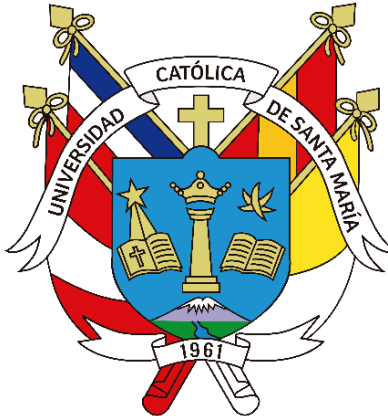


Universidad Católica de Santa María
Escuela de Postgrado
Maestría en Salud Ocupacional y del Medio Ambiente



RELACIÓN ENTRE EXPOSICIÓN A MATERIAL PARTICULADO Y
TRASTORNOS RESPIRATORIOS EN TRABAJADORES DE UNA
PLANTA DE PREFABRICADOS DE CONCRETO. AREQUIPA, 2017
– 2019

Tesis presentada por el Bachiller:
Díaz Segura, José Alejandro
Para optar el Grado Académico de:
**Maestro en Salud Ocupacional y del
Medio ambiente**

Asesor:
Dr. Azálgara Lazo, Patricio Gonzalo

Arequipa – Perú

2022

DICTAMEN APROBATORIO

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
ESCUELA DE POSTGRADO
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR DE TESIS

Arequipa, 03 de Marzo del 2021

Dictamen: 002048-C-EPG-2021

Visto el borrador del expediente 002048, presentado por:

2018008141 - DIAZ SEGURA JOSE ALEJANDRO

Titulado:

**RELACIÓN ENTRE EXPOSICIÓN A MATERIAL PARTICULADO Y TRASTORNOS RESPIRATORIOS
EN TRABAJADORES DE UNA PLANTA DE PREFABRICADOS DE CONCRETO. AREQUIPA, 2017 - 2019**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**5939 - OCOLA TICONA BERLIE CESAR
DICTAMINADOR**



**6245 - AZALGARA LAZO PATRICIO GONZALO
DICTAMINADOR**



**6458 - HERNANI CHAVEZ FREDDY ANGEL JESUS
DICTAMINADOR**



ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	01
HIPÓTESIS	03
OBJETIVOS	03
CAPÍTULO I – MARCO TEÓRICO	04
A. Marco conceptual	04
1. Riesgos Laborales	05
2. Trastornos respiratorios ocupacionales	08
B. Antecedentes investigativos	17
1. Locales	17
2. Nacionales	17
3. Internacionales	20
CAPÍTULO II – METODOLOGÍA	23
A. Técnicas, instrumentos y materiales de verificación	23
1. Técnica	23
2. Instrumentos documentales	23
3. Materiales de verificación	23
4. Cuadro de coherencias	29
5. Modelo del instrumento	30
6. Baremo	33
B. Campo de verificación	33
1. Ubicación espacial	33
2. Ubicación temporal	34
3. Unidades de estudio	34

C. Estrategia de recolección de datos	35
1. Organización	35
2. Recursos	36
3. Validación del instrumento	37
4. Criterios para el manejo de resultados	38
CAPÍTULO III – RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
A. Resultados	39
B. Discusión	61
CONCLUSIONES	67
RECOMENDACIONES	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
ANEXOS	
Anexo 01: Validación ficha estructurada B	
Anexo 02: Modelo de consentimiento informado	
Anexo 03: Certificados de calibración de equipos de bombas gravimétricas	
Anexo 04: Matriz de sistematización de datos	
Anexo 05: Matriz IPERC para determinar el nivel de riesgo de las exposiciones	
Anexo 06: Imágenes de operador de mezcladora con su equipo de muestreo	
Anexo 07: Imagen de operador de caldero con su equipo de muestreo	

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.	Sexo de los trabajadores expuestos a material particulado	41
TABLA 2.	Rango de edades de los trabajadores expuestos a material particulado	42
TABLA 3.	Estado civil de los trabajadores expuestos a material particulado	43
TABLA 4.	Puesto de trabajo de los trabajadores expuestos a material particulado	44
TABLA 5.	Tiempo de exposición de los trabajadores a material particulado	45
TABLA 6.	Síntomas y signos respiratorios	46
TABLA 7.	Alteraciones en pruebas funcionales respiratorias	47
TABLA 8.	Origen de material particulado según diseño de mezcla utilizada en la fabricación de postes concreto armado centrifugado	48
TABLA 9.	Origen de material particulado, valor límite de concentración de fracción de polvo respirable, fracción de polvo inhalable y metales	50
TABLA 10.	Tabla comparativa de concentración de polvo respirable y valor límite máximo permitido	52
TABLA 11.	Tabla comparativa de concentración de polvo fracción inhalable y valor límite	52
TABLA 12.	Relación entre el sexo y los síntomas y signos respiratorios	53
TABLA 13.	Relación entre el rango de edades y los síntomas y signos respiratorios	55
TABLA 14.	Relación entre el estado civil y los síntomas y signos respiratorios	57
TABLA 15.	Relación entre el puesto de trabajo y los síntomas y signos respiratorios	59
TABLA 16.	Relación entre la concentración de polvo respirable y de polvo inhalable con los síntomas y signos respiratorios	61

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.	Sexo de los trabajadores expuestos a material particulado	41
FIGURA 2.	Rango de edades de los trabajadores expuestos a material particulado	42
FIGURA 3.	Estado civil de los trabajadores expuestos a material particulado	43
FIGURA 4.	Puesto de trabajo de los trabajadores expuestos a material particulado	44
FIGURA 5.	Tiempo de exposición de los trabajadores a material particulado	45
FIGURA 6.	Síntomas y signos respiratorios	46
FIGURA 7.	Origen de material particulado según diseño de mezcla utilizada en la fabricación de postes concreto armado centrifugado	49
FIGURA 8.	Origen de material particulado, valor límite de concentración de fracción de polvo respirable, fracción de polvo inhalable y metales	51
FIGURA 9.	Relación entre el sexo y los síntomas y signos respiratorios	54
FIGURA 10.	Relación entre el rango de edades y los síntomas y signos respiratorios	56
FIGURA 11.	Relación entre el estado civil y los síntomas y signos respiratorios	58
FIGURA 12.	Relación entre el expuesto de trabajo y los síntomas y signos respiratorios	60
FIGURA 13.	Relación entre la concentración de polvo respirable y de polvo inhalable y los síntomas y signos respiratorios	62

RESUMEN

El estudio reporta la relación entre exposición a material particulado y trastornos respiratorios en trabajadores de una planta de prefabricados de concreto. Arequipa, en los años 2017 – 2019. Se realizó en el área de producción de postes de concreto armado centrifugado de dicha planta y se usó la técnica de la observación directa, que consta en muestrear el ambiente laboral con instrumentos mecánicos y anotar los resultados arrojados para su respectivo análisis e interpretación, para esta técnica los instrumentos mecánicos utilizados fueron 02 bombas gravimétricas de muestreo de aire marcan Sensidyne. Las unidades de estudio fueron 49 trabajadores que laboran en el área de producción de postes de la empresa de prefabricados de concreto de la ciudad de Arequipa.

