

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



SISTEMA DE SUCCIÓN Y REDUCCIÓN DEL NIVEL DE RIESGO
DEL AGENTE OCUPACIONAL DIÉSEL PARA LOS MECÁNICOS
DE TRUCK SHOP EN UNA EMPRESA MINERA

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA INDUSTRIAL

PRESENTADA POR:

Bach. CASTILLO NOSTADES SCARLET CHARLEN

Bach. VALENCIA CERVANTES YVÁN OMAR

ASESOR: Mg. MATEO LOPEZ, HUGO JULIO

LIMA-PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres y hermano, quienes han sido y son el soporte para mantenerme firme en cada etapa de desarrollo profesional y personal. De manera especial a mis exjefes y compañeros de trabajo que han permitido y aportado en el desarrollo de este estudio.

Scarlet Charlen Castillo Nostades

Esta tesis está dedicada a toda mi familia; quienes, en conjunto, han sido el soporte perfecto para nunca decaer y siempre mantenerme firme en cada etapa del proceso del desarrollo de esta tesis.

Yván Omar Valencia Cervantes

AGRADECIMIENTO

Nuestro sincero agradecimiento a nuestra alma mater y asesor, por habernos brindado los conocimientos de esta maravillosa carrera; y a todas las personas que de alguna manera nos apoyaron en el desarrollo de la tesis, entre ellos docentes y familiares.

Scarlet Castillo y Yván Valencia

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1 Formulación y delimitación del problema	2
1.1.1 Problema general.....	16
1.1.2 Problema específicos.....	16
1.2 Objetivo general y específico.....	16
1.2.1 Objetivo general	16
1.2.2 Objetivos específicos	16
1.3 Delimitación de la investigación	17
1.3.1 Delimitación temporal.....	17
1.3.2 Delimitación espacial	17
1.3.3 Delimitación social.....	17
1.3.4 Delimitación temática	17
1.4 Justificación e importancia.....	18
1.4.1 Justificación de la investigación.....	18
1.4.2 Importancia del estudio	18
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	20
2.1 Antecedentes del estudio de investigación.....	20
2.1.1 Investigaciones nacionales	20
2.1.2 Investigaciones internacionales.....	22
2.2 Bases teóricas vinculadas a las variables de estudio	23
2.3 Definición de términos básicos	27
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	30
3.1 Hipótesis.....	30
3.1.1 Hipótesis general.....	30
3.1.2 Hipótesis específicas	30

3.2 Variables.....	30
3.2.1 Relación de variables	30
3.2.2 Operacionalización de variables	31
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	33
4.1 Tipo y nivel de la investigación	33
4.1.1 Tipo de investigación	33
4.1.2 Nivel de investigación.....	33
4.2 Diseño de la investigación.....	33
4.3 Enfoque de la investigación	34
4.4 Población y muestra	34
4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	36
4.5.1 Tipos de técnicas de instrumento	36
4.5.2 Criterios de validez y confiabilidad de instrumentos.....	36
4.5.3 Procedimientos para la recolección de datos	36
4.5.4 Técnicas para el procesamiento y análisis de la información	38
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA	
INVESTIGACIÓN.....	40
5.1 Resultados de la investigación	40
5.2 Análisis de resultados:.....	65
5.2.1 Prueba de normalidad.....	66
5.2.2 Contrastación de hipótesis.....	67
5.2.3 Estadístico descriptivo	68
CONCLUSIONES	69
RECOMENDACIÓN	70
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	71
ANEXOS.....	75
Anexo 1: Matriz de consistencia	76
Anexo 2: Matriz de operacionalización	78
Anexo 3: Ficha técnica del respirador N95 de 3N	80
Anexo 4: Formato de monitoreo de partículas diésel en taller de truck shop	81
Anexo 5: Análisis de laboratorio.....	82
Anexo 6: Muestra T260220-18 Y T260220-12	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Criterios Cualitativos para la Ponderación del Tiempo de Exposición.....	5
Tabla N° 2: Criterios Cualitativos para la Ponderación de la Concentración / Intensidad estimada	5
Tabla N° 3: Criterios Cualitativos para la Definición del Perfil de Exposición.....	6
Tabla N° 4: Criterios para la graduación de los efectos sobre la salud	6
Tabla N° 5: Interpretación de la estimación del riesgo en salud.	7
Tabla N° 6: Acciones según nivel de riesgo en salud del agente ocupacional	9
Tabla N° 7: Nivel de riesgo de salud del agente ocupacional material particulado diésel	9
Tabla N° 8: Concentraciones de carbono elemental en las muestras de mantenimiento mina del año 2018.....	10
Tabla N° 9: Concentraciones de carbono elemental en las muestras de mantenimiento mina del año 2019.....	11
Tabla N° 10: Relación de variables	30
Tabla N° 11: Matriz de operatividad	31
Tabla N° 12: Peso en filtros por muestra del monitoreo del año 2020.....	41
Tabla N° 13: Concentraciones de diésel en las muestras de mantenimiento mina del año 2020	43
Tabla N° 14: Datos transformados logarítmicamente.....	44
Tabla N° 15: Desviación estándar de los datos transformado logarítmicamente	45
Tabla N° 16: Datos ordenados de menor a mayor	46
Tabla N° 17: Desarrollo de la prueba W para 22 muestras	48
Tabla N° 18: Prueba W para distribuciones log-normales con 22 muestras	50
Tabla N° 19: Estadísticas paramétricas para distribuciones Log-normales para 22 muestras	51
Tabla N° 20: Resultados del nivel de riesgo del agente ocupacional diésel por año.....	51
Tabla N° 21: Desarrollo de la prueba W para 21 muestras	54
Tabla N° 22: Prueba W para distribuciones log-normales con 21 muestras	55
Tabla N° 23: Estadísticas paramétricas para distribuciones Log-normales con 21 muestras	56
Tabla N° 24: Resultados del nivel de riesgo del agente ocupacional diésel por año actualizado	56

Tabla N° 25: Concentraciones de diésel del año 2020 (con control de carro móvil de succión).....	58
Tabla N°26: Estadísticas paramétricas de las muestras con control de carro móvil de succión	58
Tabla N° 27: Resultados del nivel de riesgo del agente ocupacional diésel con carro móvil de succión	59
Tabla N° 28: Concentración de diésel en talleres nuevos.....	60
Tabla N° 29: Estadísticas paramétricas para talleres nuevos.....	60
Tabla N° 30: Concentración de diésel en talleres pioneros	61
Tabla N° 31: Estadísticas paramétricas para talleres pioneros	61
Tabla N° 32: Comparación de la concentración de material particulado diésel entre los talleres nuevos y talleres pioneros	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Talleres de la gerencia mantenimiento mina en empresa minera	3
Figura N° 2: Bahías de los talleres nuevos	4
Figura N° 3: Vista interior de una bahía	4
Figura N° 4: Índice de efectos de la salud	6
Figura N° 5: Estimación del riesgo en salud.....	7
Figura N° 6: Matriz de identificación de riesgos químicos del puesto mecánico de equipo pesado	8
Figura N° 7: Divisiones en Truck Shop.....	13
Figura N° 8: Respirador 8210 (N95)	13
Figura N° 9: Infracciones administrativas de SUNAFIL.....	14
Figura N° 10: Nueva escala de multas.....	15
Figura N° 11: Distribución de la cantidad de mecánicos.....	35
Figura N° 12: Coeficiente a_i para la prueba w con 22 muestras	47
Figura N° 13: Valores de w tales que el 100% (p) de la distribución de w sea menor que w_p	49
Figura N° 14: Distribución lognormal de las 22 muestras	50
Figura N° 15: Concentración de diésel & nivel de riesgo	52
Figura N° 16: Concentración del material particulado diésel con controles	53
Figura N° 17: Distribución log normal para 21 muestras.....	55
Figura N° 18: Comparación de la concentración de diésel entre el año 2019 y el año 2020	57
Figura N° 19: Distribución log normal de las muestras con control de carro móvil de succión	59
Figura N° 20: Respiradores N95 aprobados por NIOSH.....	63
Figura N° 21: Lista de fabricantes de la A hasta Z.....	64
Figura N° 22: Pruebas de normalidad del pre test	66
Figura N° 23: Pruebas de normalidad del post test.....	66
Figura N° 24: Constatación de hipótesis.....	67
Figura N° 25: Datos estadísticos de las muestras pre test	68
Figura N° 26: Datos estadísticos de las muestras post test.....	68
Figura N° 27: Respiradores recomendados para diésel (1/2)	70
Figura N° 28: Respiradores recomendados para diésel (2/2)	70

RESUMEN

La investigación comprobó que la implementación de un sistema de succión permite reducir el agente ocupacional diésel para el puesto de mecánico de equipos pesados en Truck Shop en una minera de tajo abierto, ubicada en la sierra centro del Perú. Dado que el material particulado diésel es un agente cancerígeno, y en los últimos monitoreos el nivel de riesgo presentado es importante; por lo que, la empresa solicitó un proyecto de control.

Durante los años 2018 y 2019, según los monitores de la empresa minera: no se lograba una mejora en el nivel de riesgo importante del material particulado diésel en los talleres de truck shop para los puestos de mecánicos de equipos pesados. Encontrándose la exposición por encima del Valor Máximo Permisible (VLP) de la minera en estudio, para una jornada de 12 horas es igual a 19 ug/m³.

Para solucionar el problema se aplicaron los controles del sistema de succión; es decir el uso del carro móvil de succión y el uso del intercambiador de aire fijo, logrando que la concentración de partículas diésel baje en un año de 24.90 µg/m³ a 11.76µg/m³.

Se confirmó que el sistema de succión permite reducir el nivel de riesgo del agente ocupacional diésel para los mecánicos de truck shop en una empresa minera, en consecuencia, se logró reducir el nivel de riesgo importante a un nivel de riesgo moderado, las escalas del nivel de riesgo se encuentran en la tabla N°07.

Palabras claves: Sistema de succión, nivel de riesgo del agente ocupacional diésel, carro móvil, intercambiador de aire fijo, respiradores media cara.

ABSTRACT

The investigation verified that the implementation of a suction system allows reducing the diesel occupational agent for the position of heavy equipment mechanic in Truck Shop in an open pit mining, located in the central highlands of Peru. Since that diesel particulate matter is a carcinogenic agent, and in the last monitored the level of risk presented is significant; so the company requested a control project.

During the years 2018 and 2019, according to the monitors of the mining company: there has not been an improvement in the significant risk level of diesel particulate material in the truck shop workshops for the positions of equipment mechanics heavy. Finding the exposure above the Maximum Allowable Value (VLP) of the mining company under study, for a 12-hour shift it is equal to 19 ug / m³.

To solve the problem, the suction system controls were applied; that is to say, the use of the mobile suction cart and the use of the fixed air exchanger, achieving that the concentration of diesel particles drops from 24.90 µg / m³ to 11.76 µg / m³ in one year.

It was confirmed that the suction system reduces the risk level of diesel occupational agent for truck shop mechanics in a mining company, consequently, it was possible to reduce the level of significant risk to a moderate risk level, the scales of the level of risk are found in table No. 07.

Keywords: Suction system, diesel occupational agent risk level, mobile car, fixed air exchanger, half-face respirators.

INTRODUCCIÓN

El estudio de investigación se centra en el monitoreo de 22 mecánicos de maquinaria pesada, que trabajan en los talleres de mantenimiento de la minera y que están expuestos al agente ocupacional diésel, con el propósito de conocer si los sistemas de succión se relacionan con la reducción del nivel de riesgo del agente ocupacional diésel.

La tesis se desarrolla en cinco capítulos:

En el capítulo I, pone atención en el planteamiento del problema, la importancia y justificación del estudio, la delimitación y los objetivos generales y específicos.

En el capítulo II se presenta el marco teórico, revisando las bases históricas de las variables de estudio, así mismo; se presenta investigaciones nacionales e internacionales vinculadas al tema. Con ambos tópicos se desarrolló la estructura teórica, tanto de sistemas de succión como de los niveles de riesgo del agente ocupacional diésel, enfatizando en las teorías que referencian el presente estudio. Luego se efectúa el análisis de enfoque teórico que sirve de justificación a las hipótesis que se sustentaron.

En el capítulo III, se presenta la hipótesis general, las hipótesis específicas, las variables de investigación, la relación de las variables, así mismo; se detalla la operacionalización de las variables con indicadores, definición conceptual y definición operacional.

En el Capítulo IV se presenta el tipo y nivel de investigación, el diseño de la investigación con el sustento teórico y científico, así mismo el enfoque, la población de estudio; las técnicas e instrumentos de recolección de datos, especificando los criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos, procedimientos para la recolección de datos; cerrando este capítulo con la descripción de las técnicas para el procesamiento y análisis de información.

En el Capítulo V se presentan los resultados y análisis de datos respectivos. Finalmente, se cierra el estudio con las conclusiones y recomendaciones, referencias y anexos.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Formulación y delimitación del problema

Las organizaciones se encuentran inmersas en un mundo globalizado, el cual tiende a tornarse cada vez más exigente, es por ello que las empresas indistintamente del rubro al que pertenecen, buscan mantenerse a la vanguardia y generar cambios con la intención de mantenerse vigentes en el mercado; sin embargo, dichos cambios pueden tener un impacto positivo o negativo en los riesgos ocupacionales del personal.

La presente investigación se desarrolla en una empresa minera a cielo abierto desde el mes de enero 2020 hasta el mes de septiembre del 2021, ubicada en la provincia de Huarí en la Región de Ancash, a 200 Km. de la ciudad de Huaraz, Distrito de San Marcos, a una altitud promedio de 4,300 msnm.

La investigación se centra en el sistema de succión y reducción de los niveles de diésel en truck shop, cuya población es de 22 mecánicos de maquinaria pesada, que trabajan en los talleres de mantenimiento mina.

El estudio de investigación es un tema de actualidad y de la realidad problemática de empresas mineras y se desarrolló en un tiempo aproximado de 20 meses.

En la empresa minera sujeto de estudio, después del proceso de extracción de minerales requiere transportar los minerales extraídos desde la mina hasta la chancadora primaria, para ello se utilizan maquinarias pesadas de marca Caterpillar y Komatsu. Estas maquinarias pasan por mantenimiento preventivo y correctivo en los talleres de truck shop, el trabajo lo realizan mecánicos especializados juntos a otros expertos según la necesidad.

El lugar de estudio es el taller mecánico de la Gerencia Mantenimiento Mina conocido como Truck Shop, se presenta la figura N°01 del área correspondiente al taller:



Figura N° 1: Talleres de la gerencia mantenimiento mina en empresa minera

Fuente: Empresa Minera

En la figura anterior, se aprecian los talleres de la gerencia mantenimiento mina donde las maquinarias sean pesadas, livianas o auxiliares reciben mantenimiento preventivo y predictivo.

Los mecánicos de maquinaria pesada están expuestos a diversos agentes ocupacionales, uno de ellos es el material particulado diésel, que se encuentra dentro de los agentes ocupacionales químicos. Dicho agente se presenta como resultado de las pruebas de arranque, prueba de tolva, prueba de caja y durante el periodo que el equipo pesado se encuentre prendido dentro de los talleres. Si bien los mecánicos realizan diversas tareas, no siempre realizan dichas pruebas durante su jornada; ya sea por retrasos de piezas, tiempos largos para los programas de revisión de los camiones u otras tareas que no requieren prender el camión, sin embargo; los trabajos realizados a los lados pueden tener la presencia de determinadas tareas. Por ello, no siempre se tiene el mismo nivel de concentración.

Las bahías son espacios marcados dentro de los talleres; es decir, el espacio ocupado por un camión más su equipo de trabajo da una bahía, tal como se puede apreciar en la figura N°2. A continuación, se visualiza la puerta de la bahía N°03 y N°04 cerradas en la figura N°3.



Figura N° 2: Bahías de los talleres nuevos

Fuente: Empresa Minera



Figura N° 3: Vista interior de una bahía

Fuente: Empresa Minera

Para realizar los mantenimientos el equipo de trabajo está formado como mínimo por mecánicos y por electricistas, los cuales para revisar la eficacia de su trabajo

deben permanecer cerca a los camiones; para así, visualizar y percibir cualquier reacción, movimiento, sonido y/o alteración en el proceso.

El área de salud ocupacional realiza una matriz IPERC, a cuál es actualizada de manera anual para identificar los distintos agentes ocupacionales, aquí se valora el nivel de exposición y concentración, así como; el efecto a la salud de cada agente, para obtener el nivel de riesgo del agente del puesto de manera cualitativa.

Primero, se identifican los agentes ocupacionales presentes, sean químicos, físicos, psicológicos, ergonómicos o biológicos. Luego, se ingresa el tiempo de exposición y la concentración del agente ocupacional, según las siguientes tablas N°1 y N°2:

Tabla N° 1: Criterios Cualitativos para la Ponderación del Tiempo de Exposición

Tiempo de Exposición	Peso
<4h – mes	1
<4h – semana	2
4 – 8 h semana	3
<4h – día (jornada 8h)	4
<6h – día (jornada 12h)	4
4 – 8 h/día (jornada 8h)	5
6 – 12 h/día (jornada 12h)	5

Fuente: Empresa Minera.

Tabla N° 2: Criterios Cualitativos para la Ponderación de la Concentración / Intensidad estimada

Concentración /Intensidad Estimada	Evaluación Cualitativa	Peso
NP – No perceptible		1
DT- Detectada pero tolerable		2
DM – Detectada por molestia		3
DIR- Detectada por Irritación		4
CEX – Condición Extrema		5

Fuente: Empresa Minera

Para hallar el perfil de exposición se multiplican los pesos de la concentración y del tiempo de exposición, luego se busca el grado del perfil de exposición en la tabla N°03, según el resultado de la multiplicación:

Tabla N° 3: Criterios Cualitativos para la Definición del Perfil de Exposición

Tiempo de exposición	Por	Concentración / Intensidad Estimada	Resultado de la multiplicación	Grado del Perfil de Exposición
Peso	x	Peso	<= 3	1
			<= 7	2
			<= 11	3
			<= 16	4
			<= 25	5

Fuente: Empresa Minera

Luego, se procede a ingresar la afectación a la salud del agente ocupacional, para eso se debe revisar la tabla N°4 y la figura N°4, donde se puede identificar los agentes ocupacionales correspondientes al grado 5.

GRADO 5. Efecto potencialmente mortal o enfermedad incapacitante. Efectos sobre la salud resultantes de múltiples enfermedades	
Esta categoría debe incluir carcinógenos y tóxicos para la reproducción - conocidos y sospechosos.	
Los carcinógenos ocupacionales incluyen alrededor de 300 sustancias. Incluyen sustancias químicas (ver lista abajo), riesgos físicos, como la radiación ultravioleta (RUV) y la radiación ionizante y peligros biológicos como virus. Los cánceres más comunes que resultan de estas exposiciones son los cánceres	
<ul style="list-style-type: none"> • Arsénico. • Benceno o sus homólogos tóxicos. • Cadmio y sus compuestos. • Cromo (VI) y sus compuestos. • Partículas diesel (DPM) del tubo de escape. • Radiación ionizante. 	<ul style="list-style-type: none"> • Plomo. • Níquel y compuestos. • Radón y sus productos de desintegración. • Sílice cristalina respirable. • Niebla de ácido sulfúrico. • Radiación Ultravioleta.

Figura N° 4: Índice de efectos de la salud

Fuente: Empresa Minera

La investigación analizó el agente ocupacional diésel, el cual tiene una afectación a la salud de graduación cinco, ya que el efecto es potencialmente mortal o como consecuencia da una enfermedad incapacitante; como cáncer al pulmón.

Tabla N° 4: Criterios para la graduación de los efectos sobre la salud

GRADUACIÓN	EFFECTOS SOBRE LA SALUD
1	1. Efectos a la salud reversibles sin preocupación o sin efectos adversos para la salud conocidos o sospechosos.
2	2. Efectos a la salud reversibles de preocupación.
3	3. Efectos severos a la salud reversibles de preocupación.
4	4. Efectos irreversibles a la salud de preocupación
5	5. Efecto potencialmente mortal o enfermedad incapacitante. Efectos sobre la salud resultantes de múltiples enfermedades discapacitantes que conducen a la mortalidad temprana.

Fuente: Empresa Minera

La estimación del riesgo en salud se determina de la relación del “perfil de exposición” y de los “efectos sobre la salud”, se utiliza la figura N° 5:

Efectos sobre la Salud	5	5	10	15	20	25
	4	4	8	12	16	20
	3	3	6	9	12	15
	2	2	4	6	8	10
	1	1	2	3	4	5
		1	2	3	4	5
Perfil de la Exposición						

Figura N° 5: Estimación del riesgo en salud

Fuente: Empresa Minera

Dicha estimación del riesgo en salud debe ser interpretada de una manera global, para eso se tiene la siguiente tabla N°5:

Tabla N° 5: Interpretación de la estimación del riesgo en salud.

Valoración del Riesgo (Perfil de la Exposición x Efectos sobre la salud)	Nivel de Riesgo
21 -25	Intolerable
15- 20	Importante
9 – 14	Moderado
4-8	Tolerable
1-3	Trivial

Fuente: Empresa Minera. Elaboración: Propia

Cuando un agente ocupacional alcanza un nivel de riesgo modera, se debe programar y realizar un monitoreo ocupacional para poder medir de manera cuantitativa el impacto de dicho agente.

