2,253
III	Dumper N° 01, de 16 ton, (SIMAREG)	SANDVIK	EC-417	D01-01		INOOPERATIVO	185	117	75%	60%	157	5,556
III	Dumper N° 02, de 16 ton, (SIMAREG)	SANDVIK	EC-416	D01-02		OPERATIVO	185	117	75%	60%	157	5,556
III	Dumper N° 03, de 16 ton, (SIMAREG)	SANDVIK	EC-416	D01-03		OPERATIVO	185	117	75%	60%	157	5,556
III	Jumbo N° 08, de 75 HP, (SIMAREG)	KOMATSU	107D	D01-08		OPERATIVO	75	47	75%	60%	64	2,253
IV	Camioneta 4x4 Pick up, (EMLOSA)				AI1-885	OPERATIVO	90	57	75%	60%	77	2,703
IV	Scoop N° 50, de 4.2 yd <sup>3</sup> , (EMLOSA)	CATERPILLAR	R1300G	50	L1878006	OPERATIVO	165	104	75%	60%	140	4,956
IV	Scoop N° 52, de 4.2 yd <sup>3</sup> , (EMLOSA)	CATERPILLAR	R1300G	52	L1801330	INOOPERATIVO	165	104	75%	60%	140	4,956
IV	Scoop N° 54, de 4.2 yd <sup>3</sup> , (EMLOSA)	CATERPILLAR	R1300G	54	N1803273	OPERATIVO	165	104	75%	60%	140	4,956
IV	Scoop N° 59, de 4.2 yd <sup>3</sup> , (EMLOSA)	CATERPILLAR	R1300G	59	N1803334	OPERATIVO	165	104	75%	60%	140	4,956
IV	Camioneta 4x4 Pick up, (SIMAREG)	TOYOTA	HYLIX	CA-05	11F-775	OPERATIVO	90	57	75%	60%	77	2,703

## RELACION DE EQUIPOS DIESEL EN INTERIOR MINA DE EMQSA y EMPRESAS ESPECIALIZADAS

ITEM	EQUIPO CÓDIGO / CAPACIDAD - EMPRESA	POTENCIA (HP)	PLACA	MODELO	ESTADO
<b>SECCIÓN I</b>					
1	Camioneta 4x4 Pick up, (EMLQSA)	90		HILUX	OPERATIVO
2	Camioneta 4x4 Pick up, (EMLQSA)	90	AEO-941	HILUX	OPERATIVO
3	Scoop N° 40, de 3.5 yd³, (EMLQSA)	165	SC - 40		OPERATIVO
4	Scoop N° 58, de 4.2 yd³, (EMLQSA)	165	SC - 58	R 1300G	OPERATIVO
5	Scoop N° 57, de 4.2 yd³, (EMLQSA)	165	SC - 57	R 1300G	OPERATIVO
6	Simba N° 01, de 75 HP, (RESEFER)	75	SB - 01		OPERATIVO
7	Simba N° 05, de 75 HP, (RESEFER)	75	SB - 05		OPERATIVO
8	Camioneta 4x4 Pick up, (SIMAREG)	90		HILUX	OPERATIVO
9	Scoop N° 31, de 2.5 yd³, (SIMAREG)	137	SC - 31		OPERATIVO
10	Scoop N° 22, de 4.2 yd³, (SIMAREG)	165	SC - 22	R 1300G	OPERATIVO
11	Scoop N° 19, de 4.2 yd³, (SIMAREG)	165	SC - 19	R 1300G	OPERATIVO
12	Scoop N° 18, de 4.2 yd³, (SIMAREG)	165	SC - 18	R 1300G	OPERATIVO
13	Jumbo N° 05, de 75 HP, (SIMAREG)	75	JB - 05		OPERATIVO
14	Minicargador N° 01, (SIMAREG)	35	M - 01		OPERATIVO
15	Camioneta 4x4 Pick up, (REDRILSA)	90		HILUX	OPERATIVO
<b>SECCIÓN II</b>					
16	Camioneta 4x4 Pick up, (EMLQSA)	90	AFI-884	HILUX	OPERATIVO
17	Camioneta 4x4 Pick up, (EMLQSA)	90		HILUX	OPERATIVO
18	Scoop N° 53, de 4.2 yd³, (EMLQSA)	165	SC - 53	R 1300G	OPERATIVO
19	Scoop N° 56, de 4.2 yd³, (EMLQSA)	165	SC - 56	R 1300G	OPERATIVO
20	Scoop N° 57, de 4.2 yd³, (EMLQSA)	165	SC - 57	R 1300G	OPERATIVO
21	Camioneta 4x4 Pick up, (RESEFER)	90		HILUX	OPERATIVO
22	Simba N° 03, de 75 HP, (RESEFER)	75	SB - 03		OPERATIVO
23	Scoop N° 20, de 4.2 yd³, (SIMAREG)	165	SC - 20	R 1300G	OPERATIVO
24	Scoop N° 27, de 4.2 yd³, (SIMAREG)	165	SC - 27	R 1300G	OPERATIVO
25	Scoop N° 38, de 2.2 yd³, (SIMAREG)	137	SC - 38		OPERATIVO
26	Jumbo N° 08, de 75 HP, (SIMAREG)	75	JB - 08		OPERATIVO

SECCION III					
27	Camioneta 4x4 Pick up, (EMLQSA)	90		HILUX	OPERATIVO
28	Camioneta 4x4 Pick up, (EMLQSA)	90		HILUX	OPERATIVO
29	Microscop N° 37, de 1.5 yd³, (EMLQSA)	75	SC - 37		OPERATIVO
30	Microscop N° 15, de 1.0 yd³, (EMLQSA)	75	SC - 15		OPERATIVO
31	Microscop N° 08, de 0.7 yd³, (EMLQSA)	75	SC - 08		OPERATIVO
32	Scoop N° 23, de 3.5 yd³, (SIMAREG)	165	SC - 23		OPERATIVO
33	Scoop N° 26, de 4.2 yd³, (SIMAREG)	165	SC - 26	R 1300G	OPERATIVO
34	Scoop N° 33, de 1.5 yd³, (SIMAREG)	75	SC - 33		OPERATIVO
35	Scoop N° 35, de 0.7 yd³, (SIMAREG)	75	SC - 35		OPERATIVO
36	Dumper N° 01, de 16 ton, (SIMAREG)	185	DP - 01		OPERATIVO
37	Dumper N° 05, de 16 ton, (SIMAREG)	185	DP - 05		OPERATIVO
SECCIÓN IV					
38	Camioneta 4x4 Pick up, (EMLQSA)	90	AEL-887	HILUX	OPERATIVO
39	Camioneta 4x4 Pick up, (EMLQSA)	90		HILUX	OPERATIVO
40	Scoop N° 50, de 4.2 yd³, (EMLQSA)	165	SC - 50	R 1300G	OPERATIVO
41	Scoop N° 52, de 4.2 yd³, (EMLQSA)	165	SC - 52	R 1300G	OPERATIVO
42	Scoop N° 54, de 4.2 yd³, (EMLQSA)	165	SC - 54	R 1300G	OPERATIVO
43	Scoop N° 59, de 4.2 yd³, (EMLQSA)	165	SC - 59	R 1300G	OPERATIVO
44	Scoop N° 32, de 4.2 yd³, (SIMAREG)	165	SC - 32	R 1300G	OPERATIVO
45	Scoop N° 29, de 4.2 yd³, (SIMAREG)	165	SC - 29	R 1300G	OPERATIVO
46	Jumbo N° 06, de 75 HP, (SIMAREG)	75	JB - 06		OPERATIVO
47	Simba N° 08, de 75 HP, (RESEFER)	75	SB - 08		OPERATIVO
48	Simba N° 02, de 75 HP, (RESEFER)	75	SB - 02		OPERATIVO
49	Camioncito, de 100 HP, (EMLQSA)	100	APN-776		OPERATIVO
SECCIÓN V					
50	Camioneta 4x4 Pick up, (EMLQSA)	90		HILUX	OPERATIVO

## c) Inventario de ventiladores principales



### INVENTARIO DE VENTILADORES

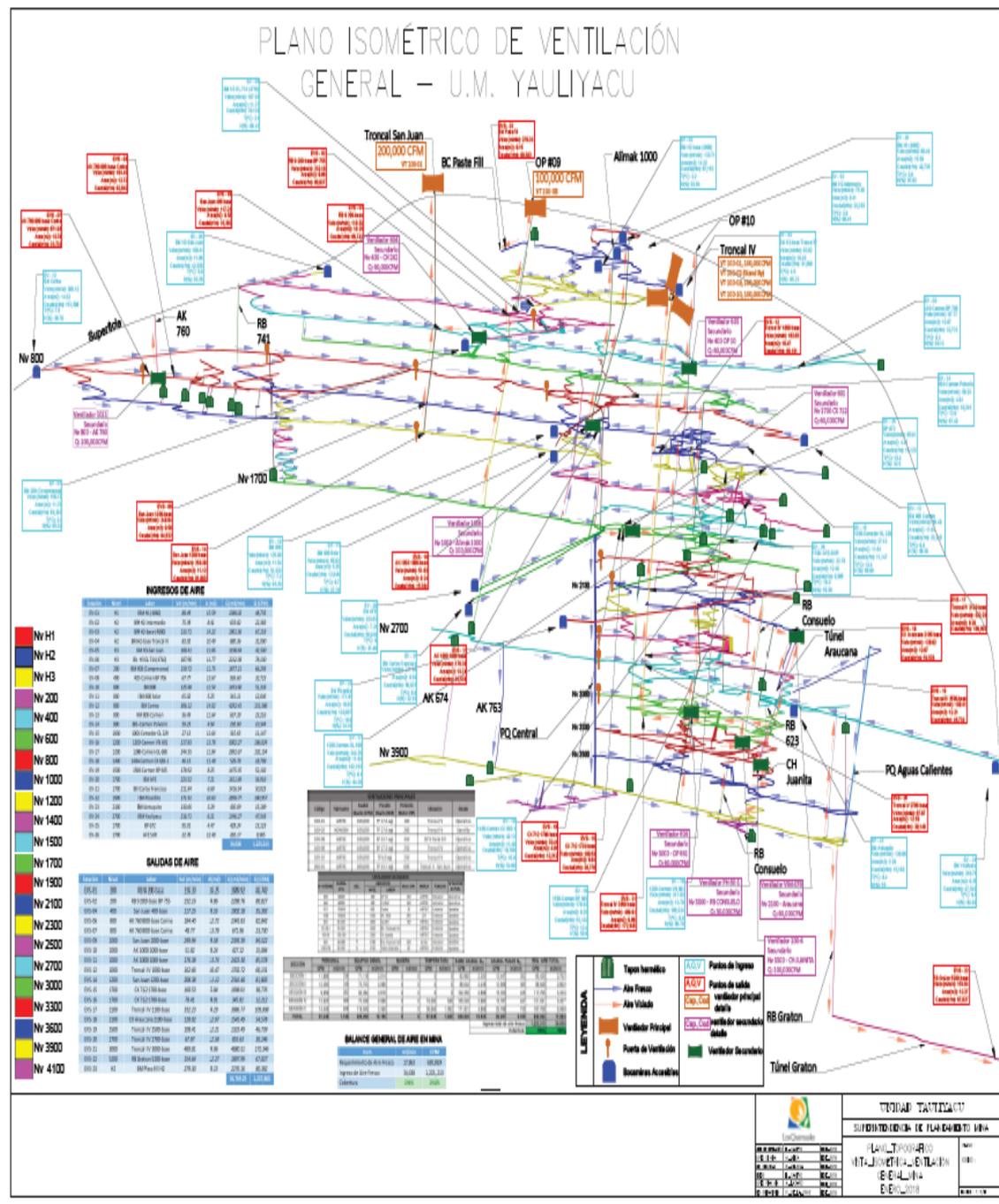
FECHA: ENERO 2018

VENTILADORES PRINCIPALES													
ITEM	SECCIÓN	CÓDIGO	MARCA	NIVEL	POTENCIA (HP)	FUNCIÓN	UBICACIÓN	LOCALIZACIÓN DE VENTILADOR	ZONA DE INFLUENCIA	CAUDAL (CFM)	SILENCIADOR	PANEL DE CONTROL	ESTADO
1	I	VT 100-01	AIRTEC	H2	160	EXTRACTOR	Superficie	Troncal IV	Troncal IV	100,000	NO	SI	OPERATIVO
2	I	VT 100-08	AIRTEC	H1	350	EXTRACTOR	Superficie	OP 9	OP 9	100,000	NO	SI	OPERATIVO
3	I	VT 100-09	AIRTEC	H2	250	EXTRACTOR	Superficie	Troncal IV	Troncal IV	100,000	NO	SI	OPERATIVO
4	I	VT 100-10	HONDEN	H2	250	EXTRACTOR	Superficie	Troncal IV	Troncal IV	100,000	NO	SI	OPERATIVO
5	I	VT 200-01	AIRTEC	H1	600	EXTRACTOR	Superficie	Troncal San Juan	Troncal San Juan	200,000	NO	SI	OPERATIVO