En cuanto a las características personales, se evidenció que los trabajadores de la planta tienen en un 35% un rango de edades entre los 27 y 35 años y de ellos, el 35% son solteros, siendo el 86% de sexo masculino y el 14%, de sexo femenino. En cuanto a las características ocupacionales, se determinó que el 67% son obreros, el 14% ayudantes, el 8% empotradores, el 4% operadores de mezcladora, el 4% jefes de cuadrilla y el 2% operadores de calderero.

Los resultados obtenidos para la variable exposición a material particulado fueron las siguientes: En concentración de polvo respirable 0.55 mg/m^3 y en concentración de polvo inhalable 0.85 mg/m^3 ; al compararlas con la normativa nacional vigente D.S.024-2016-EM, anexo 15, establece los valores límite permisibles en 3 mg/m^3 para polvo respirable y 10 mg/m^3 para polvo inhalable, por ende se concluye que el material particulado encontrado en el ambiente de trabajo no excede los límites máximos permisibles establecidos por ley.

Para la variable trastornos respiratorios, según los diagnósticos realizados mediante las pruebas funcionales respiratorias de espirometrías y radiografías, se encontró que no existen trastornos significativos presentes en los trabajadores; a partir de ello, se pudo determinar que la relación entre el material particulado y los trastornos respiratorios presentados en algunos trabajadores no tienen relación estadística significativa ($P < 0.05$) con el puesto de trabajo. Así mismo, se determinó que no existe relación estadística significativa entre los trastornos respiratorios y la edad de los trabajadores.

Palabras clave: Polvo respirable, polvo inhalable, exposición laboral, material particulado, bomba gravimétrica, trastornos respiratorios.



ABSTRACT

The study reports the relationship between the exposure to a particulate material and respiratory disorders in workers from a concrete precast plant. Arequipa, in the years 2017-2019. It has been done in the production area of concrete poles set and spin-dried from this plant and the direct observed technic was used, the one that is used for showing the working environment with mechanic instruments and take notes of the results taken for it respective analysis and interpretation, for this technique the mechanical instruments were 2 gravimetric bombs brand Sensidyne. The study units were 49 employees who work in the production area from the factory of concrete precast in the city of Arequipa.

Talking about the personal characteristic, we could evidence that the workers from the plant have a 35 percent of ages range between 27 and 35 years old and from them the 35 percent are single, being 86 percent men and the 14 women. About occupational characteristics, we found that the 67 percent are workers, 14 percent helpers and the 8 percent are the ones in charge of the final details, the 4 percent are blending machines operators, 4 percent are team managers and 2 percent are cauldroners.

The obtained results for the variable exposition to particular material were the following: in concentration of breathable dust 0.55 mg/m³ and in concentration inhalable dust 0.85mg/m³ comparing with the current national normative D.D.024-2016-EM, annex 15 stablishes permitted values in 3 mg/m³ for breathable dust and 10 mg/m³ for inhalable dust, so it is concluded that the particulate material found in the work environment does not exceed the permissible limits established by law.

For the variable breathing disorders, according to the diagnostics done through the respiratory functional tests of spirometry and radiography, was found that there are not significant disorders present in the employees from this on, we were able to determinate that the relationship between the particular material and the respiratory disorders presented in some workers do not have any relation statistic significant ($P < 0.05$) with the spot of work.

Likewise, it was also determined that there is not any significant statistics relation between the respiratory disorders and the age of the workers

Keywords: Breathable dust, inhalable dust, job exposure, particulate matter, gravimetric pump, respiratory disorders.



INTRODUCCIÓN

Los centros de trabajo desde hace mucho tiempo hasta el día de hoy son lugares donde el ser humano permanece largos periodos de tiempo sometido a la realización de diversas actividades, en las cuales expone su organismo, el que reacciona alterando su funcionamiento y generando enfermedades catalogadas como ocupacionales. Frente a esta problemática, las empresas tienen la obligación de contar y cumplir con normas de seguridad en el trabajo que eliminen, disminuyan o controlen, los riesgos y preserven la salud de sus trabajadores.

La Constitución Política del Perú en los artículos 2°, inciso 22, y 7°, establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida y que todos tienen derecho a la protección de su salud, como condición indispensable para el desarrollo humano y medio fundamental para alcanzar el bienestar individual y colectivo (1).

Además, la Ley 26842, Ley General de la Salud, en su Capítulo VII de la Higiene y Seguridad en los Ambientes de Trabajo, Artículo 100 dispone que quienes conduzcan o administren actividades de extracción, producción, transporte y comercio de bienes y servicios, cuales quiera que estos sean, tienen la obligación de adoptar las medidas necesarias para garantizar la protección de la Salud y la Seguridad de los trabajadores y de terceras personas en sus instalaciones o ambientes de trabajo (2).

La ley 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo tiene como objetivo promover una cultura de prevención de riesgos laborales en el país. Para ello, cuenta con el deber de prevención de los empleadores, el rol de fiscalización y control del Estado y la participación de los trabajadores y sus organizaciones sindicales, quienes, a través del diálogo social, velan por la promoción, difusión y cumplimiento de la normativa sobre la materia (3).

Es por ello que en mi periodo de prácticas pre profesionales (2015) en una planta de prefabricados de concreto, noté que gran parte de los trabajadores estaban expuestos a material particulado proveniente de actividades propias de la industria. Dicha empresa carecía políticas claras en cuanto a temas de seguridad y salud en el trabajo. Además, los trabajadores desconocían normas relacionadas con la seguridad.

