

UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO

CAMPUS GUANAJUATO

DIVISIÓN DE INGENIERÍAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA EN MINAS,
METALURGÍA Y GEOLOGÍA

**PLANEACIÓN DE VENTILACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE
ENERGÍA CON SISTEMA DE RIESGO PROYECTADO EN
DESVIACIONES**

REPORTE DE EJERCICIO PROFESIONAL

PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
INGENIERO EN MINAS

PRESENTA:
FELIPE DE JESÚS ARAMBURO CAMPOS

ASESORES:
ING. RICARDO MARÍN HERRERA, VICTOR MANUEL
QUEZADA AGUILERA, JUAN JOSÉ MARTÍNEZ REYES Y
FEDERICO VOGEL GONZALÉZ

GUANAJUATO, GTO.

DICIEMBRE 2021



FELIPE DE JESUS ARAMBURO CAMPOS

NUA 195820

PROYECTO DE TITULACIÓN

**“PLANEACIÓN DE VENTILACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA
CON SISTEMA DE RIESGO PROYECTADO EN DESVIACIONES”**

ASESOR ACADÉMICO:

RICARDO MARÍN HERRERA



A la motivación de cada día, que me da las fuerzas de darlo todo por mejorarme para ellos: **Mi Familia.**

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de Guanajuato, especialmente a quien representa, para mí, la mejor escuela de minas de este país, gracias a sus excelentes profesores, con dedicación, valores y paciencia que logran verdaderos ingenieros, el Departamento de Ingeniería de Minas, Metalurgia y Geología por formarme profesionalmente dentro de sus aulas.

Al Ing. Ricardo Marín Herrera, por el proceso de seguimiento a lo largo de toda mi carrera, en especial a mi titulación, enriqueciendo la tesis con sus consejos, seguimiento y aportaciones. El liderazgo y el valioso tiempo de la acumulación de experiencia transmitida.

Al Dr. Víctor Manuel Quezada Aguilera, por su excelente servicio como profesor de la carrera, a su capacidad de darte una visión, de que solo la superación constante lograra darte una mejor versión de ti.

Al Ing. Juan José Martínez Reyes por la enseñanza de que con esfuerzo, perseverancia y disciplina se logran conseguir los objetivos.

A la Ing. Federico Vogel González, muchas gracias por su apreciable colaboración para la realización de este trabajo, sin su ayuda parte de esto no hubiera sido posible.



Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	6
2. JUSTIFICACIÓN	6
MISIÓN	8
VISIÓN	8
3. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS.....	8
3.1 OBJETIVO GENERAL	8
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	8
4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA.....	9
San Dimas	10
Santa Elena	10
La Encantada	11
Ermitaño	11
San Martín	11
Del Toro.....	11
La Parrilla.....	12
La Guitarra.....	12
La Joya.....	12
La Luz.....	12
5. GENERALIDADES	14
5.1 ANTECEDENTES DE MINERÍA Y VENTILACIÓN DEL DISTRITO SAN DIMAS.....	14
CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA	16
DESCRIPCIÓN DEL METODO DE EXPLOTACIÓN	22
6. PROBLEMAS A RESOLVER	24
7. ALCANCES Y LIMITACIONES	24
ALCANCES.....	24
LIMITACIONES.....	25
MARCO TEÓRICO.....	26
ANÁLISIS PARA PRUEBAS DEL SISTEMA.....	26
PLANTILLAS DE CALCULOS	28
ANTECEDENTES DEL PROYECTO	33
GRAFICAS.....	35



TABLA COMPARATIVA.....	36
8. PROCEDIMIENTOS Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS.....	37
INCREMENTAR EFICIENCIA DEL PERSONAL Y REDUCIR EL COSTO ENERGETICO EN LA MINA JESSICA	37
9. RESULTADOS OBTENIDOS.....	39
Recomendaciones;	41
Gráficos:	42
Recorridos con Seguridad	43
Mejoras en Labores	43
Capacitación al Personal en Retrabajos:.....	44
Reducción de accidentes en Seguridad.....	45
Software	46
Fotos y Mejoras en Instalaciones Mina	46
Resultados Mensuales.....	49
Gráfica de avance con Recomendaciones	49
Análisis con Herramientas de Calidad	50
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA EN MINAS, METALURGÍA Y GEOLOGÍA PROYECTO TÍTULO

Índice de Figuras

ILUSTRACIÓN 1 LOCALIZACIÓN DEL DISTRITO SAN DIMAS	18
ILUSTRACIÓN 2	18
ILUSTRACIÓN 3 MICRO	19
ILUSTRACIÓN 4 PROCESO DE MINA	24
ILUSTRACIÓN 5 VENTILACIÓN AUXILIAR O SECUNDARIA DEL DISTRITO SAN DIMAS	26
ILUSTRACIÓN 6 CÁLCULO DE VENTILACIÓN AUXILIAR O SECUNDARIA LINEAL	28
ILUSTRACIÓN 7 CÁLCULO DE VENTILACIÓN AUXILIAR O SECUNDARIA RAMIFICADA	29
ILUSTRACIÓN 8 CÁLCULO DE REQUERIMIENTOS DE VENTILACIÓN	30
ILUSTRACIÓN 9 CÁLCULO DE TIEMPO DE DILUCIÓN GASES DE LA VOLADURA	31
ILUSTRACIÓN 10 FORMATO DE MONITOREO	32
ILUSTRACIÓN 11 FORMATO DE SISTEMA DE VENTILACIÓN PRINCIPAL CON INDICADORES	32
ILUSTRACIÓN 12 FORMATO DE ANÁLISIS	34
ILUSTRACIÓN 13 SIMULACRO DE INCENDIO	39
ILUSTRACIÓN 14 PLATICAS AL PERSONAL	40
ILUSTRACIÓN 15 DISPLAYS Y PLANOS DE LOS CIRCUITOS CON REFUGIOS:	40
ILUSTRACIÓN 16 CAPACITACIÓN SERVICIOS MINA	44
ILUSTRACIÓN 17 SIMULACIÓN DEL CIRCUITO DE VENTILACIÓN Y PROYECTOS	46
ILUSTRACIÓN 18 MEJORA DE MONTAJES DE VENTILADORES	46
ILUSTRACIÓN 19 INDICADOR DE NORMATIVA	50

Índice de Tablas

TABLA 1 1 ESTUDIO DE 180 OBRAS CON FALLAS PARA CORRECCIÓN MEDIANTE DIAGRAMA DE PARETO	33
TABLA 1 2 GRAFICAS MENSUALES	35
TABLA 1 3 ANÁLISIS DE COSTOS	36
TABLA 1 4 RECOMENDACIÓN Y CRÍTICIDAD	41
TABLA 1 5 PORCENTAJE DE AVANCE EN TRABAJOS	42
TABLA 1 6 INFORMES DE SEGURIDAD	43
TABLA 1 7 MEJORAS NOM 015	43
TABLA 1 8 REPORTE ACUMULADO DE SEGURIDAD	45
TABLA 1 9 COMPARATIVO MENSUAL	49
TABLA 1 10 GRÁFICO DE AVANCES SEMANALES DE VENTILACIÓN	49
TABLA 1 11 COSTOS DE OPERACIÓN DE VENTILACIÓN	50



1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del equipo responsable de la ventilación es analizar los parámetros del comportamiento del circuito de ventilación principal y el reparto de caudales de aire en las distintas labores de la mina, y con la utilización de los diferentes programas informáticos de cálculo de redes, “modelizar” el circuito de manera que el “modelo” sea lo suficientemente representativo de la evolución del aire dentro de las labores a ventilar.

De esta manera, se podrá utilizar el “modelo” que representa el circuito de ventilación primaria, y se podrá “prever” comportamientos y tendencias de la ventilación principal ante modificaciones futuras de dicho circuito real, como pueden ser el cierre o apertura de puertas o esclusas de ventilación, la instalación de un nuevo ventilador o la supresión de otro existente, la disminución de las fugas de caudal por las esclusas tras un acondicionamiento de las mismas, el acondicionamiento de un retorno de ventilación, etc.

Para hacer un diagnóstico del sistema de ventilación presente, se ha de sustentar en una serie de mediciones de los distintos parámetros que conforman la ventilación de la mina. Esto permitirá conocer las condiciones presentes de ventilación, tanto principal como secundaria, y de allí determinar las futuras posibles correcciones necesarias, basándose los cálculos (teóricos) de éstas en los resultados obtenidos con las aplicaciones informáticas adecuadas.

2. JUSTIFICACIÓN

Uno de los mayores problemas en minas de México es la falta de unión de 2 áreas importantes de mina. La seguridad y la ventilación subterránea. Los accidentes provocados por altas temperaturas y acumulación de gases cobran un porcentaje alto en el índice de accidentes y sabemos la importancia que esto tiene para todos los que



laboramos en minas, por esta razón se toma el proyecto de querer mantener los lugares en buenas condiciones contando con el respaldo de seguridad es primero. Lamentablemente seguimos teniendo obreros, técnicos e ingenieros que llegan al lugar y no tienen una conciencia del cuidado personal y ocasionan daños a su salud, equipo y/o compañeros de trabajo.

Este proyecto busca reducir las condiciones desfavorables al trabajador, el daño ocasionado en temas de seguridad y optimizar la ventilación con indicadores en desviaciones, costos de alto impacto en energía, insumos y equipos de ventilación. Dicho proyecto además tiene como objetivo presentar las consecuencias no solo de mala ventilación sino el impacto económico que conlleva desviar recursos necesarios para infraestructura. Además de un seguimiento a los proyectos forzando a mejorar la calidad de los trabajos, con esto, evitar retrabajos y poder contar con un sistema de trabajos futuros programados.

Por consecuencia eliminar incremento de energía, equipos y accesorios, reducir costos en obras e instalaciones de sub-estaciones por falta de capacidad y consumos.



MISIÓN

Mejorar el impacto de la ventilación subterránea en la operación minera, ofreciendo a la empresa el mejor servicio, calidad y valor en rentabilidad, creando una imagen solida de referencia en la industria minera.

VISIÓN

Ofrecer servicios de ingeniería de alto nivel, proporcionando las herramientas y el conocimiento para solucionar problemas del día a día y a futuro.

3. OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Mejorar la ventilación subterránea en base a un sistema de riesgo proyectado en desviaciones y optimización energética.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Visitar las labores con monitoreo general de condiciones bajo la implementación de 24 indicadores de alarmas.
- Elaborar reporte de indicadores en el circuito principal y auxiliar.
- Solicitar a Suministro eléctrico el apoyo en recorridos para incrementar y enriquecer reporte.
- Solicitar programas de plazas de BDD para evitar fallas en sistema de cálculo.
- Solicitar a Mina y Planeación autorización de proyectos presentados para seguimiento y ejecución.
- Planear etapas de seguimiento en instalaciones, infraestructura de ventilación o cambio de equipos según las necesidades proyectadas.



- Creación de cronograma de trabajos evitando retrabajos.
- Implementar el sistema aceptado con copia a los involucrados.
- Informar al personal de avances, planos y plan de acciones siguientes mensuales.
- Solicitar apoyo con servicio técnico y mina en ejecuciones de trabajos de mejora.
- Reporte mensual de mejoras y platicas al personal de avances.
- Realizar periódicamente visitas a mina para ver mejorías en labores.