Tarea (Descripción)	Riesgos de Salud	Agentes (físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales)	Trabajadores Especialmente sensibles (Sí ó No)	Trabajadores en situación de discapacidad (Sí ó No)	Tipo de Actividad		Estimación del Tiempo de Exposición (Ver Tabla N°1)		Estimación Cualitativa de la Concentración o Intensidad (Ver Tabla N°2)		Perfil de Exposición (Ver Tabla N°3)		Efectos sobre la Salud (Ver tabla N°04 y Figura N°1)		Estimación del Riesgo en Salud (Ver Figura N°5)	Interpretación de la Estimación del Riesgo en Salud (Ver Tabla N° 5)	Acciones resultantes en Base a la estimación del riesgo a la salud (Ver Tabla N°6)
					Rutina	No Rutina	Tiempo de Exposición	Peso	Concentración /Intensidad	Peso	Valor	Grado	Efectos a la salud	Graduación			
<ul style="list-style-type: none"> - Verificación de Presiones de los Sistemas Hidráulicos - Cambio de Zapatas de Bastidores - Cambio de Pines y Pernos de Ecuilizador Frontal - Mantenimiento programado - Cambio de bota piedras. - Cambio de parrilla, de parachoques. - Lavado de equipo - Cambio de filtro de combustible, aire, aceite. - Abastecimiento de grasa - Abastecimiento de nitrógeno - Cambio de sellos. - Cambio de baterías - Limpieza de bahía. - Reparación de frenos. - Movimiento de equipo pesado en el taller. - Cambio de aceite hidráulico, de ruedas motorizadas. - Verificación y calibración de balanzas. - Cambio de caja de parrilla. - Cambio de tanque de grasa Lincoln. - Cambios de rútuas de dirección. - Cambio de tanque de reserva de aceite de motor. - Cambio de turbo, de inyectores de motor, de unidad de potencia. - Cambio de culata, frenos de parqueo. 	Químico	Polvo Respirable	Solicitar a Medicina Ocupacional	Solicitar a Medicina Ocupacional	Sí		6 – 12 h/día (jornada 12h)	5	DT- Detectada pero tolerable	2	10	3	4. Efectos irreversibles a la salud de preocupación	4	12	Moderado	Seleccionar los GES con estos niveles de riesgo, para el programa anual de monitoreo.
	Químico	Polvo Inhalable	Solicitar a Medicina Ocupacional	Solicitar a Medicina Ocupacional	Sí		6 – 12 h/día (jornada 12h)	5	DT- Detectada pero tolerable	2	10	3	4. Efectos irreversibles a la salud de preocupación	4	12	Moderado	Seleccionar los GES con estos niveles de riesgo, para el programa anual de monitoreo.
	Químico	Partículas Diesel	Solicitar a Medicina Ocupacional	Solicitar a Medicina Ocupacional	Sí		<6h – día (jornada 12h)	4	DM – Detectada por molestia	3	12	4	5. Efecto potencialmente mortal o enfermedad incapacitante. Efectos sobre la salud resultantes de múltiples enfermedades discapacitantes que conducen a la mortalidad temprana.	5	20	Importante	Seleccionar los GES con estos niveles de riesgo, para el programa anual de monitoreo.
	Químico	Húmos metálicos	Solicitar a Medicina Ocupacional	Solicitar a Medicina Ocupacional	Sí		4 – 8 h semana	3	DM – Detectada por molestia	3	9	3	4. Efectos irreversibles a la salud de preocupación	4	12	Moderado	Seleccionar los GES con estos niveles de riesgo, para el programa anual de monitoreo.
	Químico	Compuestos orgánicos volátiles	Solicitar a Medicina Ocupacional	Solicitar a Medicina Ocupacional	Sí		4 – 8 h semana	3	DT- Detectada pero tolerable	2	6	2	4. Efectos irreversibles a la salud de preocupación	4	8	Tolerable	Mantener las medidas de control existentes.
	Químico	Dióxido de nitrógeno (NO2)	Solicitar a Medicina Ocupacional	Solicitar a Medicina Ocupacional	Sí		4 – 8 h semana	3	DT- Detectada pero tolerable	2	6	2	4. Efectos irreversibles a la salud de preocupación	4	8	Tolerable	Mantener las medidas de control existentes.
	Químico	Monóxido de nitrógeno (NO)	Solicitar a Medicina Ocupacional	Solicitar a Medicina Ocupacional	Sí		4 – 8 h semana	3	DT- Detectada pero tolerable	2	6	2	4. Efectos irreversibles a la salud de preocupación	4	8	Tolerable	Mantener las medidas de control existentes.
	Químico	Monóxido de carbono (CO)	Solicitar a Medicina Ocupacional	Solicitar a Medicina Ocupacional	Sí		4 – 8 h semana	3	DT- Detectada pero tolerable	2	6	2	4. Efectos irreversibles a la salud de preocupación	4	8	Tolerable	Mantener las medidas de control existentes.

Figura N° 6: Matriz de identificación de riesgos químicos del puesto mecánico de equipo pesado

Fuente: Empresa Minera. Elaboración: Propia

Tabla N° 6: Acciones según nivel de riesgo en salud del agente ocupacional

Nivel de Riesgo	Acciones Resultantes
Intolerable	Seleccionar los GES con estos niveles de riesgo, para el programa anual de monitoreo.
Importante	Seleccionar los GES con estos niveles de riesgo, para el programa anual de monitoreo.
Moderado	Seleccionar los GES con estos niveles de riesgo, para el programa anual de monitoreo.
Tolerable	Mantener las medidas de control existentes.
Trivial	Mantener las medidas de control existentes.

Fuente PG-SIG-03 de INDECOPI.

El área de salud ocupacional después de realizar una matriz IPERC como se visualiza en la figura N°6, e identificar agentes ocupacionales con un nivel de riesgo moderado, importante e intolerable debe sustentar el análisis de manera cuantitativa, para lo cual se realiza un monitoreo ocupacional, esta acción se puede encontrar en la tabla N°06. Un monitoreo ocupacional es donde se toman muestras del agente ocupacional en el lugar de trabajo al puesto correspondiente.

Durante los años consecutivos, correspondiente a 2018 y 2019, según los monitores de la empresa minera: no se ha logrado una mejora en el nivel de riesgo del agente ocupacional material particulado diésel en los Talleres de Truck Shop para los puestos de mecánicos de equipos pesados. Encontrándose la exposición por encima del Valor Máximo Permissible (VLP) de la minera en estudio, para una jornada de 12 horas es igual a 19 ug/m³, este valor fue ajustado partiendo del VLP para una jornada de 8 horas, el cual se encuentra en el Reglamento sobre valores límites permisibles para agentes químicos en el ambiente de trabajo, conocido como Decreto Supremo 015-2005-SA.

Tabla N° 7: Nivel de riesgo de salud del agente ocupacional material particulado diésel

COLOR	NOMBRE	RANGO
	Intolerable	[152 ug/m ³ - ∞ + >
	Importante	[19 ug/m ³ – 152 ug/m ³ >
	Moderado	[9.5 ug/m ³ – 19 ug/m ³ >
	Tolerable	[4.75 ug/m ³ – 9.5 ug/m ³ >
	Trivial	[0 ug/m ³ – 4.75 ug/m ³ >

Fuente PG-SIG-03 de INDECOPI. Elaboración: Propia

En la tabla N°07 se procedió a informar cómo se determinar las escalas existentes para el riesgo a la salud específicamente para el agente ocupacional material particulado diésel, la cual se determina según el valor límite permisible del agente ocupacional químico indicado anteriormente. Para ello, se decidió utilizar una escala de colores conocidos, así como, nombres globales.

Con la explicación ingresada previamente, se presenta la tabla N°8 con el resultado del monitoreo, método cuantitativo para obtener el nivel de riesgo en salud del agente ocupacional, realizado en el año 2018 al puesto de mecánico de equipo pesado:

Tabla N° 8: Concentraciones de carbono elemental en las muestras de mantenimiento mina del año 2018

Puesto		Mecánicos de Equipo Pesado	
Código		MM17	
Año	N° de Muestras	Códigos	C ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
2018	1	T13058-36	23.5133
	2	T05068-68	20.5621
	3	T07068-66	12.8381
	4	T05078-40	17.8394
	5	T05078-42	16.3921
	6	T02088-50	8.4317
	7	T02088-42	19.7431
	8	T10098-66	21.5621
	9	T10098-67	24.6213
	10	T10098-68	12.2441
	11	T12098-68	5.7044
	12	T17097-57	17.1821
	13	T18097-58	16.4244

Fuente: Empresa Minera Elaboración: Propia

A continuación, se presenta la tabla N°9 con el resultado de las muestras del monitoreo ocupacional realizado en el año 2019 a lo largo del mes de septiembre al puesto de mecánico de equipo pesado:

Tabla N° 9: Concentraciones de carbono elemental en las muestras de mantenimiento mina del año 2019

Puesto		Mecánicos de Equipo Pesado	
Código		MM17	
Año	N° de Muestras	Códigos	C ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
2019	1	T080919-65	15.4435
	2	T080919-66	8.9847
	3	T080919-68	7.3728
	4	T080919-41	16.5649
	5	T080919-45	13.8957
	6	T080919-67	32.0039
	7	T090919-54	18.5714
	8	T090919-65	7.3892
	9	T210919-50	7.3801
	10	T210919-45	9.8353
	11	T220919-43	22.1839
	12	T230919-62	13.9333
	13	T240919-63	33.1828
	14	T260919-53	8.2122
	15	T260919-63	1.4376
	16	T290919-68	3.2816
	17	T290919-69	14.7239
	18	T220919-47	40.1113
	19	T161120-50	19.8546
	20	T161120-51	13.9128

Fuente: Empresa Minera Elaboración: Propia

Teniendo en cuenta que las muestras número 15 y 16 correspondieron mecánicos sin trabajos programados. En el cuadro anterior se visualiza que la última columna C ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) tiene los valores de las concentraciones para los agentes químicos material particulado diésel (MPD), como se visualiza en ocasiones superan el VLP del agente MPD evaluado como carbón elemental en la compañía minera de estudio. Dentro del monitoreo del 2019, no se tiene la precisión de las tareas realizadas cuando se ejecutaron las muestras; por lo que, no se tiene mapeado si hubo o no expulsión de material

particulado diésel en las muestras de riesgo trivial y tolerable, es decir en colores como verde claro o verde oscuro.

El objetivo de la empresa minera es minimizar el porcentaje de los trabajadores con riesgo importante a está agente ocupacional, para evitar en un futuro obtener trabajadores con enfermedades ocupacional producidas por material particulado diésel, y así mantener el número de casos en cero.

El área de trabajo de los mecánicos de equipo pesado son los talleres de mantenimiento mina conocidos como truck shop. Dentro de esta área de trabajo se tiene:

- Los talleres nuevos, que manejan una estructura más moderna, están subdivididos en bahías, que son espacios delimitados para la atención de un camión. En total tienen doce bahías, en la figura N°7 se puede visualizar los talleres nuevos que se encuentran dentro de las líneas naranjas.
- Mientras los talleres antiguos, que manejan una estructura más antigua, tienen cuatro bahías destinadas a equipos pesados y cuatro bahías destinadas a equipos livianos. En la figura N°7 se puede visualizar los talleres antiguos que se encuentran dentro de las líneas celestes.
- Además, se maneja dos bahías más bloque A y B, cada bloque manejan solo un espacio exclusivamente para mantenimiento preventivo o correctivo de ámbitos eléctricos o mecánicos de los equipos pesados; es decir en estos bloques no se realizan soldaduras metálicas ni movimiento de piezas. En la figura N°7 se puede visualizar los talleres PM que se encuentran dentro de las líneas moradas.



Figura N° 7: Divisiones en Truck Shop

Fuente: Empresa Minera

Los mecánicos no tenían como obligación del uso de respiradores, sin embargo; eran libres de solicitarlos. Actualmente, se utiliza los respiradores 8210 (N95) por motivos de pandemia, se incluyó este equipo de protección para reforzar la implementación del sistema de succión. Como se aprecia en la figura N°8 su forma convexa, el diseño de sus bandas elásticas, la espuma de sellado y el clip de aluminio para el ajuste a la nariz aseguran un excelente sello adaptándose a un amplio rango de tamaños de cara.



Figura N° 8: Respirador 8210 (N95)

Fuente: Propia Elaboración: Propia

Se sabe que el equipo de protección personal es la última opción en la cadena de controles, por ello, si en un futuro no hubiera pandemia el puesto de mecánico de equipo pesado no acepta usar el respirador, salvo se les demuestre que es necesario para combatir el riesgo de exposición.

Otro factor importante en este problema es el costo de no combatir el riesgo en salud ante al agente ocupacional químico, llamado material particulado diésel.

En la segunda fila de la segunda columna de la figura N°09 se puede visualizar la siguiente conclusión: si se comprueba por el especialista que el trabajador tiene una enfermedad profesional, entonces la empresa tiene una infracción muy grave.

Tema	Texto vigente
Modificaciones en las infracciones administrativas	Antes de la modificación se consideraba como infracción grave recogida en el artículo 27.4 del D.S. N°019-2006-TR: No realizar los reconocimientos médicos y pruebas de vigilancia periódica del estado de salud de los trabajadores o no comunicar a los trabajadores afectados los resultados de los mismos. Ahora se dispone que es infracción grave no comunicar a los trabajadores afectados los resultados de los exámenes o pruebas de vigilancia de la salud de cada trabajador y, por otro lado, se ha incorporado como infracción muy grave, en el artículo 28.13 de la misma norma, no cumplir con realizar los exámenes médicos ocupacionales y/o no cumplir con realizar la vigilancia de salud de los trabajadores.
	Asimismo, se ha incorporado como infracción muy grave en el artículo 28.12 del D.S.N°019-2006-TR: el incumplimiento de la normativa sobre la seguridad y salud en el trabajo que ocasione al trabajador una enfermedad ocupacional , debidamente diagnosticada y acreditada por el o los médicos especialistas según sus competencias.
	Otro cambio relevante es que se ha incorporado como infracción grave: No verificar el cumplimiento de la normativa legal vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo por parte de sus contratistas, subcontratistas, empresas especiales de servicios o cooperativas de trabajadores que desarrollen obras o servicios en el centro de trabajo o con ocasión del trabajo realizado por encargo de la principal. De este modo, se tipifica una infracción específica en relación al deber de vigilancia de la empresa principal.
	Se han incorporado en el artículo 46 del D.S. N°019-2006-TR, como infracciones muy graves a la labor inspectiva, las siguientes: 46.13. Obstaculizar, por acción u omisión, la investigación de un accidente de trabajo mortal a cargo del Inspector de trabajo. 46.14. No cumplir, en caso de accidente de trabajo mortal, con la orden de cierre temporal del área de una unidad económica o una unidad económica dispuesta por el inspector de trabajo, alterar el lugar en que se produjo el accidente de trabajo mortal o proporcionar información falsa o imprecisa.

Figura N° 9: Infracciones administrativas de SUNAFIL

Fuente: Decreto Supremo N°008-2020-TR

Al ser una empresa con más de 1,000 trabajadores con una infracción muy grave, según la figura N° 10 la empresa tendría que pagar 52.53 UIT, lo que equivale a s/. 231,132.00 según el valor del UIT 2021, que equivale a s/4,400.

Microempresa										
Gravedad de la infracción	Número de trabajadores afectados									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 y más
Leve	0.045	0.05	0.07	0.08	0.09	0.11	0.14	0.16	0.18	0.23
Grave	0.11	0.14	0.16	0.18	0.20	0.25	0.29	0.34	0.38	0.45
Muy grave	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.41	0.47	0.54	0.61	0.68
Pequeña empresa										
Gravedad de la infracción	Número de trabajadores afectados									
	1 a 5	6 a 10	11 a 20	21 a 30	31 a 40	41 a 50	51 a 60	61 a 70	71 a 99	100 y más
Leve	0.09	0.14	0.18	0.23	0.32	0.45	0.61	0.83	1.01	2.25
Grave	0.45	0.59	0.77	0.97	1.26	1.62	2.09	2.43	2.81	4.50
Muy grave	0.77	0.99	1.28	1.64	2.14	2.75	3.56	4.32	4.95	7.65
No MYPE										
Gravedad de la infracción	Número de trabajadores afectados									
	1 a 10	11 a 25	26 a 50	51 a 100	101 a 200	201 a 300	301 a 400	401 a 500	501 a 999	1 000 y más
Leve	0.26	0.89	1.26	2.33	3.10	3.73	5.30	7.61	10.87	15.52
Grave	1.57	3.92	5.22	6.53	7.83	10.45	13.06	18.28	20.89	26.12
Muy grave	2.63	5.25	7.88	11.56	14.18	18.39	23.64	31.52	42.03	52.53

Figura N° 10: Nueva escala de multas

Fuente: Decreto Supremo N°008-2020-TR

En caso de reincidencia de otros trabajadores con la misma enfermedad ocupacional, SUNAFIL podría solicitar la paralización y/o la prohibición de esta tarea. Siendo la tarea de mantenimiento parte del soporte operativo, se pone en riesgo la disponibilidad de transporte de material, y por consiguiente se tiene inventario parado, mano de obra parada, infraestructura en depreciación.

- Mano de obra de 22 mecánicos por un día:

$$\text{Salario dia} = 4,500 * 18 * 1/365 = S/221.92$$

$$\text{En 22 mecanicos} = 221.92 * 22 = S/4,882.20$$

- La multa impuesta: s/. 231,132.00
- Costo de un camión Komatsu es de por lo menos s/16, 000,000.00 equivalente a \$4 millones de dólares. Se debe recalcar que la flota de camiones es de por lo menos 100 equipos pesados vigentes, y al menos unos 12 camiones al día son atendidos en los talleres correspondiente a la Gerencia Mantenimiento Mina. Por lo que, un día parado para doce camiones significa por lo menos \$48 millones de dólares en inventario.

La suma de los costos de un solo caso de infracción superaría fácilmente los 48 millones de soles, sin considerar que la imagen de la empresa queda dañada, lo que repercute en

las ventas de sus productos y en la relación con la comunidad. Por ello, es importante actuar a tiempo y en lugar de pagar multas, invertir en un sistema de succión.

En base a lo expuesto anteriormente, se formula las siguientes preguntas:

1.1.1 Problema general

¿De qué manera el sistema de succión permite reducir el nivel de riesgo del agente ocupacional diésel para los mecánicos de truck shop en una empresa minera?

1.1.2 Problema específicos

- a) ¿De qué manera el carro móvil de succión permite disminuir el nivel de riesgo del agente ocupacional en una empresa minera?
- b) ¿De qué manera el extractor fijo permite reducir el nivel de riesgo del agente ocupacional diésel para los mecánicos de truck shop en una empresa minera?
- c) ¿De qué manera los respiradores media cara permite reducir la probabilidad de adquirir enfermedades ocupacionales?

1.2 Objetivo general y específico

1.2.1 Objetivo general

Identificar si el sistema de succión permite reducir el nivel de riesgo del agente ocupacional diésel para los mecánicos de truck shop en una empresa minera.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Determinar si el carro móvil de succión permite disminuir el nivel de riesgo en una empresa minera.
- b) Determinar si el extractor fijo permite reducir el nivel de riesgo del agente ocupacional diésel para los mecánicos de truck shop en una empresa minera.
- c) Verificar si los respiradores media cara permiten reducir la probabilidad de adquirir enfermedades ocupacionales en una empresa minera.

1.3 Delimitación de la investigación

1.3.1 Delimitación temporal

El estudio de investigación es un tema de actualidad y de la realidad problemática de muchas empresas mineras y se desarrolló en un tiempo aproximado de 20 meses. Desde el mes de enero del año 2020 hasta el mes de septiembre del año 2021.

1.3.2 Delimitación espacial

El estudio se realizó en una empresa minera a cielo abierto, ubicada en la provincia de Huari en la Región de Ancash, a 200 Km. de la ciudad de Huaraz, a una altitud promedio de 4,300 msnm.

Por lo tanto, las conclusiones a las que se llegó sólo se pueden generalizar para el sector empresarial con características similares a la empresa del presente estudio.

1.3.3 Delimitación social

La investigación se centró en el sistema de succión y reducción de niveles diésel en truck shop, cuya población es de 22 mecánicos de maquinaria pesada.

Así mismo se delimita a la exposición del puesto “Mecánicos de Equipos Pesados”, que trabaja en la Vicepresidencia de “Mantenimiento Mina”, para la Gerencia de “Mantenimiento Equipos Pesados, Llantas y Equipos Livianos”.

El ambiente es solo para los trabajos en los talleres de truck shop, no se estudió a los mecánicos que trabajan en el campo totalmente abierto, que son los que trabajan en el mismo tajo.

1.3.4 Delimitación temática

La investigación se centra en una empresa minera, por lo cual los resultados que se obtuvo no pueden generalizarse a otras poblaciones de diferentes características.

Se trata de un primer estudio, donde los resultados que se obtienen deben de considerarse como un punto de partida para nuevas investigaciones en este campo y que puede formar parte de réplicas de futuras investigaciones, ya que

en la actualidad no se encuentra información de manera local sobre el tema específico de la investigación.

1.4 Justificación e importancia

1.4.1 Justificación de la investigación

a) Justificación teórica

La revisión de las diferentes fuentes bibliográficas sobre las variables sistema de succión y reducción del nivel de riesgo del agente ocupacional diésel sirve de inicio para otras investigaciones. La técnica de ingeniería que se utilizó como base es la metodología NIOSH 5040, una metodología internacional utilizada dentro de campo de higiene ocupacional.

b) Justificación práctica

La investigación proporciona datos importantes para establecer el impacto de los sistemas de succión que tienen en la reducción del agente ocupacional diésel para los mecánicos de truck shop en una empresa minera.

c) Justificación metodológica

El diseño elegido para la presente investigación establece una opción metodológica factible en la búsqueda de la relación de una de las variables con respecto a la otra.

d) Justificación temporal

La investigación sirve como referencia para futuras investigaciones con las mismas variables de estudio, realizadas en empresas mineras.

e) Justificación social

La investigación permite reducir el nivel de riesgo del agente ocupacional diésel para los trabajadores; por lo tanto, evitará futuras enfermedades ocupacionales.

1.4.2 Importancia del estudio

La investigación es importante dado que el sistema de succión impacta directamente en la reducción o aumento de los niveles de riesgo del agente ocupacional diésel en los mecánicos de truck shop de la empresa minera sujeto de estudio.

Cada año se deben enviar los resultados del monitoreo de los agentes químicos a la Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral (SUNAFIL), encargado de garantizar el bienestar de los trabajadores, y la organización debe procurar los valores de concentración del material particulado diésel no superen los Valores Límites Permisibles (VLP) de agente químicos en el ambiente de trabajo determinado en el D.S N° 015-2005-SA.

Si la empresa empleadora encuentra algún agente químico que supera el VLP, entonces debe tomar medidas ya sea de eliminación, sustitución, control de ingeniería, control administrativo, EPP. La empresa minera ya ha tomado medidas de control administrativo como; señalización y distanciamiento de la zona de trabajo en estos últimos dos años, no han visto un resultado aceptable debido a la necesidad de acercamiento a las maquinarias para una completa revisión. Por ello, se está tomando un control de ingeniería acompañado de controles administrativos.

Es conocido que la contaminación emitida por los gases desprendidos de la maquinaria pesada utilizadas en las empresas mineras, tanto el diésel como la gasolina, tiene un impacto negativo al medio ambiente y en la salud de las personas, sobre todo en los mecánicos. En ese contexto, la presente investigación permite evaluar objetivamente, a través de mediciones técnicas el nivel de riesgo del agente ocupacional diésel, para los mecánicos de truck shop.

La investigación permite reducir el nivel de riesgo del agente ocupacional diésel para los mecánicos de maquina pesada para evitar que los mecánicos adquieran enfermedades ocupacionales o que realicen demandas a la empresa por estar expuestos a agentes ocupacionales cancerígenos.

A su vez, el informe del presente estudio, sirve como fuente de información para futuras investigaciones vinculadas a las variables de investigación.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio de investigación

2.1.1 Investigaciones nacionales

Pechuga, M. (2020), realizó una investigación para su segunda especialidad profesional, titulada “Identificación de factores de riesgos ocupacionales y ambientales en pacientes hospitalizados en el Servicio de Medicina Interna del Hospital Nacional Dos de Mayo, Lima – Perú”; Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Es un trabajo de investigación no experimental, de tipo observacional, descriptiva, transversal y retrospectiva, realizado en Servicio de Medicina Interna del Hospital Nacional Dos de Mayo, que permitió identificar factores de riesgos ocupacionales y ambientales a los cuales estuvieron expuestos los pacientes hospitalizados en Servicio de Medicina Interna, durante su periodo de actividad laboral; utilizando la entrevista como técnica de recolección de datos. Conforme los resultados obtenidos se ha precisado la entrevista a 188 pacientes, durante los meses marzo a junio del 2019, siendo 74 pacientes mujeres y 114 varones, identificándose 56 tipos de ocupaciones laborales, destacándose a trabajadora del hogar (22,34 %), seguida de agricultor (9,57 %), comerciante (9,04 %) y finalmente chofer (8,51 %) respectivamente, como ocupaciones laborales de mayor frecuencia; determinándose riesgo de exposición a factores ocupacionales y ambientales en el 93,6 % de los pacientes entrevistados, destacando exposición a agentes químicos con el 85,1 %, representando al factor, productos de limpieza, con el 29,8 %, seguido de plaguicidas y polvo con 19,1 % y 27,1 % respectivamente. De la misma forma se ha determinado exposición a agentes físicos con el 52,7 %, representando radiación no iónica y ruido con el 41,0 % y 9,0 % respectivamente. El presente estudio ha permitido identificar prevalencia de diagnóstico de enfermedades no transmisibles en paciente hospitalizados en Servicio de Medicina Interna, que podrían estar relacionados a riesgos de exposición ocupacionales y ambientales, destacándose a diabetes mellitus (26,6 %) e hipertensión arterial (21,3 %), seguido de anemia (16,0 %), enfermedad renal crónica (12,2 %), falla cardiaca (9,6 %) y lupus eritematoso sistémico (5,9 %) respectivamente.