VENTILADORES SECUNDARIOS													
1	I	VT 100-04	AIRTEC	H3	125	EXTRACTOR	Interior Mina	RB 290	RB 290	100,000	NO	NO	OPERATIVO
2	I	VT 60-03	JOY	400	200	EXTRACTOR	Interior Mina	OP 10	OP 10	60,000	NO	NO	STAND BY
3	II	VT 12	AIRTEC	800	60	EXTRACTOR	Interior Mina	Pique Antiguo	Pique Antiguo	30,000	NO	NO	OPERATIVO
4	IV	VT 60-01	AIRTEC	1700	150	EXTRACTOR	Interior Mina	CX 712	CX 712	60,000	NO	NO	OPERATIVO
5	V	VT 60-04	AIRTEC	2100	150	EXTRACTOR	Interior Mina	Tunel Araucana	Tunel Araucana	60,000	NO	NO	OPERATIVO
6	V	VT 60-02	JOY	3000	150	EXTRACTOR	Interior Mina	OP-661	OP-661	50,000	NO	NO	OPERATIVO
7	V	VT 40-05	JOY	3300	120	EXTRACTOR	Interior Mina	OP-660	OP-660	50,000	NO	NO	OPERATIVO
8	V	VT 100-07	JOY	3300	200	EXTRACTOR	Interior Mina	Ch- Juanita	Ch- Juanita	100,000	NO	NO	OPERATIVO

VENTILADORES AUXILIARES													
1	I	VT 25	AIRTEC	H2	25	INYECTOR	Interior Mina	BP 725	Polvorin Auxiliar Nv. H2	10,000	NO	NO	OPERATIVO
2	I	VT 30-26	AIRTEC	H3	60	INYECTOR	Interior Mina	RP 012	RP 012	10,000	NO	NO	OPERATIVO
3	I	VT 30-28	AIRTEC	H3	60	INYECTOR	Interior Mina	VN 674 -1	GL 742	30,000	NO	NO	OPERATIVO
4	I	VT 12	AIRTEC	200	25	INYECTOR	Interior Mina	RP 748	RP 750	20,000	NO	NO	OPERATIVO
5	I	SIMAREG 01	NN	200	60	INYECTOR	Interior Mina	GL 739	RP 002	30,000	NO	NO	OPERATIVO
6	I	VT 10-03	JOY	400	30	INYECTOR	Interior Mina	BP 751	BP 752	10,000	NO	NO	OPERATIVO
7	I	VT 30-40	TIGRE	400	60	INYECTOR	Interior Mina	TJ 748	TJ 749	30,000	NO	NO	OPERATIVO
8	I	VIM 068	AIRTEC	400	100	EXTRACTOR	Interior Mina	Winze 262	Winze 262	60,000	NO	NO	OPERATIVO
9	II	SIMAREG 02	NN	600	60	INYECTOR	Interior Mina	RP 262	SN 263	30,000	NO	NO	OPERATIVO
10	II	VT 10-08	JOY	800	35	INYECTOR	Interior Mina	BP 737	Polvorin Auxiliar Accesorios Nv. 800	10,000	NO	NO	OPERATIVO
11	II	VT 10-07	JOY	800	30	INYECTOR	Interior Mina	BP 737	Polvorin Auxiliar Explosivos Nv. 800	10,000	NO	NO	OPERATIVO
12	II	VT 12	AIRTEC	800	25	INYECTOR	Interior Mina	RP 731 TJ 730	RP 731 TJ 731	30,000	NO	NO	OPERATIVO
13	II	VT 30-30	AIRTEC	800	60	INYECTOR	Interior Mina	BP 270 NE	SN 525	30,000	NO	NO	OPERATIVO
14	II	VT 30-08	AIRTEC	1000	60	INYECTOR	Interior Mina	VN 757	SN 705	30,000	NO	NO	OPERATIVO
15	II	VT 30-07	JOY	1000	60	INYECTOR	Interior Mina	Taller Mantenimiento El	Taller Mantenimiento Eléctrico	30,000	NO	NO	INOPERATIVO
16	II	VT 308	JOY	1000	30	INYECTOR	Interior Mina	RP 756	RP 757	30,000	NO	NO	OPERATIVO
17	II	SIMAREG 08	NN	1200	60	INYECTOR	Interior Mina	GL 231	GL 231	30,000	NO	NO	OPERATIVO
18	II	VT 401	JOY	1200	100	INYECTOR	Interior Mina	VN 695-0	VN 695-1	40,000	NO	NO	OPERATIVO
19	II	VT 30-16	AIRTEC	1200	60	INYECTOR	Interior Mina	RP 690	RP 691	30,000	NO	NO	OPERATIVO
20	II	VT 30-30	AIRTEC	1200	60	INYECTOR	Interior Mina	VN 366 - 3	BP 366	30,000	NO	NO	OPERATIVO
21	II	VT 30-04	TERMOTROL	1200	60	INYECTOR	Interior Mina	CX 684	CX 685	30,000	NO	NO	OPERATIVO
22	IV	VT 30-05	AIRTEC	1500	55	INYECTOR	Interior Mina	OL 695 N	BP 695	30,000	NO	NO	INOPERATIVO
23	IV	30-27	TIGRE	1500	60	INYECTOR	Interior Mina	VN 241 - 1	CX 244	30,000	NO	NO	OPERATIVO
24	IV	30-28	TIGRE	1500	60	INYECTOR	Interior Mina	OL 241	RP(+)- 241 - 1	30,000	NO	NO	OPERATIVO
25	IV	VT 30-1	AIRTEC	1800	60	INYECTOR	Interior Mina	BP 869	TJ 869	30,000	NO	NO	STAND BY
26	IV	VT 10-13	AIRTEC	1800	25	INYECTOR	Interior Mina	BP 869	TJ 869	10,000	NO	NO	OPERATIVO

### d) Plano Isométrico de ventilación





#### 4.6. IMPLEMENTACION DE SILENCIADORES EN VENTILADORES PRINCIPALES EN LA TRONCAL IV



**a. Objetivo:** Mantener los parámetros permisibles de nivel de ruido que se puedan generar durante el funcionamiento de los ventiladores, para reducir el desplazamiento de la fauna.

##### **b. INSTALACIÓN DE SILENCIADORES EN TRONCAL IV**

Como parte del proceso de mejora continua, Empresa minera los Quenuales instaló silenciadores a los Ventiladores principales de la Troncal IV: VT-100-09 y VT-100-01, ambos ventiladores de 100,000 cfm. Progresivamente se estará implementando silenciadores a los Ventiladores Principales.

Concluido los trabajos de instalación de Silenciadores, se realizó medición de nivel de ruido con todos los Ventiladores de la Troncal IV encendidos.