Frente a esta problemática, la cual amerita una investigación se planteó verificar si existe la relación entre la exposición a material particulado y los trastornos respiratorios que afecten la salud de los

trabajadores. Para la investigación se tomó en consideración el área de mayor incidencia de exposición a material particulado: Área de postes de concreto armado centrifugado.

El presente estudio es de nivel relacionante.

Las normas de seguridad y salud ocupacional tienen por objetivo la prevención y el aseguramiento del bienestar físico, mental y social del trabajador, en este contexto:

La presente investigación tiene **relevancia científica**, porque permitirá conocer la relación existente entre los trastornos respiratorios y la exposición a material particulado suspendido en el aire de una planta que fabrica materiales hechos a base de concreto.

Además, tiene **relevancia humana**, debido a que los trabajadores son el principal recurso de una empresa, y por ello se busca detectar las patologías de carácter respiratorio asociadas a la exposición de material particulado debido a la producción de piezas hechas a base de concreto, y así controlar de mejor manera este tipo de riesgo.

Tiene también **relevancia contemporánea** debido a que en la ciudad de Arequipa la utilización de productos hechos a base de concreto ha tenido una mayor demanda, generando la creación de mayor número de empresas dedicadas a este rubro.

La presente investigación tiene un **interés personal**, ya que actualmente el autor se desempeña en una empresa de dicho rubro y como principio ético tiene el compromiso de controlar todos los riesgos que puedan ocasionar algún tipo de daño a los trabajadores.

Así mismo, existe una **relevancia social**, ya que la detección de trastornos respiratorios asociados a la exposición de partículas suspendidas en el aire para trabajadores de una planta que fabrica productos de concreto permitirá prever y detectar en forma temprana dichos trastornos para proporcionarles una mejor calidad de vida.

Finalmente, su principal **implicación práctica** radica en que los resultados de la investigación y las medidas preventivas y correctivas que se puedan adoptar a partir del mismo podrán ser aplicadas a todas las empresas del rubro para mejorar la salud de sus trabajadores.

El presente documento está conformado por tres capítulos, en el primer capítulo se precisa el marco teórico en el segundo la metodología y en tercer capítulo los resultados y la discusión para posteriormente llegar las conclusiones y hacer las recomendaciones respectivas.

HIPÓTESIS

Dado que en una planta de prefabricados de concreto se genera gran cantidad de material particulado que se encuentra en el medio ambiente laboral producto de la propia actividad, el principal proceso para su elaboración es la unión de todos sus componentes, siendo los más importantes: los agregados, el cemento y el agua, generando material particulado en forma de polvo, que es inhalados por los trabajadores, es este contexto:

Es probable que en los trabajadores de una empresa de prefabricados de concreto durante los años 2017 – 2019 exista una relación directa y positiva entre su exposición a material particulado y los trastornos respiratorios que presentan.

OBJETIVOS

a. Objetivo General

Establecer la relación entre exposición a material particulado y trastornos respiratorios en los trabajadores de una planta de prefabricados de concreto.

b. Objetivos Específicos

- Determinar la concentración a material particulado (concentración de polvo respirable y polvo inhalable en el ambiente laboral) de los trabajadores de una planta de prefabricados de concreto.
- Establecer las características de los trastornos respiratorios que presentan los trabajadores de una planta de prefabricados de concreto.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

A. Marco Conceptual

1. Riesgos Laborales

1.1. Generalidades

Hoy en día tenemos trabajadores cada vez más informados en cuanto a sus derechos y obligaciones relacionados a la seguridad y salud en el trabajo y a empresas más comprometidas con el mismo tema.

Para las empresas de hoy y que dan cumplimiento a la normativa vigente, atrás quedó ver la seguridad como un gasto, ahora saben cómo lograr llevar de la mano a la productividad y seguridad.

La ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el trabajo y la ley N° 30222, Modificatoria de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, con sus respectivas reglamentaciones, establecen todos los requisitos y pasos para su implementación a todas las empresas que se encuentran en situación activa-habida en la SUNAT (3).

El riesgo se define como la probabilidad de que un peligro se materialice en determinadas condiciones y que genere daño a las personas, equipo y el ambiente (4).

1.2. Material Particulado

Las partículas en suspensión son los ingredientes principales de las brumas, humos y polvo en suspensión y presentan serios problemas de calidad del aire. La contaminación por partículas puede darse durante todo el año y puede causar una serie de problemas de salud graves, incluso a las concentraciones que se encuentran en muchas ciudades (5).

1.3. Partículas PM 10 y PM 2.5

Las PM afectan a más personas que cualquier otro contaminante. Sus efectos sobre la salud se producen por el nivel de exposición. Actualmente se ven afectadas la mayoría de las poblaciones urbanas y rurales de los países desarrollados y en desarrollo. Las exposiciones a partículas a corto y largo plazo se han relacionado con problemas de salud (5).

La exposición crónica a las partículas aumenta el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares y respiratorias, así como de cáncer de pulmón (5).

1.4. Problemas en la salud asociada a material particulado PM 10 y PM 2.5

La OMS ha establecido la relación entre material particulado y la salud pública (6). Los efectos en la salud son amplios, relacionados en algunos casos con síntomas en las vías respiratorias superiores, como reacciones alérgicas, congestión nasal, sinusitis, tos, fiebre del heno, irritación en los ojos, entre otros (6). En otros casos, se relacionan con síntomas en las vías respiratorias inferiores, que requieren un tratamiento especial, como bronquitis, asma, enfisema, entre otros (6). También se presentan problemas severos, como cáncer de pulmón y anomalías reproductivas (6).

Una amplia evidencia muestra cómo el riesgo de problemas respiratorios o cardiovasculares aumenta con la exposición, y algunos estudios revelan un valor mínimo por debajo del cual no existan efectos adversos en la salud (6). Se ha estimado que en los Estados Unidos y en Europa occidental hay exposiciones de entre 3 y 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (PM_{2,5}) que provocan problemas en la salud (6). En general, se debate el nivel de exposición, así como la fuente contaminante: mientras que algunos académicos sugieren que altos niveles de material particulado o gases inciden en la salud, otros afirman que los efectos en la salud se presentan aun con bajas concentraciones. En general,

la medición del grado de concentración y de los efectos en la salud es un asunto complejo (6).

1.5. Masa inhalable MPI

Conocida como inspirable, corresponde a aquellas partículas que se inhalan y resultan peligrosas cuando se depositan en cualquier parte del tracto respiratorio (7).

