



ANEXO 1

FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN
CON EL FINANCIAMIENTO DEL FEDU

1. Título del proyecto

CAUDAL Y CIRCULACIÓN DE AIRE EN EXCAVACIÓN SUBTERRÁNEA DE LA
MINA CAROLINA-PUNO

2. Área de Investigación

Área de investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE
Ingeniería de Minas	Servicios auxiliares requeridos en operaciones mineras	

3. Duración del proyecto (meses)

12 meses

4. Tipo de proyecto

Individual	☒	☐
Multidisciplinario	☐	☐
Director de tesis pregrado	☐	☐

4. Datos de los integrantes del proyecto

Apellidos y Nombres	MARIN PAUCARA, ESTEBAN
Escuela Profesional	Ingeniería de Minas
Celular	930337642
Correo Electrónico	esmarinpa@gmail.com

I. Título

CAUDAL Y CIRCULACIÓN DE AIRE EN EXCAVACIÓN SUBTERRÁNEA DE
LA MINA CAROLINA-PUNO

II. Resumen del Proyecto de Tesis

El trabajo se ejecutará en la excavación subterránea que es la galería principal de la mina Carolina, cuyo estudio será durante el año 2023 ya que la cantidad de aire como la circulación del aire atmosférico es prioritario para la respiración de las personas que han ingresar a la labor, el cual requiere monitorear con periodicidad con el cual comparar con los límites máximos permisibles y se presume puedan encontrarse otros gases tóxicos por ser una labor inactiva por muchos años por eso el propósito del estudio es determinar el caudal y la circulación del aire respirable en la excavación subterránea (galería principal) de la mina Carolina-Puno, siendo el proceso



metodológico la descripción de las variables según la recolección de datos del caudal de aire y el trabajo de monitoreo de circulación de aire en dos temporadas de precipitaciones pluviales y de estiaje con lo que se pretende obtener los posibles resultados de buena cantidad y circulación de aire en la labor subterránea de la mina inactiva de la localidad de Pompería.

III. Palabras claves (Keywords)

Aire atmosférico, contaminación atmosférica, excavación subterránea, monitoreo.

IV. Justificación del proyecto

En la mina Carolina ubicado en la localidad de Pompería existen excavaciones subterráneas que han sido trabajada en el pasado donde se realizará el estudio en la galería principal que es accesible, sin embargo no se cuenta con un estudio de la ventilación natural que requiere toda labor subterránea para que pueda acceder las personas con seguridad y confianza a fin de realizar trabajos, prácticas los estudiantes de minas y carreras afines que llevan en diferentes materias en el seno de la escuela profesional, entonces es preciso monitorear el caudal de aire atmosférico que circula en dicha labor subterránea que debe estar en condiciones mínimamente respirables y así mismo no se tiene conocimiento de que pueda existir otros gases que puedan dañar la salud de las personas, por otra parte existen muchas otras labores en estado de abandono que allí más bien no son accesibles por la profundidad y desprendimiento de las rocas de sus hastiales, entonces esto genera un problema bastante preocupante, ya que el aire atmosférico es vital e imprescindibles para la humanidad en todo momento; por lo que esta problemática se formula bajo las siguientes interrogantes:

Pregunta general

¿Cuál es el caudal y la circulación del aire respirable en la excavación subterránea (galería principal) de la mina Carolina, Puno?

Preguntas específicas

- ¿Cuál es el caudal del aire respirable en la excavación subterránea (galería principal) de la mina Carolina, Puno?

- ¿Cómo es la circulación del aire respirable en la excavación subterránea (galería principal) de la mina Carolina, Puno?

Frente a este problema del desconocimiento del flujo y cantidad de aire atmosférico en la galería requiere de un estudio exhaustivo referido a la ventilación natural de la excavación subterránea existente desde aquellos años, esto implica que existe un riesgo latente por ser una labor antigua que podría haber gases tóxicos en algún lugar de dicha excavación subterránea, además se pueda tener un impacto significativo a la salud de las personas que puedan ingresar sin ninguna precaución a dicha labor minera.

Por lo que es preciso llevar a cabo el estudio en esta labor subterránea de la mina denominada Carolina a fin prever incidentes por la ventilación requerida en la labor antigua que pueden conducir a una alteración o daño a la salud de las personas. Así mismo el proyecto en mención contribuirá en la formación profesional de los estudiantes de Ingeniería de Minas en el aprendizaje del curso de ventilación de minas, y otros similares en el área medioambiental, por lo que considero de mucha necesidad e importante para que se lleve a cabo la investigación en esta temática.