**Foto N° 05, 06: Troncal IV, Ventilador VT-100-09 de 100,000 cfm con Silenciador instalado.**



**Foto N° 07, 08: Troncal IV, Ventilador VT-100-01 de 100,000 cfm con Silenciador instalado.**



**Foto N° 09, 10: Troncal IV, Medición de Nivel de ruido 94.1 dB.**

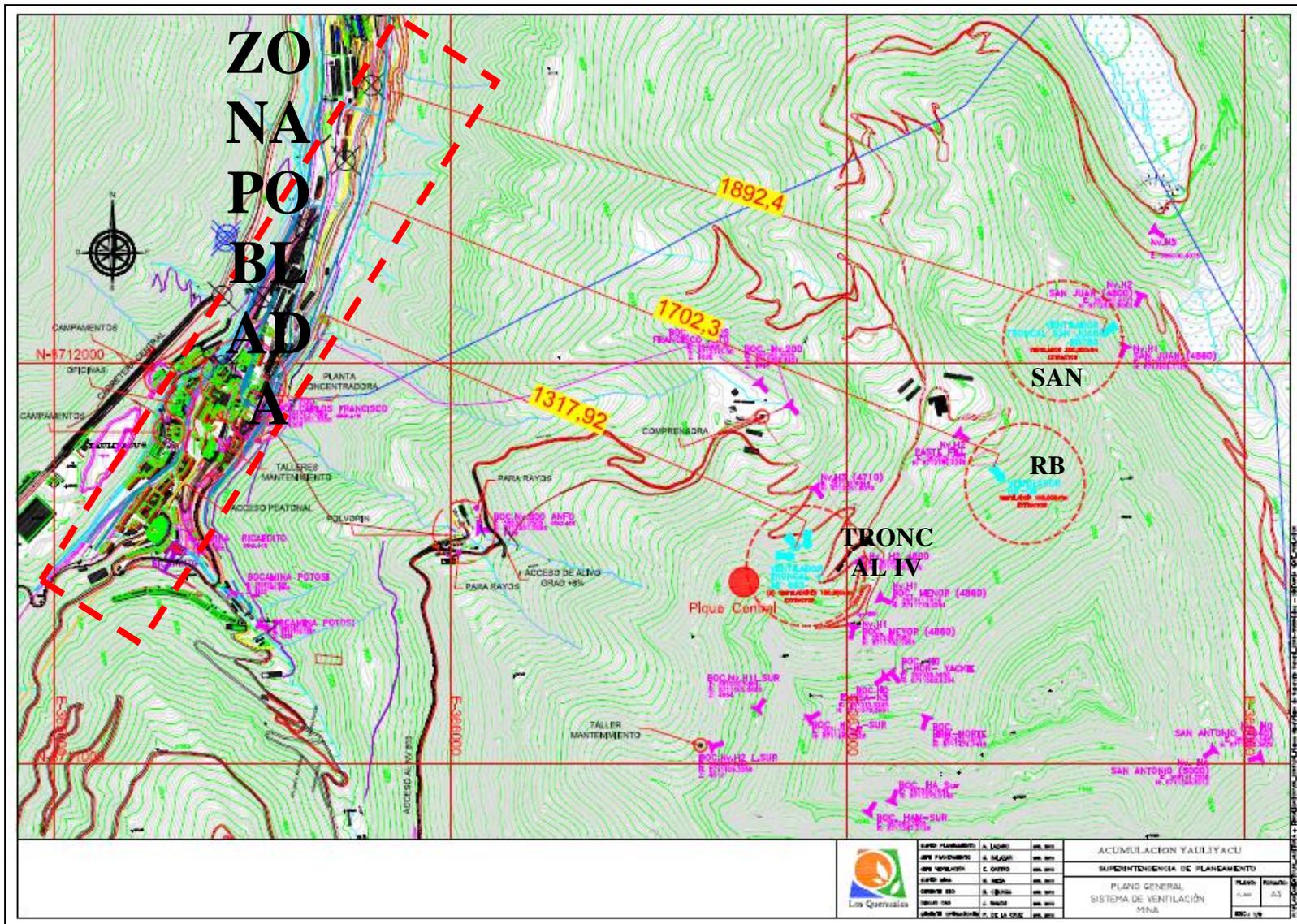


Foto N° 11: Ubicación de los Ventiladores respecto a áreas de trabajo y zonas

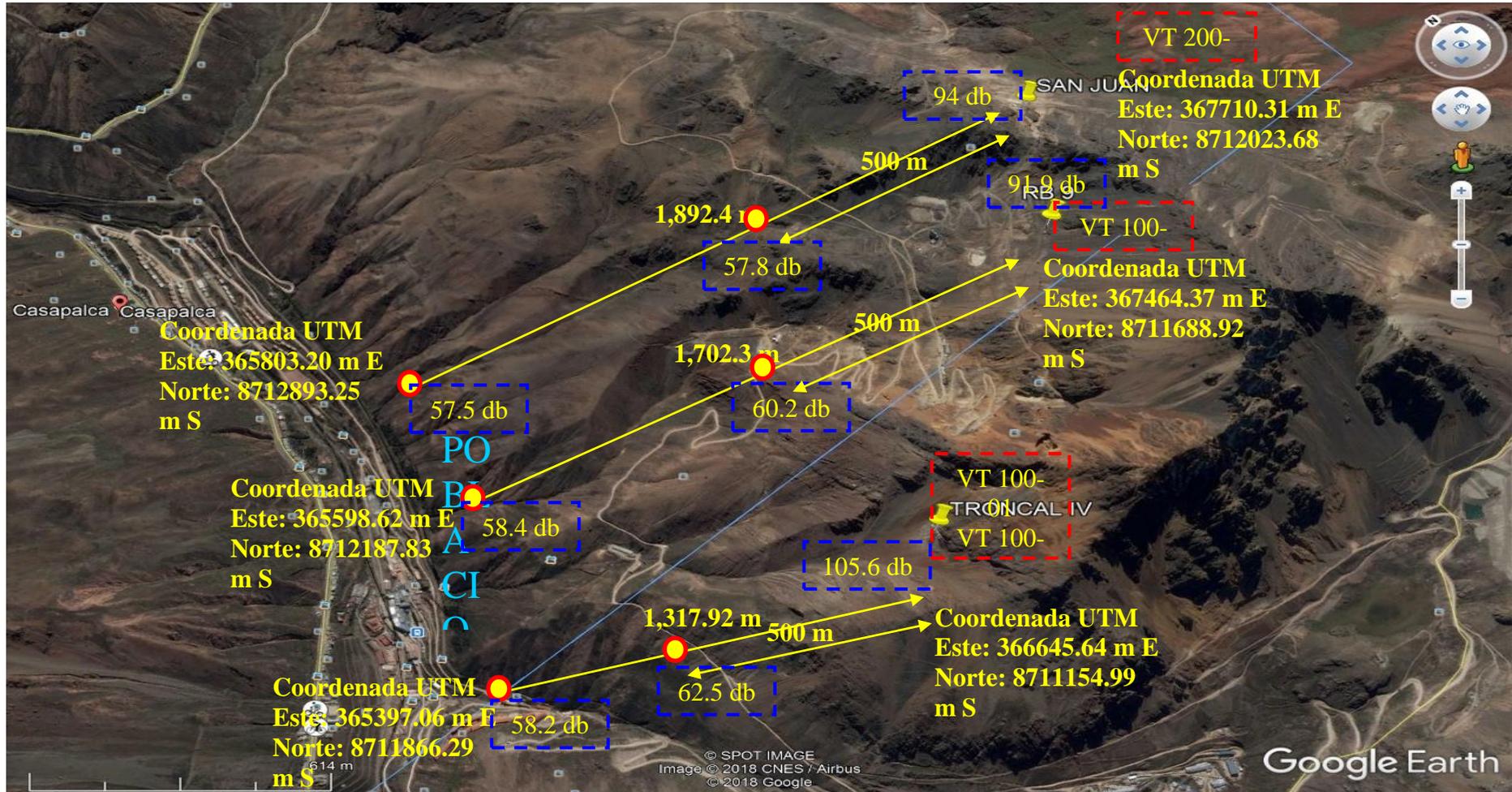


Foto N° 12: Vista satelital – Ubicación de Ventiladores principales





*Foto N° 13, 14, 15: Medición de Nivel de ruido en los Ventiladores principales: Troncal IV, RB 9, San Juan. Antes de la instalación de los silenciadores.*

### **c. Conclusiones**

- Según las modificatorias contenidas en el **DS-023-2017-EM**, los ventiladores deben estar provistos de silenciadores para minimizar los ruidos **en áreas de trabajo o en zonas con poblaciones** donde puedan ocasionar perjuicios en la salud de las personas. En el caso de los ventiladores principales de EMQSA – UM Yauliyacu, se encuentran a una distancia mayor a 1 km de las zonas pobladas y a 500 m en horizontal de las zonas de operación, sin perjudicar la salud de las personas.
- Los ventiladores principales, situados en la estación de ventilación Troncal IV, RB 9, Troncal San Juan se encuentran topográficamente ubicados en la

ladera del cerro Yauliyacu, con una influencia sonora mitigada en un radio de 500 metros por cerros laterales que impiden la dispersión abierta.

- En la zona poblada no se percibe el ruido de los ventiladores principales, el dato registrado en la población es básicamente del ruido del viento y vehículos en tránsito.
- Se reduce el nivel de ruido en la Troncal IV de **105.6 dB** (sin silenciadores) a **94.1 dB (con silenciadores)**.
- Como parte de la mejora continua, **EMQSA UM Yauliyacu** progresivamente implementará Silenciadores a los ventiladores principales faltantes.

#### **4.7. PROYECTO TRONCAL V - Ventilación de Profundización**

##### **4.7.1. Resumen**

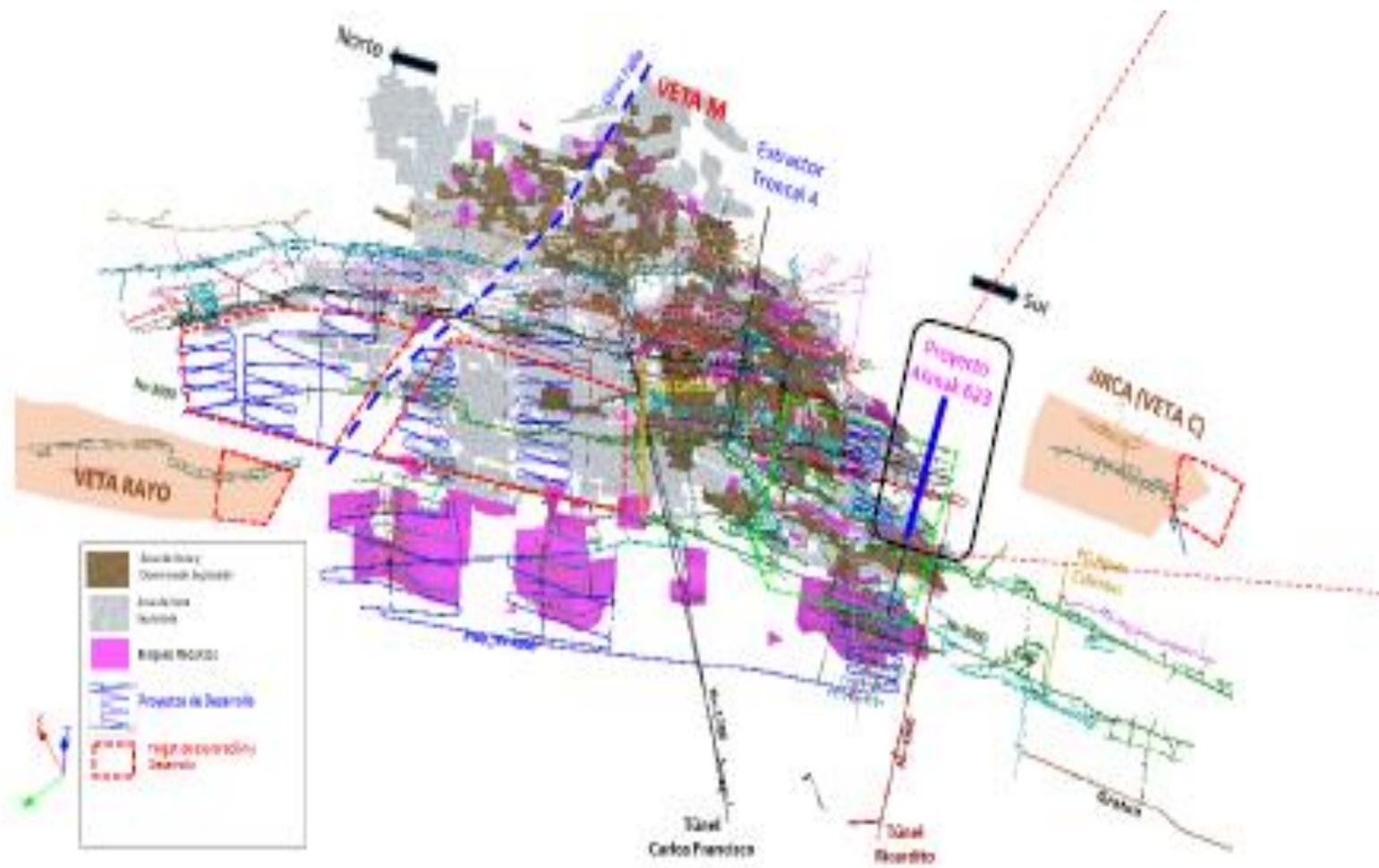
- El circuito de Ventilación de Mina Yauliyacu, está bastante diferenciado y sectorizado por Zona Alta y Zona Baja. La Zona Alta presenta mejor nivel de ventilación pues tienen más ingresos de aire fresco forzado por 03 chimeneas Extractoras (Troncal San Juan@200kcfm, Chim-OP9@100kcfm y parte de la Troncal IV@170kcfm).
- La Zona Baja tiene un aporte del 50% de la producción y su sistema de ventilación tiene su ingreso de Aire fresco por el Nv1700-Pique Central@95kcfm y la Bocamina Yauliyacu@48kcfm, el cual es forzado solo por la chimenea Troncal IV@130kcfm.
- Actualmente El Aire Fresco que ingresa por el Pique Central solo tienen un alcance eficiente del lado norte de la zona baja y es insuficiente para el lado sur, realizando mucho recorrido (1500m), el