1.6. Masa respirable MPR

Abarca a las partículas que penetran a través de los bronquiolos terminales y que son peligrosas si se depositan dentro de la región de intercambio de gases de los pulmones (7).

1.7. Riesgo por material particulado

La exposición a material particulado o polvo en el lugar de trabajo es un problema que afecta a muchos y muy diversos sectores (minería, fundición, canteras, textil, panaderías, agricultura, etc.) (8). Tradicionalmente, las neumoconiosis (enfermedades por exposición a polvos) han sido consideradas como profesionales. Se producen muchos otros casos de enfermedades respiratorias (asma, bronquitis crónica, enfisema pulmonar) en las que la exposición laboral a polvo juega un papel importante y, sin embargo, se consideran enfermedades comunes (8).

1.8. Calidad del aire

Se define la inmisión o calidad del aire como la concentración de contaminante que llega a un receptor, más o menos lejano de la fuente de emisión, una vez transportado y difundido por la atmósfera (3).

1.9. Límites máximos permisibles de material particulado

Es la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o a una emisión, que al ser excedido causa o puede causar daños a la salud, bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente (9).

Dependiendo del parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresado en máximos, mínimos o rangos (9).

El Ministerio de Salud, a través de la Dirección General de Salud Ambiental DIGESA, pone al servicio del Perú, el reglamento de “Valores Límite permisibles de Agentes Químicos en el Ambiente de Trabajo” que fue elaborado por el personal profesional de la Dirección Ejecutiva de Salud Ocupacional – DESO y aprobado mediante D.S. N° 015-2005-SA (7).

1.10. Exposición laboral a agentes químicos

La exposición laboral a sustancias químicas es definida como aquella situación en la que un trabajador puede recibir la acción de un agente químico, así como sufrir sus efectos perjudiciales, lo que puede suponer un daño para su salud (10).

El concepto de exposición como magnitud, integra dos factores variables diferentes; la concentración o nivel de presencia del contaminante en el medio y el tiempo o duración de la propia exposición. Ambos factores tienen características propias, por lo cual se dice que la exposición es más o menos intensa, según sea la magnitud de la concentración del contaminante (10).

2. Trastornos respiratorios ocupacionales

2.1. Generalidades

El tamaño de las partículas se encuentra directamente vinculado con el potencial para provocar problemas de salud. Las partículas pequeñas de menos de 10 micrómetros de diámetro suponen los mayores problemas, debido a que pueden llegar a la profundidad de los pulmones, y algunas hasta pueden alcanzar el torrente sanguíneo (11).

La exposición a estas partículas puede afectar tanto a los pulmones como al corazón. Múltiples estudios científicos vincularon la exposición a la contaminación por partículas a una variedad de problemas, que incluye:

- Muerte prematura en personas con enfermedades cardíacas o pulmonares
- Infartos de miocardio no mortales
- Latidos irregulares
- Asma agravada
- Función pulmonar reducida
- Síntomas respiratorios aumentados, como irritación en las vías respiratorias, tos o dificultad para respirar

La exposición a la contaminación por partículas tiende a afectar en su mayoría a personas con enfermedades cardíacas o pulmonares, niños y adultos mayores (11).

El tamaño de las partículas está directamente relacionado con su potencial para causar problemas de salud. Lo preocupante son las partículas de 10 micras de diámetro o menos, porque son las partículas que pasan a través de la garganta y la nariz y entran en los pulmones, pudiendo incluso entrar en el torrente sanguíneo. Una vez inhaladas, estas partículas pueden afectar el corazón y los pulmones y causar efectos graves para la salud. Existen dos grupos o categorías de la contaminación por partículas:

- Partículas inhalables gruesas, tales como las que se encuentran cerca de las carreteras y las industrias generadoras de polvo, son mayores de 2.5 micras y más pequeñas que 10 micras de diámetro
- Partículas finas, tales como las que se encuentran en el humo y la neblina, son de 2,5 micras de diámetro y más pequeñas. Estas partículas pueden ser emitidas directamente de fuentes, tales como los incendios forestales, o se puede formar con los gases emitidos por plantas generadoras de energía, las industrias y los automóviles al reaccionar en el aire (12). Las partículas finas se inhalan profundamente y con facilidad en los pulmones, donde pueden ser acumuladas, reaccionar, ser eliminadas o absorbidas (12).

Los estudios científicos han relacionado la contaminación por partículas, especialmente las partículas finas, con una serie de problemas significativos de salud, incluyendo:

- La muerte prematura en personas con enfermedad cardíaca o pulmonar
- Ataques cardíacos no mortales
- Latido irregular del corazón.
- Agravamiento del asma.
- Disminución de la función pulmonar
- Aumento de síntomas respiratorios, tales como irritación de las vías respiratorias, tos, sibilancias y disminución de la función pulmonar, incluso en niños y adultos sanos (5).

Las partículas gruesas (como las que se encuentran en el viento y el polvo), que tienen diámetros comprendidos entre 2,5 y 10 micrómetros, son de menor importancia para la salud, a pesar de que puede irritar los ojos, la nariz y la garganta (5).

El camino que deben recorrer las partículas de polvo para poder penetrar en el organismo es el siguiente:

- Nariz: Es el primer filtro en el que el aire es calentado, humedecido y parcialmente desprovisto de partículas por impacto en las fosas nasales y sedimentación. Son eliminadas por estornudos, mucosidades
- Faringe y Laringe: Aquí las partículas retenidas pueden ser expulsadas por vía salivar o vía esofágica
- Árbol traqueobronquial: Aquí las partículas por fenómenos similares a los anteriores son expulsadas al exterior por los cilios que tiene este aparato
- Alvéolos: Las partículas que han alcanzado la región alveolar se depositan en las paredes, tanto por fenómenos de difusión como sedimentación. El mecanismo de expulsión es muy lento y sólo parcialmente conocido, quedando la mayor parte de las partículas retenidas en las paredes alveolares

Las personas con enfermedades cardíacas o pulmonares, los adultos mayores y los niños son considerados los grupos de mayor riesgo por la exposición a partículas, especialmente cuando se realiza una actividad física. El ejercicio y la actividad física hacen que la persona respire más rápido y más profundamente y entren más partículas en los pulmones (5).