Pasmaño, R. y Pretel, J (2018), realizaron un estudio denominado “Esquema de vías de Seguridad y Salud dentro de los centros de Trabajo establecido en la Ley N°29783”, en este trabajo se efectuó una evaluación de eficacia en la reducción de accidentes incapacitantes, observando los indicadores de seguridad más primordiales, como el de Severidad, Frecuencia y Accidentabilidad, posterior al diagnóstico de ejecución de la evaluación del sistema, donde se pudo visualizar que este sistema ha beneficiado con respecto a la reducción de accidentes y se ha mejorado las condiciones en el ámbito laboral.

Ollague, H. (2017), realizó un estudio titulado “Conocimientos y Prácticas de Riesgos Ocupacionales en las Licenciadas de Enfermería en el servicio de Centro Quirúrgico del Hospital Ventanilla-2016”. Universidad César Vallejo. El objetivo de la investigación fue determinar la influencia del conocimiento en la práctica de riesgo ocupacional en las licenciadas de enfermería de sala de operaciones en el hospital de Ventanilla-2016. Se trata de un estudio básico, nivel descriptivo, diseño no experimental y de corte transversal. El instrumento utilizado fue un cuestionario y una guía de observación, las cuales constan de datos generales, riesgo biológico, físico, químico, ergonómico y psicosocial. La población fue el total de licenciadas de enfermería del servicio de centro quirúrgico del Hospital de Ventanilla, las cuales trabajan actualmente. El contraste de hipótesis se hizo mediante la prueba de independencia de Chi cuadrado (0,05). Se concluye que: Los conocimientos de los riesgos laborales influyen significativamente ($p=0,000<0,05$) en las prácticas de los profesionales en enfermería del servicio de Centro quirúrgico del Hospital Ventanilla, 2016. Los conocimientos de los riesgos biológicos influyen significativamente ($p=0,001<0,05$) en las prácticas de los profesionales en enfermería. Los conocimientos de los riesgos físicos influyen significativamente ($p=0,011<0,05$) en las prácticas de estos mismos profesionales. Los conocimientos de los riesgos químicos influyen significativamente ($p=0,006<0,05$) en las prácticas. Los conocimientos de los riesgos ergonómicos influyen significativamente ($p=0,001<0,05$) en las prácticas de los profesionales en enfermería del servicio evaluado. Finalmente, los conocimientos de los riesgos psicosociales no influyen en las prácticas de

los profesionales en enfermería del servicio de Centro quirúrgico del Hospital Ventanilla, 2016.

2.1.2 Investigaciones internacionales

Trujillo Males, E.L. (2019) realizó una investigación titulada “Evaluación de las emisiones de gases de escape de un motor encendido por comprensión utilizando mezclas de diésel” para obtener el título de Ingeniero Mecánico Universidad Politécnica Nacional de Quito en Ecuador. Esta tesis explica que, al momento de la combustión, los motores de ciclo diésel emiten humos, los cuales contienen varios elementos perjudiciales para el ser humano, entre los cuales sobresalen hidrocarburos quemados (HC), óxidos de azufre (SOx), monóxido de carbono (CO), material particulado (PM) y óxidos de nitrógeno (NOx). Organizaciones mundiales como la Environmental Protection Agency (EPA) aseguran que las emisiones producidas por motores diésel son un causante principal de la contaminación atmosférica, así como la organización mundial de la salud (OMS), indica que el promedio de vida de un ser humano disminuye en un promedio de un año, si este se encuentra expuesto a contaminantes como material particulado.

Jima Matailo, J.C. (2017) realizó una investigación titulada “Evaluación de las emisiones de óxido de nitrógeno en un motor interna ciclo diesel utilizando una mezcla diésel-querosene mediante protocolo IM-240” para obtener el grado de magíster en sistemas automotrices, otorgada por la Universidad Politécnica Nacional de Quito en Ecuador. Esta tesis tiene por objeto realizar una investigación sobre el uso de combustibles alternativos en motores de ciclo diésel, específicamente la mezcla diésel-querosene. La adición del querosene busca reducir la cantidad de óxidos de nitrógeno presentes en las emisiones contaminantes producidas en motores que trabajan bajo este ciclo. Para esto, se ha planteado evaluar el comportamiento del motor con los diferentes combustibles a través de un ciclo de conducción estandarizado IM-240. Al final se encontró que la mezcla con los mejores resultados está compuesta por un 80% de diésel y un 20% de querosene.

Saravia, R. (2016), En su tesis titulada “Gestión de riesgos laborales en la fábrica de dovelas del proyecto hidroeléctrico Coca Codo Sinclair”. Universidad Nacional de Chimborazo – Ecuador. El proyecto ha tomado en cuenta aquellas actividades que se ejecutan en los 16 puestos de trabajo identificados para el área de Fábrica de dovelas del “Proyecto Hidroeléctrico COCA CODO SINCLAIR”, donde se ha identificado, analizado y evaluado diferentes factores de riesgo que pueden afectar a los trabajadores del área. Considerando que toda organización debe implementar un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, se ha considerado para este proyecto como base los requisitos técnico legal a ser auditados según la Resolución No. C.D. 333. La gestión administrativa se efectuó según requerimientos de la dirección del proyecto y disposiciones generales de la organización, en la gestión técnica se aplicó diferentes metodologías reconocidas a nivel nacional e internacional como, por ejemplo: William Fine, Dosis, Meseri, MEIPEE Rula y Niosh según el factor de riesgo. Partiendo de la gestión técnica se desarrollaron procedimientos enfocados a talento humano, identificando las diferentes necesidades, competencias, y procesos de comunicación. Los procedimientos y programas operativos básicos para el sistema de gestión están dirigidos a la investigación de accidentes y enfermedades profesionales, vigilancia de la salud de los trabajadores, inspecciones de seguridad y la propuesta que el representante encargado elabore y ejecute planes de emergencia y contingencia. Los resultados de esta investigación se revisan según el valor del índice de eficacia del sistema de Gestión de Seguridad en el trabajo.

2.2 Bases teóricas vinculadas a las variables de estudio

La Organización Mundial de la Salud en el año 1995 hizo mención, que aproximadamente más del 58 % de las personas en el mundo, utiliza una tercera parte de vida en su centro de trabajo o actividad de rutina, apoyando de esta manera, a la mejora continua del mismo, de sus familias y comunidad. El trabajo según el tipo o actividad ocupacional puede tener efectos positivos o adversos para la salud de los trabajadores por la razón de exposición a riesgos y a la carga de trabajo mayor con consecuencias adversas en la salud.

La población activa en el mundo oficialmente registrada constituye aproximadamente del 60 al 70 % de los adultos masculinos y del 30 al 60 % de los adultos femeninos. Los

trabajadores en las ocupaciones laborales de alto riesgo (nivel de riesgo importante) tales como las actividades tipo, forestal, minería, agricultura, textilera, agricultura y otros, están con mayor frecuencia expuestos a un riesgo de mayor intensidad y entre una quinta y tercera parte pueden sufrir lesiones y enfermedades ocupacionales, de manera temporal o de forma crónica, pudiendo llegar a casos extremos como la incapacidad permanente y la muerte prematura.

Según datos de la Organización Internacional del Trabajo OIT, 2002, el número de accidentes y enfermedades ocupacionales, que anualmente se cobra más de 2 millones de vidas, parece estar aumentando debido a la rápida industrialización de algunos países en vías de desarrollo, es decir con la globalización.

Con frecuencia los trabajadores están expuestos a factores de riesgos físicos, químicos, biológicos, psicosociales y ergonómicos presentes en las actividades laborales y su entorno. El Ministerio de Salud tipifica que la exposición a factores de riesgo puede favorecer a la alteración del estado natural de la salud, y puede ocasionar enfermedades de tipo profesional, accidentes y otras vinculadas con el área ocupacional. Si bien ya se ha definido la importancia de la investigación de los factores y fundamentando que, al ser identificado, pueden ser descartados o controlados, aún se requiere aumentar la responsabilidad y el interés social (Empleador – Estado – Trabajador) y la comunidad civil en las diferentes manifestaciones organizativas, para doblar esfuerzos en este sentido.

La Organización Mundial de la Salud, mencionó que 12,6 millones de muerte anuales, “22,7 % del total y 596 millones de años de vida ajustados en función de la discapacidad, 21,8 % de la totalidad de la carga de morbilidad en años de vida ajustados en función de la discapacidad, está ligada a factores ambientales modificables, en particular a la exposición a agentes químicos, y que, en 2012, 1,3 millones de muertes 2,3 % del total y 43 millones de años de vida ajustados en función de la discapacidad, 1,6 % de la totalidad de la carga de morbilidad en años de vida ajustados en función de la discapacidad, se debieron a la exposición a algunos agentes químicos”; señalando también que, la alternativa de solución de la exposición al plomo, evitaría el 9,8 % de las discapacidades intelectuales, el 4 % de las cardiopatías y el 4,6 % de los accidentes cerebrovasculares en la población; observando que, según datos estadísticos, las intoxicaciones por accidente causaron la muerte de 193 000 personas en 2012, el 85 % de ellas de países en vías de desarrollo, donde esas intoxicaciones están estrechamente relacionadas con la exposición crónica a agentes químicos tóxicos y a su uso indebido;

y reconociendo que, debido a la composición y naturaleza compleja, sólo se dispone de información relativa a la carga de morbilidad relacionada con la exposición a muy pocas agentes químicos, y que las personas están expuestas a muchas más agentes químicos en su vida rutinaria.

La Organización Mundial de la Salud, en 2018, indicó que los riesgos para la salud en el ambiente de trabajo, incluido los riesgos ambientales y otros como ruido, polvo, calor, productos químicos peligrosos, maquinas inseguras provocan enfermedades ocupacionales y pueden ocasionar otros problemas de salud. Las condiciones del ambiente de trabajo, el tipo de actividad y la posición jerárquica en el lugar de trabajo puede afectar la salud. Las personas que trabajan bajo presión o en condiciones de empleos inseguras son propensas a mayor riesgo, realizar menos actividad física y tener una dieta poco saludable.

En el 2005, se resuelve aprobar el Reglamento sobre Valores Límite Permisibles para Agentes Químicos en el Ambiente de Trabajo bajo el D.S. 015-2005-SA.

En el 2016, el Ministerio de Energías y Minas resuelve ajustar las medidas de control; por lo que promulga el D.S. 024-2016-EM conocido como Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, donde en el anexo 15 establecen los límites de exposición ocupacional para agentes químicos en las operaciones mineras.

En febrero de 2020, se han precisado las disposiciones sobre la paralización y/o prohibición de trabajos o tareas, cierre temporal de un área o de la unidad económica ante la ocurrencia de un accidente mortal, así como también se han modificado algunas infracciones administrativas y publicado una nueva escala de multas, mediante Decreto Supremo N°008-2020-TR.

Chinchilla, S. (2002), indica que la “salud en los centros laborales, tal como lo plantea la Organización Mundial de la Salud (Consejo de Salud Ocupacional, 1993) La salud se desarrolla y se mantiene por una acción recíproca entre el genotipo y el medio total. Como el medio ambiente de trabajo constituye una parte importante del medio total en que vive el hombre, la salud depende en gran medida de las condiciones del trabajo”.

Así mismo, Corrales, R. (2004) especifica que «el Comité Mixto de la Organización Internacional del Trabajo y la Organización Mundial de la Salud, definen la salud ocupacional como “el proceso vital humano no sólo, limitado a la prevención y control de los accidentes y las enfermedades ocupacionales dentro y fuera de su labor, sino enfatizado en el reconocimiento y control de los agentes de riesgo en su entorno biopsicosocial”.

Por otro lado, Picado, Ch. y Durán, V. (2004), sostienen que los riesgos ocupacionales son: “condiciones y factores que afectan, o podrían afectar a la salud y la seguridad de los empleados o de otros trabajadores (incluyendo a los trabajadores temporales y personal contratado), visitantes o cualquier otra persona en el lugar de trabajo”, de manera que se incluye bajo dicha denominación a todo lo que pueda perturbar el normal desarrollo de las actividades productivas dentro de una organización, abarcando a colaboradores de la empresa y otras personas que se encuentren dentro de las instalaciones de la misma (trabajadores de terceros, visitas, etc.).

En el 2005, se resuelve aprobar el Reglamento sobre Valores Límite Permisibles para Agentes Químicos en el Ambiente de Trabajo bajo el D.S. 015-2005-SA.

En el 2016, el Ministerio de Energías y Minas resuelve ajustar las medidas de control; por lo que promulga el D.S. 024-2016-EM conocido como Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, donde en el anexo 15 establecen los límites de exposición ocupacional para agentes químicos en las operaciones mineras.

En febrero de 2020, se han precisado las disposiciones sobre la paralización y/o prohibición de trabajos o tareas, cierre temporal de un área o de la unidad económica ante la ocurrencia de un accidente mortal, así como también se han modificado algunas infracciones administrativas y publicado una nueva escala de multas, mediante Decreto Supremo N°008-2020-TR.

En el área de trabajo se suele encontrar un potencial alto de factores químicos, físicos, biológicos. Los mismos, de forma individual o compleja son una amenaza para la salud y seguridad del trabajador, perjudicando su calidad de vida y productividad. Algunos riesgos y peligros han sido identificados, mientras otros como la contaminación ambiental, efecto de la radiación no ionizada, necesitan de investigación científica sobre el riesgo que representan, según la Organización Mundial de la Salud.

Los riesgos para la salud en el ambiente de trabajo, incluidos los factores como el calor, ruido, polvo, productos químicos peligrosos y el estrés psicosocial provocan enfermedades ocupacionales y pueden empeorar otros problemas de salud

Para los factores de riesgos de agentes ocupacionales, según el Ministerio de Salud MINSA (2016), Manual de Salud ocupacional DIGESA tipifica los diferentes factores de riesgos ocupacionales.

Factores de riesgos agentes químicos. Se refiere a elementos inorgánicos, orgánicos, naturales o sintéticos que pueden presentarse en numerosos estados en el área de trabajo, con variados efectos de tipo, corrosivo, asfixiante, tóxico o irritante y en

concentraciones que tengan la probabilidad de modificar el estado de la salud de las personas que pueden entrar en contacto directo con ellas, por vía digestiva, dérmica o respiratoria.

Gaseosos. Sustancias químicas formadas por moléculas inmersas en el medio, a temperatura y presión atmosférica de forma habitual, 25 °C y 1 atmósfera de presión, ocupando todo el espacio que lo contiene. Tenemos: Vapores: benceno, alcohol metílico, hidrocarburos, productos derivados del petróleo, Gases: dióxido de azufre (SO₂), Cloro (Cl₂), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno.

Cuando se habla del material particulado sea partículas líquidas o sólidas, se clasifican en: polvos, humos, neblinas y nieblas.

Factores de riesgos de agentes físicos. - Se representa por el intercambio violento de energía entre el ambiente y la persona, en una razón mayor a la que el cuerpo pueda tolerar, entre los que destacan: humedad, temperatura, vibración, iluminación, presión, ruido, radiaciones ionizantes (rayos x, alfa, beta, gama), radiaciones no ionizantes (infrarrojas, ultravioleta, baja frecuencia).

Factores de riesgos de agentes biológicos. - Constituidos por microorganismos patógenos que pueden transmitirse a los trabajadores y cuya fuente de contagio es el hombre, animales, materia orgánica y el ambiente de trabajo, entre los que destacan: hongos, virus, bacterias y parásitos.

2.3 Definición de términos básicos

Bomba de muestreo personal: Bomba electrónica portátil de pequeño tamaño y de bajo caudal, el cual es usado para succionar el aire a muestrear. (Empresa Minera, 2021).

Cabezal de muestreo: Es el conjunto conformado por un casete de estireno de 03 cuerpos, un filtro de fibra de cuarzo libre o enlazado, un ciclón Higgins Dewell (HD), que sirve como separador de partículas respirables, todos con un diámetro de 37mm. En este caso el casete se adquiere precargado por el proveedor, este no es armado por el laboratorio de higiene. (Empresa Minera, 2021)

Cabezal de Verificación: Es un cabezal preparado de forma similar al cabezal de muestreo que solo se usa para verificar la calibración de la bomba, no se debe usar como cabezal para tomar las muestras, este cabezal puede ser reemplazado cuando se encuentre desgastado en función de su uso. (Empresa Minera, 2021)

Calibrador Primario de Flujo (Flujómetro): Es un equipo patrón medidor del flujo de aire, usado para la calibración del flujo de succión de las bombas de muestreo. (Empresa Minera, 2021)

Carbón Elemental (CE): Lo que queda de los núcleos de hollín después de que se haya extraído el carbón orgánico. (Empresa Minera, 2021)

Carbón Orgánico (CO): Compuestos orgánicos que se pueden extraer de los núcleos de hollín. (Empresa Minera, 2021)

Carbón Total (CT): Suma del carbón orgánico y del carbón elemental. (Empresa Minera, 2021)

GES: es el grupo de exposición similar, se usa para realizar estudio. (Empresa Minera, 2021)

Material Particulado Diésel (MPD): Es la fase particulada de las emisiones de los motores diésel, constituidas por un núcleo de hollín con compuestos orgánicos adsorbidos asociados, sus componentes son el carbón orgánico, carbón elemental y carbón total. (Empresa Minera, 2021)

Nivel de Acción (NA): Está definido como el 50% del Valor Límite Permisible. (Empresa Minera, 2021)

Peligro: Todo aquello que te puede producir daño o deterioro de la calidad de vida individual o colectiva de las personas. (Cortés, D. 2007)

Valores Límite Permisibles (VLP): Son valores de referencia para las concentraciones de los agentes químicos en el aire, y representan condiciones a las cuales se cree que, basándose en los conocimientos actuales, la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos día tras día, durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud. El VLP para el MPD evaluado como carbón elemental en una jornada de 12 horas es igual a 19ug/m³. (Empresa Minera, 2021)

Zona de respiración: Es el espacio alrededor de la cara del trabajador del que éste toma el aire que respira. Con fines técnicos, una definición más precisa es la siguiente: semiesfera de 0.3m de radio que se extiende por delante de la cara del trabajador, cuyo centro se localiza en el punto medio del segmento imaginario que une ambos oídos y cuya base constituida por el plano que contiene dicho segmento, la parte más alta de la cabeza y la laringe. (Empresa Minera, 2021)

Respirador: es un dispositivo diseñado para ayudar a proveer protección respiratoria al usuario contra inhalación de una atmósfera peligrosa. En EUA el National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) realiza estas pruebas. (3M, 2020). En el

presente estudio cuando no se especifique el modelo del respirador, se hace referencia al modelo de respirador de media cara con ajuste facial de 3M 8210.

OEL: es el Límite de Exposición Ocupacional de un agente ocupacional (3M, Guía para la Selección de Respiradores, pág. 6)

UCL: es el indicador del límite superior de control. (Empresa Minera, 2021)

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis general

El sistema de succión permite reducir el nivel de riesgo del agente ocupacional diésel para los mecánicos de truck shop en una empresa minera.

3.1.2 Hipótesis específicas

- a) El carro móvil de succión permite disminuir el nivel de riesgo el agente ocupacional diésel para los mecánicos de truck shop en una empresa minera.
- b) El extractor fijo permite reducir el nivel de riesgo del agente ocupacional diésel para los mecánicos de truck shop en una empresa minera.
- c) Los respiradores media cara permiten reducir la probabilidad de adquirir enfermedades ocupacionales en una empresa minera.

3.2 Variables

3.2.1 Relación de variables

Tabla N° 10: Relación de variables

VARIABLES INDEPENDIENTE	VARIABLES DEPENDIENTE
INDEPENDIENTE X: Sistema de succión	DEPENDIENTE Y: Nivel de riesgo
ESPECIFICAS	ESPECIFICAS
INDEPENDIENTE X: Carro móvil de succión	DEPENDIENTE Y: Nivel de riesgo
INDEPENDIENTE X: Extractor fijo	DEPENDIENTE Y: Nivel de riesgo
INDEPENDIENTE X: Respirador de media cara.	DEPENDIENTE Y: Enfermedades profesionales

Fuente: Empresa Minera Elaboración: Propia

3.2.2 Operacionalización de variables

Tabla N° 11: Matriz de operatividad

Variable Dependiente	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional
Nivel de riesgo	El resultado del UCL. Es decir, usando la formula $\mu \pm Z(1-\alpha/2)\sigma/n$ 0,5. Con el valor del UCL se halla el nivel de riesgo: Trivial Tolerable Moderado No tolerable Intolerable	El nivel de riesgo es su magnitud. Se estima considerando y combinando consecuencias y probabilidades. Se puede asignar un nivel de riesgo a un solo riesgo o a una combinación de riesgos. Las categorías comunes de riesgo incluyen las siguientes: riesgo extremo, riesgo importante, riesgo moderado y riesgo bajo. (ISO 31000-2018)	El nivel de riesgo del material particulado diésel para la unidad minera en estudio tiene 5 categorías, según la tabla N° 7: Trivial, Tolerable, Moderado, Importante (o alto), Intolerable. Para encajar en una de estas categorías se debe tener el VLP, el cual para una jornada de 12 horas es igual a 19ug/m ³ .
Enfermedades ocupacionales	Enfermedades ocupacionales	Es la enfermedad contraída como consecuencia directa del ejercicio de una determinada ocupación, por la actuación lenta y persistente de un agente de riesgo, inherente al trabajo realizado (DIGESA, 2005)	Son los mecánicos que han adquirido alguna enfermedad ocupacional producida por el Diésel
Variable Independiente	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional
Sistema de succión	% cumplimiento del uso del sistema utilizado en los talleres de Truck Shop	El sistema de succión va a absorber el material particulado diésel de la zona de trabajo para expulsarlos fuera del taller de trabajo.	El sistema de succión buscar succionar el material particulado diésel concentrado en los talleres, para expulsarlo al exterior de los talleres.