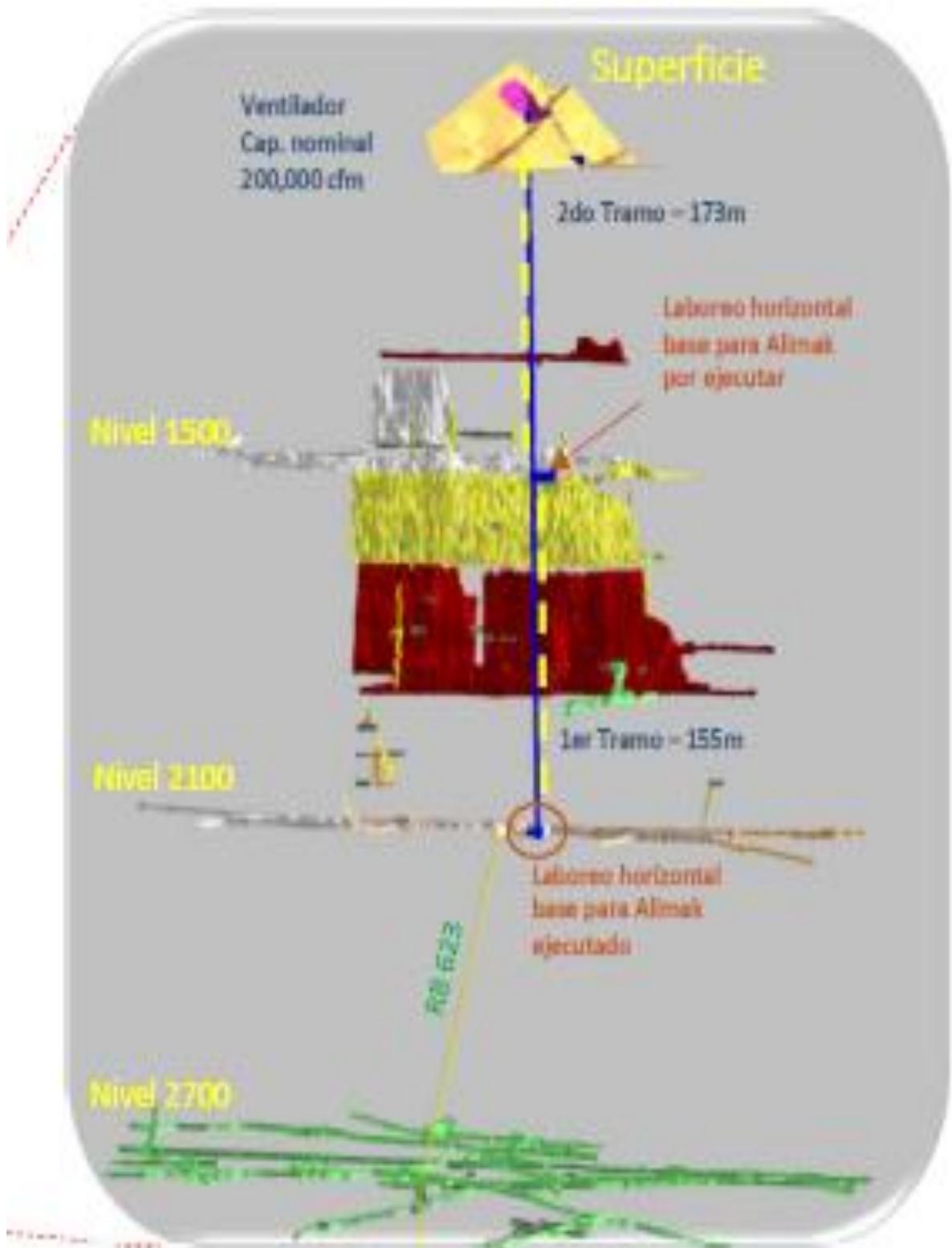
cual afecta las condiciones termo-ambientales del aire, llegando con baja velocidad afectando la ventilación de los Tajeos (Explotación Veta C, Horizontes, Veta M).

- La solución para mejorar la ventilación de la zona baja, sector sur es Independizar la extracción de Aire con una nueva chimenea ubicado al sur y permita incrementar el ingreso de aire fresco por el Túnel Yauliyacu y el Cx. Araucana. Se Incrementará el flujo de aire fresco por el sur, ingresando por el Túnel Yauliyacu@105kcfm), el Túnel Araucana@30kcfm y también se incrementará flujo de ingreso por del Pique Central@110kcfm.
- El Proyecto es la ejecución de la Troncal V, que consiste en construir una Chimenea de 328m, una plataforma en superficie, la adquisición de un ventilador de 200,000 CFM, Tendido de 1.5km de Línea de Media Tensión (4.16Kv) y la instalación de la Subestación Eléctrica, que en conjunto asciende a 1.51 Millones de dólares.
- El tiempo del Proyecto hasta la puesta en Marcha es de 13 meses.

#### **4.7.2. Objetivo Chimenea Alimak 623:**

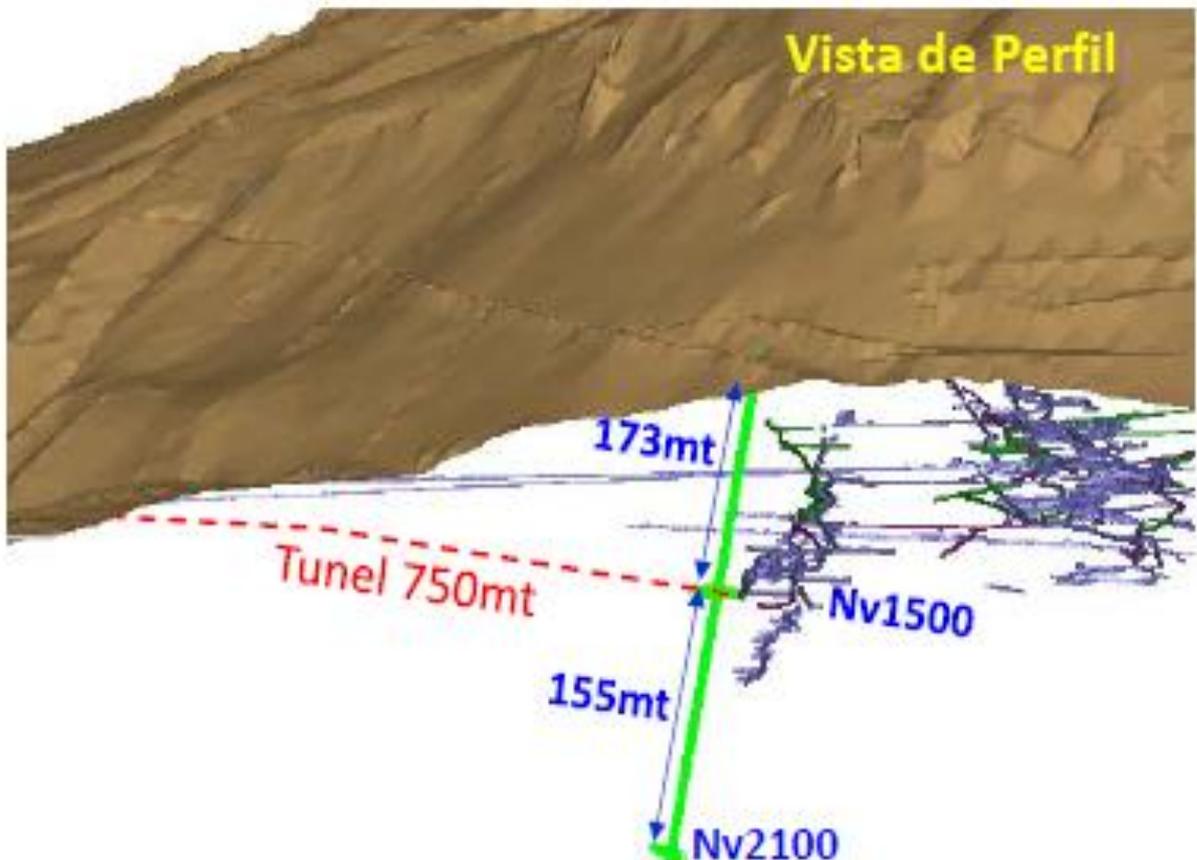
- Mejorar las condiciones termo-ambientales en los niveles y tajos de la Sección V–VI (Zona Baja), y con proyección a los desarrollo, Preparación y Explotación de la Sección VII.
- La Chimenea propuesta (Troncal Juanita), cuya cabeza partirá del Nv\_2100, se proyectará hasta el Nv 3300, tendrá la finalidad de incrementar el volumen de aire que circula a través de los niveles 2700, 3000, 3300, 3600 y 3900 así como los niveles que se originen a partir de este último.