4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

First Majestic Silver Corp. es una empresa canadiense de minería de plata que opera en México. Tiene siete minas productoras bajo su control: mina de plata/oro de San Dimas, mina de plata/oro de Santa Elena, mina de plata La Encantada, mina de plata La Parrilla, mina de plata San Martín, mina de plata Del Toro y mina de plata La Guitarra. First Majestic también produce y vende sus propias rondas de lingotes y barras (otros producen y comercializan lingotes a través de mentas privadas).

La producción total en 2018 alcanzó 22,2 millones de onzas de equivalentes de plata, incluyendo 11,7 millones de onzas de plata pura. Según la compañía, se prevé que la producción de 2019 de sus siete minas esté entre 24,7 y 27,5 millones de onzas de equivalentes de plata, incluyendo 14,2 a 15,8 millones de onzas de plata pura.

First Majestic fue fundada en 2002 por el presidente y CEO Keith Neumeyer.

En junio de 2006 First Majestic adquirió First Silver Reserve Inc (inicialmente sólo una participación controladora y en tres meses compró todos los intereses restantes), propietario de la propiedad de plata San Martin en el centro de México. En septiembre de 2006 tomó el control de Desmin, el propietario/operador de La Encantada (Coahuila, México) en un acuerdo de US\$4,75 millones (la propiedad de la mina fue comprada a través de Desmin a Industrias Penoles por US\$3.25



millones). En ese momento La Encantada producía 800.000 onzas al año operando al 40% de su capacidad; la mina era la tercera de First Majestic.

Según el gráfico bursátil de su sitio web y el perfil de la compañía en el sitio web de Venture Exchange,[4] cotiza desde 2002, pero la parte más antigua de la compañía se remonta a 1984 (Brandy Resources Inc).

El 5 de marzo de 2009 se graduó en la Bolsa de Toronto con una oferta inicial de Cdn\$25 millones. [5] Alrededor de un año y medio más tarde se unió a la Bolsa de Nueva York (23 de diciembre de 2010).

En 2009 First Majestic añadió un cuarto proyecto de plata cuando adquirió Normabec Mining Resources Ltd (completado en septiembre). Inicialmente se pensó que el acuerdo incluía tanto la mina Real de Catorce de México como la Pitt Gold Property de Quebec. Sin embargo, los activos no mexicanos (incluyendo Pitt Gold) se dividieron en una nueva compañía llamada Bionor Resources Inc, que ahora es Magna Terra Minerals.

En enero de 2018 First Majestic adquirió Primero Mining y la mina de plata y oro San Dimas en Durango, México.

San Dimas

Producto: plata y oro

Unidad de negocio: First Majestic

Tipo: Subterránea

Dirección.

Durango, México

Santa Elena

Producto: plata y oro

Unidad de negocio: First Majestic

Tipo: Subterránea



Dirección.
Sonora, México

La Encantada

Producto: plata
Unidad de negocio: First Majestic
Tipo: Subterránea
Dirección.
Coahuila, México

Ermitaño

Producto: plata y oro
Unidad de negocio: First Majestic
Tipo: Subterránea
Dirección.
Sonora, México

San Martín

Producto: plata
Unidad de negocio: First Majestic
Tipo: Subterránea
Dirección.
Jalisco, México

Del Toro

Producto: plata
Unidad de negocio: First Majestic
Tipo: Subterránea



Dirección.

Zacatecas, México

La Parrilla

Producto: plata

Unidad de negocio: First Majestic

Tipo: Subterránea

Dirección.

Durango y Zacatecas, México

La Guitarra

Producto: plata

Unidad de negocio: First Majestic

Tipo: Subterránea

Dirección.

Temascaltepec, Estado de México

La Joya

Producto: plata

Unidad de negocio: First Majestic

Tipo: Subterránea

Dirección.

Durango, México

La Luz

Producto: plata

Unidad de negocio: First Majestic

Tipo: Subterránea



Dirección.

San Luís Potosí, México

Hay siete proyectos en total:

San Dimas es la propiedad fundamental de la compañía, adquirida en mayo de 2018. La propiedad se encuentra en Durango, México e incluye un molino de cianidación de 2.500 tpd y un paquete de tierra de 71.867 hectáreas. Aproximadamente 1.800 trabajadores trabajan en la mina, en su mayoría de la cercana comunidad de Tayoltita (población 8.000). La producción en San Dimas comenzó en 1757, con el primer molino de cianidación construido en 1904.

Santa Elena se encuentra en Sonora, México y emplea a aproximadamente 300 trabajadores del municipio cercano de Banámichi (pop. 1.500 en 2005). Cuando First Majestic adquirió la propiedad a finales de 2015 consistió en una planta de cianidación de 3.000 tpd, una mina subterránea, una mina a cielo abierto, una plataforma de lixiviación y un paquete de 85.646 hectáreas de tierra. La empresa recientemente en 2016 añadió 16.526 hectáreas de concesiones mineras al adquirir el 100% del proyecto adyacente Ermitaño. Ermitaño contiene recursos de más de 50 millones de onzas equivalentes de plata, y First Majestic se dirige a finales de 2020 para la producción comercial de este nuevo activo.

La Encantada ha estado en la cartera de activos de la compañía desde 2006 e incluye una planta de procesamiento de cianidación de 4.000 tpd y 4.076 hectáreas de derechos mineros. La propiedad se encuentra en Coahuila, México, a un par de cientos de km de la frontera México-Texas. El sitio emplea a 782 trabajadores a tiempo completo (la mayoría de la zona inmediata que es una región aislada). El molino de La Encantada abrió sus puertas en el verano de 2008 y alcanzó la producción comercial en abril de 2010. Las recientes mejoras en la propiedad incluyen una reducción del 20% en los costos de energía mediante la conversión de generadores diesel a GNL,



la implementación de molinos de molienda de alta intensidad (HIG) y un tostador de carbón para desbloquear manganeso encapsulado silver de la parte de oro.

La Parrilla consiste en derechos mineros que cubren 69.460 hectáreas de tierra, lo que lo convierte en el paquete de tierras más grande de First Majestic. La propiedad se sometió recientemente a un proyecto de expansión que vio aumentar la capacidad del molino a 2.000 tpd. Desde 1983 la mina (operando continuamente) ha producido más de 25 millones de onzas de plata (a partir de 2010).

Del Toro, Chalchihuites, Zacatecas consta de dos yacimientos mineros: San Juan y Perseverancia. La primera fase del proyecto se inauguró en enero de 2013, y la fábrica comenzó a procesarse a una tasa de 1.000 tpd. Se prevén nuevas ampliaciones para este proyecto, y finalmente alcanzará los 4.000 tpd.

San Martín, Estado de Jalisco, México produce aproximadamente 1 millón de onzas de plata al año. Es principalmente un productor doré de plata.

La Guitarra, Estado de México, México se convirtió en la cuarta mina productora de First Majestic cuando fue adquirida de Silvermex Resources con sede en Vancouver en julio de 2012.

5. GENERALIDADES

5.1 ANTECEDENTES DE MINERÍA Y VENTILACIÓN DEL DISTRITO SAN DIMAS

El Distrito Minero San Dimas perteneció a la empresa Minas SANLUIS, S. A. de C. V. hasta Junio del 2002, fecha en que es adquirida por una empresa canadiense, Wheaton River, actualmente adquirida por una empresa estadounidense, Goldcorp.

Goldcorp Inc. es el costo más bajo del mundo millón de productores del oro de la onza con operaciones de explotación minera seguras, provechosas y sostenibles a través de América y Australia. Se logra que la producción del oro en 2005 exceda 1,1 millones de onzas en un coste del efectivo de menos que USS60 por onza. La producción actual es de la mina del buque insignia en el lago rojo, Ontario, minas de Luismin en México,



la mina de oro máxima en Australia y un interés 37,5% en la mina de Alumbreira en la Argentina. Con el crecimiento orgánico, se espera que la producción de Goldcorp aumente en 40% a 1,6 millones de onzas de oro en la porción 2007. A este crecimiento viene del proyecto de Amapari en el Brasil.

Este proyecto espera al start-up en finales de 2005 y produce 188.000 onzas de oro en 2006 en un coste del efectivo de USS160 por onza. El proyecto de Los Filos en México, que incluye el depósito del oro de Bermejil, se proyecta para agregar 300.000 onzas más de oro anualmente una vez en la producción. Goldcorp también planea crecer con la adquisición y el foco primario esta en América. Goldcorp tiene la mejor gente en la industria para lograr esta meta, con un expediente de pista probado en identificar y adquirir producir acrecentador y los proyectos anticipados del oro de la etapa.

En 2018, la mina de plata y oro San Dimas se adquirió a través de la adquisición amigable de Primero Mining Corp. La mina se encuentra aproximadamente a 130 km al noroeste de Durango, estado de Durango, México y contiene 71.867 hectáreas de reclamos mineros. San Dimas es una de las minas de plata y oro más prominentes del país, así como la mina subterránea de mayor producción en el estado de Durango, con una extracción inicial que data de la década de 1750. La operación de San Dimas implica el procesamiento de mineral de una mina subterránea con una operación de molienda de 2.500 tpd de capacidad. Se puede acceder a la mina a través de un vuelo de 40 minutos desde Durango hasta la pista de aterrizaje de la mina.

La gerencia cree firmemente que los inversores continuarán presenciando otro mercado alcista dramático en metales preciosos en los próximos años. Por esta razón, continuará un enfoque para continuar desarrollando y aumentando la producción en sus activos principales. Además, la administración está decidida a expandir la base de activos de First Majestic y, por lo tanto, continúa investigando otros proyectos interesantes de plata en etapa avanzada en México. Con un equipo de gestión compuesto por empresas comprobadas y constructores de minas, los accionistas



están preparados para capitalizar la rápida evolución de First Majestic hacia un productor de plata de clase mundial.

First Majestic San Dimas realiza inversiones en nuevas exploraciones para proyectos rentables en minas de oro y plata; además de establecer proyectos conjuntos con otras importantes compañías mineras internacionales para contribuir con la economía interna y la del país usando tecnología de punta y mano de obra mexicana calificada.

El distrito minero de Tayoltita cuenta con 855 trabajadores sindicalizados, 512 personal contratistas y 465 empleados, con una capacidad de producción de 6.7 barras de DOREE diarias. Se localiza en el municipio de San Dimas, estado de Durango. Actualmente el distrito minero de San Dimas ocupa un área aproximada de 140 km.², y está delimitado por las coordenadas geográficas 24°09' Lat. Norte y 105°53'160" – 02 long. W. Los pueblos más importantes en el distrito incluyen a Tayoltita, Socavón, Guarisamey, San Dimas y Las Palmas, de estos pueblos Tayoltita es el más importante, ya que es la población de mayor unidad de 8,500 habitantes, aquí se encuentran las oficinas generales de la compañía First Majestic Silver Corp, y están asentados los poderes Municipales, actualmente la cabecera municipal de San Dimas.

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA

El distrito San Dimas esta formado por 3 unidades mineras: Mina San Antonio (Block Central), Mina Tayoltita y Mina San Fernando, donde su explotación de minerales es oro y plata, los minerales son beneficiados en la planta Tayoltita. El transporte del mineral extraído de la mina es transportado por carretera en camiones con capacidad de hasta 20 toneladas de la mina San Antonio y San Fernando, de la mina Tayoltita se transporta por un sistema de carrito de vía con vagones.