Carro móvil de succión	SI/NO	Es un carro que lleva una manga, que sirve de ducto para el material particulado diésel, con un motor que permite la aspiración del mismo. (Empresa Minera)	Maquinarias móviles que llevan en la parte posterior un abanico, como una aspiradora industrial, para succionar los humos y expulsarlos a las afueras de taller a través de mangas
Extractor fijo de aire	SI/NO	Es un sistema muy básico diseñado para la recuperación del calor mediante la transferencia de esta entre dos medios. En este caso aire-aire. Es decir, el aire caliente y viciado del interior transfiere calor al aire frío y sano del exterior. (Empresa Minera)	Similar a las manijas del ventilador industrial, que tiene como objetivo direccionar a los humos a los techos, para no permitir la caída de los agentes contaminantes a la altura de los trabajadores
Respirador media cara	SI/NO	El respirador libre de mantenimiento 3M 8210 brinda una efectiva, confortable e higiénica protección respiratoria contra partículas sólidas y líquidas sin aceite (3M)	El respirador, tiene ajuste facial, es una protección contra las partículas.

Fuente: Propia Elaboración: Propia

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo y nivel de la investigación

4.1.1 Tipo de investigación

Aplicada. – La investigación realizada permitió analizar los sistemas de succión que permite reducir el riesgo del agente ocupacional diésel para los mecánicos de truck shop en una empresa minera.

Sobre este tipo de investigación el autor afirma “se sustenta en la investigación teórica; su finalidad específica es aplicar las teorías existentes, para controlar situaciones o procesos de la realidad”. (Valderrama, 2014, p. 39).

4.1.2 Nivel de investigación

Correlacional. - Porque el estudio tiene como finalidad establecer el grado de relación que existe entre el sistema de succión y reducción del nivel de riesgo del agente ocupacional diésel para los mecánicos de truck shop en una empresa minera.”

Descriptiva. - Porque se presentaron las características de la población respecto al sistema de succión y reducción del nivel de riesgo del agente ocupacional diésel.

Explicativo. - Porque “se buscó el porqué de los hechos mediante el establecimiento causa efecto. En este sentido se determinó las causas de los niveles de riesgo del agente ocupacional diésel para los mecánicos de truck shop, así como los efectos del sistema de succión en la empresa minera en estudio “Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; están dirigidos a responder a las causas de los eventos, sucesos y fenómenos físicos o sociales”. (Hernández et al. 2014, p.126).

4.2 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación de acuerdo con la direccionalidad es experimental en su modalidad cuasi experimental porque no hay asignación al azar de la población, porque se analizó el efecto en el presente del sistema de succión y su relación con la reducción

del nivel de riesgo del agente ocupacional diésel para los mecánicos de truck shop en una empresa minera; buscando las causas en el pasado.

4.3 Enfoque de la investigación

El enfoque de la investigación es cuantitativo:

En el caso de la mayoría de los estudios cuantitativos, el proceso se aplica secuencialmente: se comienza con una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se establecen objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un muro o una perspectiva teórica. Después se analizan objetivos y preguntas, cuyas respuestas tentativas se traducen en hipótesis (diseño de investigación) y se determina una muestra. Por último, se recolectan datos utilizando uno o más instrumentos de medición, los cuales se estudian (la mayoría de las veces a través del análisis estadístico), y se reportan los resultados”. (Hernández et al. 2014, p.17).

“El interés del investigador es analizar cambios a través del tiempo en determinadas categorías, conceptos, sucesos, eventos, variables, contextos o comunidades, o bien, en las relaciones entre éstas” (Hernández et al. 2014, p.278).

4.4 Población y muestra

“La población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con unan serie de especificaciones” (Hernández, et al. 2014, p. 174)

La población del presente estudio son todos los mecánicos de equipo pesado de Mantenimiento Mina de la empresa minera, ubicada en el centro sierra del Perú, desde el mes de enero del año 2020 hasta el mes de septiembre del año 2021.

El puesto detallado anteriormente tiene al personal dividido en cuatro grupos A, B, C, D. Cada grupo tiene 30 mecánicos que se despliegan en los talleres mecánicos y campo, porque en total son 120 mecánicos que trabajan entre turno día y turno noche. De manera que siempre se tiene un grupo de turno día y otro grupo de turno noche, así como; dos grupos de relevo. Para este estudio, el personal maneja un régimen de 10 x10 donde cinco días es turno día, y 5 días es turno noche.

Con los datos mencionado anteriormente:

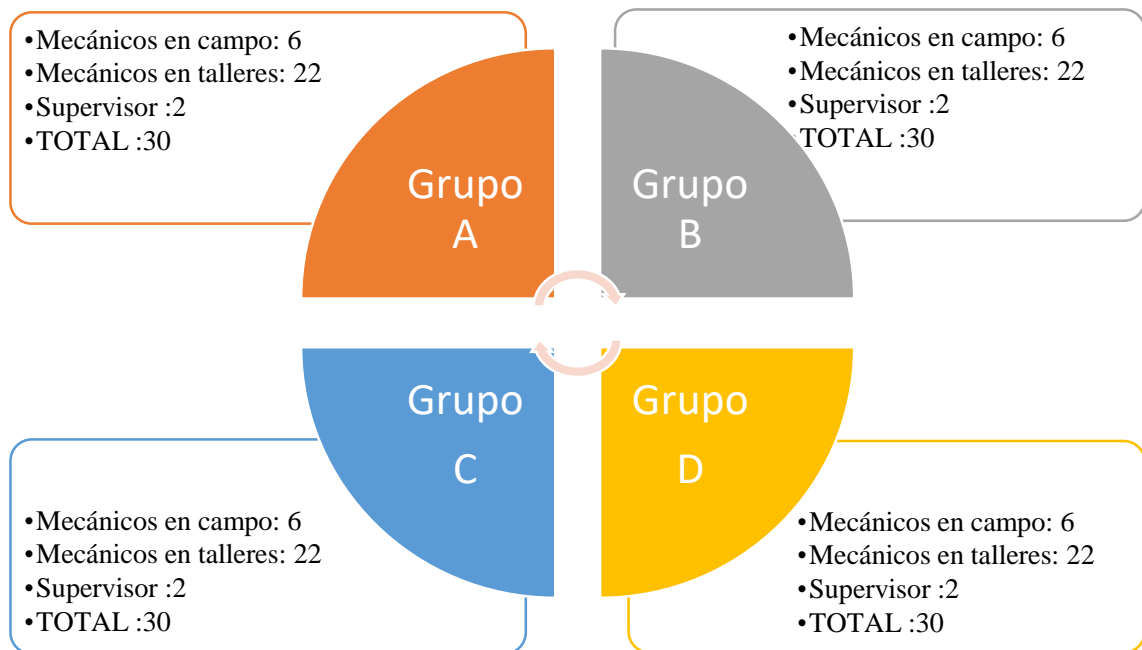


Figura N° 11: Distribución de la cantidad de mecánicos

Fuente: Propia Elaboración: Propia

De los mecánicos en talleres se tiene las siguientes especialidades:

Mecánicos de maquinaria pesada

Mecánicos de maquinaria liviana

Mecánicos de maquina auxiliar

Mecánicos de llantas

Se ha determinado que la población de mecánicas de maquina pesada del año 2020 es de 22 integrantes.

El estudio se realiza a toda la población que está compuesta por 22 mecánicos. La muestra es igual a la población.

Cabe precisar que de acuerdo a Münch y Angeles (2017); al ser una muestra interpretativa, la muestra se adapta al tipo y cantidad de información requerida en un diferencial de tiempo. Estas muestras son pequeñas, necesariamente representa al número total de la población, razón por el cual no necesita de ninguna fórmula para hallar la muestra.

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.5.1 Tipos de técnicas de instrumento

Como técnica de recolección de datos se utilizó la observación directa y análisis documental, dado que se recolectaron muestras a través de un monitoreo ocupacional para material particulado diésel, con una bomba de succión de aire marca SKF modelo XR5000, donde se utilizó un formato de campo como instrumento para recolección de datos. Este formato de campo es el “Anexo 4: Formato de monitoreo de partículas diésel en taller de truck shop”, utilizado para la recolección de la información en campo y plasmar las características del desarrollo de cada muestra.

4.5.2 Criterios de validez y confiabilidad de instrumentos

Las bombas de succión, vienen con un certificado de calibración de fábrica, el cual por estándar de la empresa se debe actualizar cada año en el fabricante o en entes acreditadas. Estos certificados nos dan el respaldo que han pasado los criterios de validez y que posee la confiabilidad como instrumento de medición.

4.5.3 Procedimientos para la recolección de datos

Las muestras son tomadas por los técnicos o practicante, quienes entregan la bomba de succión previamente calibrada con el filtro correspondiente a los mecánicos, para que la utilicen durante mínimo 70% de su jornada que es de 12 horas. Durante este tiempo, la bomba va absorber el aire más los componentes que lo contaminan, quedándose en el filtro del casete todo el concentrado de diésel. Este filtro es llevado a un laboratorio quien nos da la cantidad de la concentración de diésel.

Se debe contar y utilizar los siguientes equipos y accesorios:

- Bomba de muestreo personal, con batería para 12 horas, que permite flujos desde 500 ml/min hasta 5000 ml/min.
- Casete de estireno precargado con filtros de fibra de cuarzo de 37 mm de diámetro.
- Ciclón Higgins Dewell de 37mm de diámetro.
- Mangueras de ¼” tipo Tygon.

- Calibrador Primario de Flujo (Flujómetro).
- El casete de verificación, preparado de igual forma que un casete de muestra, solo se utiliza para las verificaciones de calibración.
- Cinta masking tape para reforzar las conexiones.

Se debe realizar la verificación de la calibración del flujo inicial de las bombas de muestreo, de acuerdo a los siguientes pasos:

- Instalar en línea, la bomba con el cabezal de verificación y con el flujómetro, retirando el primer cuerpo del casete precargado de 3 cuerpos, reemplazarlo por el ciclón HD y conectarlo usando las mangueras tygon.
- Antes de la calibración la bomba debe funcionar por un mínimo de 3 minutos.
- Regular el flujo de la bomba a 2000ml/min +/- 5% (Máx.= 2100ml/min; Mín.= 1900 ml/min) de acuerdo el método NIOSH 5040.
- Tomar como mínimo 10 lecturas del flujo y registrar el promedio.
- El flujómetro utilizado debe contar con calibración de fábrica vigente.
- Terminado la verificación se reemplaza el cabezal de verificación por un cabezal de muestreo.
- Asimismo, se debe preparar y manipular un casete blanco de manera similar como los casetes de muestreo, la única diferencia es que no se debe hacer pasar aire a través de este. Se recomienda preparar un casete blanco por cada grupo de casetes preparados por una misma persona.
- La bomba de muestreo debe ser entregada e instalada en el cinturón o bolsillo del chaleco del trabajador a ser monitoreado, mientras que el cabezal de muestreo debe quedar asegurado en la zona de respiración del trabajador.
- La manguera que une la bomba de muestreo y el cabezal debe pasar por la espalda del trabajador asegurando que no se doble o se enganche.
- Se debe indicar al trabajador que este debe de portar el equipo durante toda la jornada laboral (12 horas), el tiempo mínimo de muestreo fue el 70% de la jornada laboral, se le debe de entregar el formato de campo, para que el trabajador registre y complete sus datos y luego se debe encender la bomba de muestreo.

Después del muestreo se debe realizar la verificación de la calibración del flujo final de la bomba, de acuerdo a los siguientes pasos:

- Reemplazar el cabezal de muestreo con el cabezal de verificación.
- Instalar en línea la bomba, el cabezal de verificación y el flujómetro.
- Tomar como mínimo 10 lecturas del flujo y registrar el promedio del flujo final.
- La variación entre el valor promedio del flujo inicial y flujo final no debe ser mayor al 5%, caso contrario se debe anular y repetir el muestreo.

4.5.4 Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

Para el análisis de las muestras, el casete de muestreo debe de ser codificado y almacenado en un lugar adecuado hasta su envío al laboratorio acreditado de análisis, el envío de muestras se utiliza el formato de la Cadena de custodia del laboratorio COC. Los datos del muestreo deben ser registrados, por lo que se realiza análisis documental.

Luego el laboratorio debe enviar el informe con los resultados de las masas y concentraciones de las muestras enviadas.

El laboratorio trabaja según el Method NIOSH 5040 Diésel particulate matter, es aplicable a especies de carbono no volátiles (es decir, partículas OC, CC y EC), que requieren absorbentes para una recolección eficiente donde se debe ajustar la configuración del analizador de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Las formas de carbono que son difíciles de oxidar; por ello, pueden requerir un período más largo y temperatura más alta durante el modo oxidativo para garantizar que se elimine toda la CE (el pico de CE nunca debe fusionarse con el pico de calibración). No se debería exigir una temperatura máxima superior a 940 ° C. Luego se determina la masa de EC (y OC) en g, mientras los resultados del analizador se expresan en unidades: g/cm² de C.

Finalmente, esta concentración se debe dividir entre el volumen para manejar la data expresadas en las siguientes unidades ug/m³.

Para el hallar el UCL se utilizará una macro que permite el análisis estadístico de datos de medición de higiene ocupacional, además, fue desarrollado por

(Asociación Estadounidense de Higiene Industrial). Dicha hoja de cálculo puede encontrarse en la siguiente página web: https://ohshub.com/ihstat-statistical-analysis-of-health-safety-data/#google_vignette

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 Resultados de la investigación

Se utilizó la metodología NIOSH 5040, es aplicable a especies de carbono no volátiles (es decir, partículas OC, CC y EC), para realizar el monitoreo ocupacional del agente ocupacional.

Se recuerda que el monitoreo ocupacional es el camino cuantitativo de obtener el nivel de riesgo en salud para el agente ocupacional material particulado diésel.

Para los cálculos correspondientes:

- Se revisó los resultados del peso del material particulado diésel de cada filtro, obtenidos del monitoreo realizados en el año 2020, estos resultados fueron enviados por el laboratorio correspondiente, los mismos que se encuentran en el Anexo 5: Análisis de laboratorio.
- El código de la muestra fue la guía para unir los datos entregados por laboratorio y los datos recolectados en la observación en campo.
- La calibración inicial y final son datos de la muestra recolectados en campo.

Con los datos de la tabla N° 12, se procede a hallar la concentración de cada muestra. Para hallar la concentración en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de cada muestra se debe dividir el peso del filtro (μg) entre volumen (m^3) y para hallar el volumen de la muestra se debe multiplicar el flujo promedio (l/min) por el tiempo de muestreo (min) de cada muestra.

A continuación, un ejemplo con los datos del primer caso de la tabla N° 12:

- Código de muestra: T250221-12
- Tiempo de muestreo: 611
- Flujo inicial: 2.014(l/min)
- Flujo final: 2.066 (l/min)
- Peso en filtro: 7.000 (μg)

Tabla N° 12: Peso en filtros por muestra del monitoreo del año 2020

Código de Muestra	Tiempo Muestreo (min)	Flujo Inicial	Flujo Final		Peso en filtro (ug)
T250220-12	611	2.014	2.066		7.0000
T250220-18	612	2.033	2.046		12.0000
T250220-26	653	2.026	2.079		4.0000
T250220-27	653	2.026	2.008		6.0000
T260220-26	565	2.013	1.991		6.0000
T260220-27	543	2.018	2.038		4.0000
T260220-12	602	2.031	1.989		21.0000
T260220-18	621	2.03	1.996		5.0000
T270220-70	650	2.05	2.036		11.0000
T270220-71	331	2.039	2.033		2.0000
T030320-71	631	2.035	2.067		10.0000
T030320-72	617	2.032	2.047		13.0000
T040320-70	618	2.045	2.039		14.0000
T040320-69	616	2.046	2.036		18.0000
T050320-68	643	2.04	2.036		4.0000
T050320-65	640	2.035	2.02		5.0000
T100320-63	627	2.046	2.034		26.0000
T100320-72	621	2.03	2.037	<	1.0000
T110320-53	594	2.039	2.028		14.0000
T110320-65	609	2.04	2.031		15.0000
T120320-69	646	2.042	2.014		20.0000
T120320-68	634	2.04	2.022		9.0000

Fuente: Empresa Minera. Elaboración: Propia

Para hallar el flujo promedio, se calcula el promedio entre el flujo inicial y el flujo final, Además, se debe verificar que la variación de flujo no exceda al 5% según la metodología NIOSH 5040, para ello; se resta el flujo final menos el flujo inicial, para dividirlo entre el flujo inicial, posterior lo se multiplica por 100%.

A continuación, el cálculo correspondiente:

$$Variación = \frac{2.066 - 2.014}{2.014} * 100\%$$

$$\text{Variación} = 2.6\% \dots OK$$

Luego, el cálculo del flujo promedio en m^3/min :

$$\text{Flujo promedio} = \frac{2.066 + 2.014}{2}$$

$$\text{Flujo promedio} = 2.04 \text{ l/min}$$

$$\text{Flujo promedio} = \frac{2.04}{1000}$$

$$\text{Flujo promedio} = 0.00204 \text{ m}^3/\text{min}$$

Luego, como se mencionó al inicio del presente capítulo; para hallar el volumen de la muestra se debe multiplicar el flujo promedio por el tiempo de muestreo de cada muestra:

$$\text{Volumen} = 0.00204 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} * 611 \text{ min}$$

$$\text{Volumen} = 1.2464 \text{ m}^3$$

Posterior, para obtener la concentración, se debe dividir el peso obtenido del filtro entre el volumen:

$$C = \frac{7}{1.2464} \text{ ug/m}^3$$

$$C = 5.6160 \text{ ug/m}^3$$

De la misma manera se debe realizar los cálculos para cada muestra, las cuales se visualizan en la tabla N°13. Obteniendo muestras con nivel de riesgo trivial, tolerable, moderado e importante. Las diferencias entre muestras resultan de las características en cuanto a infraestructura y controles.

Tabla N° 13: Concentraciones de diésel en las muestras de mantenimiento mina del año 2020

N° de Muestras	Código	C ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	T250220-12	5.6160
2	T250220-18	9.6140
3	T250220-26	2.9844
4	T250220-27	4.5555
5	T260220-26	5.3044
6	T260220-27	3.6324
7	T260220-12	17.3551
8	T260220-18	3.9998
9	T270220-70	8.2834
10	T270220-71	2.9677
11	T030320-71	7.7269
12	T030320-72	10.3308
13	T040320-70	11.0939
14	T040320-69	14.3169
15	T050320-68	3.0524
16	T050320-65	3.8533
17	T100320-63	20.3271
18	T100320-72	< 0.7919
19	T110320-53	11.5904
20	T110320-65	12.1005
21	T120320-69	15.2662
22	T120320-68	6.9895

Fuente: Empresa Minera. Elaboración: Propia

Las herramientas estadísticas inferenciales permiten al ingeniero industrial estimar los parámetros críticos del perfil de exposición, como el percentil 95 superior, y caracterizar la confianza o certeza de las estimaciones de esos parámetros.

Para llegar a tener el indicador final UCL (Límite superior de confianza al 95%) para los datos trabajados en base a una distribución log normal:

- Se requiere transformar los datos logarítmicamente, porque se trabaja con una distribución log normal para hallar el UCL:

$$y_i = \ln(x_i)$$

- Para mantener un orden en los datos transformados logarítmicamente se presenta la tabla N°14, con el fin de conocer la transformación de cada muestra:

Tabla N° 14: Datos transformados logarítmicamente

N° de Muestras	Código	C (µg/m³)	Yi=ln(Xi)
1	T250220-12	5.6160	1.72562
2	T250220-18	9.6140	2.26322
3	T250220-26	2.9844	1.09341
4	T250220-27	4.5555	1.51633
5	T260220-26	5.3044	1.66854
6	T260220-27	3.6324	1.28989
7	T260220-12	17.3551	2.85389
8	T260220-18	3.9998	1.38624
9	T270220-70	8.2834	2.11426
10	T270220-71	2.9677	1.08780
11	T030320-71	7.7269	2.04471
12	T030320-72	10.3308	2.33513
13	T040320-70	11.0939	2.40639
14	T040320-69	14.3169	2.66144
15	T050320-68	3.0524	1.11594
16	T050320-65	3.8533	1.34892
17	T100320-63	20.3271	3.01196
18	T100320-72	< 0.7919	-0.23333
19	T110320-53	11.5904	2.45017
20	T110320-65	12.1005	2.49325
21	T120320-69	15.2662	2.72564
22	T120320-68	6.9895	1.94440
SUMA			41.3038

Fuente: Empresa Minera. Elaboración: Propia

- Para hallar el promedio de los datos log transformados:

$$Media = \frac{\sum y_i}{n}$$

$$Media = \frac{41.3038}{22}$$

$$Media = 1.8774$$

- La desviación estándar de los datos log transformados se calcula con la siguiente fórmula:

$$s = \sqrt{\frac{\sum(y_i - media)^2}{n - 1}}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum(y_i - 1.8774)^2}{n - 1}}$$

$$s = \sqrt{\frac{12.3450}{21}}$$

$$s = \sqrt{0.5878}$$

$$s = 0.76671$$

- Se presenta la tabla N° 15 con el paso a paso del desarrollo de la desviación estándar de los datos transformados logarítmicamente, explicado muestra por muestra:

Tabla N° 15: Desviación estándar de los datos transformado logarítmicamente

N° de Muestras	Código	C (µg/m³)	Yi=ln(Xi)	(Yi-Media)²
1	T250220-12	5.6160	1.72562	0.0231
2	T250220-18	9.6140	2.26322	0.1488
3	T250220-26	2.9844	1.09341	0.6147
4	T250220-27	4.5555	1.51633	0.1304
5	T260220-26	5.3044	1.66854	0.0436
6	T260220-27	3.6324	1.28989	0.3452
7	T260220-12	17.3551	2.85389	0.9534
8	T260220-18	3.9998	1.38624	0.2413
9	T270220-70	8.2834	2.11426	0.0561
10	T270220-71	2.9677	1.08780	0.6235
11	T030320-71	7.7269	2.04471	0.0280
12	T030320-72	10.3308	2.33513	0.2095
13	T040320-70	11.0939	2.40639	0.2798
14	T040320-69	14.3169	2.66144	0.6146
15	T050320-68	3.0524	1.11594	0.5799
16	T050320-65	3.8533	1.34892	0.2793
17	T100320-63	20.3271	3.01196	1.2871
18	T100320-72	< 0.7919	-0.23333	4.4554
19	T110320-53	11.5904	2.45017	0.3280
20	T110320-65	12.1005	2.49325	0.3792
21	T120320-69	15.2662	2.72564	0.7194
22	T120320-68	6.9895	1.94440	0.0045
SUMA			41.3038	12.3450

Fuente: Empresa Minera. Elaboración: Propia

Se revisa si es válido o no realizar una distribución log normal con las muestras. Para ello; se encuentra disponible la prueba de Shapiro y Wilk, conocida generalmente como prueba W, que es un método para determinar si los datos de seguimiento se dan para una distribución normal o si se aplica a los datos transformados logarítmicamente. Para determinar la bondad de ajuste para datos normales o lognormales, cuando n es bastante pequeño; es decir $n < 50$, la prueba W es una de las más confiables según la AIHA, las siglas en español significan Asociación Americana de Higiene Industrial.