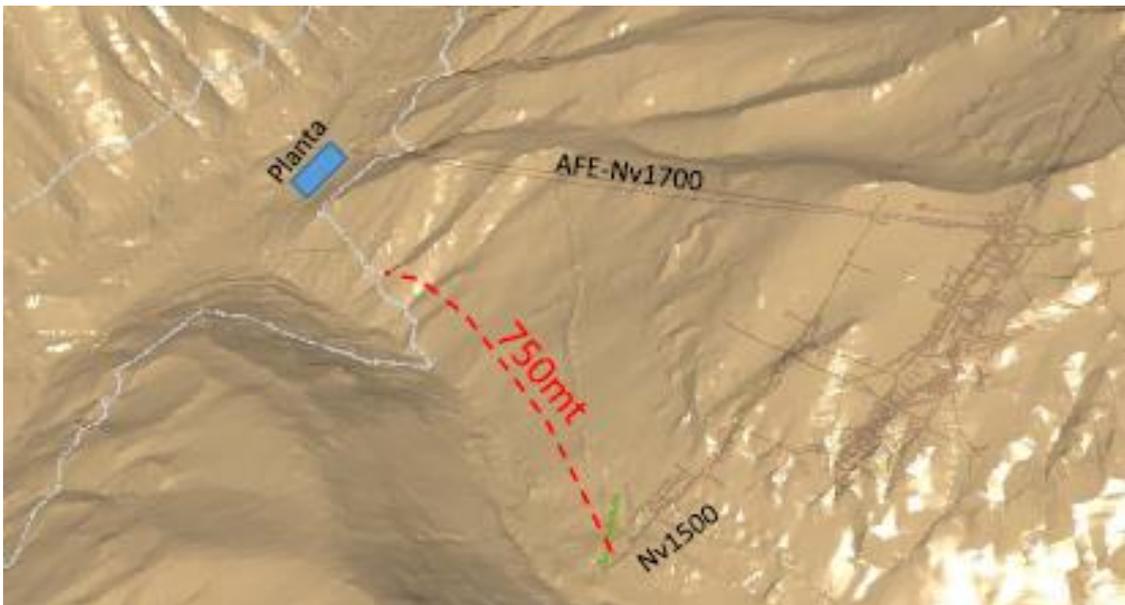




#### 4.7.3. Selección de la Mejor Opción: Chimenea Ventilación 623

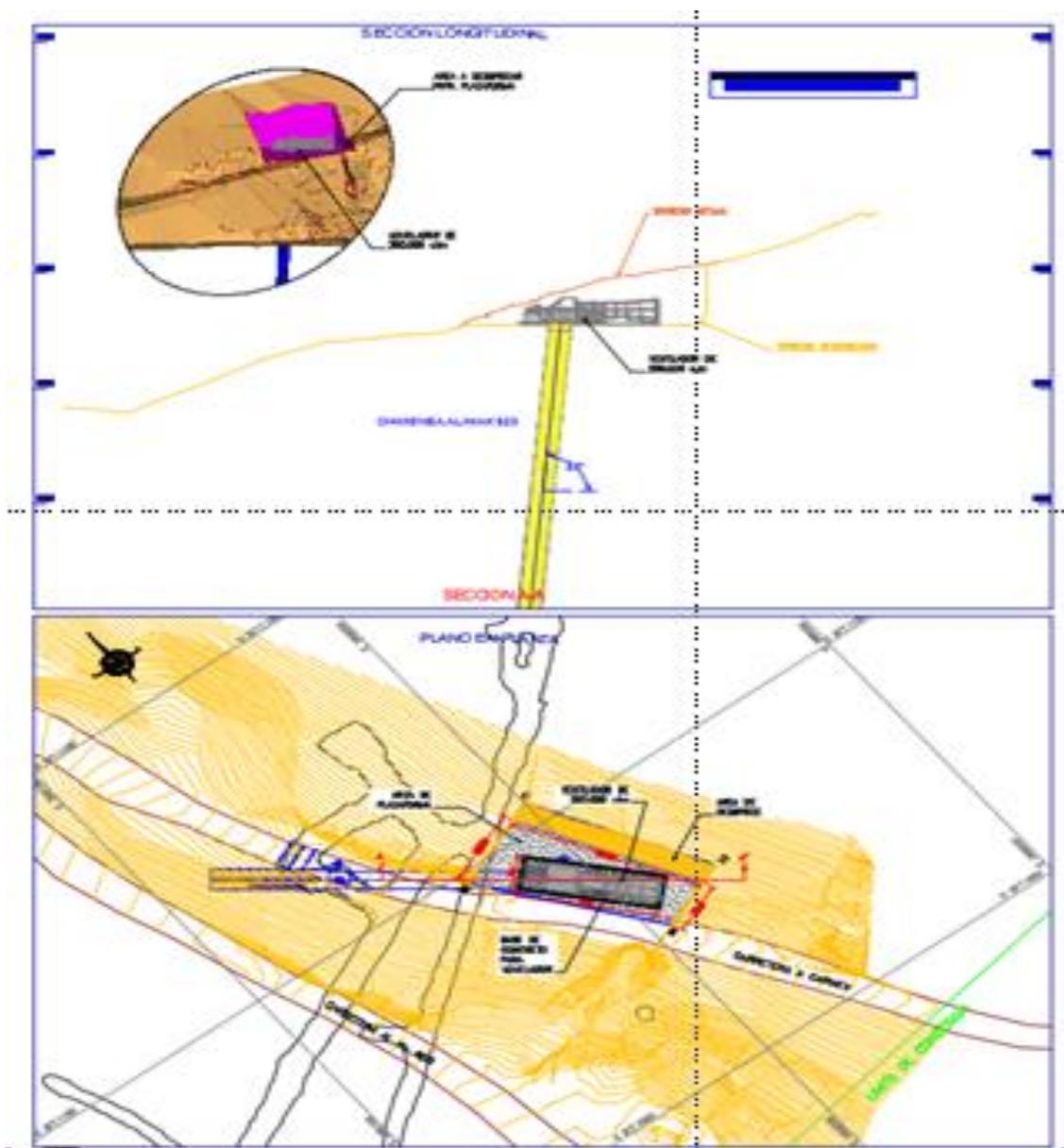
- Del Nivel 1500 a Superficie por Chimenea son 173m.
- La opción de realizar un Túnel en reemplazo de chimenea requeriría 750 metros para conectar a superficie.
- La opción del túnel generaría un sobre costo de inversión de +640,000USD.
- La opción más económica es la chimenea.





#### 4.7.4. Alcance del Proyecto

- **Plataforma en Superficie.** - se proyecta el desbroce y ejecución de una banqueta en superficie donde se ubicará una plataforma donde será instalado el extractor de 200,000 cfm; el material morrenico se trasladará a una zona cercana y el desmonte producto de la voladura (construcción de banqueta) se evacuará a Rosaura



- **El Proyecto de la chimenea Alimak** se realizará en 2 tramos:

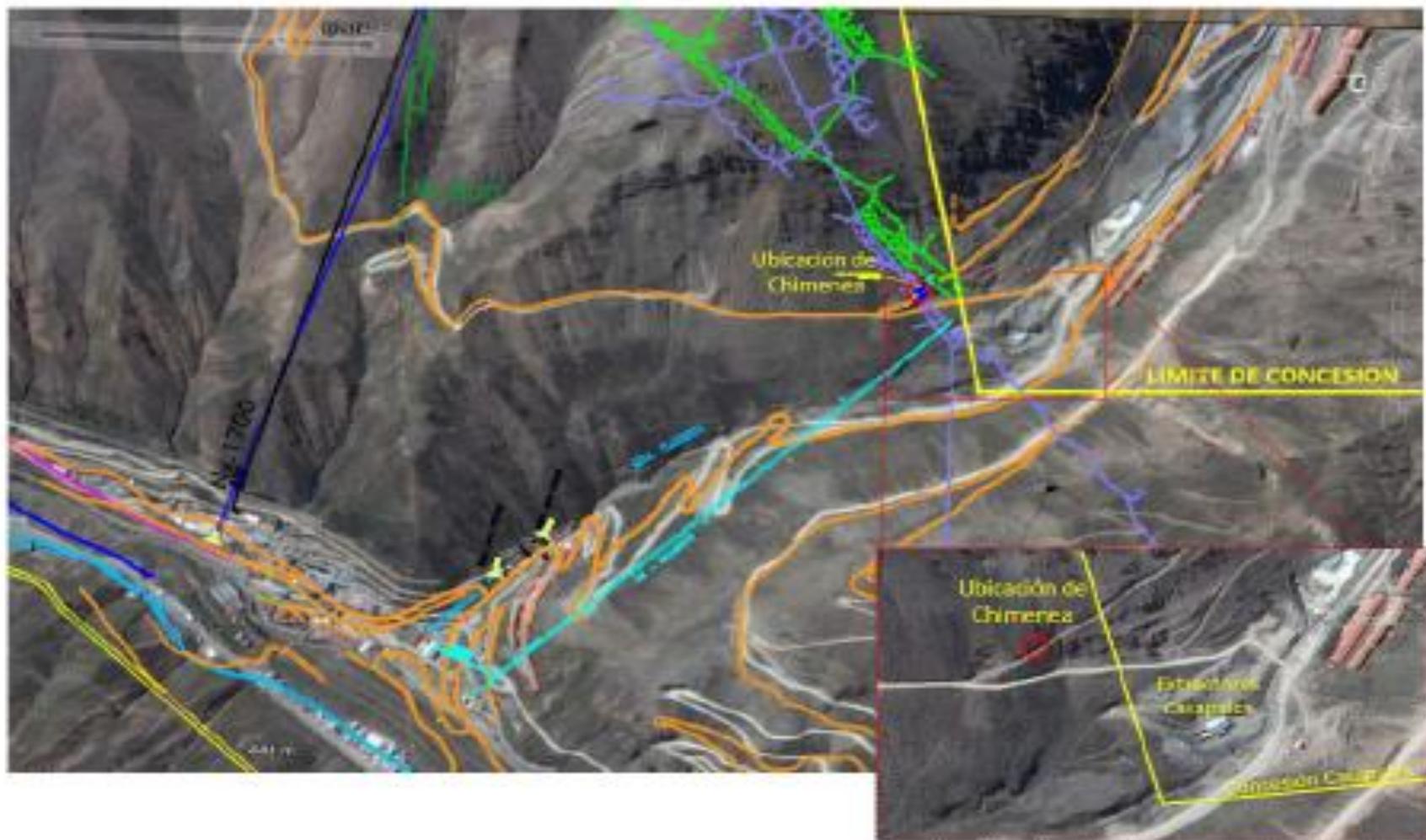
el primer tramo comprende desde el nivel 2100 hasta el nivel 1500 con una longitud de 155 mts. y el segundo tramo comprende del nivel 1500 hasta superficie con una distancia de 173 mts.

La perforación se iniciará en el nivel 2100 donde se viene ejecutando una cámara de 21 mts con sección de 3.5 x 3.5 mts., la cuál esta siendo debidamente sostenida con perno y malla y se completará con shotcrete de 2" de espesor; y la segunda cámara en el nivel 1500 tendrá un avance de 62 mts. de longitud, debidamente sostenida con perno, malla y shotcrete.

Para la comunicación a superficie se realizará el desbroce construyendo las banquetas sobre el talud para reducir la pendiente y darle mayor estabilidad.

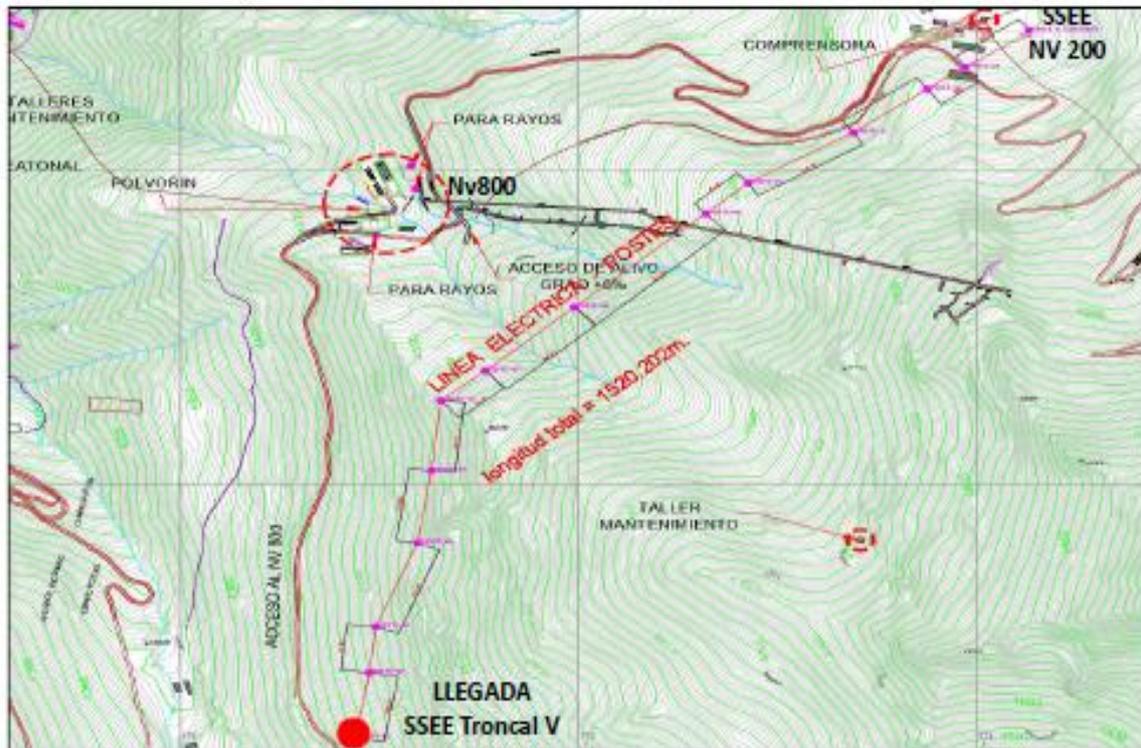
- **Balance general de ingresos y salida de la mina**

Item	m3/min	CFM
Requerimiento de Aire Fresco	25,022	883,637
Ingreso de Aire Fresco	31,282	1,104,710
Cobertura	125%	125%



- **Energía.** - Se está considerando el punto de alimentación en 4.16 kV desde la Subestación Compresoras SEP 202 Nivel 200, la cual está diseñada para suministrar la demanda necesaria del ventilador en mención. Se está considerando instalar la siguiente infraestructura:
  - Conexionado a la salida de la Celda de distribución marca VISTA en 4.16 kV, 600 A.
  - Construcción de una línea aérea trifásica de 1.5 Km., 4.16 kV
  - Construcción subestación eléctrica de llegada y transformación 250 kVA, 4.16/0.46-0.23 Kv
  - Construcción de una Sala Eléctrica para albergar el equipamiento eléctrico.