V. Antecedentes del proyecto

El aire está compuesto de varios gases como el oxígeno, nitrógeno, dióxido de carbono, helio, etc., que no se condensan en aplicaciones habituales a la vez es conocido como aire seco, donde se incluye vapor de agua que puede condensarse al enfriarse que viene a ser el aire húmedo (Gómez, T., 2004), también el aire atmosférico es definido como una mezcla de gases que no tienen color, olor, ni sabor, que están compuesto de varios elementos tal es como: 78,5 % de nitrógeno, 20,95 % de oxígeno, 0,97 % de otros elementos, además contiene humedad y partículas sólidas como polvo, humo, etc. (Marín, 2014), (Llanque et al., 2008).

La contaminación atmosférica desde un punto de vista sanitario son los efectos que producen sobre la salud de la población, por eso es importante conocer los principales contaminantes, fuentes, características fisicoquímicas, captación y análisis de control, límites y recomendaciones referidos a los niveles de emisión por la Organización Mundial de la Salud; y donde ha sido analizado en el Estudio Multicéntrico Español de Contaminación Atmosférica y Mortalidad (EMECAM): partículas, dióxido de azufre (SO_2), dióxido de nitrógeno (NO_2), monóxido de carbono (CO) y ozono (O_3) (Aránguez *et al.*, 1999), por otra parte la contaminación atmosférica afecta a la salud humana y al medio ambiente, por eso los del área ambiental y urbano enfatizan en el monitoreo de los contaminantes del aire, por lo que en este proceso se toma la decisión al respecto con el fin de mejorar la calidad de vida en zonas urbanas, por ello es de importancia conocer los niveles de concentración de los contaminantes y los que se asocian con ella (Arce *et al.*, 2018); así mismo El IMECA es una escala arbitraria, normalizada entre cero y 500, que sirve para interpretar el nivel de peligro que hace ver la atmósfera en un lugar y tiempo, la relación entre concentración y puntos IMECAS que es lineal, pero cambia a partir del punto de quiebre que es de 100 en la escala de IMECAS, entonces desde este punto hacia adelante la condición de la atmósfera se considera peligrosa (Trejo, 2006).

El aire nos hace enfermar por los efectos de la contaminación ambiental en la salud que significa elevar el riesgo de sufrir enfermedades que se acumulan, la investigación asoció 101 enfermedades a los efectos generados en el ambiente, estas enfermedades son las respiratorias, cardiovasculares, neurológicas, trastornos neuropsicológicos, etc. (Álvarez *et al.*, 2018), así mismo, la contaminación del aire en la actualidad es uno de los problemas ambientales más significativos en todo el globo terráqueo, es decir está en todas partes y sociedades, independientemente del nivel de desarrollo socioeconómico, y constituye incidiendo en la salud del hombre, definiendo la contaminación, sus fuentes, los agentes contaminantes y los sistemas de vigilancia de la calidad del aire (Romero, 2006).

En los últimas décadas la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) ha crecido aceleradamente referido a urbano-industrial, por lo que incrementó en contaminantes nocivos para la salud de los pobladores, por lo que el propósito fue analizar la concentración de dióxido de azufre (SO_2) y nitrógeno (NO_2) en el aire, lo mismo los iones hidrógeno (H^+), sulfatos (SO_4^{2-}) y nitratos (NO_3^-) durante la temporada de lluvias del año 2005, donde al monitorear han resultado acidez significativa al nortenoeste y sureste (García et al., 2013); por otra parte, se analiza los mecanismos de control de la contaminación atmosférica en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), por eso se utilizó el ciclo de políticas públicas para examinar el Programa para Mejorar la Calidad del Aire (Navarro, 2019).

La evaluación de la calidad de aire se realiza con la información que envían al MAPAMA las distintas redes de control y vigilancia de calidad del aire, que utilizan enfoques y criterios comunes y estas son: redes de comunidades Autónomas, Redes



de entidades locales y otras (Querol, 2018), por otra parte, se identifican los programas de monitoreo atmosférico realizados por países de América Latina y el Caribe (LAC) y la publicación de los sitios web oficiales, entonces en los sistemas de monitoreo de calidad de aire donde 15 países LAC se han recolectado datos de concentración de algunos contaminantes de criterio, 13 la publican parcial o total en sitios web oficiales, y 5 lo hacen en tiempo real (Morantes *et al.*, 2016).