La prueba w se realiza de la siguiente manera:

- a) Primero se debe ordenar la data de menor a mayor, como se visualiza en la tabla N°16:

Tabla N° 16: Datos ordenados de menor a mayor

N° de Muestras	X=C(ug/m ³)	Nuevo orden
18	0.7919	1
10	2.9677	2
3	2.9844	3
15	3.0524	4
6	3.6324	5
16	3.8533	6
8	3.9998	7
4	4.5555	8
5	5.3044	9
1	5.6160	10
22	6.9895	11
11	7.7269	12
9	8.2834	13
2	9.6140	14
12	10.3308	15
13	11.0939	16
19	11.5904	17
20	12.1005	18
14	14.3169	19
21	15.2662	20
7	17.3551	21
17	20.3271	22

Elaboración: Propia

b) Calcular la variable K para una muestra par:

$$k = \frac{n}{2} = \frac{22}{2} = 11$$

c) Hallar a_i en la figura N°11, denominada “Coeficiente a_i para la prueba W”, teniendo en “ $n=22$ ” y “ $k=11$ ”, en la siguiente figura N°12:

$i \backslash n$	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0.7071	0.7071	0.6872	0.6646	0.6431	0.6233	0.6052	0.5888	0.5739
2	-	0.0000	0.1677	0.2413	0.2806	0.3031	0.3164	0.3244	0.3291
3	-	-	-	0.0000	0.0875	0.1401	0.1743	0.1976	0.2141
4	-	-	-	-	-	0.0000	0.0561	0.0947	0.1224
5	-	-	-	-	-	-	-	0.0000	0.0399

$i \backslash n$	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0.5601	0.5475	0.5359	0.5251	0.5150	0.5056	0.4968	0.4886	0.4808	0.4734
2	0.3315	0.3325	0.3325	0.3318	0.3306	0.3290	0.3273	0.3253	0.3232	0.3211
3	0.2260	0.2347	0.2412	0.2460	0.2495	0.2521	0.2540	0.2553	0.2561	0.2565
4	0.1429	0.1586	0.1707	0.1802	0.1878	0.1939	0.1988	0.2027	0.2059	0.2085
5	0.0695	0.0922	0.1099	0.1240	0.1353	0.1447	0.1524	0.1587	0.1641	0.1686
6	0.0000	0.0303	0.0539	0.0727	0.0880	0.1005	0.1109	0.1197	0.1271	0.1334
7	-	-	0.0000	0.0240	0.0433	0.0593	0.0725	0.0837	0.0932	0.1013
8	-	-	-	-	0.0000	0.0196	0.0359	0.0496	0.0612	0.0711
9	-	-	-	-	-	-	0.0000	0.0163	0.0303	0.0422
10	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0000	0.0140

$i \backslash n$	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	0.4643	0.4590	0.4542	0.4493	0.4450	0.4407	0.4366	0.4328	0.4291	0.4254
2	0.3185	0.3156	0.3126	0.3098	0.3069	0.3043	0.3018	0.2992	0.2968	0.2944
3	0.2578	0.2571	0.2563	0.2554	0.2543	0.2533	0.2522	0.2510	0.2499	0.2487
4	0.2119	0.2131	0.2139	0.2145	0.2148	0.2151	0.2152	0.2151	0.2150	0.2148
5	0.1736	0.1764	0.1787	0.1807	0.1822	0.1836	0.1848	0.1857	0.1864	0.1870
6	0.1399	0.1443	0.1480	0.1512	0.1539	0.1563	0.1584	0.1601	0.1616	0.1630
7	0.1092	0.1150	0.1201	0.1245	0.1283	0.1316	0.1346	0.1372	0.1395	0.1415
8	0.0804	0.0878	0.0941	0.0997	0.1046	0.1089	0.1128	0.1162	0.1192	0.1219
9	0.0530	0.0618	0.0696	0.0764	0.0823	0.0876	0.0923	0.0965	0.1002	0.1036
10	0.0263	0.0368	0.0459	0.0539	0.0610	0.0672	0.0728	0.0778	0.0822	0.0862
11	0.0000	0.0122	0.0228	0.0321	0.0403	0.0476	0.0540	0.0598	0.0650	0.0697
12	-	-	0.0000	0.0107	0.0200	0.0284	0.0358	0.0424	0.0483	0.0537
13	-	-	-	-	0.0000	0.0094	0.0178	0.0253	0.0320	0.0381
14	-	-	-	-	-	-	0.0000	0.0084	0.0159	0.0227
15	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0000	0.0076

Figura N° 12: Coeficiente a_i para la prueba w con 22 muestras

Fuente: A strategy for assessing and managing occupational exposures

a. Calcular W para la distribución lognormal con la siguiente:

$$W = \frac{[\sum_{i=1}^k a_i (y_{[n-i+1]} - y_i)]^2}{s^2(n-1)}$$

Donde:

$$Y = \ln(X)$$

S= es desviación estándar de Y

Se construyó la tabla N° 17 para mostrar el paso a paso del cálculo de W, para ello solo se toman en cuenta las primeras 11 filas, decretado por el coeficiente K.

Tabla N° 17: Desarrollo de la prueba W para 22 muestras

C(ug/m³) x	Y=ln(x)	Y(n-i+1)	Yi	Y(n-i+1)-Yi	Ai	Ai(Y(n-i+1)-Yi)
0.7919	-0.23333	3.01196	-0.23333	3.24529	0.4590	1.4896
2.9677	1.08780	2.85389	1.08780	1.76609	0.3156	0.5574
2.9844	1.09341	2.72564	1.09341	1.63222	0.2571	0.4196
3.0524	1.11594	2.66144	1.11594	1.54550	0.2131	0.3293
3.6324	1.28989	2.49325	1.28989	1.20336	0.1764	0.2123
3.8533	1.34892	2.45017	1.34892	1.10125	0.1443	0.1589
3.9998	1.38624	2.40639	1.38624	1.02016	0.1150	0.1173
4.5555	1.51633	2.33513	1.51633	0.81880	0.0878	0.0719
5.3044	1.66854	2.26322	1.66854	0.59468	0.0618	0.0368
5.6160	1.72562	2.11426	1.72562	0.38864	0.0368	0.0143
6.9895	1.94440	2.04471	1.94440	0.10030	0.0122	0.0012
7.7269	2.04471	-	-	-	-	-
8.2834	2.11426	-	-	-	-	-
9.6140	2.26322	-	-	-	-	-
10.3308	2.33513	-	-	-	-	-
11.0939	2.40639	-	-	-	-	-
11.5904	2.45017	-	-	-	-	-
12.1005	2.49325	-	-	-	-	-
14.3169	2.66144	-	-	-	-	-
15.2662	2.72564	-	-	-	-	-
17.3551	2.85389	-	-	-	-	-
20.3271	3.01196	-	-	-	-	-
SUMA						3.4086

Elaboración: Propia

Se reemplaza la formula con los datos:

- Desviación estandar (δ) = 0.7667
- $\sum_{i=1}^{11} a_i(y_{[n-i+1]} - y_i) = 3.4086$

Con el desarrollo anterior, se calcula el resultado de la prueba W:

$$W = \frac{[3.4086]^2}{(0.7667)^2(22 - 1)}$$

$$W = \frac{11.6187}{(0.5878) * (21)}$$

$$W = 0.9411$$

A continuación, se debe comparar W para p=0.05 y con n=22:

n	$W_{0.01}$	$W_{0.02}$	$W_{0.05}$	$W_{0.10}$	$W_{0.50}$
3	0.753	0.756	0.767	0.789	0.959
4	0.687	0.707	0.748	0.792	0.935
5	0.686	0.715	0.762	0.806	0.927
6	0.713	0.743	0.788	0.826	0.927
7	0.730	0.760	0.803	0.838	0.928
8	0.749	0.778	0.818	0.851	0.932
9	0.764	0.791	0.829	0.859	0.935
10	0.781	0.806	0.842	0.869	0.938
11	0.792	0.817	0.850	0.876	0.940
12	0.805	0.828	0.859	0.883	0.943
13	0.814	0.837	0.866	0.889	0.945
14	0.825	0.846	0.874	0.895	0.947
15	0.835	0.855	0.881	0.901	0.950
16	0.844	0.863	0.887	0.906	0.952
17	0.851	0.869	0.892	0.910	0.954
18	0.858	0.874	0.897	0.914	0.956
19	0.863	0.879	0.901	0.917	0.957
20	0.868	0.884	0.905	0.920	0.959
21	0.873	0.888	0.908	0.923	0.960
22	0.878	0.892	0.911	0.926	0.961
23	0.881	0.895	0.914	0.928	0.962
24	0.884	0.898	0.916	0.930	0.963
25	0.886	0.901	0.918	0.931	0.964
26	0.891	0.904	0.920	0.933	0.965
27	0.894	0.906	0.923	0.935	0.965
28	0.896	0.908	0.924	0.936	0.966
29	0.898	0.910	0.926	0.937	0.966
30	0.900	0.912	0.927	0.939	0.967
31	0.902	0.914	0.929	0.940	0.967
32	0.904	0.915	0.930	0.941	0.968
33	0.906	0.917	0.931	0.942	0.968
34	0.908	0.919	0.933	0.943	0.969
35	0.910	0.920	0.934	0.944	0.969
36	0.912	0.922	0.935	0.945	0.970
37	0.914	0.924	0.936	0.946	0.970
38	0.916	0.925	0.938	0.947	0.971
39	0.917	0.927	0.939	0.948	0.971
40	0.919	0.928	0.940	0.949	0.972
41	0.920	0.929	0.941	0.950	0.972
42	0.922	0.930	0.942	0.951	0.972
43	0.923	0.932	0.943	0.951	0.973
44	0.924	0.933	0.944	0.952	0.973
45	0.926	0.934	0.945	0.953	0.973
46	0.927	0.935	0.945	0.953	0.974
47	0.928	0.936	0.946	0.954	0.974
48	0.929	0.937	0.947	0.954	0.974
49	0.929	0.937	0.947	0.955	0.974
50	0.930	0.938	0.947	0.955	0.974

Source: After Shapiro and Wilk, 1965.
The null hypothesis of a normal distribution is rejected at the α significance level if the calculated W is less than W_{α} .

Figura N° 13: Valores de w tales que el 100% (p) de la distribución de w sea menor que wp

Fuente: A strategy for assessing and managing occupational exposures

Se compara en la figura N°13 el $W=0.9411 > 0.911$, al ser mayor cumple la regla. Por lo tanto, no se rechaza la premisa que la data del monitoreo es distribución log normal, a continuación, se presente la tabla N°18 con el resumen de la prueba W:

Tabla N° 18: Prueba W para distribuciones log-normales con 22 muestras

Prueba W de datos log-transformados	0.941
Log-Normal ($\alpha = 0.05$)?	Si

Elaboración: Propia

Se grafica la distribución log normal con los datos de las muestras en la figura N°14:

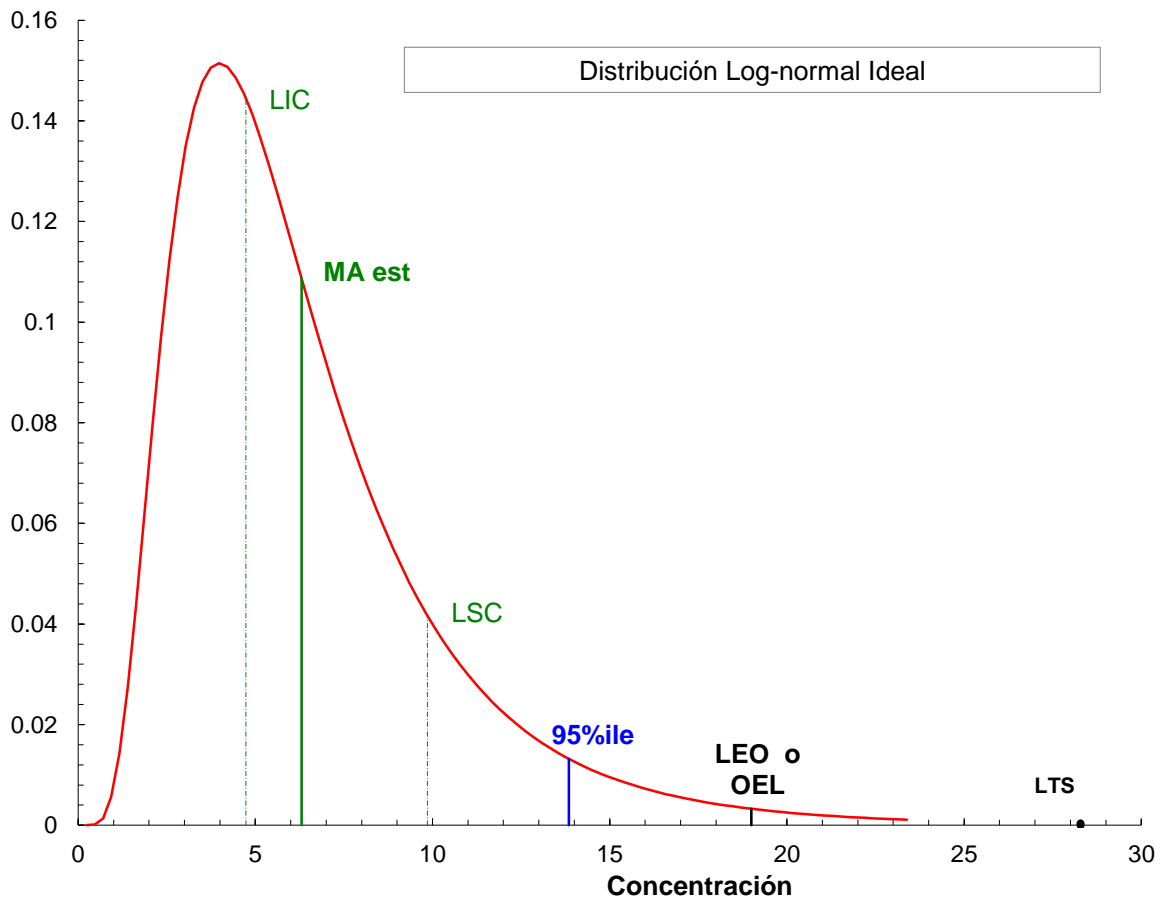


Figura N° 14: Distribución lognormal de las 22 muestras

Fuente: IHSTAT. Elaboración: Propia

Donde el LSC es el UCL, ya que son las siglas en inglés de Límite superior de confianza al 95%. Es decir, usando la fórmula:

$$\mu \pm Z (1- \alpha/2) \sigma/(n) 0,5$$

Para ello se presenta la tabla N°19 con las estadísticas paramétricas para una distribución log normal correspondiente al caso de estudio:

Tabla N° 19: Estadísticas paramétricas para distribuciones Log-normales para 22 muestras

Estadísticas paramétricas para distribuciones Log-normales	
Media aritmética estimada (MA est.)	8.630
LCI1, 95%	6.610
LCSI, 95%	12.700
Percentil 95	23.074
LTS 95%, 95%	39.6
Fracción excedente del LEO	8.2%
LCI1, 95%, %>OEL	3.02
LCSI, 95%, %>OEL	18.8

Fuente: IHSTAT. Elaboración: Propia

Por lo tanto, el sistema de succión permite reducir el nivel de riesgo del agente ocupacional diésel para los mecánicos de truck shop en una empresa minera, hipótesis que fue comprobada según los resultados del monitoreo ocupacionales del año donde se aplicaron los controles del sistema de succión; es decir el uso del carro móvil de succión y el uso del intercambiador de aire fijo, logrando que la concentración de partículas diésel baje de 24.90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 12.70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en consecuencia se logró reducir el nivel de riesgo importante a un nivel de riesgo moderado. A continuación; se muestra la tabla N°20 de los resultados del nivel de riesgo del agente ocupacional diésel del año 2019 y 2020, con el fin comparar la concentración y el nivel de riesgo obtenido en cada año:

Tabla N° 20: Resultados del nivel de riesgo del agente ocupacional diésel por año

AÑO	UCL	NIVEL DE RIESGO	RANGO
2019 (SIN CONTROLES)	24.90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	IMPORTANTE	[19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; 152 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ >
2020 (CON CONTROLES)	12.70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	MODERADO	[9.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ >

Fuente: Empresa minera

Para mayor detalle, se presenta los resultados de las muestras individuales del monitoreo del año 2020 de los mecánicos de equipos pesados de la gerencia mantenimiento mina en la figura N°15, enfatizando que nivel de riesgo alcanzo cada muestra de manera específica:

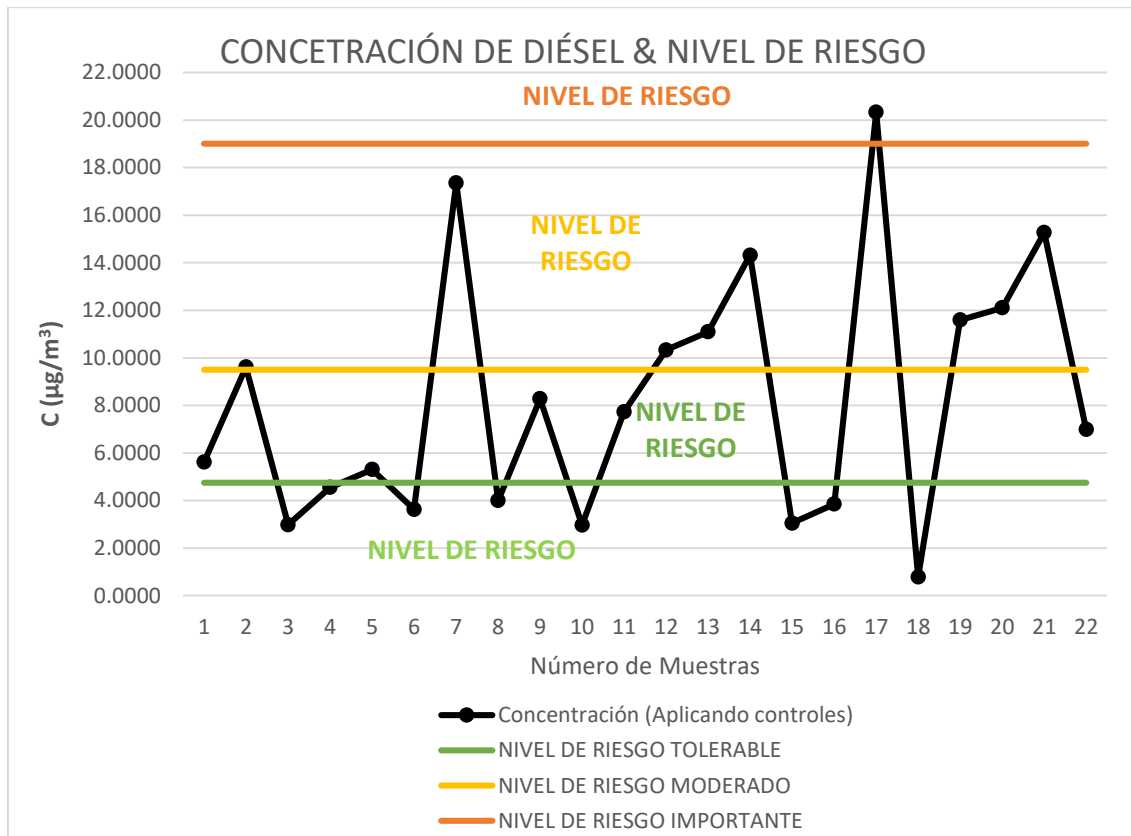


Figura N° 15: Concentración de diésel & nivel de riesgo

Fuente: Empresa minera. Elaboración: Propia

Cabe resaltar que, dentro de las muestras ingresadas para el año 2020, se tiene la muestra T100320-63 que fue tomada a un mecánico en la bahía PM “B” la cual no contiene el sistema de succión, ya que por su infraestructura no fue posible implementarle el extractor fijo ni el carro de succión móvil, para comprobar las condiciones se puede visualizar el formato de campo de la muestra indicada en anexos.

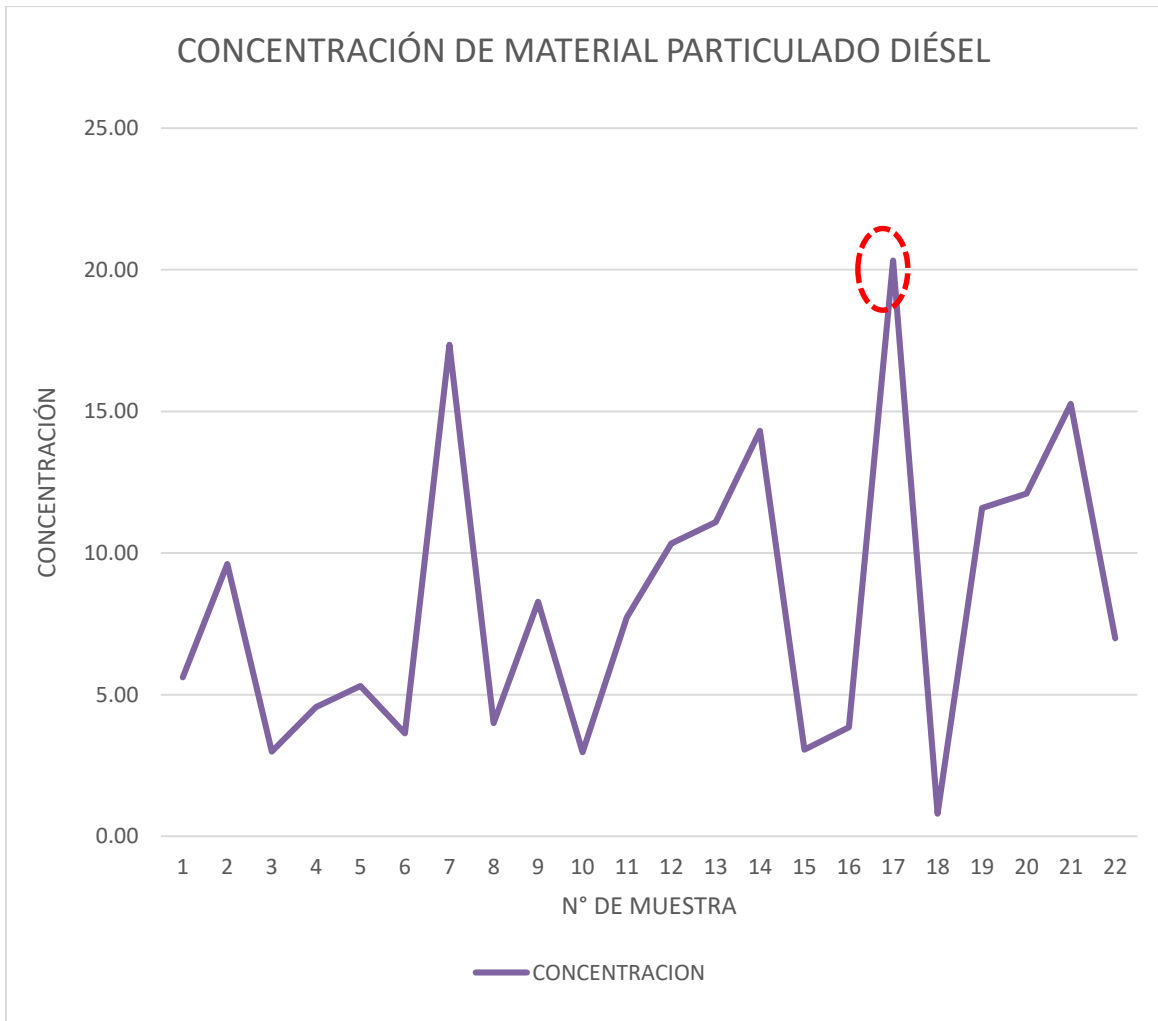


Figura N° 16: Concentración del material particulado diésel con controles

Fuente: Empresa minera. Elaboración: Propia

Si se descarta esta muestra resaltada en la figura N°16 fue tomada para fines de estudio, se debe realizar el análisis de los datos de las 21 muestras restantes.