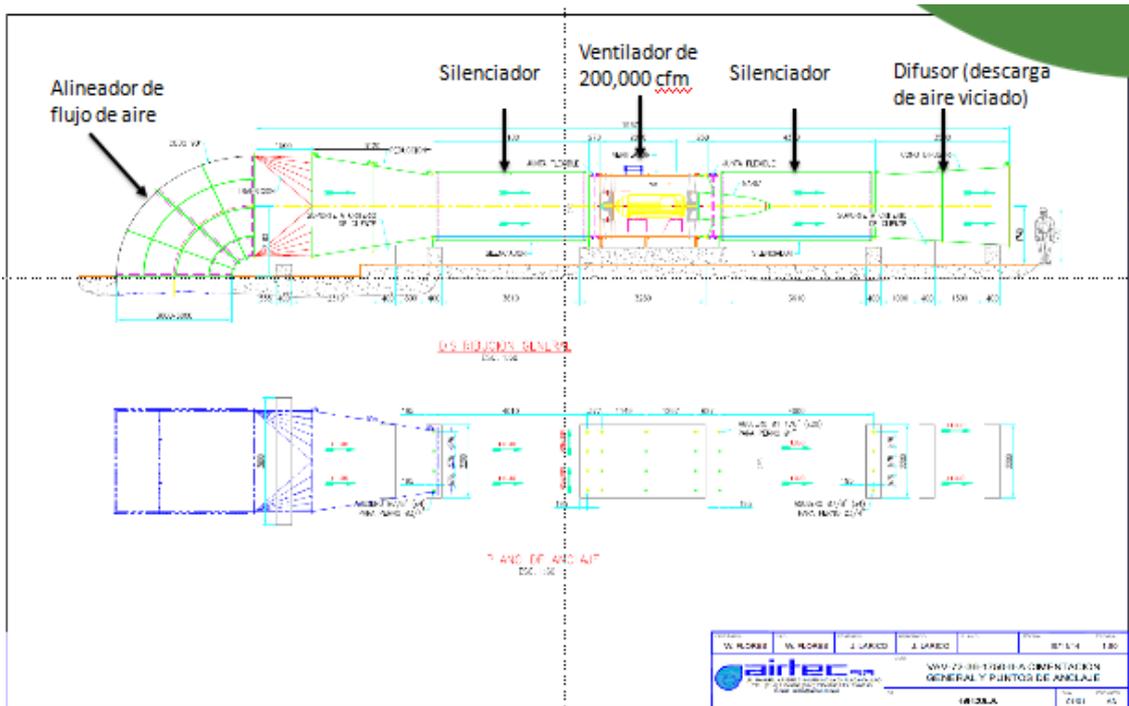
Cotización de equipos y cableado	Descripción	Cotización Valor Total USD\$	Empresa Cotizante
Suministro de Energía	Opción 1: Instalación de 1.5KM de línea de Distribución en Media Tensión en 4.16kV desde la Subestación NV. 200 hasta el Alimak AK 623	50,030	Electrocons
	Parcial 1	50,030	
Infraestructura Eléctrica	Fabricación e Instalación de 18 trusgos metálicos	41,505	San Juan
	Construcción de Sala de Concreto Para los Equipos Eléctricos	29,736	San Juan
	Parcial 2	71,241	
Equipos de Seccionamiento y de Protección	Celdas con Seccionador e Interruptor de Media Tensión 17.5kV 630A. 20KA	28,500	Manelsa
	Arrancador Soft starter 600HP, 130 Amp marca AUCOM	75,300	Manelsa
	Banco de Condensadores de 300KVAR; 4.16 kV	19,000	Manelsa
	Servicio de puesta en marcha de Celda y Soft Starter	4,300	Manelsa
	Parcial 3	127,100	
Instalación de sistema de Comunicación y Monitoreo	Instalación de fibra óptica 1.5 Km, media convert, instrumentación, UPS y transformador de control	8,500	
	Parcial 4	8,500	
	Total General	256,871	



**Adquisición del Ventilador.** - para la selección de ventiladores se determino con la evaluación de KPIs (seguridad, técnico y económico), con la finalidad de asegurar su función de ventilador extractor al caudal y presión requeridos por mina, seleccionando a equipo de Airtec

		EMPRESA PROVEEDORA		
		AIRTEC S.A.	HOWDEN	ZITRON
Parámetros Técnicos	Modelo de Ventilador	VAV-72-36-1750-II-B	AFN14 1070 1664	zvn 2-20-575/6
	Caudal de Diseño (cfm)	200,000	200,000	200,000
	Presión de Diseño (w.g.inch)	13.78	13.40	17.50
	Potencia Consumida (Kw)	381.34	369.00	475.64
	# Etapas	2	1	2
	Eficiencia de Diseño (%)	85.0	88.5	no especifica
	Velocidad de Giro (rpm)	1750	1790	1200
	Diámetro de Ventilador (inches)	72.00	65.51	78.74
Parámetros Económicos	Ventilador + Motor (US\$)	142,500.00	194,000.00	190,345.00
	Ductería + Accesorios (US\$)	42,091.00	112,200.00	166,543.00
	Equipo de Monitoreo (US\$)	26,200.00	130,000.00	17,348.00
	Servicio Técnico (US\$/día)	no especifica		incluido
	IGV (18%)	37,942	No incluido	No incluido
		<b>248,733</b>	<b>436,200</b>	<b>374,236</b>

## Diseño de la Base del Ventilador de 200,000 CFM CH AK 623



## Costo Total del Proyecto

ITEM No.	DESCRIPCIÓN - ACTIVIDAD	US\$ (Presupuesto)	%
I	Excavaciones Subterráneas	900,951	59%
1.1	Cx 616 - Nv 2100	28,350	
1.2	Cx 626 B - Nv 1500	93,300	
1.3	Ch Alimak 623B - Nv 1500 - Nv 2100 -Superficie (limpieza	779,301	
II	Adquisición de Ventiladores (Características y costos)	248,733	16%
2.1	Ventilador de 200,00 cfm	248,733	
III	Desquinche en Superficie y evacuación de desmonte Rosaura.	75,637	5%
3.1	Desquinche en Superficie	38,575	
3.2	Evacuación de Desmonte	37,062	
IV	Diseño Obra Civil	32,152	2%
4.1	Diseño de Infraestructura	32,152	
4.1.1	Diseño de Infraestructura	32,152	
V	Infraestructura Eléctrica (Postaciones, Cableado, Sub-Estación).	256,871	17%
5.1	Cotización de equipos y cableado	256,871	
<b>MONTO TOTAL DE LA INVERSION US\$</b>		<b>1,514,344</b>	<b>100%</b>

El monto total asciende a 1.51M\$ aproximadamente, teniendo mayor incidencia las excavaciones subterráneas 59% del total de la inversión.

## Cronograma

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	
Trabajos Interior Mina	Excavaciones y sostenimiento de labores subterráneas (en el Nv 1500)	█													
	Ejecución de Chimenea Alimak, en 02 tramos (Nv 2100 - 1500 / 1500-1000)		█												
Superficie	Desbroce y conformación de Plataforma									█					
	Obras Civiles, construcción de plataforma para reposo del ventilador											█			
Suministro Eléctrico	Construcción de Sala - Subestación Eléctrica												█		
	Instalación de línea de Distribución Aérea, 4.16kV, 3Ø, ACSR 150mm <sup>2</sup>							█							
	Adquisición, montaje y puesta en marcha de Arrancador suave (variador)							█							
	Adquisición, montaje y puesta en marcha de celdas de seccionamiento y protección								█						
	Instalación de Sistemas de Comunicación y Control												█		
Suministro para Ventilación	Adquisición, montaje y puesta en marcha de ventilador (200,000 cfm)											█			

Se tiene el laboreo de la base del Nv 2100 completo y a la espera del equipo Alimak, solo se contempla la ejecución del laboreo de la base del Nv 1500.

- El plazo de entrega del proyecto sería de 13 meses desde el inicio de obra

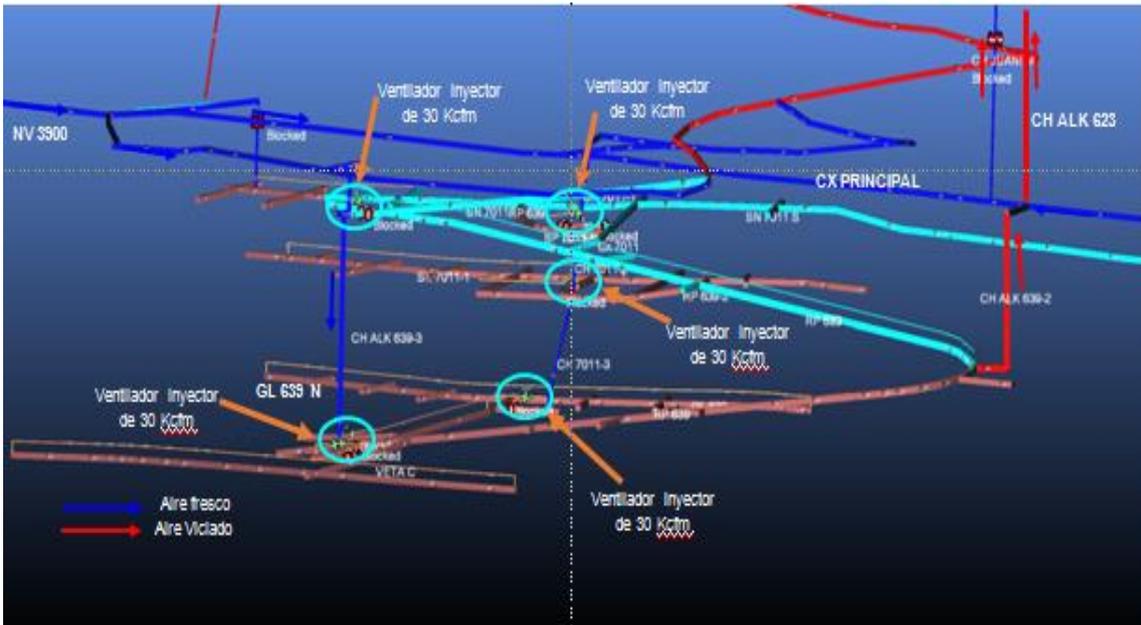
### Conclusiones

El proyecto Chimenea Alimak 623 – Troncal V contempla el uso de un ventilador extractor principal con capacidad de 200,000 cfm a ubicarse en superficie.