El distrito San Dimas es el típico de veta epitermal de oro-plata, esta localizado en la parte central de la Sierra Madre Occidental entre los Estados de Durango y Sinaloa,



México. El distrito San Dimas ha tenido una larga y fructífera historia minera. La primera producción de mineral precioso de la región es reportada en 1757. Ha estado en operación continua por los últimos 100 años, su producción histórica es sobre 654 millones de onzas de plata y 9.14 millones de onzas de oro, de aproximadamente 19 millones de toneladas métricas de mineral.

Los depósitos de mineral en el distrito San Dimas consisten en series de vetas subparalelas tendidas hacia el norte, Noroeste y de Este a Oeste. Las cuales cortan rocas de andesita y riolita que pertenecen a la secuencia volcánica terciaria inferior. Las estructuras de las vetas consisten en cuarzo con un mínimo de carbonatos, las cuales generalmente contienen, sulfuros del metal base, pirita, argentita – acantita, estromeyerita, parcita – polibacita, plata nativa y electrum.

El rango de las vetas, abarca desde centímetros, hasta 15 metros, en un promedio de 1.70 metros. Las cuales pueden ser seguidas desde pocos metros, hasta alcanzar más de 1500 metros.

El distrito minero San Dimas se caracteriza por su topografía extremadamente rugosa, con elevaciones que van desde 400 MSNM. En el valle del río Piaxtla, elevándose hasta alcanzar los 2400 MSNM. En los picos que lo rodean.

HIDROGRAFÍA

Este distrito es drenado por la cuenca del arroyo Contraestaca, que resulta de la unión de los arroyos san Vicente y San Dimas que a su vez son tributarios del río Piaxtla que desemboca en el océano pacífico.



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA EN MINAS, METALURGÍA Y GEOLOGÍA PROYECTO TÍTULO

Ilustración 1 Localización del distrito san dimas

El distrito San Dimas esta localizado en la parte Oeste de la Sierra Madre Occidental, 140 Km. al NE de Mazatlán, Sinaloa y 150 Km. al Oeste de Durango, en las fronteras de los Estados de Durango y Sinaloa, México.





MICROLOCALIZACIÓN

El Distrito San Dimas está formado por tres minas: Tayoltita, Santa Rita y Block Central



Ilustración 3 Micro

El distrito San Dimas está formado por tres minas: Tayoltita, San Fernando y Bloque Central.

VÍAS DE ACCESO



Existen carencias de infraestructura adecuada, debido a lo complicado de las barrancas y quebradas, hacen que el costo de vida sea elevado, ya que gran parte de las mercancías ingresan al distrito en avión, la cual se convierte en la forma mas común de transporte, la compañía de las líneas aéreas T.A.T.S.A. subsidiaria de First Majestic Silver Corp. opera con vuelos exclusivo de empelados programados Durango – Tayoltita todo el año; otra de las compañías aéreas es Aerolíneas Centauro S.A. de C.V., la cual opera diariamente con vuelos comerciales Durango – Tayoltita y San Ignacio – Tayoltita.

Durante la temporada de estiaje (poca o nada de lluvia), que abarca los meses de febrero a junio, son utilizados los caminos de terracería de San Ignacio - Tayoltita aprovechando el lecho del río Piaxtla; el camino de Durango – Tayoltita vía cebollas, desde la carretera 40 (con un tiempo aproximado de viaje de 7 a 10 horas) es utilizado para transportar maquinaria y equipo pesado, así como combustibles e insumos necesarios para el funcionamiento diario de la mina.

CLIMA Y VEGETACIÓN

La vegetación es muy variada, arbustos delgados y pasto crecen en las partes bajas de la sierra, mientras que los pinos, encinos, cactus, y cierta clase de robles, se pueden encontrar en los altos riscos. El crecimiento de los pinos es suficiente para mantener la gran cantidad de aserraderos, que forman la industria maderera de la región.

El clima es sub-tropical húmedo con veranos calientes de 38-40°C e inviernos suaves de 10 a 12°C, la mitad de la precipitación pluvial cae como tormentas violentas, de poca duración, en el periodo comprendido entre los meses de Junio hasta Septiembre,



y la otra mitad cae en forma de lluvias tropicales desde Octubre Hasta Enero. El promedio total de agua de lluvia en el año varía desde 500 a 1000 mm. Anuales.

HISTORIA Y PRODUCCIÓN

El distrito San Dimas ha tenido una larga y fructífera historia minera. La primera producción de mineral precioso de la región está reportada en 1757 por un grupo de familiares que viven en los Queleles, cerca de donde hoy es Tayoltita.

Guarisamey, el primer pueblo que se establece, y es ahí donde se descubren algunas vetas de oro y plata, la población crece tanto que para 1795 ya alcanza los 10,000 habitantes.

El periodo de bonanza termina alrededor de 1810. La actividad minera en el distrito es de bajo nivel, hasta 1880, cuando el Coronel Daniel Burns Y el Capitán Lloyd Rawlings llegan al distrito. El Coronel Burns crea la Mexican Candelaria Company, e inicia operaciones en la mina Candelaria poco después en el área de Contraestaca. Rawlings, opera como agente del sindicato Heast-Tevis de San Francisco, comprando así las minas Arana, San Luis y Cinco Señores, formando así la compañía San Luis Mining Co. En 1940 esta compañía adquiere las propiedades de la Candelaria y Contraestaca.

En 1969, en acuerdo con las leyes mineras mexicanas, se formo la compañía Minas de SANLUIS, S.A de C.V., Wheaton Silver, luego Goldcorp, Primero Minas hasta en la actualidad First Majestic Silver Corp.

La producción histórica del distrito San Dimas esta dada en 654 millones de onzas de plata y en 9.4 millones de onzas de oro, de aproximadamente 19 millones de toneladas métricas de mineral. El distrito San Dimas esta en tercer lugar detrás de Pachuca y Guanajuato, en producción de mineral en México. Esto establece a San Dimas como uno de los depósitos de oro-plata más importantes del mundo.



DESCRIPCIÓN DEL METODO DE EXPLOTACIÓN

Existen muchas variantes para la extracción del mineral dependiendo del nivel, el tipo de área a barrenar, el tipo de mineral en que se barrene, el equipo que se utilice, el propósito de la barrenación y las condiciones ambientales del área de trabajo. De manera general se describe la secuencia de actividades para barrenación en frente con máquina de pierna o aparato de barrenación larga, con rezague de aparato con cucharón y transporte en locomotora tipo tren de mina.

El personal se traslada en las canastillas del tren de mina al tiro San Luis, luego se dirige caminando a su lugar de trabajo, recogen su herramienta, al llegar al lugar de trabajo revisan las condiciones en que se encuentra el mismo, riegan con agua y lo aseguran amacizándolo, al terminar conectan el equipo para barrenar y lo acomodan en la frente, comienzan a hacer los barrenos con una plantilla señala, cuando terminan se soplean las perforaciones con aire para eliminar rebaba del mineral y agua que se les haya quedado de la barrenación. Se introducen los bombillos (explosivos con cañuela) en cada barreno empujándolos con una barra de madera, luego se cargan los barrenos con granos de mexamond hasta rellenarlos, cuando se terminan de cargar completamente la frente, se unen las cañuelas (mechas) de cada barreno (simultáneamente se saca el equipo de barrenación). Al finalizar y asegurar el área de trabajo se enciende la mecha a una hora establecida para detonar. Después de la explosión se espera un tiempo determinado a que se disipe el aire viciado.

Enseguida llega el personal que rezaga, riega la frente para apagar los gases tóxicos, luego entra el aparato con cucharón y saca el mineral tumbado y lo acomodan en un cruce o un lugar abierto, ya sea para que se cargue a un camión y éste lo acerque a la caymana o para cargarlo directamente a los vagones de la locomotora. En el primer caso el mineral acumulado si se encuentra en un nivel anterior al 25, se cargan los vagones de la locomotora directamente, si se encuentra en un nivel superior al 25 se descarga en la caymana para que se caiga el mineral en la locomotora, depuse se



transporta en la locomotora hasta la tolva de gruesos en la planta de beneficio en la que se descargan los vagones.

EL METODO DE EXPLOTACIÓN

El método del minado actual es el de tumbe por corte y relleno con tepetate debido a la potencia variable de las vetas, es selectivo lo cual ayuda a bajar el porcentaje de disolución, se obtiene una alta recuperación de mineral y es seguro en condiciones de áreas estructurales difíciles. Además las vetas se encuentran dentro del banco de inclinación de aplicación que es de 50 – 90 grados.

TUMBE

En la explotación por corte y relleno, se acarrea el mineral por franjas horizontales que varían de 2 a 3 metros de altura. El mineral es extraído del rebaje con equipo diesel y depositado en los metaleros, luego se rellena con el volumen correspondiente de tepetate. Esto sirve tanto de sostenimiento de las paredes como de plataforma de trabajo para explorar la siguiente franja de mineral (corte).

PREPARACIÓN

La preparación para la explotación por el método de corte y relleno consiste en:

Contra – cañón de transporte a lo largo del cuerpo en el nivel principal.

Rampa de servicio al bajo del cuerpo en accesos al rebaje.

Contrapozos metaleros.

Contrapozos de ventilación.

ACARREO INTERIOR

En esta actividad se toma el mineral de las tolvas o metaleros de las áreas de operación y se transporta a los metaleros generales por medio de la locomotora diesel o tren de mina.

ACARREO A PLANTA



En esta actividad se toma el mineral de los metaleros generales, se transporta al área de trituración en superficie por medio de locomotoras de mina

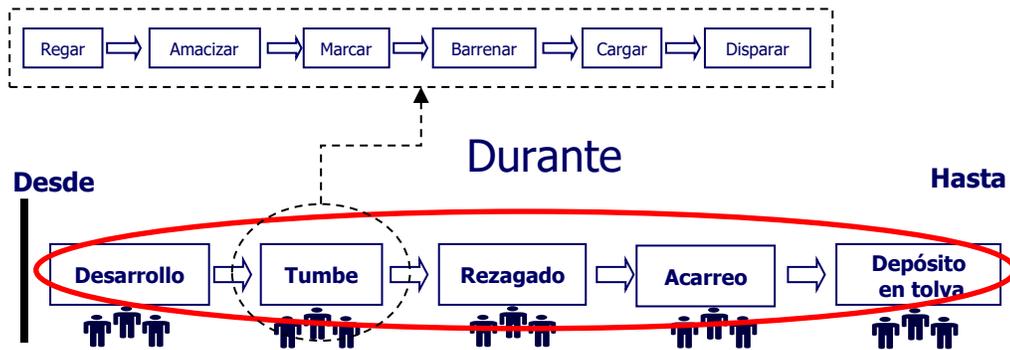


Ilustración 4 Proceso de mina

6. PROBLEMAS A RESOLVER

1. Mejorar la Planeación de Ventilación con indicadores de advertencia y solución en fases.
2. Reducir el consumo de energía optimizando los sistemas de ventilación principal como secundario

7. ALCANCES Y LIMITACIONES

ALCANCES

En principio, se realiza un análisis a nivel distrito de la eficiencia del personal en base a temperaturas, advertencias en gas CO y Oxígeno en obras. Lo cual proyecto incrementar un sistema más completo de indicadores con costo del consumo energético, después se llega a la empresa con una propuesta de planeación en etapas



o fases. Dicho proyecto trae como propuesta optimizar los recursos con los que cuenta la empresa, es decir por cada indicador que falle se propone una solución inmediata llevada a costo optimizado o mal efectuado, la empresa paga el precio por estas fallas. Esta prueba se realiza únicamente en la mina Jessica por ser la zona con mayor demanda de operación y necesidades de ventilación del Distrito minero.