VI. Hipótesis del trabajo

Determinando el caudal y la circulación del aire a nivel atmosférico se considerará que es respirable en la excavación subterránea (galería principal) de la mina Carolina, Puno.

VII. Objetivo general

Determinar el caudal y la circulación del aire respirable en la excavación subterránea (galería principal) de la mina Carolina, Puno.

VIII. Objetivos específicos

- Cuantificar el caudal del aire respirable en la excavación subterránea (galería principal) de la mina Carolina, Puno.
- Monitorear la circulación del aire respirable en la excavación subterránea (galería principal) de la mina Carolina, Puno.

IX. Metodología de investigación

Tipo y diseño de investigación

El estudio será del tipo de investigación descriptivo, con un diseño no experimental longitudinal donde se tomaran muestras en dos épocas el de precipitaciones pluviales y en tiempo de estiaje, y en cada lugar de trabajo la observación del caudal de aire y la circulación en interior mina que será un circuito en serie de ventilación natural, donde se describirá el comportamiento de la variable independiente que se refiere al caudal del aire que ingresa a interior mina y como variable dependiente se considerara la descripción de la circulación del aire en la excavación subterránea que es la ventilación con aire respirable que se aproximara al aire atmosférico en razón a que no realiza ninguna actividad minera en la actualidad, más bien pueda encontrarse algunos gases tóxicos acumulados en ciertos lugares de la galería que han de producir impactos a la salud humana, entonces el estudio comprenderá las estrategia y las técnicas del proceso metodológico a fin lograr los objetivos trazados, estas serán los siguientes:

- Ubicación exacta del portal de la excavación subterránea (boca mina de la galería principal que se considera como nivel 4017 de la mina Carolina), donde se tendrá que tomar mediciones del caudal del aire de ingreso y salida.
- Instalación de los instrumentos de medición de las variables con la finalidad de determinar la velocidad del aire, la temperatura ambiental en portal y en los nodos de la galería, así como en el frente de la misma.
- Realizar el monitoreo del caudal y circulación del aire respirable, que se estimará como aire atmosférico.
- Realizar trabajos en gabinete que consistirá en hacer los cálculos correspondientes a los caudales del aire, así como identificar la dirección de la circulación de aire en

interior mina.

- Ejecutar trabajos complementarios que requieran en el desarrollo de la investigación.

Población y muestra

La población del estudio estará comprendida de caudal del aire que circula por la galería principal de la mina, por lo tanto, se trabajará con dicha cantidad, que variará dependiendo de las dos épocas del año, entonces la muestra será equivalente a la población.

Instrumentos y recopilación de datos

- GPS para la georreferenciación requerida en la mina.
- Termómetro digital para la medición de la temperatura ambiental, diferentes épocas.
- Wincha para medir el ancho, altura y largo de la galería en donde fluye el aire.
- Equipos topográficos complementarios.

Tratamiento de datos

- Se utilizará la técnica de la estadística descriptiva
- Fórmulas de circuito de ventilación en serie de la circulación de aire en interior mina.
- Algunas fórmulas que sean necesarios para complementar el estudio.
- Interpretación de los resultados obtenidos.

X. Referencias

- Álvarez, C., Matey, P., & Tritán, R. (2018). *El aire que respiras*. ECODES: DKV Instituto de la vida saludable.
<https://ecodes.org/docs/observatorio-ciudades.pdf>
- Arángues, E., Ordoñez, J.M., Serrano, J., Argonés, N., Fernández, R., Gandarillas, A., & Galán, I. (1999). Contaminantes atmosféricos y su vigilancia. *Revista Español Salud Pública*, 73(2), 123-132
https://scielo.isciii.es/pdf/resp/v73n2/contam_atmos.pdf
- Arce, D., Lima, F., & Orellana, M. (2018). Descubriendo patrones de comportamiento entre contaminantes del aire: un enfoque de minería de datos. *Revista Enfoque UTE*, 9(4), 1-9
DOI: <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v9n4.4411>
- García, M., Ramírez, H., Ulloa, H., García, O., Meulenert, A., & Alcalá, J. (2013). Concentración de contaminantes SO₂, NO₂ y correlación con H⁺, SO₄⁻² y NO₃⁻ durante la temporada de lluvias en al Zona Metropolitana de Guadalajara, Jalisco, México. *Revista Chil Enf Respir*, (29), 81-88.
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/rcher/v29n2/art04.pdf>
- Gómez, T. (2014). *Mescla de gases ideales. Aire húmedo*. Tecnun.
tgacebo@tecnun.es
- Llanque, O., Marín, E., Velásquez, B., Laricano, E., Olivera, C. y Ccalla, R. (2008). *Servicios auxiliares mineros*. Puno, Perú: Editorial UNA.
- Marín, E. (2014). *Maquinaria minera subterránea: teoría y problemas*. UNA. Puno.
- Morantes, G., Pérez, N., Santana, R., & Rincón, G. (2016). Revisión de instrumentos normativos de la calidad del aire y sistemas de monitoreo atmosférico: América Latina y el Caribe. *Revista Interciencia*, 41(4), 235-242.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33944929003>
- Navarro, A. (2019). Control de la contaminación atmosférica en la Zona Metropolitana del Valle de México. *Revista Estudios Demográficos y Urbanos*, 34(3), 631-663.
<https://www.scielo.org.mx/pdf/educm/v34n3/2448-6515-educm-34-03-631>
- Querol, X. (2018). *La calidad del aire en las ciudades: un reto mundial*. Madrid, España: Edita Fundación Gas Natural Fenosa.