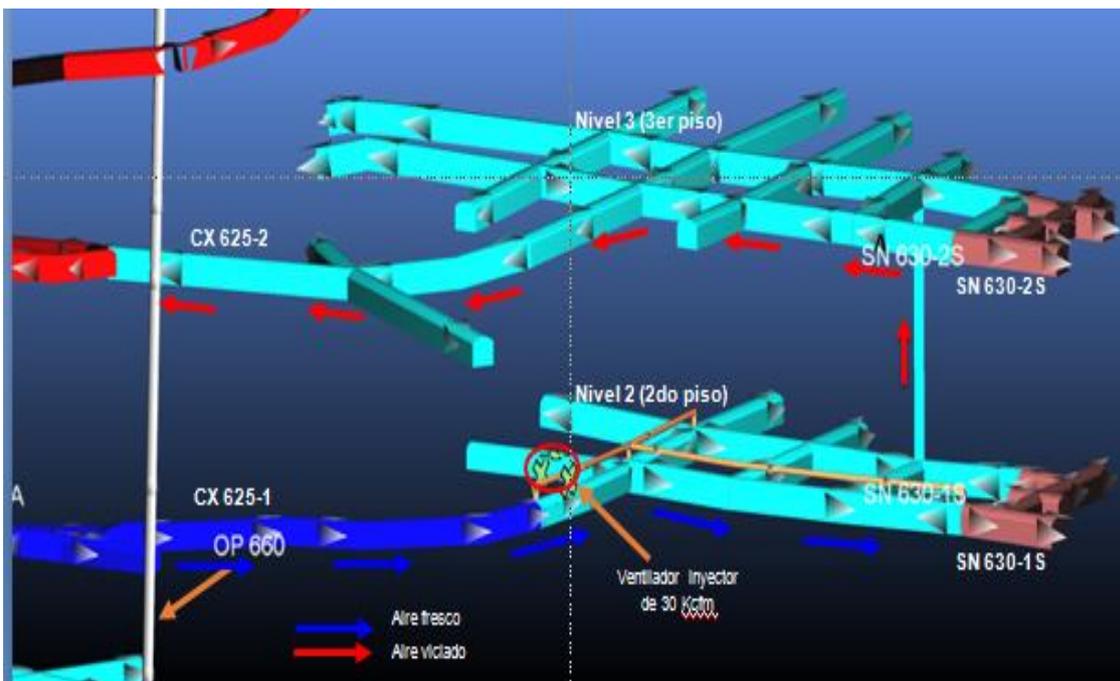
- Mejorar las condiciones termo-ambientales en los niveles y tajos de la Sección V–VI (Zona Baja), y con proyección a los desarrollo, Preparación y Explotación de la Sección VII.
- Se Incrementará el flujo de aire fresco por el sur, ingresando por el Túnel Yauliyacu@105kcfm), el Túnel Araucana@30kcfm y también se incrementará flujo de ingreso por del Pique Central@110kcfm.

- La Zona Alta, también mejorara su circuito ya que la Troncal IV extraerá mayor caudal, permitiendo que el flujo del aire fresco del Pique central llegue con mejor velocidad a los sectores del sur, forzado por la Nueva Chimenea 623.

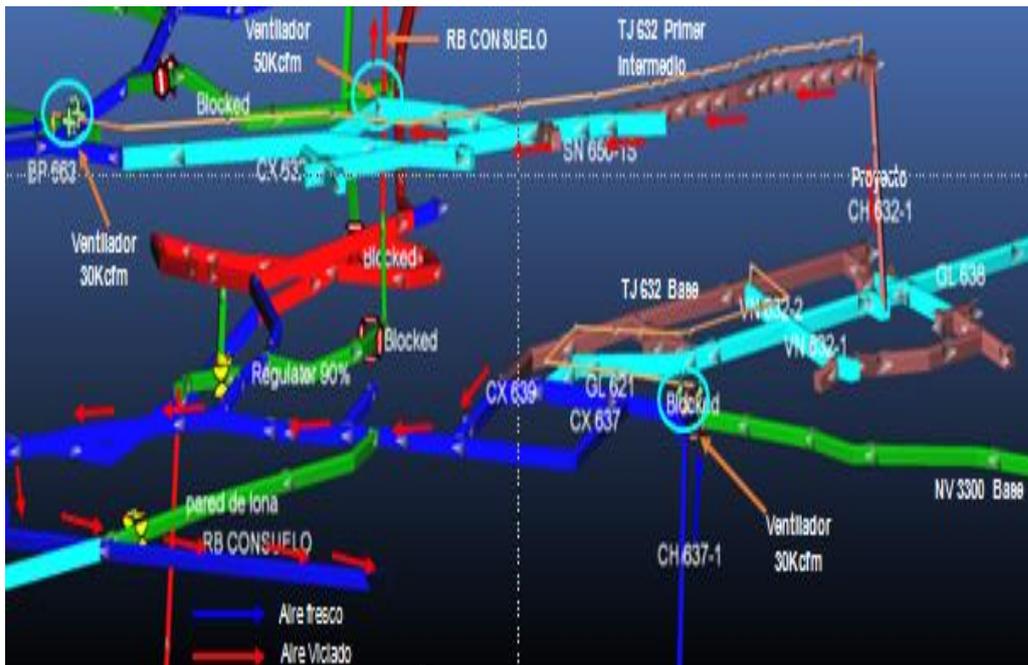
- **Circuito integral de Ventilación del Tj 7011 y Rp 639 NV 4100**



- **Circuito integral de Ventilación del Tj 5006 NV 3900**



- **Circuito integral de Ventilación del Tj 632**



- **Conclusiones**

El proyecto Chimenea Alimak 623 – Troncal V consta de chimeneas verticales continuas construidas con el objetivo de generar la nueva Troncal de Ventilación de la **Zona Baja – Profundización**, con un diseño operativo que contempla el uso de un ventilador extractor principal con capacidad de **200,000 cfm** a ubicarse en superficie.

El costo total del proyecto estima una inversión aproximada de **1'739,254 dólares americanos**.

## CONCLUSIONES

### 1. Referente a la Exposición a los gases de Mina:

Los promedios de exposición a los gases de mina son:

Sección	O2 (%)	CO (ppm)	NO2 (ppm)	CO2 (%)	LEL (%)	H2S (ppm)	Vel (m/min)
1	20.7	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	44.8
2	20.7	1.2	0.0	0.0	0.0	1.1	47.2
3	20.7	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	36.9
4	20.6	1.7	0.0	0.1	0.0	0.0	34.3
5	20.6	3.7	0.0	0.1	0.0	0.0	37.0
Prom. General	20.7	2.3	0.0	0.0	0.0	0.3	41.1
LMP	19.5	25	3	0.5	5	10	25

- **Con respecto al O2** en todos los niveles se ha monitoreado un promedio superior a 19.5%, siendo los niveles 2100 y 3300 de la sección IV y V el de menor concentración promedio de O2 registrando un 20.5%, así mismo se identificó que los promedios más bajo por secciones son la sección IV y la sección V con un promedio de 20.6% en ambos casos.
- **Con respecto al CO** todos los niveles se han mantenido en promedio dentro del LMP de 25ppm. Analizando la medición promedio por sección; la sección III registra la mayor concentración en promedio de CO con 4.3 ppm.
- **Con respecto al NO2** no se ha superado la concentración de 0.1 ppm en promedio en todos los niveles, siendo la sección I la que alcanzó una mayor concentración con 0.05 ppm.
- **Con respecto al CO2**, no se ha superado el LMP de concentración de 0.50% en todas las secciones; respecto al promedio por niveles la medición más alta llegó a 0.1 % en la

sección IV y V. Cabe recalcar que la concentración normal de CO<sub>2</sub> en el ambiente es de 0.1%.

- Con respecto al LEL, en todos los niveles la concentración se encuentra en 0%.
- **Con respecto al H<sub>2</sub>S**, la concentración promedio en general es de 0.2 ppm siendo la sección II la única que presenta H<sub>2</sub>S en concentraciones de 1.1 ppm.

## 2. Velocidad del Aire:

Los valores promedio de velocidad del aire en las labores de mina en m/min según la reglamentación vigente.

Sección	Vel (m/min)
1	44.8
2	47.2
3	36.9
4	34.3
5	37.0
<b>Prom. General</b>	<b>41.1</b>
<b>LMP</b>	<b>25</b>

Con respecto a la velocidad del aire, se puede ver en el gráfico anteriormente presentado que en todos los niveles se alcanza un promedio mayor a los 25m/min, las velocidades de mayor consideración se encuentra en los niveles H3 con un promedio de 50.1 m/min y el nivel 1000 con una velocidad promedio de 48.7.

## 3. Exposición a las Altas Temperaturas

Los cuales han arrojado los siguientes valores promedio de índice de exposición al Estrés Térmico según el reglamento en vigencia.

Sección	Temp. Bulbo Seco (°c)	Temp. Bulbo Húmedo (°c)	Índice de estrés térmico WBGT (°c)
1	13.0	12.3	12.5
2	16.2	19.8	18.7
3	14.7	29.8	25.2
4	25.6	23.3	24.0
5	27.9	26.5	26.9
<b>Prom. General</b>	<b>23.0</b>	<b>20.8</b>	<b>21.5</b>

Con respecto a las altas temperaturas, se puede identificar claramente una línea de tendencia que incrementa desde los niveles superiores hacia la profundización, Y es en el Nivel 2300 donde se ha alcanzado el máximo valor permitido.

Estas temperaturas en el ambiente principalmente son influenciadas por la temperatura de la roca INSITU.

#### **4. Requerimiento de Aire del Circuito de Ventilación**

El requerimiento de aire establecido por la cantidad de equipos y personal en interior mina se encuentra distribuido de la siguiente manera:

## Requerimiento de Aire Fresco por Sección.

SECCIÓN	PERSONAL		EQUIPOS DIESEL		MADERA		TEMPERATURA		SUMA CAUDAL Q <sub>T1</sub>		CAUDAL FUGAS Q <sub>Tu</sub>		REQ. AIRE TOTAL	
	CFM	m3/min	CFM	m3/min	CFM	m3/min	CFM	m3/min	CFM	m3/min	CFM	m3/min	CFM	m3/min
SECCIÓN I	11,866	336	71,116	2,014	0	0	0	0	82,982	2,350	12,447	352	95,430	2,702
SECCIÓN II	12,290	348	73,753	2,088	0	0	0	0	86,042	2,436	12,906	365	98,949	2,802
SECCIÓN III	9,959	282	92,394	2,616	0	0	0	0	102,352	2,898	15,353	435	117,705	3,333
SECCIÓN IV	12,925	366	73,038	2,068	0	0	19,282	546	105,245	2,980	15,787	447	121,031	3,427
SECCIÓN V	14,408	408	118,949	3,368	0	0	38,564	1,092	171,921	4,868	25,788	730	197,709	5,599
<b>TOTAL</b>	<b>61,448</b>	<b>1,740</b>	<b>429,250</b>	<b>12,155</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>57,845</b>	<b>1,638</b>	<b>548,543</b>	<b>15,533</b>	<b>82,281</b>	<b>2,330</b>	<b>630,824</b>	<b>17,863</b>

## 5. Cobertura Actual del Sistema de Ventilación

La cobertura de aire fresco del sistema de ventilación es:

Item	m3/min	CFM
Requerimiento de Aire Fresco	17,863	630,824
Ingreso de Aire Fresco	34,638	1,223,213
Cobertura	194%	194%

## 6. Cobertura de Aire por Zona Alta y Zona Baja

Así mismo la cobertura de aire en las Zona Alta y Baja de la mina es:

ZONAS	ZONA ALTA		ZONA BAJA		TOTAL MINA	
DESCRIPCIÓN	CFM	m3/min	CFM	m3/min	CFM	m3/min
INGRESO DE AIRE FRESCO	844,639	23,918	378,574	10,720	1,223,213	34,638
SALIDA DE AIRE VICIADO	697,032	19,738	530,832	15,031	1,227,865	34,769
REQUERIMIENTO DE AIRE	312,084	8,837	259,311	7,343	571,395	16,180
<b>COBERTURA DEL SISTEMA</b>	<b>270.65%</b>	<b>270.65%</b>	<b>145.99%</b>	<b>145.99%</b>	<b>214.07%</b>	<b>214.07%</b>

## 7. Cobertura de Aire por Secciones

Finalmente, la cobertura de aire por secciones se encuentra distribuida de la siguiente manera:

SECCIONES	SECCIÓN I		SECCIÓN II		SECCIÓN III		SECCIÓN IV		SECCIÓN V	
DESCRIPCIÓN	CFM	m3/min								
INGRESO DE AIRE FRESCO	388,836	11,011	202,064	5,722	253,739	7,185	168,004	4,757	210,571	5,963
SALIDA DE AIRE VICIADO	263,342	7,457	327,117	9,263	106,573	3,018	214,575	6,076	316,258	8,955
REQUERIMIENTO DE AIRE	95,430	2,702	98,949	2,802	117,705	3,333	121,031	3,427	197,709	5,598
<b>COBERTURA DEL SISTEMA</b>	<b>407%</b>	<b>407%</b>	<b>204%</b>	<b>204%</b>	<b>216%</b>	<b>216%</b>	<b>139%</b>	<b>139%</b>	<b>107%</b>	<b>107%</b>

La cobertura del aire de la mina se encuentra por encima del 100%, por lo que se está cumpliendo con lo establecido en la reglamentación vigente.

**8. Los Factores usados en la evaluación integral de la ventilación fueron:**

- c) Consumo promedio de madera por guardia y Producción promedio por guardia.
- d) Área promedio de labores mineras subterráneas
- e) Número de niveles en voladura
- f) Registro de labores subterráneas con temperaturas mayor/igual a 24°C
- g) Reporte Mensual de calidad ambiental – interior mina

## **RECOMENDACIONES**

- 1.** Se recomienda incrementar el ingreso de aire fresco a las secciones IV y V para mejorar las condiciones termo-ambientales, focalizando las zonas con baja concentración de O<sub>2</sub>.
- 2.** Se recomienda dar celeridad a la continuidad del proyecto de la nueva troncal de ventilación AK 623 para la extracción de aire viciado desde los niveles de profundización.
- 3.** Se recomienda la continuidad del monitoreo de condiciones termo-ambientales para todos los niveles operativos de la mina, con especial énfasis en los frentes de avance.
- 4.** Se recomienda realizar seguimiento al cumplimiento de los PETS de ventilación, en especial en lo referido a la instalación de mangas de ventilación, estableciendo un parámetro de instalación a 15m del frente, con la menor cantidad de fugas posibles.

## BIBLIOGRAFIA

1. Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo y su modificatoria Ley N° 30222.
2. D.S. N° 005-2012-TR, Reglamento de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo y su modificatoria D.S. N°006-2014-TR.
3. D.S. N° 023-2017-EM, Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería.
4. Centromín – Perú. “Ventilación de minas”. Ed. Centromín, 1970.
5. Fernández Felgueroso, José Manuel; Luque Cabal, Vicente. “Lecciones de ventilación de minas”. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Oviedo, 1975.
6. Hernández Sampieri, Roberto; Fernández Collado, Carlos. “Metodología de la investigación”. Cuarta edición McGraw Hill México, abril del 2006.
7. López Jimeno. “Manual de túneles y obras subterráneas. Varios. Ed. López Jimeno. 1997.
8. Luque Cabal, Vicente. “Manual de ventilación de minas”. Asociación de Investigación Tecnológica de Equipos Mineros (AITEMIN). ISBN 84-404-3192-9. 1988.
9. Mining Engineering Handbook. Society of Mining Engineers. 1994.
10. Novitzky, Alejandro. “Ventilación de minas”. Buenos Aires – 1962.
11. Sergeomin – Chile. “Ventilación de minas”. Universidad de Chile, 2005.
12. “Evaluación integral del sistema integral de ventilación, modelamiento y diseño mediante el uso del software ventsim visual avanzado en la U.M. ANIMON CIA. MINERA CHUNGAR” Autor Olguin Torres Piérola Tesis Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2015.
13. Mina Yauliyacu. (2015). Informes Departamento de Ventilación
14. Mina Yauliyacu. (2015). Estándares operacionales Área Ingeniería.

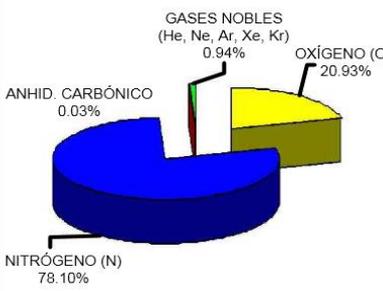
# Anexos

## Anexo N° 01 Formulario de la cartilla de ventilación.

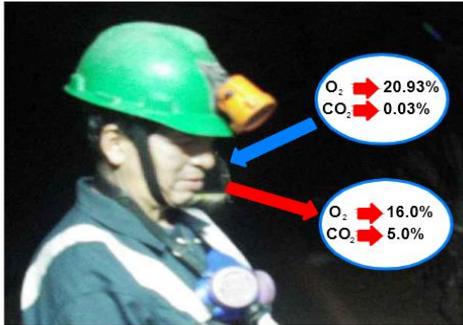


**EMPRESA MINERA LOS QUENUALES S. A.**  
**UNIDAD YAULIYACU**  
**VENTILACIÓN SUBTERRÁNEA**

**COMPOSICIÓN DEL AIRE**



**RESPIRACIÓN EN CONDICIONES NORMALES**



**CANTIDAD DE AIRE POR HOMBRE**

De 3000 msnm a 4000 msnm = 5m<sup>3</sup>/min < > 176.5 cfm  
 De 4000 msnm a más = 6m<sup>3</sup>/min < > 212 cfm

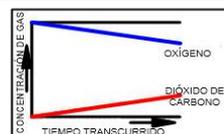
**DETECCIÓN Y DEFICIENCIA DEL OXÍGENO**



Una persona respira más fácil y trabaja mejor cuando la concentración de oxígeno se encuentra por encima del mínimo permisible - 19.5%.

La llama de un fósforo se apaga cuando el contenido de oxígeno baja del 16.0%.

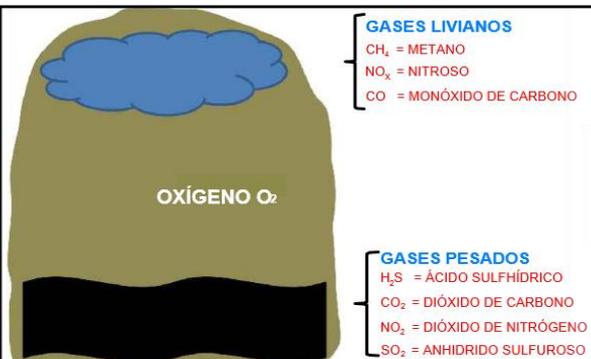




Cuando el Oxígeno disminuye a 15.0%, la persona empieza a tener síntomas de respiración rápida, aceleración de los latidos del corazón, zumbido de los oídos, vahidos y desvanecimiento.



Cuando existe una atmósfera bajo el 12.0% de oxígeno, la persona pierde el conocimiento y puede producirse su muerte por asfixia.



**GASES LIVIANOS**

CH<sub>4</sub> = METANO  
 NO<sub>x</sub> = NITROSO  
 CO = MONÓXIDO DE CARBONO

**GASES PESADOS**

H<sub>2</sub>S = ÁCIDO SULFÍDRICO  
 CO<sub>2</sub> = DIÓXIDO DE CARBONO  
 NO<sub>2</sub> = DIÓXIDO DE NITRÓGENO  
 SO<sub>2</sub> = ANHIDRIDO SULFUROSO

147

GAS	FUENTE	EFECTO
MONÓXIDO DE CARBONO (CO) INCOLORO, INSÍPIDO Y SIN OLOR P.E. =0.967	DISPAROS, COMBUSTIÓN INCOMPLETA, ESCAPE MOTORES.	VENENOSO, DESPLAZA LA HEMOGLOBINA
ANHIDRIDO CARBÓNICO (CO2) INCOLORO, SABOR ÁCIDO Y SIN OLOR P.E. 1.53	DESCOMPOSICIÓN ORGÁNICA, CUALQUIER COMBUSTIÓN	SOFOCAMIENTO, ACELERACIÓN RESPIRATORIA.
ANHIDRIDO SULFUROSO (SO2) INCOLORO, IRRITANTE, OLOR SULFUROSO FUERTE P.E. =2.26	OXIDANTE DEL AZUFRE	ATACA (H2SO4) MUCOSAS DE OJOS, NARIZ Y GARGANTA
ÁCIDO SULFÚDRICO (H2S) INCOLORO, DULCE, OLOR A HUEVO PODRIDO P.E. =1.191	DESCOMPOSICIÓN ORGÁNICA Y DE MINERALES.	MUY VENENOSO, IRRITA MUCOSAS Y ATAÇA EL SISTEMA NERVIOSO
ÓXIDOS DE NITRÓGENO (NO) (NO2) ROJIZO, INSÍPIDO Y SIN OLOR P.E. =1.58	DISPAROS ANFO Y COMBUSTIBLE DIESEL.	ATAÇA (HNO3) TEJIDOS PULMONARES, PUEDE TENER EFECTO RETARDADO.
METANO (CH4) INCOLORO, INSÍPIDO Y SIN OLOR P.E. =0.55	NATURAL DE YACIMIENTOS DE CARBÓN.	SOFOCANTES EXPLOSIVOS

SUSTANCIA	UNIDAD	DS-024 EM
MONÓXIDO DE CARBONO (CO)	PPM	TWA (25)
ANHIDRIDO CARBÓNICO (CO2)	%	TWA (0.5) ; STEL (3)
DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO2)	PPM	TWA (3) ; STEL (5)
ANHIDRIDO SULFUROSO (SO2)	PPM	TWA (2) ; STEL (5)
MONÓXIDO DE NITRÓGENO (NO)	PPM	TWA (25)
OXÍGENO, MAYOR A 19.5 %		

TWA : MEDIA MODERADA PARA UN TIEMPO PARA UN TURNO DE 8 HORAS

STEL : EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN NORMAL DE 15 MINUTOS

LÍMITE PERMISIBLE DE EQUIPOS DIÉSEL CO = 500 PPM

## POR GASES

1. Conozca e identifique los síntomas de cada gas. En caso de sentir los síntomas de gaseamiento, retírese de la labor inmediatamente.
2. Al ingresar a su labor verifique la presencia de Oxígeno y gases, deje ventilando su labor.
3. Respete las señales prohibitivas, no ingresar a una labor abandonada.
4. En labores confinadas mantenga los ventiladores y/o tercera línea en constante funcionamiento.
5. Mantenga cerradas las puertas de ventilación.
6. En caso de corte de energía evacúe de su labor hacia lugares ventilados (zonas de evacuación).
7. Respete los horarios de disparo.