LIMITACIONES

Se cuenta con un control deficiente en el sistema de ventilación parte de planeación, mina, seguridad y la propia área de ventilación lo cual dificulta obtener un sistema de ventilación optimizado. Debido a esto se realiza un formato para la captura de los levantamientos efectuados por los supervisores de ventilación, y tener la información de forma inmediata de las condiciones de mina actual, soportando con cálculos la proyección de alcances de tal manera que facilite el reporte completo de la información obtenida.

Durante el proyecto son observados obstáculos en el flujo de información, plazas de BDD ejecutadas sin planeación trimestral lo cual eleva la demanda de energía o fallas del sistema auxiliar de ventilación dado a limitar alcances calculados, cambios del plan mensual de ejecución de obras de ventilación, como Contrapozos Robbins, convencionales y obras de comunicaciones por falta de personal, prioridad de mineral o cambio de planeación a largo plazo dados nuevos cuerpos de mineral.

Debido a que no cuenta con un sistema definido para el flujo necesario y medido para comparativo, se incluye en el sistema de indicadores, temas de energía y alta demanda por cambios constantes en recalculer el sistema para mejora inmediata de obras. Una limitación a preponderar es que se va a tener ingerencia solo en cuanto al control medido por la supervisión y el sistema deberá ser aceptado por el usuario final (Mina).



MARCO TEÓRICO



Ilustración 5 Ventilación Auxiliar o Secundaria del Distrito San Dimas

ANÁLISIS PARA PRUEBAS DEL SISTEMA

First Majestic busca en todo momento ser competitivo entre los mejores.

Es de vital importancia emplear registros del comportamiento de los procesos herramientas del Control Estadístico de Calidad como: Gráficas de control, Diagramas



de Pareto, Diagramas de Ishikawa, Hojas de verificación, etc.; dichas herramientas representan mediciones objetivas y de uso práctico para la toma de decisiones.

Herramientas creadas de cálculos de ventilación, formatos de registro, tiempo de dilución de gases en la minería, de la misma manera conocer los métodos de explotación son vitales para crear los circuitos de ventilación adecuados.

Emplear cálculos soportados con alcances comprobados de 4 km nos garantiza que la implementación es posible.

Los registros además de ser referencias de datos históricos deben ser bases para que la administración por hechos y datos que lleve a la realidad en el proceso.

Los registros se plasman en formatos específicos de acuerdo con las necesidades del proceso.

La evolución del concepto de buena ventilación con calidad en la minería y en los servicios nos muestra que se pasa de una etapa donde la calidad solamente se refería al control final. Para separar los productos malos de los productos buenos, a una etapa de Control de Calidad en el proceso, con el lema: "La Calidad no se controla, se fabrica".

Finalmente se llega a una Calidad de Diseño que significa no solo corregir o reducir defectos sino prevenir que estos sucedan, como se postula en el enfoque de la Calidad Total.

El camino hacia la Calidad Total además de requerir el establecimiento de una filosofía de calidad, crear una nueva cultura, mantener un liderazgo, desarrollar al personal y trabajar un equipo, desarrollar a los ejecutores y proveedores, tener un enfoque al cliente y planificar la calidad.

Demanda vencer una serie de dificultades en el trabajo que se realiza día a día. Se requiere resolver las variaciones que van surgiendo en los diferentes procesos de



producción, se reduce los defectos y además mejora los niveles estándares de actuación.

PLANTILLAS DE CALCULOS

Análisis con Herramientas de Calculos

CÁLCULO PASO A PASO

OBRA : FTE-ROA-366
CLIENTE: FIRSTMAJESTIC
METODO : Explosivos



DATOS DE ENTRADA

LONGITUD	.....	195 m
SECCIÓN	.....	12.25 m ²
ALTITUD	.....	350 m.s.n.m.
DENSIDAD	.....	1.166 kg/m ³
TIPO DE TUBERÍA	.....	Lisa soplante
DIAMETRO DE TUBERIA	.....	0.61 m.
RESISTENCIA DE LA TUBERIA	Tipo B 0.025	Buena
COEFICIENTE DE FUGAS	Clase 2 A=20	mm ² /m ²
CAUDAL EN EL FRENTE	.....	6.00 m ³ /s
PRESIÓN DE SALIDA	.....	Pa

PUNTO FINAL		
L=	195	m
Q=	6.00	m ³ /s
Pd=	246.0	Pa

Longitud de tramo
1.95 m.

RESULTADOS

Presión total	2321.1 Pa
Caudal en estación de ventilación	6.39 m ³ /s
Número de ventiladores en estación	1
Presión por ventilador	2321.1 Pa

Ilustración 6 Cálculo de Ventilación Auxiliar o Secundaria Lineal



WeDucting

Cálculo de ventilación secundaria

Proyecto:

Subproyecto:

Fecha:

ENTRADA DE DATOS

$\lambda =$	0.024 ---	Factor de fricción	
$f^* =$	20.0 mm ² /m ²	Factor de fugas	
$L =$	200 m	Longitud de tubería	
$D =$	1.800 m	Diámetro de tubería	
$\zeta_{\text{FACTOR}} =$	0.3 ---	Factor debido a a pérdidas adicionales	
$Q_0 =$	37.8 m ³ /s	Caudal de aire en el frente	
$p_0 =$	4 835 Pa	Pérdidas de carga en el frente	
$h =$	0 m	Altitud del trabajo	
$t =$	25 °C	Temperatura de aire	
$A =$	36.0 m ²	Área del túnel	

	Clase	Factor de fricción	Factor de fugas
	S	0.015	5
	A	0.018	10
	B	0.024	20

CALCULAR

Resultado	Datos del ventilador
$\rho =$ kg/m ³ Densidad de aire	$D_{fan} =$ 1.100 m Diámetro interno del ventilado
$P_1 =$ Pa Pérdida en tubería	$p_{\text{mesh}} =$ Pa Pérdidas de la rejilla
$P_{\text{VENT}} =$ Pa Pérdidas totales	$p_{\text{silencer}} =$ Pa Pérdidas de silenciadores
$Q_V =$ m ³ /s Caudal en el ventilador	$p_{\text{adaptor}} =$ Pa Pieza de adaptación
$u_{\text{RETUR}} =$ m/s Retorno de aire en túnel	$p_{\text{dynamic}} =$ Pa Presión dinámica
$P =$ kW Potencia en el eje	$\eta_V =$ 80% --- Rendimiento aerodinámico

Ilustración 7 Cálculo de Ventilación Auxiliar o Secundaria Ramificada



**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA EN MINAS, METALURGÍA Y GEOLOGÍA
PROYECTO TÍTULO**

Parámetros a utilizar:

EJEMPLO A CORRECCIÓN

- 1.- Toneladas por día =

1000

- 2.- Toneladas turno de 8 Hrs. =

333.33

- 3.- Número de personas =

78

Nos basaremos en el turno de primera siendo que en este hay mas personal.

Personal turno de día.

- Eléctricos =

4

- Empleados =

4

- Exploradores =

4

- Mecánicos =

4

- Mina =

48

- Muestreros =

4

- Otros =

2

- Seguridad =

1

- Servicios =

4

- Topógrafos aytes. =

3

- 4.- Número de HP equipo diesel =

2,266

Equipo necesario para trabajar las toneladas/día mencionadas anteriormente:

			Total HP	Factor de Utilización
Número de camiones de 20 Ton =	4	HP =	330	75%
Número de camiones de 10 Ton =	0	HP =	139	75%
Número de S.T. de 6 Yd³	0	HP =	250	75%
Número de S.T. de 4 Yd³	0	HP =	142	75%
Número de S.T. de 3 Yd³ =	2	HP =	250	75%
Número de S.T. de 2 Yd³ =	1	HP =	82	75%
Número de Jumbo =	4	HP =	55	75%
Número de Toyota/Jeep =	8	HP =	18	75%
Número de tractor =	0	HP =	54	75%

Cálculos:

Thompkins reporta el siguiente valor para minas bien ventiladas.

- Corte y relleno pcm/ton =

250

- Pcm/hombre =

250

- Pcm/HP =

109

Para las toneladas por un turno dicho anteriormente se requiere un flujo de aire en pcm de =
Toneladas por un turno x pcm/ton (corte y relleno) en pcm =

83,333

Pcm requeridos por total de personas trabajando en el turno de día interior mina =
Número de personas x pcm/persona =

19,500

Pcm requeridos por Hp totales de equipo diesel en el interior de la mina =
Número de Hp x pcm/HP =

247,447

 Sin % Utiliz.

185,585

 Con % Utiliz.

Ilustración 8 Cálculo de Requerimientos de Ventilación



CÁLCULO TIEMPO DILUCIÓN GASES DE LA VOLADURA

Concentración de gas producido			Concentración de tapón de humos		
CO	0.013040	m ³ /kg explosivo	CO	533.29	ppm
CO ₂	0.082903	m ³ /kg explosivo	CO ₂	3390.45	ppm
NO ₂	0.002574	m ³ /kg explosivo	NO ₂	105.27	ppm
Concentración de gas requerida			Concentración de mezcla en el túnel		
CO	50	ppm	CO	199.60	ppm
CO ₂	5000	ppm	CO ₂	1268.97	ppm
NO ₂	2	ppm	NO ₂	39.40	ppm

Longitud del túnel	750	m
Área del frente de trabajo	30	m ²
Longitud de avance por ciclo	2	m
Densidad de la roca	2.8	t/m ³
Volumen de roca a extraer	168	m ³
Factor de explosivo	2.05	kg/m³ roca
Masa de explosivos estimada	344.4	kg
Caudal en el frente	33.86	m³/s
Longitud del tapon de humos	281	m
Volumen del tapón de humos	8421	m ³
Volumen de túnel	22500	m ³

Tiempo de mezcla de los gases al llenar el túnel:
6.9 min

Tiempo de dilución para mantener la concentración por debajo de los límites indicados:

CO	15.3 min
CO ₂	0.0 min
NO ₂	33.0 min



El tiempo de limpieza será de: 40 min

Ilustración 9 Cálculo de Tiempo de Dilución Gases de la Voladura



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA EN MINAS, METALURGÍA Y GEOLOGÍA
PROYECTO TÍTULO

Los cálculos de ventilación sirven para que el supervisor determine el alcance real proyectado, así como la cantidad de equipos y accesorios para determinar la potencia a instalar, la dilución de gases y el costo mensual de energía.