La exposición a partículas puede acarrear una gran variedad de efectos en la salud. Por ejemplo, numerosos estudios relacionan los niveles de partículas con el aumento de los ingresos hospitalarios y visitas a urgencias e incluso a la muerte por enfermedades cardíacas o pulmonares (5).

Las exposiciones prolongadas, como las experimentadas por las personas que viven desde hace muchos años en áreas con altos niveles de partículas o que en sus trabajos tienen una alta exposición a la misma, se han asociado con problemas como la función pulmonar reducida y el desarrollo de bronquitis crónica e incluso la muerte prematura (5).

Las Exposiciones a corto plazo a partículas (horas o días) pueden agravar la enfermedad pulmonar, causando ataques de asma y bronquitis aguda, y también puede aumentar la susceptibilidad a las infecciones respiratorias (5).

Incluso si se está sano, puede experimentar síntomas temporales, como irritación de ojos, nariz y garganta, tos, flema, opresión en el pecho, y dificultad para respirar (5).

Si se tiene una enfermedad pulmonar, es posible que no se pueda respirar tan profundamente o vigorosamente como una persona sana, y puede experimentar tos, malestar en el pecho, respiración sibilante, falta de aliento y fatiga inusual. Si se tiene alguno de estos síntomas, se debe reducir la exposición a partículas y seguir los consejos del médico (5).

2.2. Trastornos respiratorios por partículas suspendidas en el aire

a. Neumoconiosis por inhalación de polvo inorgánico

- La silicosis es la neumoconiosis producida por inhalación de dióxido de silicio (SiO_2) o sílice libre en forma cristalina
- La neumoconiosis de los trabajadores del carbón es de polvo mixto porque la acción patógena del carbón se suma a la sílice
- La neumoconiosis del caolín es de polvo mixto, sílice y caolín (silicato de aluminio hidratado). Se observa en explotaciones subterráneas
- El talcosis es producido por el talco
- La inhalación de sales de berilio produce una enfermedad aguda parecida a una neumonía química y otra crónica similar a la sarcoidosis. Puede inhalarse en forma de polvos o humos
- La inhalación de hierro (polvo, humos) da lugar a la siderosis
- Cuando se inhala sílice conjuntamente se produce la siderosilicosis
- El estaño, el antimonio y el bario producen neumoconiosis similares a la siderosis. Otras enfermedades asociadas a inhalación de metales son: la fibrosis por aluminio, cobalto y cobre y la neumonitis granulomatosa por aluminio y cobre (13).

b. Neumoconiosis por inhalación de polvo orgánico

- Neumoconiosis por polvo de madera, cáncer, EPOC, bronquitis crónica, irritaciones
- Bisinosis (Polvo de algodón): Trabajadores de la industria de algodón
- Bagazosis (Bagazo de caña de azúcar): Trabajadores de la industria de la caña de azúcar, papelera
- Enfermedad pulmonar por polvo de cáñamo: Trabajadores del cáñamo
- Tabacosis (Polvo de tabaco): Trabajadores de la industria del tabaco (13).

c. Otras enfermedades por inhalación de polvo inorgánico e inorgánico

- Bronquitis crónica, alergias
- Asma Ocupacional
- Cáncer ocupacional (14).

2.3. El concreto

Se denomina concreto a la mezcla de cemento, arena gruesa, piedra y agua, que se endurece conforme avanza la reacción química del agua con el cemento (15). En la actualidad, el concreto es el material más usado en la industria de la construcción por su duración, resistencia, impermeabilidad, facilidad de producción y economía.

El concreto hidráulico u hormigón es una mezcla homogénea de cemento, agua, arena y grava y en algunos casos de aditivos.

El concreto es una roca fabricada por el hombre, diseñada y producida de acuerdo a normas establecidas para fines y aplicaciones que se requieren en un proyecto determinado y con las características de economía, facilidad de colocación, velocidad de fraguado y apariencia adecuada según su aplicación (16).

2.4. Producción del concreto

La mezcla íntima de los componentes del concreto convencional produce una masa plástica que puede ser moldeada y compactada con relativa facilidad, pero gradualmente pierde estas características hasta al cabo de algunas horas se torna rígida y comienza a adquirir el aspecto, el comportamiento y propiedades de un cuerpo sólido, para convertirse finalmente en material mecánicamente resistente que es el concreto endurecido

- Agregados 75%
 - Cemento 10%
 - Agua 15%
- (17).

Bajo este nombre se agrupan todas las actividades tendientes a producir un producto de muy buena calidad. Un buen proceso es definitivo en la resistencia y calidad del concreto ya endurecido. Las actividades en el proceso de producción del concreto son:

- Mezclado

Proceso por el cual se convierte el agua, el cemento y los agregados en una pasta homogénea (16).

Las mezcladoras de mezcla forzada suelen denominarse de turbina y se emplean normalmente en la producción de concretos secos; son muy usadas en la industria de los prefabricados. Antes de iniciar el mezclado se recomienda preparar primero una revoltura de desecho, o incrementar en la primera mezclada la cantidad de cemento en un 10%, para evitar que la primera mezcla resulte muy llena de grava, porque el mortero se queda adherido a la pared de la mezcladora. El orden de vertido de los materiales en la mezcladora es el siguiente: a) la mitad del agua requerida; b) luego la arena y el cemento c) se añade la arena gruesa y el resto del agua. El tiempo de mezclado debe ser el mínimo necesario para que la mezcla alcance homogeneidad y depende de la capacidad nominal del equipo (16).

- Transporte

El transporte del concreto desde la mezcladora hasta el lugar de colocación debe ser: • Rápido, para evitar que se seque y pierda consistencia antes de ser colocado; • Eficaz, para evitar que se produzca segregación y pérdida de mortero o lechada (16).

- Colocación

Consiste en echar el concreto en la formaleta o molde que configura la estructura; debe efectuarse procurando evitar pérdidas de uniformidad en el material, segregación del mismo y cambios en la posición del refuerzo (16).

- Compactación

Se entiende por compactación o consolidación del concreto el conjunto de operaciones mediante las cuales se trata de reducir a un mínimo la cantidad de vacíos, con el objeto de obtener un concreto lo más denso posible. La importancia de la compactación es evidente, porque el concreto como otros materiales aumenta con la compactación la resistencia mecánica, la resistencia a agentes externos y su durabilidad (16).