Para ello, se debe seguir el anexo 4 del libro Strategy Book, donde explican los pasos necesarios para hallar el UCL, que es el límite superior de confianza unilateral en 95%.

Se valida con los datos estadísticos si es válido o no realizar una distribución log normal, en esta ocasión el coeficiente K es una muestra impar y se utilizará la siguiente fórmula:

$$k = \frac{n - 1}{2} = \frac{20}{2} = 10$$

Para calcular W para la distribución lognormal, se utilizó la siguiente fórmula:

$$W = \frac{[\sum_{i=1}^k a_i (y_{[n-i+1]} - y_i)]^2}{s^2(n - 1)}$$

Donde:

$$Y = \ln(X)$$

S= es desviación estándar de Y

Se construyó la tabla N°21 para mostrar el paso a paso del cálculo de W para 21 muestras, donde solo se toman en cuenta las primeras 11 filas, decretado por el coeficiente K.

Tabla N° 21: Desarrollo de la prueba W para 21 muestras

C(ug/m3) x	Nuevo orden	Y=ln(x)	Y(n-i+1)	Yi	Y(n-i+1)-Yi	Ai	Ai(Y(n-i+1)-Yi)	
0.7919	1	-0.23333	3.01196	-0.23333	3.24529	0.4643	1.5068	
2.9677	2	1.08780	2.85389	1.08780	1.76609	0.3185	0.5625	
2.9844	3	1.09341	2.72564	1.09341	1.63222	0.2578	0.4208	
3.0524	4	1.11594	2.66144	1.11594	1.54550	0.2119	0.3275	
3.6324	5	1.28989	2.49325	1.28989	1.20336	0.1736	0.2089	
3.8533	6	1.34892	2.45017	1.34892	1.10125	0.1399	0.1541	
3.9998	7	1.38624	2.40639	1.38624	1.02016	0.1092	0.1114	
4.5555	8	1.51633	2.33513	1.51633	0.81880	0.0804	0.0658	
5.3044	9	1.66854	2.26322	1.66854	0.59468	0.0530	0.0315	
5.6160	10	1.72562	2.11426	1.72562	0.38864	0.0263	0.0102	
6.9895	11	1.94440	2.04471	1.94440	0.10030	0.0000	0.0000	
7.7269	12	2.04471						
8.2834	13	2.11426						
9.6140	14	2.26322						
10.3308	15	2.33513						
11.0939	16	2.40639						
11.5904	17	2.45017						
12.1005	18	2.49325						
14.3169	19	2.66144						
15.2662	20	2.72564						
17.3551	21	2.85389						
Desviación estándar		0.74150	Suma					3.3995

Fuente: Empresa minera. Elaboración: Propia

Se reemplaza la formula con los datos:

- *Desviación estandar* (δ) = 0.7415

- $\sum_{i=1}^{11} a_i(y_{[n-i+1]} - y_i) = 3.3995$

Con el desarrollo anterior, se calcula el resultado de la prueba W:

$$W = \frac{[3.3995]^2}{(0.7415)^2(21 - 1)}$$

$$W = \frac{11.5566}{(0.5498) * (20)}$$

$$W = 1.0509$$

A continuación, se debe comparar W para p=0.05 y con n=21, utilizando la figura N°13 el $W=1.0509 > 0.908$, al ser mayor cumple la regla. Por lo tanto, no se rechaza la premisa que la data del monitoreo es distribución log normal, a continuación, se presente la tabla N°22 con el resumen de la prueba W:

Tabla N° 22: Prueba W para distribuciones log-normales con 21 muestras

Prueba W de datos log-transformados	0.929
Log-Normal ($\alpha = 0.05$)?	Si

Fuente: Empresa minera. Elaboración: Propia

Luego, se procede a formar la distribución log normal, como se visualiza en la figura N°17, con los datos de las 21 muestras:

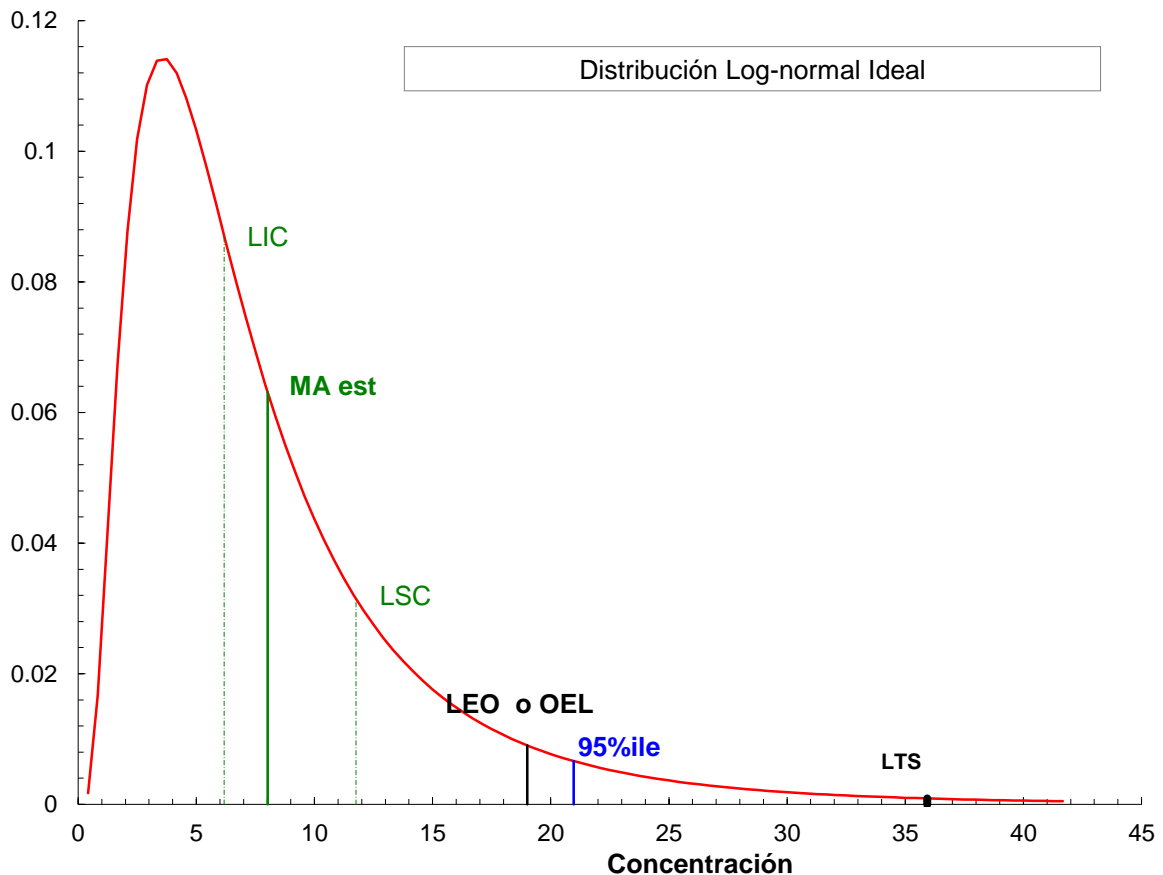


Figura N° 17: Distribución log normal para 21 muestras

Fuente: IHSTAT. Elaboración: Propia

Donde el LSC con una confianza al 95% es igual a 11.76, tal como se lee en la tabla N°23:

Tabla N° 23: Estadísticas paramétricas para distribuciones Log-normales con 21 muestras

Estadísticas paramétricas para distribuciones Log-normales	
LCI1, 95% - Land's "Exacto"	6.170
LCSI, 95% - Land's "Exacto"	11.760

Fuente: IHSTAT. Elaboración: Propia

Después de hallar el UCL correspondiente a las 21 muestras, se procede a presentar la tabla N°24 de resultados de los últimos dos años, para que se pueda comparar el nivel del de riesgo antes del sistema de succión y posterior a la implementación del mismo:

Tabla N° 24: Resultados del nivel de riesgo del agente ocupacional diésel por año actualizado

AÑO	UCL	NIVEL DE RIESGO	ESCALA
2019 (SIN CONTROLES)	24.90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	IMPORTANTE	[19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; 152 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ >
2020 (CON CONTROLES)	11.76 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	MODERADO	[9.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ >

Fuente: Empresa Minera. Elaboración: Propia

Así se confirma que el sistema de succión permite reducir el nivel de riesgo del agente ocupacional diésel para los mecánicos de truck shop en una empresa minera, según la actualización se redujo la concentración de partículas diésel bajo de 24.90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 11.76 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, lo que a la vez logro pasar de un nivel de riesgo importante a un nivel de riesgo moderado.

A continuación, se presente la figura N°18, con la comparación de los datos obtenidos en el año 2019 y año 2020:

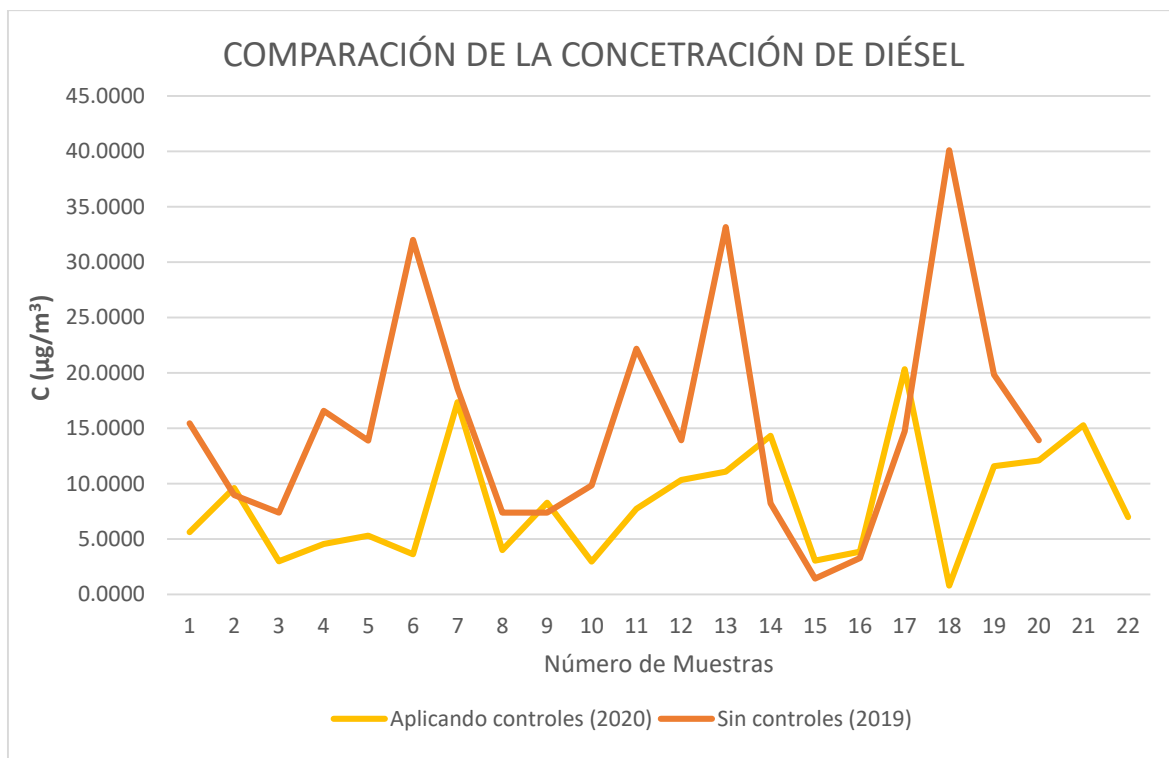


Figura N° 18: Comparación de la concentración de diésel entre el año 2019 y el año 2020

Fuente: Empresa minera. Elaboración: Propia

En la primera hipótesis específica: el carro móvil de succión permite disminuir el nivel de riesgo importante del agente ocupacional diésel para los mecánicos de truck shop en una empresa minera, se requiere comparar las muestras N°07 y N°17 en la figura N°19, de manera que fueron tomadas sin el carro móvil de succión, con las muestras tomadas en los talleres nuevos. Como se puede visualizar en la tabla N°25 son las muestras N°07 y N°17 las que poseen mayor concentración del material particulado diésel, también denominado carbono elemental. Con el formato de campo de la muestra T260220-12, ubicado en el “Anexo 6: Muestra T260220-18 Y T260220-12”, se demuestra que el mecánico de equipo pesado con la bomba de succión N°18 realizó trabajos en cabina, mientras que el mecánico de equipo pesado con la bomba de succión N°12 realizó trabajos en piso.

Se evidencia que la bahía que no tenía el extractor portátil operativo, de modo que se refleja en el nivel de concentración del material particulado diésel, por ello, se debe compara dos resultados uno de las muestras con carro móvil de succión con las 22 muestras de estudio. Para lo cual se ha preparado la tabla N°25 con los datos de las muestras que hayan tenido operativo el carro móvil de succión durante el estudio:

Tabla N° 25: Concentraciones de diésel del año 2020 (con control de carro móvil de succión)

N° de Muestras	Código	C ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	T250220-12	5.6160
2	T250220-18	9.6140
3	T250220-26	2.9844
4	T250220-27	4.5555
5	T260220-26	5.3044
6	T260220-27	3.6324
9	T270220-70	8.2834
10	T270220-71	2.9677
11	T030320-71	7.7269
12	T030320-72	10.3308
13	T040320-70	11.0939
14	T040320-69	14.3169
15	T050320-68	3.0524
16	T050320-65	3.8533
18	T100320-72	< 0.7919
19	T110320-53	11.5904
20	T110320-65	12.1005
21	T120320-69	15.2662
22	T120320-68	6.9895

Fuente: Empresa Minera Elaboración: Propia

Se obtuvieron las estadísticas paramétricas para una distribución log normal, tal como se visualiza en la tabla N°26:

Tabla N°26: Estadísticas paramétricas de las muestras con control de carro móvil de succión

Estadísticas paramétricas para distribuciones Log-normales	
Media aritmética estimada (MA est.)	7.730
LCII, 95% - Land's "Exacto"	5.890
LCSI, 95% - Land's "Exacto"	11.600
Percentil 95	20.112
LTS 95%, 95%	35.6
Fracción excedente del LEO	5.8%
LCII, 95%, %>OEL	1.68
LCSI, 95%, %>OEL	16.3

Fuente: IHSTAT. Elaboración: Propia

Luego, se procede a formar la distribución log normal, como se visualiza en la figura N°19, con los datos de las 19 muestras, que tuvieron habilitado el carro de succión móvil:

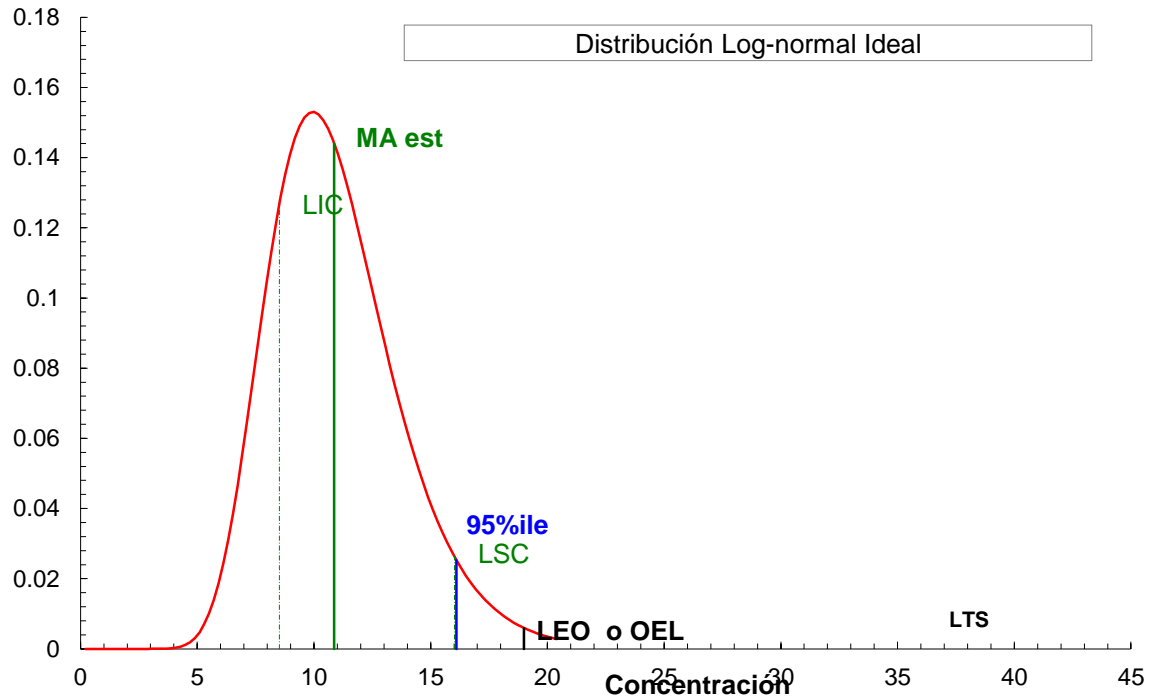


Figura N°19: Distribución log normal de las muestras con control de carro móvil de succión

Fuente: IHSTAT. Elaboración: Propia

Después de hallar el UCL correspondiente a las 19 muestras, se procede a presentar la tabla N°27, donde se exponen dos escenarios:

Tabla N° 27: Resultados del nivel de riesgo del agente ocupacional diésel con carro móvil de succión

AÑO	UCL	NIVEL DE RIESGO	ESCALA
2020 (Sistema con al menos el carro móvil de succión)	11.60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	MODERADO	[9.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ >
2020 (22 muestras)	12.70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	MODERADO	[9.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ >

Fuente: Empresa Minera. Elaboración: Propia

Como se puede apreciar en la tabla superior N°27, las muestras que tiene al menos el carro móvil de succión dentro de su sistema de succión presente un UCL de 11.60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mientras cuando se considera a las 22 muestras donde no sé ha utilizado el carro móvil de succión

presente un UCL de 12.70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Concluyendo que las muestras que fueron tomadas de bahías con carros de succión óptimos manejan una menor concentración del material particulado diésel.

Para la segunda hipótesis específica que tiene que comprobar que los intercambiadores de aire fijos reducen el nivel de riesgo. Para ello, se compararon los resultados de febrero del año 2020, que fueron tomados en las bahías de los talleres nuevos con los resultados de la última semana, que fueron tomados en los talleres pioneros. A continuación, se visualiza los resultados de los talleres nuevos en la tabla N°28, donde se obtuvieron muestras con menor concentración:

Tabla N° 28: Concentración de diésel en talleres nuevos

Mecánicos de Equipo Pesado Aplicando controles (talleres nuevos)		
N°	Código	C ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	T250220-12	5.6160
2	T250220-18	9.6140
3	T250220-26	2.9844
4	T250220-27	4.5555
5	T260220-26	5.3044
6	T260220-27	3.6324
7	T260220-12	17.3551
8	T260220-18	3.9998
9	T270220-70	8.2834
10	T270220-71	2.9677

Fuente: Empresa Minera Elaboración: Propia

Se calcula el UCL del grupo de muestras de los talleres nuevos, donde se cuenta con un intercambiador de aire, para ello se presenta la tabla N°29:

Tabla N° 29: Estadísticas paramétricas para talleres nuevos

Estadísticas paramétricas para distribuciones Log-normales	
Media aritmética estimada (MA est.)	6.310
LCI1, 95% - Land's "Exacto"	4.740
LCS1, 95% - Land's "Exacto"	9.860
Percentil 95	13.847
LTS 95%, 95%	28.3
Fracción excedente del LEO	1.4%

Fuente: IHSTAT. Elaboración: Propia

Mientras que en los talleres pioneros y PM se desarrollan en la tabla N°30, y tienen las muestras con mayor concentración de diésel:

Tabla N° 30: Concentración de diésel en talleres pioneros

Mecánicos de Equipo Pesado Aplicando controles (talleres pioneros)		
N°	Código	C (µg/m³)
11	T030320-71	7.7269
12	T030320-72	10.3308
13	T040320-70	11.0939
14	T040320-69	14.3169

Elaboración: Propia

Se calcula el UCL del grupo de muestras de los talleres nuevos, donde se cuenta con un intercambiador de aire, para ello se presenta la tabla N°31:

Tabla N° 31: Estadísticas paramétricas para talleres pioneros

Estadísticas paramétricas para distribuciones Log-normales	
Media aritmética estimada (MA est.)	10.900
LCI1, 95% - Land's "Exacto"	8.510
LCS1, 95% - Land's "Exacto"	16.000
Percentil 95	16.106
LTS 95%, 95%	39.1
Fración excedente del LEO	1.1%

Fuente: IHSTAT. Elaboración: Propia

La diferencia de la concentración es causada por las condiciones de infraestructura, en este caso el intercambiador fijo de aire, con la tabla N°32 se presente la diferencia de concentración de manera numérica de las muestras de los talleres nuevos y de los talleres pioneros, donde los talleres nuevos tienen menos concentración del material particulado diésel:

Tabla N° 32: Comparación de la concentración de material particulado diésel entre los talleres nuevos y talleres pioneros

GRUPO	UCL	NIVEL DE RIESGO	ESCALA
Talleres nuevos	9.86 µg/m³	MODERADO	[9.5 ug/m³;19 ug/m³>
Talleres pioneros	16.00 µg/m³	MODERADO	[9.5 ug/m³;19 ug/m³>

Fuente: Empresa Minera. Elaboración: Propia

Para la tercera hipótesis específica: los respiradores media cara permiten reducir la probabilidad de adquirir enfermedades ocupacionales en una empresa minera. Se buscó la ficha técnica del respirador 8210 de la marca 3M, donde se confirma que el respirador está aprobado por NIOSH 42.CFR.84, es decir; ha pasado por las pruebas científicas correspondientes para la protección contra polvos y neblinas a base de líquidos no aceitosos. Según 3M: las pruebas de certificación utilizan el tamaño de aerosol más penetrante, masa aerodinámica de 0,3 μm de diámetro medio, ya sea de una partícula levemente degradante, cloruro de sodio (NaCl), o un aceite degradado, dioctilftalato (DOP). El respirador de categoría N se prueba a un nivel de carga máximo de 200 mg de NaCl por respirador. La eficiencia mínima de los filtros probados debe ser igual o mayor que el criterio de eficiencia del filtro enumerado anteriormente para la clase de filtro para la que se aprueba.

Por ejemplo, después de cargarse con 200 mg de NaCl, un filtro de partículas N95 debe demostrar eficiencias de filtrados superiores o iguales al 95%.

Antes de la prueba de eficiencia del filtro de N-serie de filtros, los filtros se sacan de su embalaje y se colocan en un entorno de $85 \pm 5\%$ de humedad relativa a $38 \pm 2,5$ ° C durante 25 ± 1 horas. Estos requisitos se aplican de pre acondicionamiento solo para filtros de la serie N. Este requisito es para abordar el efecto de la humedad en el filtro, es porque el aerosol de cloruro de sodio es menos severo en la reducción de la eficiencia del filtro.