Fecha	Hora de Medición	Veta	Nombre de la obra	ts (°C)	th (°C)	HR (%)	NORMA MEXICANA (NOM 023)	IC	ACTIVIDAD	Distancia de la manga al tope (m) Minima 20	CO (ppm) Max 25
10-mar	10:25	Victoria	Reb-Vic-329B	32.3	31.7	95.7	31.88	43	Jumbo	N/A	0
10-mar	10:38	VICTORIA	REB-VIC-289E	26.8	31.3	71.5	29.95	80	Sin Actividad	30	0
10-mar	10:45	SAN JOSÉ	RPA-SJO-373	28.1	32.7	70.8	31.32	60	SIN ACTIVIDAD	50	0
11-mar	09:51	JESSICA	RPA-SJE-938W	29.1	32.0	55.6	31.13	72	SIN ACTIVIDAD	10	0
11-mar	09:56	JESSICA	FTE-SJE-992	29.8	28.8	74.4	29.07	72	MAQUINA DE PIERNA		48
11-mar	10:03	JESSICA	ACC-SJE-973	32.8	32.5	97.8	32.59	68	SIN ACTIVIDAD		49
19-mar	09:10	SN VICENTE	TALLER	26.0	24.0	72.0	24.60	68	SIN ACTIVIDAD		0
19-mar	10:15	SN VICENTE	TALLER	27.0	23.0	70.0	24.20	32	SIN ACTIVIDAD		0
19-mar	20:14	SN VICENTE	TALLER	29.5	23.5	60.0	25.30	29	SIN ACTIVIDAD		14
19-mar	12:00	ROBERTA	242 ROBERTA	31.2	34.9	80.9	33.79	33	SIN ACTIVIDAD		0
20-mar	10:00	REGINA	FTE 1182	27.0	22.5	63.6	23.85	41	SIN ACTIVIDAD		24
20-mar	10:20	REGINA	FTE 1180S	27.1	23.0	71.6	24.23	36	SIN ACTIVIDAD		7
20-mar	10:50	REGINA	RPA 1149	29.6	25.4	72.4	26.66	72	MANGA AHORCADA		8
20-mar	11:30	REGINA	RPA 1200	27.8	24.4	77.4	Regimen de Descanso Laboral		Temperatura		8
20-mar	12:00	REGINA	RPA 1198S	26.5	24.2	83.7	0% a 25% de Trabajo		Encima de 32.2°C		8
20-mar	12:20	REGINA	FTE 1198N	27.0	23.0	74.8	25% a 50% de Trabajo		Entre 30.6°C y 32.1°C		6
20-mar	10:30	ALEXA	FTE 370	29.9	26.4	63.4	50% a 50% de Trabajo		Entre 29.6°C y 30.5°C		0
20-mar	12:10	ROBERTA	RPA 242	31.2	28.0	80.9	75% a 100% de Trabajo		Entre 28°C y 29.5°C		0
20-mar	12:20	REGINA	1111N	30.0	26.7	78.7	100% de Trabajo		Debajo de 28°C		0

Ilustración 10 Formato de Monitoreo

 FIRST MAJESTIC SILVER CORP	FECHA:				
	12/09/2020				
	kw/hr				
	1.25				
1	RPA-SJE-785	Ckto Principal		Sistema sin Recirculación? ✔	
	07-sep-20	78,000 cfm			
	REB-SJE-832	T. Inicial	Eficiencia		
		25.4°C	86.2%		Tiempo Dilución
		Q Air	0		25
	MONITOREO DE GASES Y OXIGENO				
	Max 25	CO (ppm)	0		
	Max 3.0	NO ₂ (ppm)	0.00		
	Min 19.5	O (%)	20.8		
	<i>Se observa algo que lo cause/provoque?</i>				
OBSERVACIONES:		OBSERVACIONES:			

Ilustración 11 Formato de Sistema de Ventilación Principal con Indicadores



Diagrama de Pareto de incidencias

TIPO DE DEFECTO	FREC.	FREC. %
SUMINISTROS DE DUCTOS	63	35.0
CALIDAD DE OBRA	49	27.2
MALA INSTALACION	37	20.6
DAÑO POR VOLADURA	17	9.4
DAÑO POR PERSONAL	14	7.8

82.8% DE LOS DEFECTOS

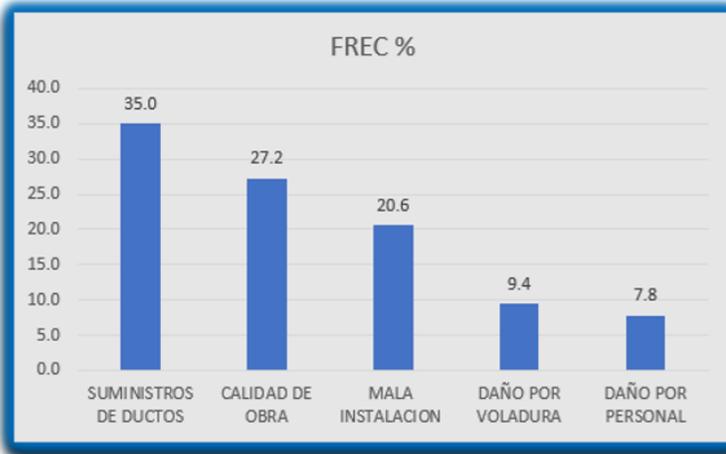


Tabla 1 | Estudio de 180 Obras con Fallas para corrección mediante Diagrama de Pareto

ANTECEDENTES DEL PROYECTO

Se hace un análisis de la Ventilación del Distrito San Dimas, enfocado a la zona de Jessica, en los cuales el circuito principal esta a pocos meses de fallar.

La ventilación secundaria como consecuencia se vera afectada por falta de suministro de aire fresco y calidad de aire a lo largo del circuito lo cual traerá un aumento de temperaturas y dilución de gases afectada. También se analizan los alcances de los



**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA EN MINAS, METALURGÍA Y GEOLOGÍA
PROYECTO TÍTULO**

ventiladores auxiliares en cuanto a alcance, sus instalaciones de ductería y el costo energético de los ventiladores instalados.

Informe de Análisis de Ventilación Auxiliar (Jessica)

<u>Ventilación Auxiliar</u>			<u>Energía</u>		<u>Mtto</u>
25,000 cfm		(cfm) Requerido vs Medido	ZITRON (03)	(34 HP)	19/10/2019
T. Tope	Eficiencia	10,500.00 13,116.71	Voltaje =	460 Volts	-329
26.4°C	71.6%	✓	Amperaje =	66 Amp.	✗
minutos			Amp. Arranque		
MONITOREO DE GASES Y OXIGENO			Consumo Arranque		
CO (ppm)	0		Consumo de	36.26 Kw	
NO ₂	0.00		Energía	49 Hp	
O (%)	20.8		Costo Mensual	\$ 32,631.59 Dlls	
Temp. Agua			Energía		
			OBSERVACIONES:		

<u>Trimestral</u>				
Septiembre (m)	Tipo Ducto	Octubre (m)	Tipo Ducto	Noviembre (m)
60	36"	60	36"	60
Long. Max	250 m			
Long. Actual	110 m			
<p>AVISO:</p> <p>EL SISTEMA DE VENTILACIÓN FALLARA EN....</p> <p>NOVIEMBRE</p>				

Ilustración 12 Formato de análisis

En el mes de Septiembre se observa el crecimiento de la obra a lo largo de los meses siguientes, lo cual nos indica que en Noviembre tendremos que crear infraestructura o cambiar de ventilador auxiliar por uno de mayor potencia.

Tendremos además el mantenimiento del ventilador, lo cual es un indicativo importante de mantener la ventilación adecuada al no estar desfasado en mantenimiento lo cual



nos provocará un costo adicional al quemarse por falla. Como consecuencia inmediata que se detenga la operación de mina.

El descontrol mayor radica en la falta de infraestructura a tiempo para eliminar la mala ventilación de las obras porque se da prioridad de recursos a extraer mineral, sin embargo llega el momento en que la falta de ventilación, los tiempos de dilución de gases desfasan el ciclo de operación y obtenemos un retraso mayor en el futuro.

En relación al historial de obras bien ventiladas obtenemos una gráfica de temperaturas, eficiencia y gases desproporcional al seguimiento fallido de estas.

GRAFICAS

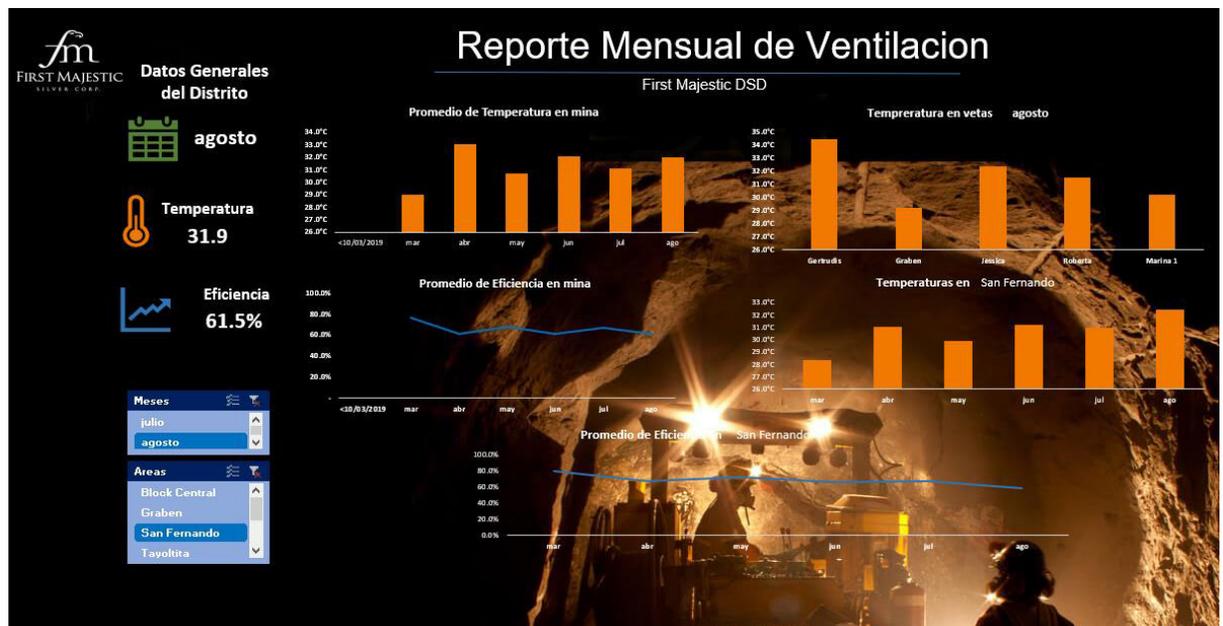


Tabla 1 2 Gráficas mensuales



**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA EN MINAS, METALURGÍA Y GEOLOGÍA
PROYECTO TÍTULO**

En relación a costos se realiza el siguiente estudio para obtener el parámetro a considerar en las fallas de ventilación. La corrección impacta en ahorros.

TABLA COMPARATIVA

FECHA DE REVISIÓN:	16-oct-20	Costo de Fugas		Cantidad		Costo x Manga(Dlls)		Costo Necesario	Costo Dañadas
Fugas de mangas (cfm)	Costo x Cfm (dlls)	cfm (Dlls)	Tipo de Manga	Instalada	Dañadas				
5,500.00	0.24	1,310.94	M-Espiral 36"	2	1	130.48		260.96	130.48
			Manga 24"	20	12	97.99		1959.8	1175.88
Total								2220.76	1306.36

Costo de Ventilador	Costo Mantenimiento (dlls)		Costo Optimizado	Costo Desperdiciado
18,732.00	Preventivo;	\$ 81.74	\$ 24,528.05	\$ 4,332.86
	Correctivo Min;	\$ 1,715.56		
	Correctivo Max;	\$ 5,032.00		
	Perdida Epo;	\$ 18,732.00		

Tabla 1 3 Análisis de costos



8. PROCEDIMIENTOS Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

Todas las actividades realizadas están encaminadas a cumplir con los objetivos específicos y los problemas a resolver.