- Acabado

Es el proceso por el cual se logra una apariencia adecuada, es decir, un terminado, para garantizar la geometría de los elementos vaciados y dar al concreto una textura superficial agradable. El acabado del concreto se obtiene usando una formaleta adecuada, o cuando se trata de superficies libres se realiza manualmente con reglas (boquilleras) o llanas metálicas o de madera (16).

- Curado

Es el conjunto de acciones tendientes a mantener un ambiente que favorezca la hidratación paulatina del cemento, bien sea reteniendo la humedad interior del concreto, o suministrando humedad o protección contra temperaturas

extremas. La resistencia del concreto y su durabilidad sólo se desarrollarán totalmente si se le da un curado suficiente antes de entrar en servicio (16).

2.5. Componentes del concreto

a. Cemento

La palabra cemento se emplea para designar a toda sustancia que posea condiciones de pegante cualquiera sea su origen. El cemento Portland se define como el producto obtenido al pulverizar el Clinker con adición de yeso. El Clinker resulta de la calcinación hasta una fusión incipiente de una mezcla debidamente dosificada de materiales silíceos, calcáreos y férricos (16).

COMPUESTOS DEL CEMENTO

NOMBRE DEL COMPUESTO	FÓRMULA QUÍMICA	ABREVIATURA
A) Silicato tricálcico	3CaOSiO_2	C_3S
B) Silicato bicálcico	2CaOSiO_2	C_2S
C) Aluminato tricálcico	$3\text{CaOAl}_2\text{O}_3$	C_3A
D) Ferroaluminato tetracálcico	$4\text{CaOAl}_2\text{O}_3\text{Fe}_2\text{O}_3$	C_4AF
E) Yeso natural	$\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$	
F) Óxidos menores Ca, Mg, Na, K, Mn, Tl, P, Fe		

Fuente: El concreto y otros materiales para la construcción, UNAL (18).

b. Agua

El agua es un componente esencial en las mezclas de concreto y mortero, pues permite que el cemento desarrolle su capacidad ligante. La NTC 3459 habla sobre la calidad del agua en el concreto (16).

c. Agregados**- Agregado Grueso**

Considerando que el concreto es una piedra artificial, el agregado grueso es la materia prima para fabricar el concreto. En consecuencia, se debe usar la mayor cantidad posible y del tamaño mayor, teniendo en cuenta los requisitos de colocación y resistencia (16).

- Agregado Fino

El agregado fino o arena se usa como llenante, además actúa como lubricante sobre los que ruedan los agregados gruesos dándole manejabilidad al concreto (16).

i. Material particulado presente en la fabricación de productos de concreto

Como se ha visto anteriormente, el concreto está compuesto por cemento, agua y agregados (16). El cemento con los agregados por sus propiedades físicas y químicas son los que vierten al ambiente de trabajo el material particulado que está compuesto por:

- Silicato tricálcico
- Silicato bicálcico
- Aluminato tricálcico
- Ferroaluminato tetracálcico
- Yeso natural
- Óxidos menores Ca, Mg, Na, K, Mn, Tl, P, Fe
- Polvo de agregados (16).

B. Antecedentes investigativos

1. Locales

Se buscaron investigaciones relacionadas con el tema de la presente tesis en las principales universidades de la ciudad de Arequipa; (Universidad Nacional de San Agustín, Universidad Católica Santa María y Universidad Católica San Pablo) y no se encontraron registros.

2. Nacionales

Universidad Nacional de Ingeniería – Lima, Perú.

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero de Higiene y Seguridad Industrial
Autor: Montalvo Olivares, Carolina Edith

Título: *Muestreo de polvo respirable basado en la conformación de Grupos de Exposición Similar (GES) en la minera de fosfatos Miski Mayo - Planta Concentradora*

Ciudad: Lima, Perú 2014 (19).

Resumen:

El objetivo evaluar las concentraciones de exposición a polvo respirable de los trabajadores en el área de Planta Concentradora y contrastarlo con los Límites Máximos Permisibles del D.S. N°055-2010-EM “Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería”

En la actualidad se tratan de solucionar problemas relacionados al medio ambiente y enfermedades ocupacionales (19). La minera de Fosfatos Miski Mayo se ha visto en la necesidad de realizar un Programa Anual de Higiene Ocupacional, dentro del cual está la evaluación a la exposición a polvo respirable (19). El presente trabajo comprende el muestreo a la exposición a polvo respirable en el área de Planta Concentradora cuando está en funcionamiento.

Finalmente, este informe brinda los resultados a las evaluaciones realizadas a los trabajadores del área de Planta Concentradora y sus respectivos controles (19).

Como resultado se obtuvo que para el GES de Jefe de Guardia de Planta Concentradora (BAY-003-O-P), la concentración hallada no supera el Límite Máximo Permisible para el régimen de trabajo de 4x4 y jornadas diarias de 12 horas (19).

Universidad Nacional de Ingeniería – Lima, Perú.

Informe de experiencia profesional para optar el título profesional de Ingeniero de Higiene y Seguridad Industrial

Autor: Andonaire Rodríguez, José Luis

Título: *Riesgo a la salud por la exposición a partículas ambientales*

Ciudad: Lima, Perú 2014 (20).

Resumen:

Es un consenso de la comunidad científica que las partículas finas están vinculadas a serios problemas de salud respiratorios y cardiovasculares. Los principales efectos en la salud asociados con la exposición a las partículas (PM, particulate matter en inglés) incluyen: mortalidad prematura, agravamiento de enfermedades respiratorias y cardiovasculares, síntomas respiratorios agudos, crisis de asma, bronquitis crónica, disminución de la función pulmonar y aumento del riesgo de infarto de miocardio. Datos recientes de la Organización Mundial de la Salud (OMS), estiman que aproximadamente el 3% de las muertes por infarto cardiopulmonar y el 6% de las muertes por cáncer pulmonar son atribuibles a la contaminación atmosférica por partículas en todo el mundo (20). Según información publicada por las Autoridades Locales, las PM finas en la calidad del aire de Lima superan los estándares nacionales. El presente Informe de Experiencia Profesional muestra una recopilación de la mejor evidencia científica disponible actualmente sobre los riesgos a la salud por la exposición a partículas en suspensión (20). El Informe de Experiencia Profesional comprende 5 capítulos; en los que se describe los últimos hallazgos científicos de los riesgos a la salud por la exposición a partículas, incluye la descripción de las partículas que contaminan el aire, las técnicas y métodos de medición y, finalmente los estándares de calidad del aire establecidos en el Perú y el mundo, para la protección de la salud (20).