Para corroborar si el producto ha pasado las pruebas correspondientes, se puede verificar en la página de NIOSH, tal como; se visualiza en la figura N°20:

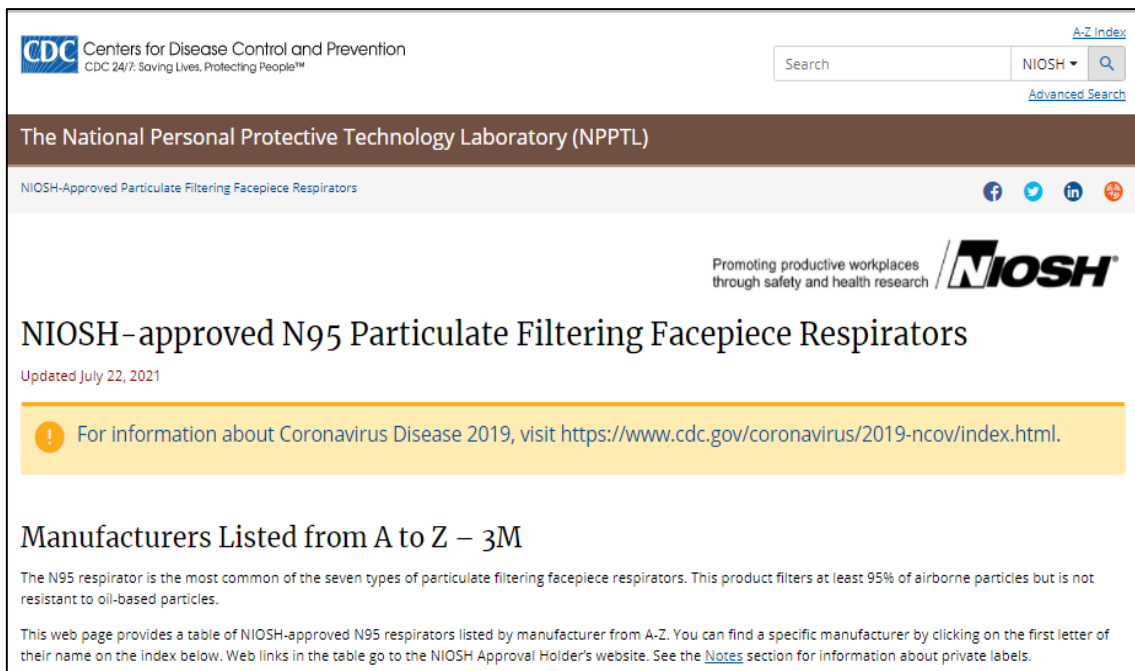


Figura N° 20: Respiradores N95 aprobados por NIOSH

Fuente: https://www.cdc.gov/niosh/npptl/topics/respirators/disp_part/N95list1.html, NIOSH (2021)

Para buscar el proveedor del respirador, se debe ingresar el siguiente link: https://www.cdc.gov/niosh/npptl/topics/respirators/disp_part/N95list1.html, posterior dirigimos a la sección del índice para darle click a las letras de 3M, luego se procede a buscar el modelo 8210.

El modelo 8210 de la marca 3M se encuentra aprobado por NIOSH, como se puede apreciar en la figura N°21:

Manufacturers Listed from A to Z – 3M

The N95 respirator is the most common of the seven types of particulate filtering facepiece respirators. This product filters at least 95% of airborne particles but is not resistant to oil-based particles.

This web page provides a table of NIOSH-approved N95 respirators listed by manufacturer from A-Z. You can find a specific manufacturer by clicking on the first letter of their name on the index below. Web links in the table go to the NIOSH Approval Holder's website. See the [Notes](#) section for information about private labels.

NIOSH entered a [Memorandum of Understanding](#) (MOU) in 2018 with the Food and Drug Administration (FDA). This MOU granted NIOSH the authority to approve surgical N95 filtering facepiece respirators. Prior to this MOU, both NIOSH and FDA approved and cleared surgical N95s. The Model Number/Product Line in bold text followed by (FDA) indicates these surgical N95 respirators in the table below. NIOSH also provides a [table of the surgical N95 respirators](#) approved prior to the MOU. If you believe a surgical N95 respirator is missing from the list, contact the CDC to determine the respirator's approval status. Call 1-800-CDC-INFO (1-800-232-4636). Also contact the FDA Center for Devices and Radiological Health at 1-800-638-2041 to verify its clearance. Surgical N95 respirators approved under the MOU do not require FDA's 510(k) clearance. These NIOSH-approved surgical N95 respirators are only on the [Certified Equipment List \(CEL\)](#).

Disclaimer: The links in this section go to websites outside of CDC/NIOSH. These links do not constitute an endorsement of their content, or a statement of NIOSH policy. Nor does the inclusion of the donning procedure or user instructions included on the website and PDF versions.

Index: **3M** A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z Notes

Supplier/Manufacturer and Contact Information	Model Number/Product Line	Approval Number	Valve Yes/No	Manufacturer's Donning Procedure User Instructions
3M Company 888-3M HELPS or web form (Distribution Availability)	1860 (FDA) 1860S (FDA)	84A-0006	No	1860, 1860S [PDF - 72 KB]
3M Company 888-3M HELPS or web form (Distribution availability for all products listed for 3M)	81105 8210 8210 Plus 8216 8217 7048	84A-0007	No	8210 [PDF - 103 KB] 81105, 8210, 7048 [PDF - 187 KB]
3M Company 888-3M HELPS or web form	N95	84A-0008	No	Not available
3M Company	8212	84A-0454	Yes	8212, 8512 [PDF - 125 KB]

Figura N° 21: Lista de fabricantes de la A hasta Z

Fuente: https://www.cdc.gov/niosh/npptl/topics/respirators/disp_part/N95list1.html, NIOSH (2021)

Solo después de comprobar la validez de la elaboración del producto mediante un ente acreditador, se procede a investigar su uso y limitaciones. Dentro de las limitaciones indicadas en le ficha técnica se encuentra:

- No usar en atmosferas que contengan vapores y gases tóxicos, asbestos o polvo proveniente de lavado con chorro de arena.
- No usar para neblinas a base de líquidos aceitosos.

Las características de diésel son un limitante, porque la combustión se produce a partir de un líquido aceitoso.

Otra característica y limitante del trabajo, es la tarea del lavado de la maquina pesada con chorros de agua a presión, previo al ingreso a la bahía de trabajo. Esta tarea también la realizan los mecánicos de maquina pesada.

Se cierra la presentación de los resultados con los costos aproximados del sistema:

- Un extractor de aire fijo con las medidas del proyecto oscila en un promedio de \$28,000. Además, se requieren 12 extractores de aire fijo, porque son 12 bahías. Por lo tanto, se requiere una inversión de mínimo al s/. 1,344,000.00 considerando un cambio de 4 soles por 1 dólar.
- Un carro de succión móvil, requiere de una base que desarrollará la función de transporte más un extractor y una campana. Al juntar las partes se calcular un costo mínimo de s/. 90,000.00 considerando un cambio de 4 soles por 1 dólar. Además, se requieren 4 carros móviles para ser distribuidos en las bahías. Por lo tanto, se requiere una inversión de mínimo al s/. 3,600,000.00 considerando un cambio de 4 soles por 1 dólar.
- Las mascarillas utilizadas salen del presupuesto propio de cada área como parte del cumplimiento del plan de vigilancia, prevención y control ante el covid-19.

Cerrando la implementación del sistema con un costo de mínimo s/. 4,944,000.00 soles, mientras el costo de la infracción más el costo directo por paro de actividades de un día supera los s/. 192 millones de soles. Por lo tanto, es más rentable realizar el control de ingeniería a tener multas y un paro de actividades del área de trabajo.

5.2 Análisis de resultados:

En este apartado, se especifica la información de las muestras en su estado pre test y estado post test a fin de que se pueda constatar la comparación del resultado de estas muestras. La validez de los resultados se ve reflejado en las pruebas de normalidad y las pruebas de hipótesis utilizando el software estadístico SPSS.

Se plantean las siguientes hipótesis para las pruebas de normalidad:

H0: Hipótesis Nula – Los datos de la muestra, SI siguen una distribución normal

H1: Hipótesis Alterna – Los datos de la muestra, NO siguen una distribución normal

La prueba tiene dos posibles resultados:

Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor mayor a 5,00% (Sig. > 0,05) se acepta la hipótesis nula (H0). Entonces, los datos de la muestra SI siguen una distribución normal.

Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor menor o igual al 5,00% (Sig. \leq 0,05) se acepta la hipótesis alterna (H1). Entonces, los datos de la muestra NO siguen una distribución normal.

5.2.1 Prueba de normalidad

Se tiene como muestras Pre Test los históricos del monitoreo del agente ocupacional diésel de la empresa minera del año 2019 y como muestra Post Test desde del año 2020.

A continuación, se aplica la Prueba de normalidad empleando el software respectivo:

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CONCENTRACIÓN_PRE_TEST	,155	20	,200 [*]	,905	20	,052

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura N° 22: Pruebas de normalidad del pre test

Fuente: SPSS

En la figura N°22 se aprecia que la significancia Sig de las muestras del pre test es igual 0.052, por lo tanto; mayor a 0.05. Entonces, los dichos datos SI siguen una distribución normal.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CONCENTRACIÓN_POS_T_TEST	,148	21	,200 [*]	,942	21	,236

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura N° 23: Pruebas de normalidad del post test

Fuente: SPSS

En la figura N°23 se aprecia que la significancia Sig de las muestras del post test es igual 0.236, por lo tanto; mayor a 0.05. Entonces, los dichos datos SI siguen una distribución normal.

5.2.2 Contrastación de hipótesis

La prueba de hipótesis evidencia si las muestras en las hipótesis de la investigación tienen una validación o enunciado razonable. Para ello, se sigue la siguiente regla de decisión:

- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor mayor a 5,00% (Sig. > 0,05). Entonces, se acepta la hipótesis nula (H0); es decir, se rechaza la hipótesis del investigador.
- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser un valor menor o igual al 5,00% (Sig. \leq 0,05), Entonces, se acepta la hipótesis alterna (H1); es decir, se acepta la hipótesis del investigador.

Para la validación de la hipótesis

- H0: El sistema de succión no permite reducir el nivel de riesgo del agente ocupacional diésel para los mecánicos de truck shop en una empresa minera.
- H1: El sistema de succión permite reducir el nivel de riesgo del agente ocupacional diésel para los mecánicos de truck shop en una empresa minera.

Se aplica la prueba de Hipótesis empleando el software estadístico SPSS, para variables numéricas: muestra PRE y POST

		Prueba de muestras emparejadas								
		Diferencias emparejadas								
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)	
					Inferior	Superior				
Par 1	CONCENTRACIÓN_PRE_TEST- CONCENTRACIÓN_POS T_TEST	8,22028	8,67668	1,94016	4,15947	12,28109	4,237	19	,000	

Figura N° 24: Constatación de hipótesis

Fuente: SPSS

Como se aprecia en la figura N°24, el Sig es igual a 0.0004 entonces es menor al 0.05; es decir, se acepta la hipótesis del investigador: “El sistema de succión permite reducir el nivel de riesgo del agente ocupacional diésel para los mecánicos de truck shop en una empresa minera”.

5.2.3 Estadístico descriptivo

A continuación, se presentan los datos estadísticos de las muestras pre test y de las muestras post test, en la figura N°25 y la figura N°26, con el fin de completar la información estadística del presente estudio:

		Estadístico	Desv. Error	
CONCENTRACIÓN_PRE _TEST	Media	15,4238	2,25940	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	10,6948	
		Límite superior	20,1528	
	Media recortada al 5%	14,8182		
	Mediana	13,9230		
	Varianza	102,098		
	Desv. Desviación	10,10436		
	Mínimo	1,64		
	Máximo	40,11		
	Rango	38,47		
	Rango intercuartil	11,94		
	Asimetría	1,068	,512	
	Curtosis	,791	,992	

Figura N° 25: Datos estadísticos de las muestras pre test

Fuente: SPSS

		Estadístico	Desv. Error	
CONCENTRACIÓN_POS T_TEST	Media	7,6869	1,01260	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	5,5747	
		Límite superior	9,7992	
	Media recortada al 5%	7,5326		
	Mediana	6,9895		
	Varianza	21,533		
	Desv. Desviación	4,64033		
	Mínimo	,79		
	Máximo	17,36		
	Rango	16,56		
	Rango intercuartil	7,60		
	Asimetría	,541	,501	
	Curtosis	-,697	,972	

Figura N° 26: Datos estadísticos de las muestras post test

Fuente: SPSS

CONCLUSIONES

Al finalizar con la interpretación de resultados se llega a las siguientes conclusiones:

1. El sistema de succión permite reducir el nivel de riesgo del agente ocupacional diésel para los mecánicos de truck shop en una empresa minera, de acuerdo a los informes y resultados del monitoreo ocupacional, en el año 2019 la concentración de partículas diésel era de 24.90 ug/m^3 , en el año 2020 se puso en marcha el uso de carros móviles de succión, así mismo el uso del intercambiador de aire fijo, logrando la reducción de la concentración de partículas diésel a 12.70 ug/m^3 ; lo que significa que logró pasar de un nivel de riesgo importante a un nivel de riesgo moderado.
2. El carro móvil de succión permitió reducir el nivel de riesgo del agente ocupacional diésel para los mecánicos de truck shop en una empresa minera. El UCL correspondiente de las muestras que han sido realizadas bajo este control es de 11.60 ug/m^3 . El éxito de los carros de succión se basa en la flexibilidad de los mismos para poder succionar los humos provocados por la combustión desde el tubo de escape, logrando atrapar la mayor cantidad de las partículas de diésel, en consecuencia, los mecánicos de maquinaria pesada de Gerencia Mantenimiento Mina se encuentran en un nivel de riesgo moderado.
3. El extractor fijo permite reducir el nivel de riesgo del agente ocupacional diésel para los mecánicos de truck shop en una empresa minera. El UCL correspondiente a las muestras que han sido realizadas bajo este control de manera óptima es de 9.86 ug/m^3 , mientras que los talleres que no tienen este control de manera óptima obtienen un UCL de 16 ug/m^3 . Los intercambiadores de aire en las bahías nuevas, han demostrado que reducen el nivel de riesgo del agente ocupacional diésel, frente al riesgo residual que deja el carro móvil de succión.
4. Los respiradores media cara NO permite reducir la probabilidad de adquirir enfermedades ocupacionales en una empresa minera. El respirador media cara escogido para completar el proyecto de control fue el respirador 3M 8210 sin válvula, el cual según las características técnicas no aporta en la protección del trabajador frente al agente ocupacional diésel, por ello; no disminuye ninguna probabilidad en la posible adquisición de alguna enfermedad ocupacional

RECOMENDACIÓN

1. La próxima meta debería ser llegar al nivel de riesgo tolerable, es decir tener una concentración de material particulado diésel menor a $9.50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
2. Programar el mantenimiento a los carros de succión a fin de mantener la potencia de succión a futuro, y de evitar costos de compra de unidades nuevas en corto plazo.
3. Para los extractores de airea fijo se debería incluir un silenciador para los intercambiadores de aire.
4. Según la Guía para la Selección de Respiradores de 3M, se recomienda utilizar respiradores descartables OV/P95 para el agente ocupacional diésel, tal como; se visualiza en la figura N°27 y figura N°28. Para los respiradores, siempre se debe actualizar la información manejada solicitando dicha información técnica al proveedor, quien es la fuente confiable. No es recomendable realizar estudios con marcas que no presten información sobre su producto o que no tengan pruebas de los mismos.

Nombre Químico CAS #	Sinónimos	IDLH (ppm)	OEL (ppm)	Umbral de Olor (ppm)	Respirador Recomendado (hasta 10x OEL)	Observaciones
B-Propiolactona 57-57-8	Ácido clorhídrico, beta-lactona, Ácido 3-hidroxi propiónico, BPL, 3-Hidroxí-beta-lactona, beta- Propiolactona, Propiolactona	29000	TWA=0.5		(F)OV	OSHA solicita el uso de SA con capucha para ciertas aplicaciones; consulte el 29 CFR 1910.1003.
Propionaldehído 123-38-6	Metilacetaldehído, 1-Propanal, Propilaldehído		TWA=20	0.145	SA	Corta vida útil para VO
Queroseno (aplicaciones con aerosol insignificante) 8008-20-6 64742-81-0	Aceite de combustible No. 1, Deobase, Diesel No.1, JP-4, JP-5, JP-8, Querosina, Queroseno hidrotratado	7000	TWA= 200 mg/m ³ (como vapor total de hidrocarburos) -piel-		OV/P95	Cuando haya neblinas presentes, incluya un prefiltro para partículas

Figura N° 27: Respiradores recomendados para diésel (1/2)

Fuente: Guía para la selección de respiradores de 3M

Nombre Químico CAS #	Sinónimos	IDLH (ppm)	OEL (ppm)	Umbral de Olor (ppm)	Respirador Recomendado (hasta 10x OEL)	Observaciones
Aceite de diésel (como vapor total de hidrocarburos) 68334-30-5 68476-30-2 68476-31-3 68476-34-6 77650-28-3	Aceite astral, Aceite de carbon, Aceite de combustible, Aceite de diésel marino, Aceite de gas, Aceite para calefacción de hogares		TWA=100 (fracción inhalable y vapor) -piel-		OV/P95	Monitor 3M 3510

Figura N° 28: Respiradores recomendados para diésel (2/2)

Fuente: Guía para la selección de respiradores de 3M

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arias G. (2012). *El proyecto de la investigación* (6ta edición). Caracas - República Bolivariana de Venezuela: EDITORIAL EPISTEME, C.A.
- Corrales, R. (2004). *Parámetros de control, de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente*. Holística. Revista de Ingeniería Industrial (Lima, PUCP), diciembre: 48-58.
- Chinchilla, R. (2002) *Salud y Seguridad en el Trabajo*. Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- Hernández, R, Fernández, C., Baptista, M. (2014) *Metodología de la investigación*. 6° ed. México D.F. Editorial McGraw-Hill, 2014. 600 pp. ISBN: 978-1-4562-2396-0
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (2012), *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 935: 2012-Derivados del petróleo. Gasolina requisitos* (Octava revisión)
- Ministerio de Salud MINSa (2016) [Internet]. *Manual de Salud Ocupacional, Resolución Ministerial N° 510 – 2016/ MINSa* (2016). p.7, 23-27. Recuperado de:
http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/manual_deso.PDF
- Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo. *Boletín estadístico mensual de notificaciones de accidentes de trabajo, incidentes peligrosos y enfermedades ocupacionales*. N°10 - Año 03 - Edición octubre 2018.
- Jima M. (2017) *Evaluación de las emisiones de óxido de nitrógeno en un motor interna ciclo diesel utilizando una mezcla diésel-querosene mediante protocolo IM-240* (Tesis de Posgrado) Universidad Politécnica Nacional de Quito en Ecuador. Recuperado de:
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19534/1/CD-8931.pdf>

Organización Mundial de la Salud. *Estrategia mundial de la salud Ocupacional para todos*. [Internet]. 2016, p.15, 16, 38. Recuperado de: <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42109/951802071Xa.pdf?sequence=1&isAllowed=y&ua=1>

Organización Mundial de la Salud. *Función del sector de la salud en el Enfoque Estratégico de la Gestión Internacional de los Productos Químicos de cara al objetivo fijado para 2020 y años posteriores 69° Asamblea Mundial de la Salud Organización Mundial de la Salud OMS*. [Internet]. 2021. [citado 28 junio 2021].

Organización Mundial de la Salud OMS. *Factores de Riesgo*. Recuperado de https://www.who.int/topics/risk_factors/es/

Organización Internacional del Trabajo [Internet]. Ginebra: c 1996-2019 [Actualizado el 2019; citado 28 junio 2021]. Recuperado de: https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS_211645/lang--es/index.htm

Organización Mundial de la Salud. *Estrategia mundial de la salud Ocupacional para todos*. [Internet]. 2016, p.15, 16, 38. Recuperado de: <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42109/951802071Xa.pdf?sequence=1&isAllowed=y&ua=1>

Organización Mundial de la Salud OMS, *Nueve de cada diez personas de todo el mundo respiran aire contaminado*. [Internet]. Ginebra: 2018. [citado 01 julio 2021]. Recuperado de: <http://www.who.int/es/news-room/detail/02-05-2018-9-outof-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action>

Ollague, H. (2017), *Conocimientos y Prácticas de Riesgos Ocupacionales en las Licenciadas de Enfermería en el servicio de Centro Quirúrgico del Hospital Ventanilla-2016*. (Tesis de Pregrado) Universidad César Vallejo, Lima –

Perú. Recuperado de:
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/21819/Ollague_HMA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Picado, Ch. y Durán, V. 2009. República de Bolivia: *Diagnóstico del Sistema de Seguridad Social*. Lima: OIT/ Oficina Subregional para los Países Andinos, 2004. 135 p. (Serie Documentos de Trabajo, 214).