INCREMENTAR EFICIENCIA DEL PERSONAL Y REDUCIR EL COSTO ENERGETICO EN LA MINA JESSICA

Descripción de las actividades

1. Realización de Check List de levantamiento completo para el Sistema de Ventilación a Implementar

Procedimiento

- 1) Se selecciona el lugar de trabajo donde se van a monitorear las obras.
 - La elección radica en las características de ventilación del lugar (Circuito Primario, Secundario e instalaciones).
- 2) Se recogen los aforamientos nuevos q se van utilizar en los lugares seleccionados.
- 3) Ingreso a la mina por medio vehículo junto con el personal de ventilación (Duración: 60 minutos por obra)
- 4) Llegar al lugar de antes del ventilador auxiliar.
- 5) Anotar el flujo del circuito principal, temperaturas y gases.



- 6) Tomar los datos del ventilador y energía (Voltaje y amperaje)
- 7) Revisión de la instalación y estado de ductería hasta el final de la obra. (Calificar la manga de acuerdo a Check List)
- 8) Medir el tope. (flujo, temperatura y gases)
- 9) Dar seguimiento a las recomendaciones necesarias para mejorar la ventilación de cada obra.
- 10)Proyectar cada obra en base al crecimiento trimestral y agregar costos de comparativos.
- 11)Investigar último mantenimiento del ventilador instalado.
- 12)Capturar los datos registrados en formato de monitoreo.
- 13)Realizar cada fase proyectada.
- 14)Revisar el circuito Principal (Tendrá crecimiento a las necesidades?)
- 15)La ventilación secundaria está fallando con respecto al cálculo efectuado?
- 16)Medición de presión de velocidad en obras con fallas al cálculo para demostrar perdidas exactas de caudal a lo largo de la ductería. (agregando costos)

NOTA: Paso 15 y16 son simultáneos.



9. RESULTADOS OBTENIDOS

Al obtener obras que no cumplían con el requerimiento necesario, se hace una evaluación de los requerimientos, se evalúa el circuito de ventilación de la zona para estudiar las áreas de oportunidad conforme a la optimización de este o el incremento de flujos en base al requerimiento necesario por personal y equipos en operación.

PLATICAS

Se hacen pláticas al personal sobre los circuitos de ventilación, la seguridad de conocer estos aspectos como ubicación de refugios mineros, las acciones a tomar en caso de presentarse un incendio y las maneras de propagación del humo, tomando como posible emergencia el taller de mantenimiento por tener la mayor cantidad de posibles fuentes de calor y humo.

Se realiza simulacro exitoso.

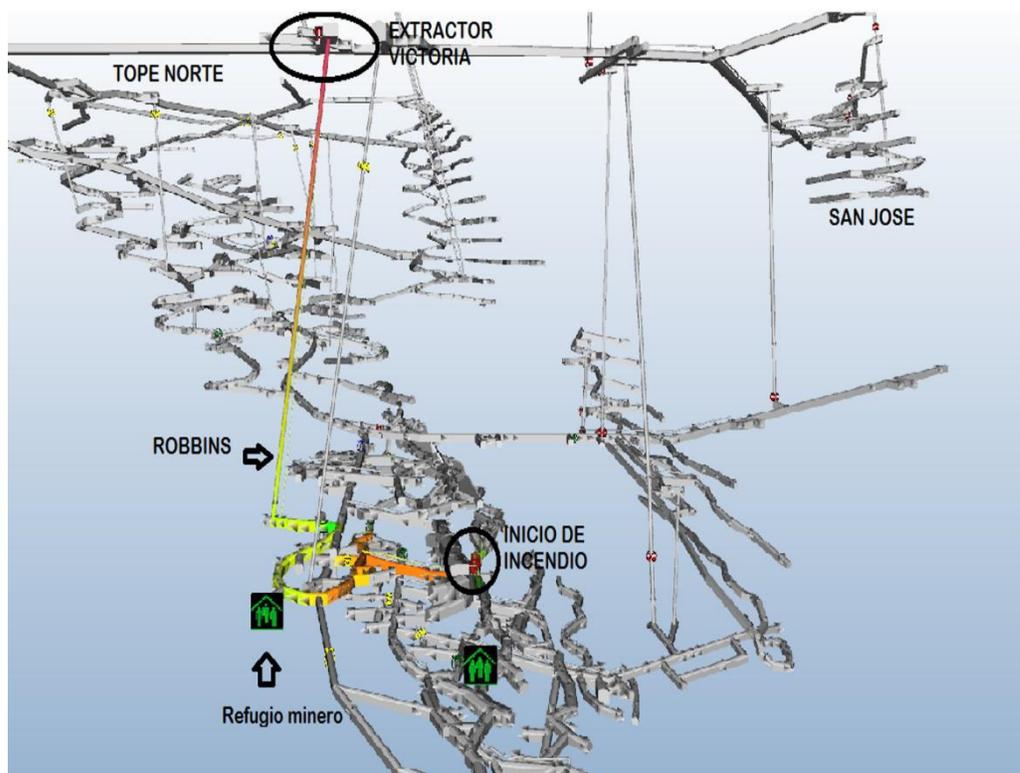


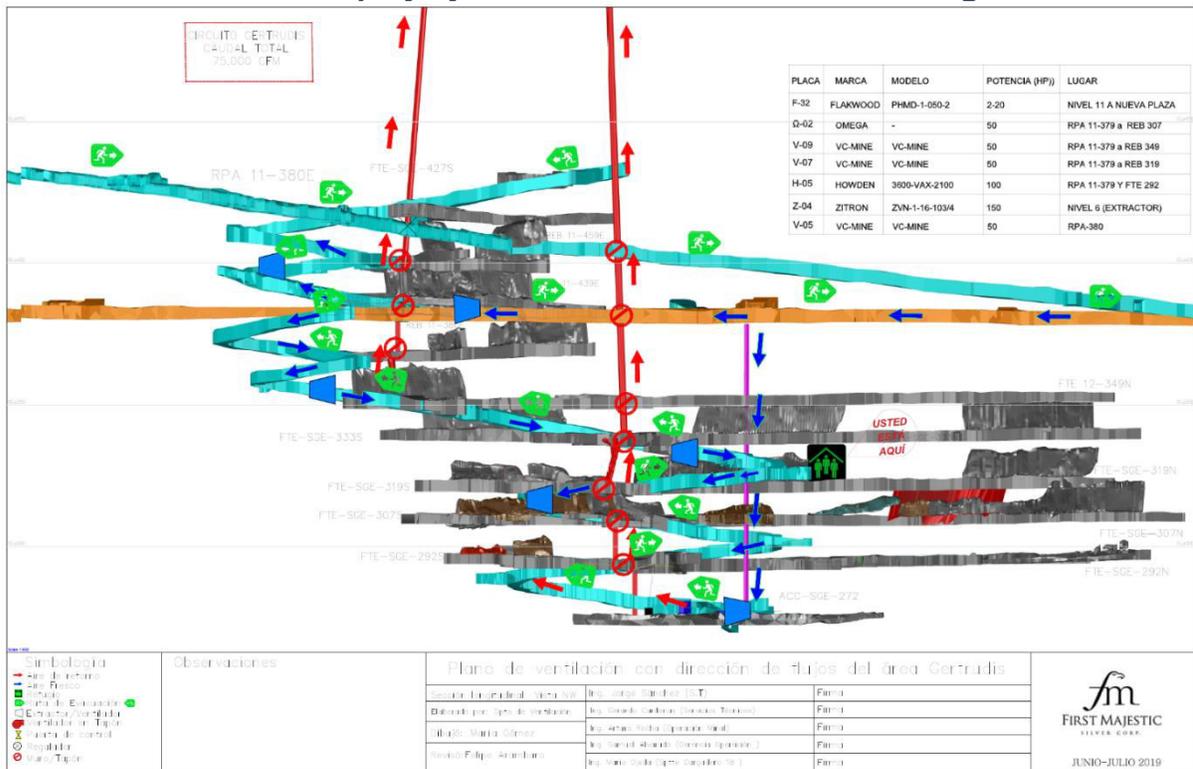
Ilustración 13 Simulacro de incendio



Ilustración 14 *Platicas al personal*



Ilustración 15 *Displays y Planos de los Circuitos con refugios:*





**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA EN MINAS, METALURGÍA Y GEOLOGÍA
PROYECTO TÍTULO**

Recomendaciones;

SEGUIMIENTO A RECOMENDACIONES REPORTE SEMANAL DEPARTAMENTO DE VENTILACIÓN; MAYO 2019												
No	Lugar	Recomendación.	MAYO		SEMANA		PUEBLE	Comentarios	Ubicación	Evidencia Fotográfica	Porcentaje de Cumplimiento	
			Prioridad	Responsable	Justificación	Fecha de recomendación						
1	RPA-25-980	1. Retirar ventilador.	[Red]	JAVIER CASTAÑEDA	Se requiere para mejorar nuestro plan de mantenimientos y utilizar para otras obras	05/05/19	ROBERTITA				0%	
2	NIVEL 5	1. Retirar ventilador.		VICTOR DURAZO	Se requiere para mejorar nuestro plan de mantenimientos y utilizar para otras obras	05/05/19	NOCHE BUENA				0%	
3	REB-364	1. Retirar ventilador.		JAVIER CASTAÑEDA	Se requiere para mejorar nuestro plan de mantenimientos y utilizar para otras obras	05/05/19	ROBERTA				50%	
4	RPA-REG-11845	1. RPA REG 11845, el ventilador que abastace esa zona solo nos dara abastecimiento 60 min mas, por lo tanto, se requiere un ventilador de 50 hp una vez que se llegue a lo indicado.		VICTOR DURAZO	Se requiere colocar ventilador de 50 HP para poder ventilar la rampa el proyecto completo.	28/04/19	REGINA				0%	
5	RPA-JSE-938W	1. Retirar "Y", colocar adaptador 36" a 36", ya que se presentan considerables fugas. 2. Retirar "Y", colocar adaptador 36" a 36". 3. recuperar manga de la FTE-SJE-956. 4. Entregar manga, hasta que se concluya con el proyecto en dicha zona.		JAVIER CASTAÑEDA	Se requiere retirar Y de rebales que ya no están en producción y recuperar mangas para canalizar el aire fresco a obras prioritarias en plano.	28/04/19	JESSICA				0%	
6	RPA-JSE-977W	1. Retirar manga de 24" que se encuentra actualmente sobre la RPA-SJE-957. 2. Colocar manga oval equivalente a 36"		JAVIER CASTAÑEDA	Se requiere colocar manga oval 36" para aumentar el caudal en la Rpa	27/04/19	JESSICA	Falta Energizar			Falta Evidencia	50%
7	Taller San Fernando	1. Colocar dos "Y" sobre el taller de 36m adelantando manga a la entrada. 2. Colocar cortina corrediza.		JAVIER CASTAÑEDA	Se requiere colocar Y para canalizar el flujo en todo el taller, la cortina para impedir que entre gas proveniente de las voladuras de San Vicente.	24/04/19	SAN FERNANDO				50%	
8	RPA-ROB-242	1. cambiar el ventilador actual (Howden H-34, por uno de doble tapa (ubicación Jae).		JAVIER CASTAÑEDA	Se requiere un ventilador de mayor potencia y caudal por condiciones de calor en la zona	27/04/19	ROBERTA				0%	
9	SAN JOSE	1. Colocar mangas conforme recomendación.		VICTOR DURAZO	Se requiere colocar mangas conforme a recomendación para independizar y mejorar XC 7-889W	12/04/19	GRABEN				50%	
10	FTE-ROB-500W.	1. Construcción de muro en la FTE-ROB-500W.		JAVIER CASTAÑEDA	Se requiere construcción de muro para que no existan recirculaciones, ni pérdidas en la zona.	08/02/19	ROBERTA				0%	

Prioridad 1
Prioridad 2
Prioridad 3

Corregir de manera inmediata, la condición puede producir deshidratación e intoxicación de gases.