Universidad Nacional de Ingeniería – Lima, Perú.

Informe de suficiencia para optar el título profesional de Ingeniero de Higiene y Seguridad Industrial

Autor: Mercado Ordoñez, María Cecilia

Título: *Evaluación de riesgos por material particulado de algodón en una industria textil*

Ciudad: Lima, Perú 2014 (21).

Resumen:

Tomando como base la problemática que existe en torno a la exposición de los trabajadores a agentes químicos como el Material particulado presente en su ambiente de trabajo y considerando que un nivel excesivo de partículas en el ambiente de trabajo, incrementa el número de ausentismo, visitas médicas y hospitalizaciones por enfermedades respiratorias entre la población expuesta, y disminuye la productividad; es que se ha identificado al material particulado de algodón como un peligro potencial y se procedió a realizar la Evaluación de riesgos (21). La Evaluación de riesgos por material particulado se realizó en una industria textil que elabora y comercializa ropa interior. Como parte de su Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, se procedió a la realización de la Identificación de peligros y evaluación de riesgos; al término del mismo, se identificó los subprocesos de producción que definen al material particulado como peligro y se procedió a la implementación de las medidas de control recomendadas (21). Una de las medidas de control recomendadas, es la realización de la evaluación de riesgos por Material particulado, para el mismo se aplicó el MÉTODO GRAVIMÉTRICO (determinación de material particulado -fracción inhalable y fracción respirable en el aire), el mismo que será aplicado sólo en los subprocesos definidos (21). Luego de la obtención de los resultados de la Evaluación de riesgos por material particulado, se procedió a la comparación con los Límites Máximos Permisibles establecidos, a nivel nacional e internacional, para material particulado en el ambiente de trabajo.

De acuerdo con el proceso de comparación anteriormente mencionado, se analizaron las posibles causas por las cuales existe elevada, moderada o baja

concentración de material particulado en las diferentes zonas de trabajo definidas, y se recomendaron acciones de mejora (21). Parte importante del presente informe, es la comunicación; por lo cual se informa al personal involucrado, cada etapa a realizar: Identificación de peligros en los ambientes de trabajo mencionados, evaluación de riesgos, toma de muestras por el método gravimétrico a personas específicas según puesto de trabajo y área, resultados comparados con Límites máximos permisibles nacionales e internacionales y acciones de mejora sugeridas como prevención para cada ambiente de trabajo (21). La recomendación para implementación de controles (acciones de mejora) se realizó en base al orden de prioridad establecido para el control de riesgos descrito por Ley N° 29783- Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo (21).

3. Internacionales

Universidad Politécnica de Cataluña – Cataluña, España.

Artículo Científico – Paper

Autor: Gómez Yepes, Milena Elizabeth

Título: *Exposición laboral a material particulado y nanopartículas y su incidencia en la salud del trabajador*

Ciudad: Cataluña, España 2013 (22).

Resumen:

El material particulado (MP) tiene una incidencia negativa en la salud humana, que se manifiesta especialmente por problemas cardiovasculares y respiratorios. Entre las enfermedades que se conocen ligadas a la presencia de MP en el aire respirado, podemos citar: EPOC, asma ocupacional, alergias, bronquitis crónica hasta cáncer ocupacional, o enfermedades laborales como la silicosis, asbestosis o tabacosis, las cuales son causa de baja laboral (22). Los efectos negativos de las concentraciones de partículas en el aire dependen básicamente del contaminante y sus propiedades (composición química, concentración, morfología, densidad y tamaño de partícula). En los centros de trabajo, los métodos de control de la exposición a MP no son lo efectivos que deberían ser, pues la incidencia de problemas o enfermedades

respiratorias continúa en aumento (22). Por otra parte, la implantación creciente de la nanotecnología en el diseño, producción y uso de sistemas, dispositivos y productos está generando un interés en conocer los efectos que las nanopartículas (NP) pueden tener en la salud del trabajador (22). Ya que las propiedades de las nanopartículas (NP) son muy diferentes a las partículas más grandes (MP) es esperable que sus efectos en el trabajador también sean diferentes. Algunos estudios epidemiológicos relacionan las NP con las afecciones cardio-respiratorias. Otras investigaciones afirman que los radicales libres de las NP afectan las cadenas de ADN, SNC y el nervio olfativo (22). La NIOSH ha manifestado que para el año 2014 se tendrán las primeras estrategias de muestreo ambiental de las NP (22). Este trabajo aporta una revisión del estado actual de conocimiento sobre las enfermedades laborales ante la exposición no controlada de MP y NP (22).

Universidad de Chile – Santiago de Chile, Chile.

Tesis para optar el grado académico de Doctor en Salud Pública

Autor: Matus Correa, Patricia Isabel

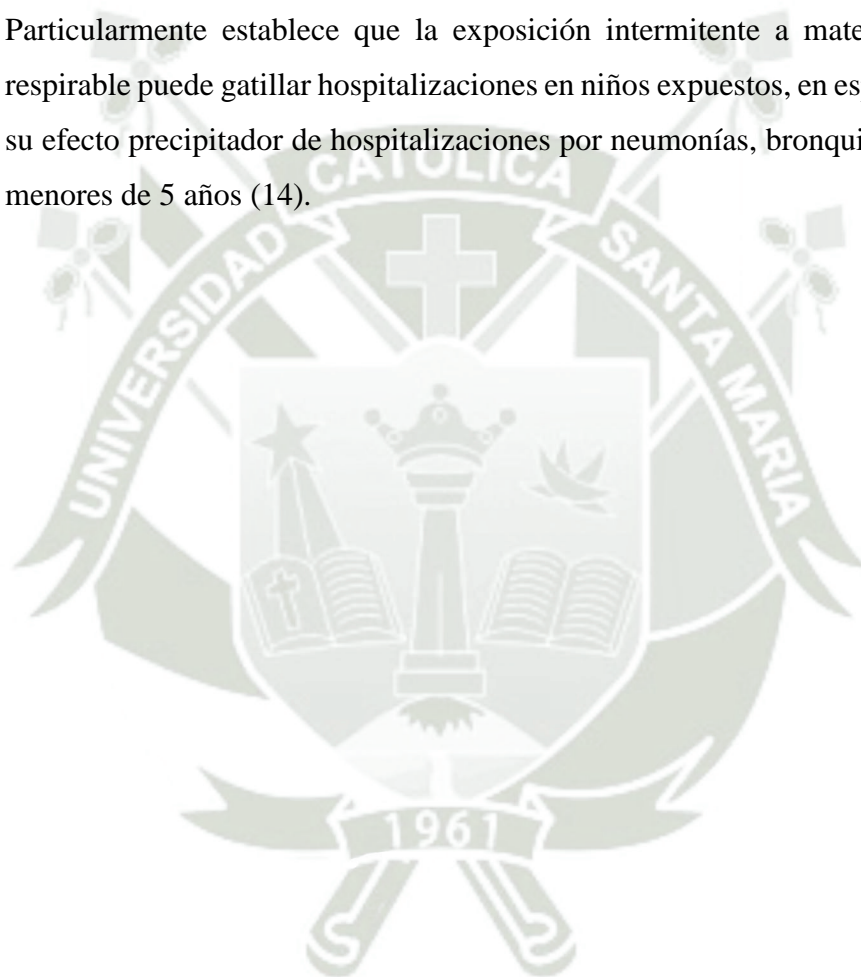
Título: *Efectos del material particulado (MP10 y MP2,5) sobre las hospitalizaciones por enfermedades respiratorias en niños, en Santiago de Chile, estudio caso control alterno (case crossover)*