<https://www.fundacionnaturgy.org/wp-content/uploads/2018/06/calidad-d>

Romero, M., Diego, F., & Álvarez, M. (2006). La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud. *Revista Cubana*, 44(2), 1-14

<https://www.redalyc.org/pdf/2232/223214848008.pdf>

Trejo, R. (2006). El IMECA: indicador del grado de contaminación de la atmósfera. *Revista Conciencia Tecnológica*, (31), 50-53

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94403111>

XI. Uso de los resultados y contribuciones del

Serán utilizados por los profesionales, estudiantes, y personas que tengan interés de ventilación natural en las excavaciones subterráneas, que viene a ser fundamental el aire atmosférico y su circulación en el interior mina.

Contribuirá en el desarrollo académico del componente curricular de ventilación de minas, y otras asignaturas de la especialidad, en el seno de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, y escuelas afines.

XII. Impactos esperados

i. Impactos en Ciencia y Tecnología

Uso de aire atmosférico para la respiración saludable en la labor subterránea por las personas que realizan trabajos o estudios, así mismo motivar la investigación científica y tecnológica referido al aire atmosférico y la ventilación natural en las minas.

ii. Impactos económicos

Reducción de costos de operación, con el aprovechamiento del aire atmosférico para la ventilación de minas y de manera que sea respirable para las personas que accedan a realizar trabajos o estudios.

iii. Impactos sociales

Motiva a las personas a tener confianza en el aire atmosférico por consiguiente en la ventilación natural en la mina.
Permite mayor seguridad y conservar la salud de las personas que trabajan en la mina a ventilación natural.

iv. Impactos ambientales

La ventilación natural es el mas conveniente para la salud humana.
Brinda las condiciones ambientales más seguras y limpias en la labor minera.

XIII. Recursos necesarios

- Anemómetro, para medir la velocidad del aire atmosférico.
- GPS, para determinar las coordenadas.
- Cámara fotográfica
- Bibliografía sobre aire atmosférico, contaminación ambiental en minas.
- Material de escritorio.
- Microcomputador.



XIV. Localización del proyecto (indicar donde se llevará a cabo el proyecto)

El proyecto de investigación políticamente está ubicado en la localidad de Pompería, Distrito, Provincia y Región Puno.
Geográficamente está ubicado a una altitud de 4017 m.s.n.m. aproximadamente.

XV. Cronograma de actividades

Actividad	Trimestres 2023											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
-Revisión bibliográfica	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
-Elaboración y presentación del proyecto.	X											
-Instalación y trabajo de los equipos de monitoreo.		X	X					X	X			
- Observación, examen, análisis y descripción de datos			X	X	X			X	X	X		
-Cálculos y tratamiento de datos e interpretación.					X	X	X		X	X	X	
-Elaboración y presentación del artículo científico.											X	X

XVI. Presupuesto

Descripción	Unidad de medida	Costo Unitario (S/.)	Cantidad	Costo total (S/.)
Ingeniero de Minas	c/u	1200.00	01	1200.00
Personal de apoyo	c/u	700.00	02	1400.00
Alquiler instrumentos de medición	c/u	300.00	02	600.00
Insumos (combustible, lubricantes)	galones	25.00	04	100.00
Material de escritorio	c/u	10.00	02	20.00
Imprevistos (10 %)	--	223.5	--	332.00

Puno, C.U., 04 de enero de 2023.

Ing. Esteban Marín Paucara, M.Sc.