Corregir de manera puntual sobre la utilización del lugar, la condición puede afectar el ambiente de trabajo.

Corregir de manera programada, la condición puede ser mayor si no se corrige.

Tabla 1 4 Recomendación y criticidad



Gráficos:

 Tabla de cumplimiento de recomendaciones de ventilación			Mes:
Ubicación	Medidas a corregir	Medidas corregidas	MAYO
MINA	PLAN	REAL	% CUMPLIMIENTO
SAN FERNANDO	9	4	44%
GRABEN SINALOA	4	0	0%
CARGADERO #18	5	1	20%
REGINA	8	1	13%
Total	26	6	23%

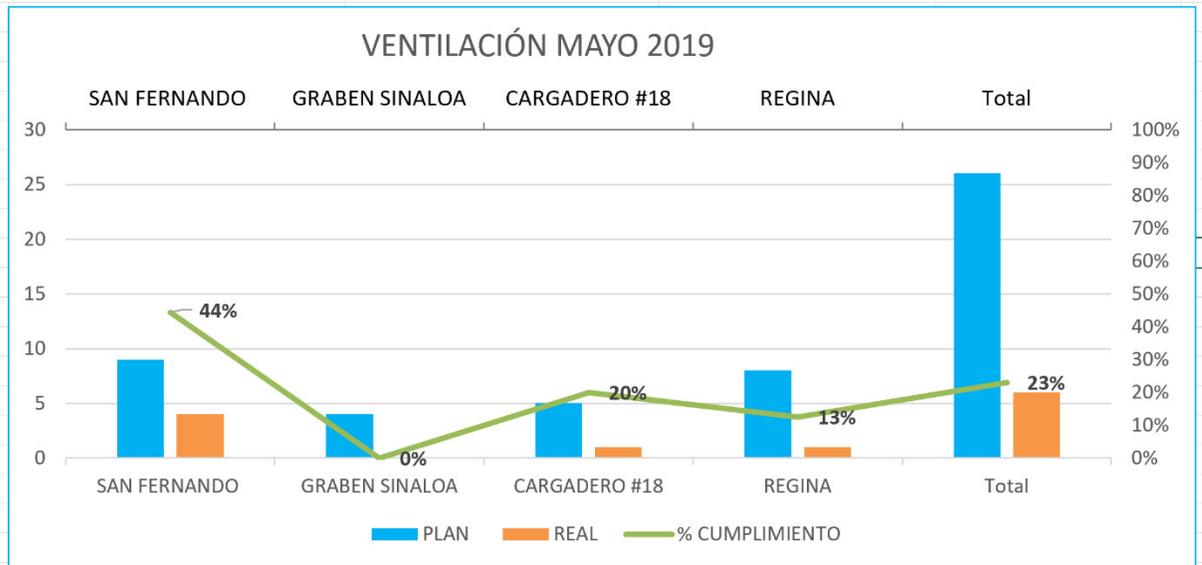


Tabla 1 5 **Porcentaje de avance en trabajos**



Recorridos con Seguridad

112 días sin LTI					2
Estadística de Seguridad Industrial Mayo					
Clasifi.	Sem.	Acumulado			
		22 al 28	Mes	Anual	
FAI (A)	● 1	● 6	● 33		
MTI (B)	● 0	● 1	● 5		
RWI (C)	● 0	● 0	● 0		
LTI (D)	● 0	● 0	● 2		
PPD (E)	● 0	● 0	● 0		
PTD (F)	● 0	● 0	● 0		
FAT	● 0	● 0	● 0		
NMI	● 2	● 3	● 9		
ENV	● 0	● 0	● 0		
DMG	● 1	● 15	● 79		

	ACCIONES INVESTIGACIONES				ACCIONES INSPECCIONES			
	TOTAL	REALIZADAS	PROCESO	VENCIDAS	TOTAL	REALIZADAS	PROCESO	VENCIDAS
SEMANA ACTUAL	264	241	23	0	395	334	10	51
% SEMANA ACTUAL		91%	9%	0%		85%	3%	13%
SEMANA ANTERIOR	264	236	28	0	395	324	14	57
%SEMANA ANTERIOR		89%	11%	0%		82%	4%	14%



Tabla 1 6 *Informes de Seguridad*

Mejoras en Labores

Nombre del Supervisor	Fecha	Areas	Veta	Nombre de la obra	ts (°C)	th (°C)	HR (%)	NORMA MEXICANA (NOM 023)	CO (ppm) Max 25	O (%) Min 19.5
Joel Dorado	20-mar	San Fernando	Regina	Fte 1182	27.0	22.5	63.6	23.85	24	20.8
F. Aramburo	20-mar	San Fernando	Regina	Fte 1180S	27.1	23.0	71.6	24.23	7	20.8
F. Aramburo	20-mar	San Fernando	Regina	Rpa 1149	29.6	25.4	72.4	26.66	8	20.8
F. Aramburo	20-mar	San Fernando	Regina	Rpa 1200	27.8	24.4	77.4	25.42	8	20.8
F. Aramburo	20-mar	San Fernando	Regina	Rpa 1198S	26.5	24.2	83.7	24.89	8	20.8
F. Aramburo	20-mar	San Fernando	Regina	Fte 1198n	27.0	23.0	74.8	24.20	6	20.8
F. Aramburo	20-mar	San Fernando	Regina	1111N	30.0	26.7	78.7	27.69	0	20.8
F. Aramburo	20-mar	San Fernando	Regina	Fte 1132S	26.5	22.3	70.1	23.56	0	20.8
F. Aramburo	20-mar	San Fernando	Regina	Xo Robins 1182	28.8	24.9	74.0	26.07	0	20.8
F. Aramburo	24-mar	San Fernando	Regina	Fte-Reg-1180S	27.1	23.0	71.6	24.23	0	20.8
F. Aramburo	24-mar	San Fernando	Regina	Crucero Robbins	28.8	24.9	74.0	26.07	0	20.8
F. Aramburo	15-abr	San Fernando	Regina	Fte-Reg-1182	27.0	23.0	63.6	24.20	0	20.8
F. Aramburo	15-abr	San Fernando	Regina	Fte-Reg-1198N	27.0	23.0	74.8	24.20	0	20.8
F. Aramburo	15-abr	San Fernando	Regina	Fte-Reg-1198S	26.5	28.2	83.7	27.69	0	20.8
F. Aramburo	15-abr	San Fernando	Regina	Rpa-Reg-1200	27.8	24.4	77.8	25.42	0	20.8
F. Aramburo	15-abr	San Fernando	Regina	Rpa- Reg-1149	29.6	25.4	72.8	26.66	0	20.8
F. Aramburo	15-abr	San Fernando	Regina	Fte-Reg-1111N	30.0	26.7	78.7	27.69	0	20.8
F. Aramburo	15-abr	San Fernando	Regina	Plaza Robbins	28.3	23.0	65.0	24.59	0	20.8
F. Aramburo	15-abr	San Fernando	Regina	Fte-Reg-1132S	26.5	22.3	70.1	23.56	0	20.8
Joel Dorado	21-abr	San Fernando	Noche Buena	REB-SJE 876	29.4	24.8	64.7	26.18		
Joel Dorado	03-jun	San Fernando	Noche Buena	BDD-NIVEL#3	28.6	26.2	83.3	26.92		
Joel Dorado	03-jun	San Fernando	Regina	FTE-REG-1198E	29.3	25.7	75.9	26.78		
Joel Dorado	03-jun	San Fernando	Regina	RPA-REG-1200	28.3	24.8	76.4	25.85		
Joel Dorado	08-jul	San Fernando	Regina	FTE-REG-1134E	29.8	27.9	83.2	28.47		

Tabla 1 7 *Mejoras NOM 015*



Capacitación al Personal en Retrabajos:

Ilustración 16 **Capacitación Servicios Mina**



Reducción de accidentes en Seguridad

Incidentes: Sin Eventos.

REPORTE DIARIO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL			FECHA
			05/06/2019
DIAS SIN EVENTOS LTI			120
EVENTO	Jornada (Día)	Mes	Acumulado
FAI	0	1	34
MTI	0	0	5
RWI	0	0	0
LTI	0	0	2
DMG Equipo	0	2	72
DMG Instalación	0	0	11
NM	0	0	9
Actos inseguros	0	0	499
Condiciones inseguras	0	0	363
Total	0	0	995
HPI	0	0	5

Definición de Clasificación de Incidentes	
FAI	Lesión de Primeros Auxilios
MTI	Lesión con Tratamiento Medico
RWI	Lesión con trabajo Restringido
LTI	Lesión con Tiempo Perdido
DMG	Incidente con daño en Equipo o Instalación
NM	Cuasi-Incidente

Tabla 1 8 *Reporte Acumulado de Seguridad*



Software

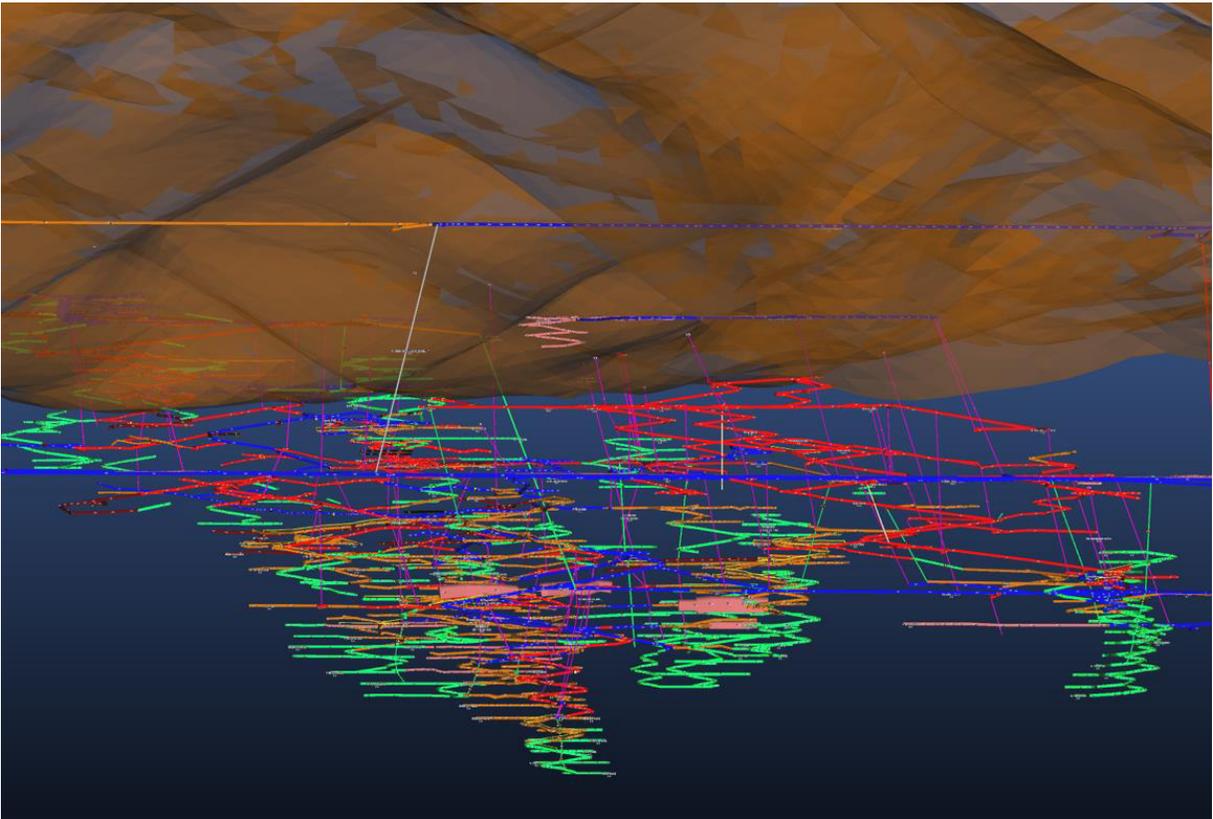


Ilustración 17 Simulación del circuito de ventilación y proyectos

Fotos y Mejoras en Instalaciones Mina



Ilustración 18 Mejora de montajes de ventiladores





Oficios Gerenciales



CAPTOR MINERÍA Y CONSULTORÍA



13 de Mayo del 2019

A quien corresponda:

Por este medio me permito solicitar su apoyo en la capacitación de ventilación y seguridad en mina a todo el personal obrero, el cual se impartió hace algunos meses en la Universidad de Guanajuato sede San Matías a Empresas Mineras en México.