Pechuga, M. (2020), *Identificación de factores de riesgos ocupacionales y ambientales en pacientes hospitalizados en el Servicio de Medicina Interna del Hospital Nacional Dos de Mayo, Lima – Perú* (Tesis de Pregrado); Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima-Perú. Recuperado de:
https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/15712/Pechuga_mm.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Saravia, R. (2016), *Gestión de riesgos laborales en la fábrica de dovelas del proyecto hidroeléctrico Coca Codo Sinclair*. Universidad Nacional de Chimborazo – Ecuador (Tesis de Pregrado). Recuperado de:
<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/458/1/UNACH-EC-IINDUST-2015-0007.pdf>

Silbergeld F. Herrick F. (1998) *Higiene Industrial*. En: *Berenice I. Ferrari Goelze, Objetivos, definiciones e información general*. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Ginebra, Suiza: Chantal Dufresne, BA; 1998. pp. 30.4. Recuperado de:
<http://paginas.facmed.unam.mx/deptos/sp/wpcontent/uploads/2013/12/Enciclopedia-de-salud-y-seguridad-en-el-trabajo.pdf>

Trujillo, L. (2019). *Evaluación de las emisiones de gases de escape de un motor encendido por comprensión utilizando mezclas de diésel* (Tesis de Pregrado) Universidad Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. Recuperado de:
<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20174>

Urbina, A. (2016). *Comparación de factores de emisión vehicular al utilizar ciclo de conducción IM-240 y On board en la ciudad de Quito* (Tesis de Pregrado). Universidad Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. Recuperado de: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/15097>

Valderrama, S. (2014) *Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación*. Ed San Marcos. 2014, 495 pp. ISBN: 978-612-302-878-7 BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables Independientes	Indicador VI	Variables Dependientes	Indicador VD	MÉTODO
¿De qué manera el sistema de succión permite reducir el nivel de riesgo del agente ocupacional diésel para los mecánicos de truck shop en una empresa minera?	Identificar el sistema de succión que permita reducir el nivel de riesgo del agente ocupacional diésel para los mecánicos de truck shop en una empresa minera.	El sistema de succión permite reducir el nivel de riesgo del agente ocupacional diésel para los mecánicos de truck shop en una empresa minera.	Sistema de succión	-	Nivel de riesgo del agente ocupacional diésel	-	Metodología: Experimental Nivel de Investigación Aplicada
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Especificas					Diseño: Retrospectivo experimental
PE01. ¿De qué manera el carro móvil de succión permite disminuir el nivel de riesgo importante del agente ocupacional en una empresa minera?	Determinar si el carro móvil de succión permite disminuir el nivel de riesgo importante en una empresa minera.	El carro móvil de succión permite disminuir el nivel de riesgo importante del agente ocupacional diésel para los mecánicos de truck shop en una empresa minera.	Carro móvil de succión	SI/NO	Nivel de riesgo	UCL: Indicador del valor del agente ocupacional	Enfoque: Cuantitativa y longitudinal
PE02. ¿De qué manera el extractor fijo permite reducir el nivel de riesgo importante del agente ocupacional diésel para los	Determinar si el extractor fijo permite reducir el nivel de riesgo importante del agente ocupacional diésel para los mecánicos de truck	El extractor fijo permite reducir el nivel de riesgo importante del agente ocupacional diésel para los mecánicos de truck	Extractor fijo	SI/NO	Nivel de riesgo	UCL: Indicador del valor del agente ocupacional	Población: 22 mecánicos de maquinaria pesada.

mecánicos de truck shop en una empresa minera?	shop en una empresa minera.	shop en una empresa minera.					Instrumentos de recolección de datos: Fichas de monitoreo, muestras. Técnicas de procesamiento de información: NIOSH 5040.
PE03. ¿De qué manera los respiradores media cara permite reducir la probabilidad de adquirir enfermedades ocupacionales?	Verificar si los respiradores media cara permiten reducir la probabilidad de adquirir enfermedades ocupacionales en una empresa minera.	Los respiradores media cara permiten reducir la probabilidad de adquirir enfermedades ocupacionales en una empresa minera.	Respirador de media cara	SI/NO	Nivel de riesgo (Enfermedades ocupacionales)	UCL: Indicador del valor del agente ocupacional (Enfermedades ocupacionales)	

Elaboración: Propia

Anexo 2: Matriz de operacionalización

Variables Independientes	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional
Sistema de succión	% cumplimiento del uso del sistema utilizado en los talleres de Truck Shop	El sistema de succión va a absorber el material particulado diésel de la zona de trabajo para expulsarlos fuera del taller de trabajo.	El sistema de succión buscar succionar el material particulado diésel concentrado en los talleres, para expulsarlo al exterior de los talleres.
Uso de carros móviles	SI/NO	Es un carro que lleva una manga, que sirve de ducto para el material particulado diésel, con un motor que permite la aspiración del mismo. (Empresa Minera)	Maquinarias móviles que llevan en la parte posterior un abanico, como una aspiradora industrial, para succionar los humos y expulsarlos a las afueras de taller a través de mangas
Uso de intercambiador de aire	SI/NO	Es un sistema muy básico diseñado para la recuperación del calor mediante la transferencia de esta entre dos medios. En este caso aire-aire. Es decir, el aire caliente y viciado del interior transfiere calor al aire frío y sano del exterior. (Empresa Minera)	Similar a las manijas del ventilador industrial, que tiene como objetivo direccionar a los humos a los techos, para no permitir la caída de los agentes contaminantes a la altura de los trabajadores
Uso de respirador	SI/NO	El respirador libre de mantenimiento 3M 8210 brinda una efectiva, confortable e higiénica protección respiratoria contra partículas sólidas y líquidas sin aceite	El respirador, tiene ajuste facial, es una protección contra las partículas.
Variables Dependientes	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional

<p>Nivel de riesgo</p>	<p>El resultado del UCL. Es decir, usando la formula $\mu \pm Z (1 - \alpha/2) \sigma/(n)$ 0,5. Con el valor del UCL se halla el nivel de riesgo: Trivial Tolerable Moderado No tolerable Intolerable</p>	<p>El nivel de riesgo es su magnitud. Se estima considerando y combinando consecuencias y probabilidades. Se puede asignar un nivel de riesgo a un solo riesgo o a una combinación de riesgos. Las categorías comunes de riesgo incluyen las siguientes: riesgo extremo, riesgo importante, riesgo moderado y riesgo bajo. (ISO 31000-2018)</p>	<p>El nivel de riesgo del material particulado diésel para la unidad minera en estudio tiene 5 categorías: Trivial, Tolerable, Moderado, Importante (o alto), Intolerable. Para encajar en una de estas categorías se debe tener el VLP, el cual para una jornada de 12 horas es igual a $19\mu\text{g}/\text{m}^3$.</p>
<p>Mecánicos con enfermedades ocupacionales</p>	<p>Nº Mecánicos</p>	<p>Es la enfermedad contraída como consecuencia directa del ejercicio de una determinada ocupación, por la actuación lenta y persistente de un agente de riesgo, inherente al trabajo realizado (DIGESA, 2005)</p>	<p>Son los mecánicos que han adquirido alguna enfermedad ocupacional producida por el Diésel</p>

Elaboración: Propia

Respirador 8210 (N95)

Hoja Técnica

Descripción

El respirador libre de mantenimiento 3M 8210 brinda una efectiva, comfortable e higiénica protección respiratoria contra polvos y partículas líquidas sin aceite.

Es fabricado con un *Medio Filtrante Electrostático Avanzado*, novedoso sistema de retención de partículas que permite mayor eficiencia del filtro con menor caída de presión.

Su forma convexa, el diseño de sus bandas elásticas, la espuma de sellado y el clip de aluminio para el ajuste a la nariz aseguran un excelente sello adaptándose a un amplio rango de tamaños de cara.

Aplicaciones

• Triturado	• Cementos
• Lijado	• Construcción
• Aserrado	• Agroquímicos
• Carpintería	• Minería
• Empacado	• Alimenticia

Aprobaciones


Aprobado por la National Institute for Occupational Safety And Health (NIOSH) de Estados Unidos bajo la especificación N95 de la norma 42 CFR 84.

Características

• Cintas elásticas:	Elastómero color amarillo
• Clip metálico:	Aluminio
• Elemento filtrante:	Tela no tejida de polipropileno y poliéster.
• Peso aprox.:	10g.
• Color:	Blanco

Concentraciones límites

- No usar cuando las concentraciones sean mayores a 10 veces el límite de exposición o menores de 0,05 mg/m³



- No usar en atmósferas cuyo contenido de oxígeno sea menor a 19.5 %.
- No usar en atmósferas en las que el contaminante esté en concentraciones IDLH (inmediatamente peligrosas para la vida y la salud).

Limitaciones de uso

Aprobado para protección respiratoria contra polvos (incluyendo carbón, algodón, aluminio, trigo, hierro y sílice libre producidos principalmente por la desintegración de sólidos durante procesos industriales tales como: esmerilado, lijado, trituración y procesamiento de minerales y otros materiales) y neblinas a base de líquidos no aceitosos.

No usar en atmósferas que contengan vapores y gases tóxicos, Asbestos o polvo proveniente de lavado con chorro de arena.

Garantía

La única responsabilidad del vendedor o fabricante será la de reemplazar la cantidad de este producto que se pruebe ser defectuoso de fábrica.

Ni el vendedor ni el fabricante serán responsables de cualquier lesión personal, pérdida o daños ya sean directos o consecuentes del mal uso de este producto.

Antes de ser usado, se debe determinar si el producto es apropiado para el uso pretendido y el usuario asume toda responsabilidad y riesgo en conexión con dicho uso.

Para mayor información:

3M Perú S.A.
 División Salud Ocupacional y Seguridad Ambiental
 Av. Canaval y Moreyra 641 San Isidro, Lima 27
 Telf. 225-5252 Fax 224-3171
 Provincia: Zona Norte: (044) 65-3185
 Zona Sur: (054) 65-0652
 E-mail: 3mperu@mmm.com

Fuente: 3M

Anexo 4: Formato de monitoreo de partículas diésel en taller de truck shop

MONITOREO DETALLADO DE PARTICULAS DIESEL EN TALLERES							
SISTEMA INTEGRADO DE GESTION							
Código: GSSL-SAL-FR066			Versión 01				
Fecha de Elaboración 20/02/2020			Pág 1 de 1				
Gerencia	Mantenimiento	N° Equipo en		Fecha: _____			
Superintendencia	Mantto. Camiones	Mantenimiento: _____		Turno: _____			
Puesto	Mecánico de Camiones	N° Extrator		N° de Orden de trabajo: _____			
Taller	_____ Bahía: _____	Portatil: _____					
Descripción del trabajo: _____							
Trabajadores asignados para el trabajo de mantenimiento:							
Vendor	Nombres y Apellidos	Puesto	¿Se entrego muestreador?		N° Muestreador Asignado	Hora Inicio	Hora Fin
			Sí	No			
			Sí	No			
Verificar el cumplimiento de los siguientes controles durante el arranque del equipo evaluado		Marque Si o No	Evidencia y Comentario				
1. ¿El Mantenimiento se realiza dentro de la bahía asignable?		Sí No					
2. ¿El extractor Portatil esta posicionado correctamente?		Si No					
3. ¿El extractor Portatil se encuentra operativo?		Si No					
4. ¿ El extractor Portatil y la manda plegable no presentan fugas?		Si No					
5. ¿Las puertas de las bahías estan cerrada?		Si No					
6. ¿ Los extractores del Techo estan en funcionamiento?		Si No					
7. ¿Estan cerradas las puertas y ventanas de la cabina donde esta el trabajador que arranca el equipo en mantenimiento?		Si No					
8. ¿El resto de los trabajadores involucrados en el trabajo se encuentran alejados de la bahía ?		Si No					
Descripción de las emisiones diesel generados en el equipo evaluado y/o en equipos, vehiculo u otras fuentes del taller, que pueden influir en los resultados del monitoreo:							
Código Equipo	Tipo de Equipo	Ubicación (Bahía)	Hora inicio arranque	Hora termino arranque	N° Orden de Trabajo	Evidencia y Comentarios	

Fuente: Empresa Minera

Anexo 5: Análisis de laboratorio

LABORATORY ANALYSIS REPORT

6601 Kirkville Road
 East Syracuse, NY 13057
 (315) 432-5227
 FAX: (315) 437-0571
 www.sgsgalson.com

Client :
 Site : MINA
 Project No. : PROGRAMA DE MONITOREO

Date Analyzed : 28-JAN-21 - 02-FEB-21

Diesel Particulate Matter as Carbon

<u>Sample ID</u>	<u>Lab ID</u>	<u>Air Vol liter</u>	<u>Analyte</u>	<u>Total ug</u>	<u>Conc ug/m3</u>
T250220-12	L527964-17	1246.44	Organic Carbon	43	35
			Elemental Carbon	7	6
			Total Carbon	51	41
T250220-18	L527964-18	1248.17	Organic Carbon	37	29
			Elemental Carbon	12	9.4
			Total Carbon	48	39
T250220-26	L527964-19	1340.28	Organic Carbon	43	32
			Elemental Carbon	[4]	[3]
			Total Carbon	47	35
T250220-27	L527964-20	1317.1	Organic Carbon	39	29
			Elemental Carbon	6	4
			Total Carbon	44	34

COMMENTS: Please see attached lab footnote report for any applicable footnotes.

Level of Quantitation: 4ug OC & EC; 9ug TC
 Analytical Method : mod. NIOSH 5040; TOA
 Collection Media : 37mm Quartz

Method Detection Limit: 1ug OC & EC; 3ug TC
 Submitted by: PMH/BMS/JGC
 Approved by : JGC
 Supervisor: JGC

Date : 03-FEB-21

LABORATORY ANALYSIS REPORT

6601 Kirkville Road
 East Syracuse, NY 13057
 (315) 432-5227
 FAX: (315) 437-0571
 www.sgsgalson.com

Client
 Site : MINA
 Project No. : PROGRAMA DE MONITOREO

Date Analyzed : 28-JAN-21 - 02-FEB-21

Diesel Particulate Matter as Carbon

<u>Sample ID</u>	<u>Lab ID</u>	<u>Air Vol</u> <u>liter</u>	<u>Analyte</u>	<u>Total</u> <u>ug</u>	<u>Conc</u> <u>ug/m3</u>
T090220-60	L527964-15	1394.49	Organic Carbon	85	61
			Elemental Carbon	7	5
			Total Carbon	92	66
T090220-66	L527964-16	1400.7	Organic Carbon	34	24
			Elemental Carbon	10	7
			Total Carbon	43	31

COMMENTS: Please see attached lab footnote report for any applicable footnotes.

Level of Quantitation: 4ug OC & EC; 9ug TC
 Analytical Method : mod. NIOSH 5040; TOA
 Collection Media : 37mm Quartz

Method Detection Limit: 1ug OC & EC; 3ug TC
 Submitted by: PMH/BMS/JGC Approved by : JGC
 Supervisor: JGC

Date : 03-FEB-21

LABORATORY ANALYSIS REPORT

6601 Kirkville Road
 East Syracuse, NY 13057
 (315) 432-5227
 FAX: (315) 437-0571
 www.sgsgalson.com

Client :
 Site : MINA
 Project No. : PROGRAMA DE MONITOREO

Date Analyzed : 28-JAN-21 - 02-FEB-21

Diesel Particulate Matter as Carbon

<u>Sample ID</u>	<u>Lab ID</u>	<u>Air Vol liter</u>	<u>Analyte</u>	<u>Total ug</u>	<u>Conc ug/m3</u>
T260220-26	L527964-21	1131.13	Organic Carbon	53	47
			Elemental Carbon	6	5
			Total Carbon	58	52
T260220-27	L527964-22	1101.2	Organic Carbon	47	43
			Elemental Carbon	[4]	[4]
			Total Carbon	52	47
T260220-12	L527964-23	1210.02	Organic Carbon	60	49
			Elemental Carbon	21	18
			Total Carbon	81	67
T260220-18	L527964-24	1250.07	Organic Carbon	59	47
			Elemental Carbon	5	4
			Total Carbon	64	51

COMMENTS: Please see attached lab footnote report for any applicable footnotes.

Level of Quantitation: 4ug OC & EC; 9ug TC
 Analytical Method : mod. NIOSH 5040; TOA
 Collection Media : 37mm Quartz

Method Detection Limit: 1ug OC & EC; 3ug TC
 Submitted by: PMH/BMS/JGC Approved by : JGC
 Supervisor: JGC

Date : 03-FEB-21

LABORATORY ANALYSIS REPORT

6601 Kirkville Road
 East Syracuse, NY 13057
 (315) 432-5227
 FAX: (315) 437-0571
 www.sgsgalson.com

Client :
 Site : MINA
 Project No. : PROGRAMA DE MONITOREO

Date Analyzed : 28-JAN-21 - 02-FEB-21

Diesel Particulate Matter as Carbon

<u>Sample ID</u>	<u>Lab ID</u>	<u>Air Vol</u> <u>liter</u>	<u>Analyte</u>	<u>Total</u> <u>ug</u>	<u>Conc</u> <u>ug/m3</u>
T270220-70	L527964-25	1327.95	Organic Carbon	45	34
			Elemental Carbon	11	8.1
			Total Carbon	56	42
T270220-71	L527964-26	673.92	Organic Carbon	42	63
			Elemental Carbon	[2]	[3]
			Total Carbon	45	66
T030320-71	L527964-27	1294.18	Organic Carbon	39	30
			Elemental Carbon	10	8
			Total Carbon	49	38
T030320-72	L527964-28	1258.37	Organic Carbon	39	31
			Elemental Carbon	13	10
			Total Carbon	52	41

COMMENTS: Please see attached lab footnote report for any applicable footnotes.

Level of Quantitation: 4ug OC & EC; 9ug TC
 Analytical Method : mod. NIOSH 5040; TOA
 Collection Media : 37mm Quartz

Method Detection Limit: 1ug OC & EC; 3ug TC
 Submitted by: PMH/BMS/JGC Approved by : JGC
 Supervisor: JGC

Date : 03-FEB-21

LABORATORY ANALYSIS REPORT

6601 Kirkville Road
 East Syracuse, NY 13057
 (315) 432-5227
 FAX: (315) 437-0571
 www.sgsgalson.com

Client :
 Site : MINA
 Project No. : PROGRAMA DE MONITOREO

Date Analyzed : 28-JAN-21 - 02-FEB-21

Diesel Particulate Matter as Carbon

<u>Sample ID</u>	<u>Lab ID</u>	<u>Air Vol liter</u>	<u>Analyte</u>	<u>Total ug</u>	<u>Conc ug/m3</u>
T040320-70	L527964-29	1261.96	Organic Carbon	43	34
			Elemental Carbon	14	11
			Total Carbon	58	46
T040320-69	L527964-30	1257.26	Organic Carbon	60	48
			Elemental Carbon	18	14
			Total Carbon	78	62
T050320-68	L527964-31	1310.43	Organic Carbon	44	34
			Elemental Carbon	[4]	[3]
			Total Carbon	49	37
T050320-65	L527964-32	1297.6	Organic Carbon	29	22
			Elemental Carbon	5	4
			Total Carbon	34	26

COMMENTS: Please see attached lab footnote report for any applicable footnotes.

Level of Quantitation: 4ug OC & EC; 9ug TC
 Analytical Method : mod. NIOSH 5040; TOA
 Collection Media : 37mm Quartz

Method Detection Limit: 1ug OC & EC; 3ug TC
 Submitted by: PMH/BMS/JGC Approved by : JGC
 Supervisor: JGC

Date : 03-FEB-21

LABORATORY ANALYSIS REPORT

6601 Kirkville Road
 East Syracuse, NY 13057
 (315) 432-5227
 FAX: (315) 437-0571
 www.sgsgalson.com

Client
 Site : MINA
 Project No. : PROGRAMA DE MONITOREO

Date Analyzed : 28-JAN-21 - 02-FEB-21

Diesel Particulate Matter as Carbon

<u>Sample ID</u>	<u>Lab ID</u>	<u>Air Vol liter</u>	<u>Analyte</u>	<u>Total ug</u>	<u>Conc ug/m3</u>
T1000320-63	L527964-33	1279.08	Organic Carbon	64	50
			Elemental Carbon	26	21
			Total Carbon	90	70
T1000320-72	L527964-34	1262.8	Organic Carbon	15	12
			Elemental Carbon	<1	<1
			Total Carbon	15	12
T1100320-53	L527964-35	1207.9	Organic Carbon	49	41
			Elemental Carbon	14	12
			Total Carbon	64	53
T1100320-65	L527964-36	1239.62	Organic Carbon	28	23
			Elemental Carbon	15	12
			Total Carbon	43	35

COMMENTS: Please see attached lab footnote report for any applicable footnotes.

Level of Quantitation: 4ug OC & EC; 9ug TC
 Analytical Method : mod. NIOSH 5040; TOA
 Collection Media : 37mm Quartz

Method Detection Limit: 1ug OC & EC; 3ug TC
 Submitted by: PMH/BMS/JGC Approved by : JGC
 Supervisor: JGC

Date : 03-FEB-21

LABORATORY ANALYSIS REPORT

6601 Kirkville Road
 East Syracuse, NY 13057
 (315) 432-5227
 FAX: (315) 437-0571
 www.sgsgalson.com

Client
 Site : MINA
 Project No. : PROGRAMA DE MONITOREO

Date Analyzed : 28-JAN-21 - 02-FEB-21

Diesel Particulate Matter as Carbon

<u>Sample ID</u>	<u>Lab ID</u>	<u>Air Vol liter</u>	<u>Analyte</u>	<u>Total ug</u>	<u>Conc ug/m3</u>
T1200320-69	L527964-37	1310.09	Organic Carbon	35	27
			Elemental Carbon	20	16
			Total Carbon	55	42
T1200320-68	L527964-38	1287.65	Organic Carbon	41	32
			Elemental Carbon	9	7
			Total Carbon	49	38

COMMENTS: Please see attached lab footnote report for any applicable footnotes.

Level of Quantitation: 4ug OC & EC; 9ug TC	Method Detection Limit: 1ug OC & EC; 3ug TC	
Analytical Method : mod. NIOSH 5040; TOA	Submitted by: PMH/BMS/JGC	Approved by : JGC
Collection Media : 37mm Quartz		Supervisor: JGC

Anexo 6: Muestra T260220-18 Y T260220-12

MONITOREO DETALLADO DE PARTICULAS DIESEL EN TALLERES							
SISTEMA INTEGRADO DE GESTION							
Código: GSSL-SAL-FR066				Versión 01			
Fecha de Elaboración 20/02/2020				Pág 1 de 1			
Gerencia	Mantenimiento	N° Equipo en		Fecha: 26/02/2020			
Superintendencia	Mantto. Camiones	Mantenimiento: HT141		Turno: Día			
Puesto	Mecánico de Camiones	N° Extrator		N° de Orden de trabajo:			
Taller	Nuevo Taller Bahía: 1	Portatil: Bahía 2 (Verde)		MM633134			
Descripción del trabajo: Mantenimiento							
Trabajadores asignados para el trabajo de mantenimiento:							
Vendor	Nombres y Apellidos	Puesto	¿Se entrego muestreador?		N° Muestreador Asignado	Hora Inicio	Hora Fin
2274	Aldo Rojas	Mecánico Camiones	Sí	No	18	7:56	18:0
6470	Willy	Mecánico Camiones	Sí	No	12	8:08	18:0
Verificar el cumplimiento de los siguientes controles durante el arranque del equipo evaluado			Marque Si o No	Evidencia y Comentario			
1. ¿El Mantenimiento se realiza dentro de la bahía asignable?			Sí	No			
2. ¿El extractor Portátil está posicionado correctamente?			Sí	No			
3. ¿El extractor Portátil se encuentra operativo?			Sí	No			
4. ¿El extractor Portátil y la manda plegable no presentan fugas?			Sí	No			
5. ¿Las puertas de las bahías están cerrada?			Sí	No			
6. ¿ Los extractores del Techo están en funcionamiento?			Sí	No			
7. ¿Están cerradas las puertas y ventanas de la cabina donde está el trabajador que arranca el equipo en mantenimiento?			Sí	No	Aldo estaba en cabina con la puerta y ventana correctamente cerrada.		
8. ¿El resto de los trabajadores involucrados en el trabajo se encuentran alejados de la bahía?			Sí	No	Excepto Willy, quien estaba en piso, por las tareas no es posible enocntrarse alejados de la bahía		
Descripción de las emisiones diesel generados en el equipo evaluado y/o en equipos, vehiculo u otras fuentes del taller, que pueden influir en los resultados del monitoreo:							
Código Equipo	Tipo de Equipo	Ubicación (Bahía)	Hora inicio arranque	Hora termino	N° Orden de Trabajo	Evidencia y Comentarios	
141	KOMATSU 930 E	N°01	8:50	10:26	-	Lavado de camión	
141	KOMATSU 930 E	N°01	10:27	10:30	-	Llegada del camión a la bahía	
141	KOMATSU 930 E	N°01	10:30	10:32	-	ARRANQUE: Prueba de Caja	
141	KOMATSU 930 E	N°01	10:33	10:44	-	ARRANQUE: Prueba de Tolva	
141	KOMATSU 930 E	N°01	10:45	12:00	-	Cambio de aceite y de regrigerante	
141	KOMATSU 930 E	N°01	14:50	15:10	-	ARRANQUE: Prueba de Caja	