En **CAPTOR MINERÍA Y CONSULTORÍA** Somos un equipo de ingenieros de minas con gran experiencia en empresas mineras y nuestra propuesta es compartir nuestra experiencia y conocimientos con las diferentes empresas mineras mexicanas ayudándoles a optimizar sus recursos. Somos ingenieros egresados de la Universidad de Guanajuato.

Hemos conseguido un curso novedoso en materia de Seguridad y Ventilación que le será de gran apoyo al personal para conocer los circuitos de ventilación, las alternativas que tienen en caso de incendios, así como el conocimiento de la ubicación de los refugios mineros y su utilización.

Colaborando con ustedes, le ofrecemos además una capacitación más extensa del software que están en trámites de adquirir en ventilación a los profesionistas e ingenieros del área de servicios mina, así como al personal que considere necesario deba conocer dicha herramienta.

Anexo encontrará nuestro temario, pero con la diferencia que esta vez la empresa minera pondrá todas las facilidades para obtener una mejor proyección y audio. Sin más reciba un cordial saludo y quedo en espera de su confirmación para darle seguimiento contando con el apoyo de la Empresa

Atentamente



Ing. Felipe Aramburo Campos
Gerente de Servicios Técnicos

CAPTOR MINERÍA Y CONSULTORIA

Querétaro, Querétaro México / +52 (442) 186 68 15 / mexico@captormin.com



Resultados Mensuales

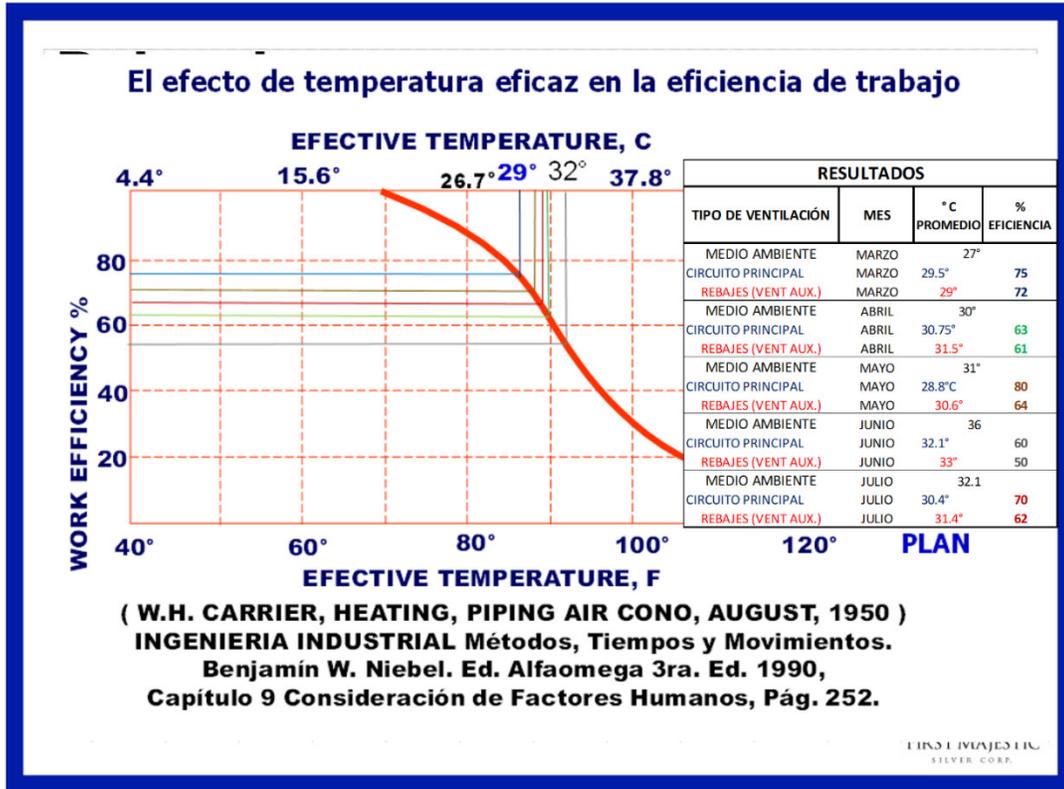


Tabla 1 9 Comparativo mensual

Gráfica de avance con Recomendaciones

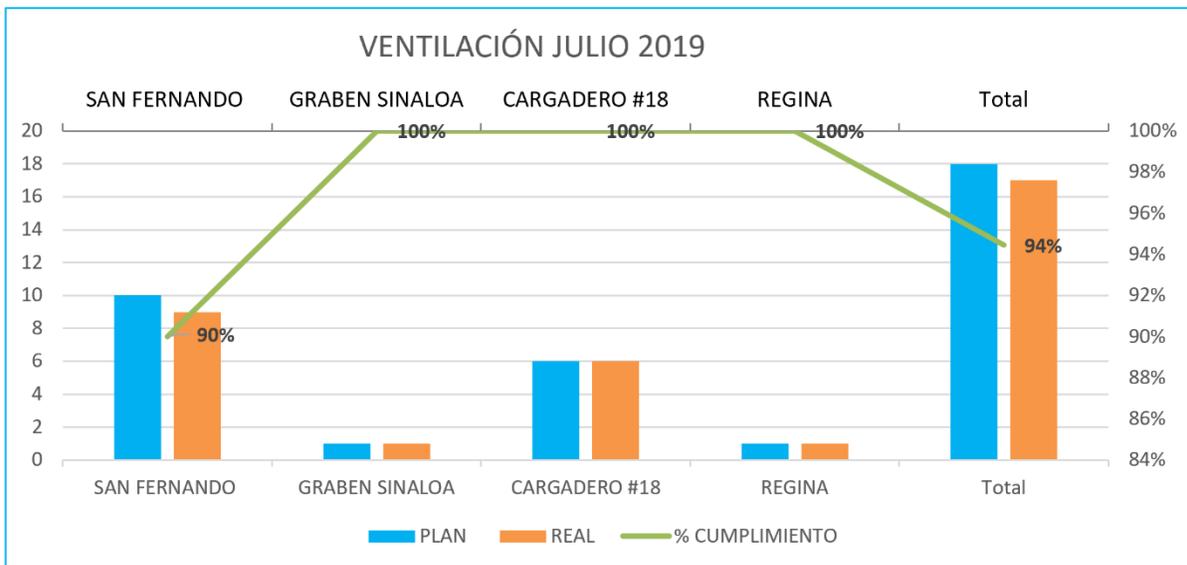


Tabla 1 10 Gráfico de Avances Semanales de Ventilación



Análisis con Herramientas de Calidad

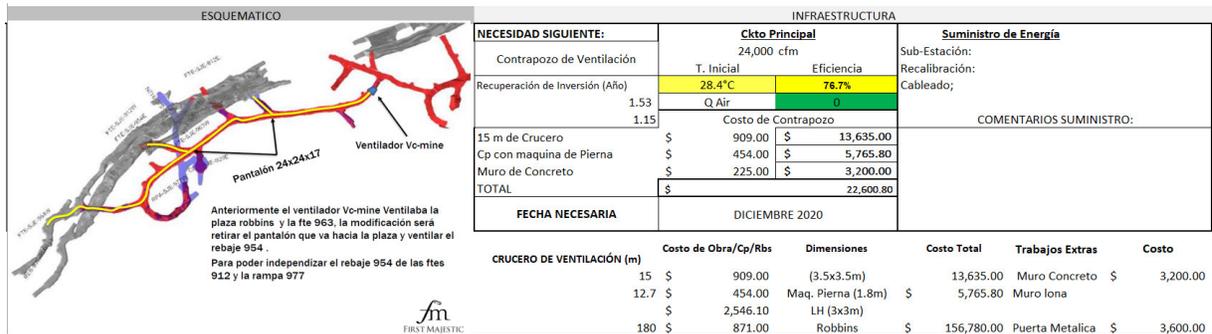


Tabla 1 11 **Costos de operación de Ventilación**

Objetivo: 28 °C Todas las áreas de operación

Regimen de Descanso Laboral	Temperatura
0% a 25% de Trabajo	Encima de 32.2°C
25% a 50% de Trabajo	Entre 30.6°C y 32.1°C
50% a 50% de Trabajo	Entre 29.6°C y 30.5°C
75% a 100% de Trabajo	Entre 28°C y 29.5°C
100% de Trabajo	Debajo de 28°C

Ilustración 19 **Indicador de Normativa**

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El sistema de ventilación es un proyecto dinámico, conforme van creciendo los desarrollos y estos comunican con otras obras la variación en flujos dependerá de la distribución de caudales estimados en base a cálculos, software de ventilación y la correcta captura de la información relevante.

Las proyecciones de ventiladores principales deberán tener el mayor alcance en años dependiendo de la buena planeación o conocimiento de las vetas, lo mismo en ventiladores auxiliares en metros de alcance para evitar en medida de lo posible trabajos constantes con la limitante del cuidado de energía.

El seguimiento a estas recomendaciones y la ejecución en tiempo es clave para no perder la buena ventilación.

Existen muchos indicadores que hacen visible mes a mes si vamos por buen camino o debemos mejorar el sistema, indicadores como temperaturas, eficiencia del personal,



gases en obras, recirculaciones, etc. Al mejorar estos aspectos el personal mejora la seguridad al trabajar en mejores condiciones, dos áreas ligadas aunque diferentes.

El conocimiento de todo el personal que ingresa a mina de los sistemas de ventilación, seguridad, refugios mineros, corrientes de aire, evacuación de gases, nos deja la satisfacción de que estarán seguros aún cuando existan muchos riesgos en mina.

El cuidado constante suyo y del compañero nos hace un mejor equipo, lograr objetivos en común de producción con una sola actividad más importante que esta... **Regresar seguro a casa con su familia.**