Ciudad: Santiago de Chile, Chile 2016 (14).

Resumen:

El objetivo es determinar si la exposición a material particulado respirable se asocia a un mayor número de hospitalizaciones por enfermedades respiratorias en niños menores de 15 años, independiente de la situación viral imperante, durante los años 2001 a 2005 (14). Los resultados arrojaron que el valor medio de las concentraciones de MP10 y MP2.5 fue de 81,6 y 41,3 $\mu\text{g} / \text{m}^3$ respectivamente (14). La temperatura media fue de 12,8 °C y la humedad relativa del aire de 72,6 %. Se observó una alta correlación entre el MP10 y el MP2,5 ,y entre la humedad relativa del aire y la concentración de ozono (14). La temperatura correlacionó positivamente con el ozono y marginalmente con el MP10 y en forma negativa con el MP2.5 (14). Esta tesis planteó como hipótesis que algunas hospitalizaciones por

enfermedades respiratorias en niños no habrían ocurrido de no estar expuestos a contaminación atmosférica (14). Se encontró que las hospitalizaciones por enfermedad respiratoria, neumonía, bronquiolitis y asma en niños residentes de la Región Metropolitana de Chile se asociaban a la contaminación por material particulado fino con una fuerza de la asociación de OR 2,28 (IC 95% 2,24 - 2,32) (14). En conclusión, el estudio aporta información que corrobora el efecto dañino de los contaminantes atmosféricos sobre la salud respiratoria de los niños (14). Particularmente establece que la exposición intermitente a material particulado respirable puede gatillar hospitalizaciones en niños expuestos, en especial evidencia su efecto precipitador de hospitalizaciones por neumonías, bronquiolitis y asma en menores de 5 años (14).



CAPITULO II

METODOLOGÍA

A. Técnicas, instrumentos y materiales de verificación

1. Técnica

- Para la variable “exposición a material particulado”, se usó la técnica de la observación directa, que consta en muestrear el ambiente laboral con instrumentos mecánicos y anotar los resultados arrojados por el mismo para su respectivo análisis e interpretación. Se realizaron mediciones durante 05 días de la semana de lunes a viernes, desde el inicio hasta el fin de la jornada laboral, en el área de trabajo escogida para la investigación: Área de postes de concreto armado centrifugado.
- Para la variable “trastornos respiratorios”, se usó la técnica de observación documental (se revisó los resultados de los exámenes médicos ocupacionales periódicos).

2. Instrumentos documentales

Para la técnica de la observación directa, se aplicó el instrumento la ficha de observación estructurada “A”, que ha sido elaborada de forma específica e inédita para el presente estudio.

Para la técnica de observación documental, se aplicó el instrumento ficha de observación estructurada “B” que también ha sido elaborado de forma específica e inédita para el presente estudio.

3. Materiales de verificación

Para la técnica de la observación directa se aplicó el instrumento mecánico Bomba de muestreo de aire marca: Sensidyne – Gilian Modelo: BDX - II.

- El método NIOSH 0600 y NIOSH 0500

La metodología aplicable a la determinación de partículas respirables e inhalables en ambientes de trabajo, se ha considerado lo especificado por el Manual de Estrategias de Muestreo de Exposición Ocupacional y el Manual de Métodos de Análisis del Instituto Nacional para la Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH).

- Polvo respirable NIOSH (método 0600, Particulates not Otherwise Regulated, Respirable)
- Polvo inhalable NIOSH (método 0500, Particulates not Otherwise Regulated, Total)

- Recopilación de datos

Se recoge una muestra haciendo pasar un volumen conocido de aire a través de un filtro de membrana de cloruro de polivinilo (PVC), previamente pesado con una aproximación mínima de 0,01 mg.

El filtro se acondiciona antes de pesarlo en una cámara de humedad controlada a temperatura constante, durante un mínimo de 24 horas. Esta operación se realiza tanto en la pesada previa a la toma de muestra, como en la posterior a la misma.

La diferencia de peso entre ambas pesadas, expresada en miligramos, corresponde a la cantidad de polvo o material particulado retenido en el filtro, a partir de la cual se obtiene la concentración de polvo o material particulado en miligramos por metro cúbico de aire.

- Equipos empleados

Para el monitoreo se empleó una bomba de muestreo, la cual es un instrumento que aspira el aire a través de un elemento de retención (tubo absorbente, impinger, filtro, etc), quedando los agentes químicos retenidos en el mismo. Estos instrumentos son adecuados para usarlos en un gran número de aplicaciones, una de ellas es para el empleo en estudios de Higiene Industrial, así como pruebas ambientales.

Equipo	Marca	Modelo	Uso para	Serie
Bomba de muestreo de aire	SKC	GILIAN AIR 5	Monitoreo de polvo respirable	20120101005
Bomba de muestreo de aire	SKC	GILIAN AIR 6	Monitoreo de polvo inhalables	ALS 612

FIGURA 1

BOMBA DE MUESTREO DE AIRE MARCA SKC, MODELO GILIAN AIR 5



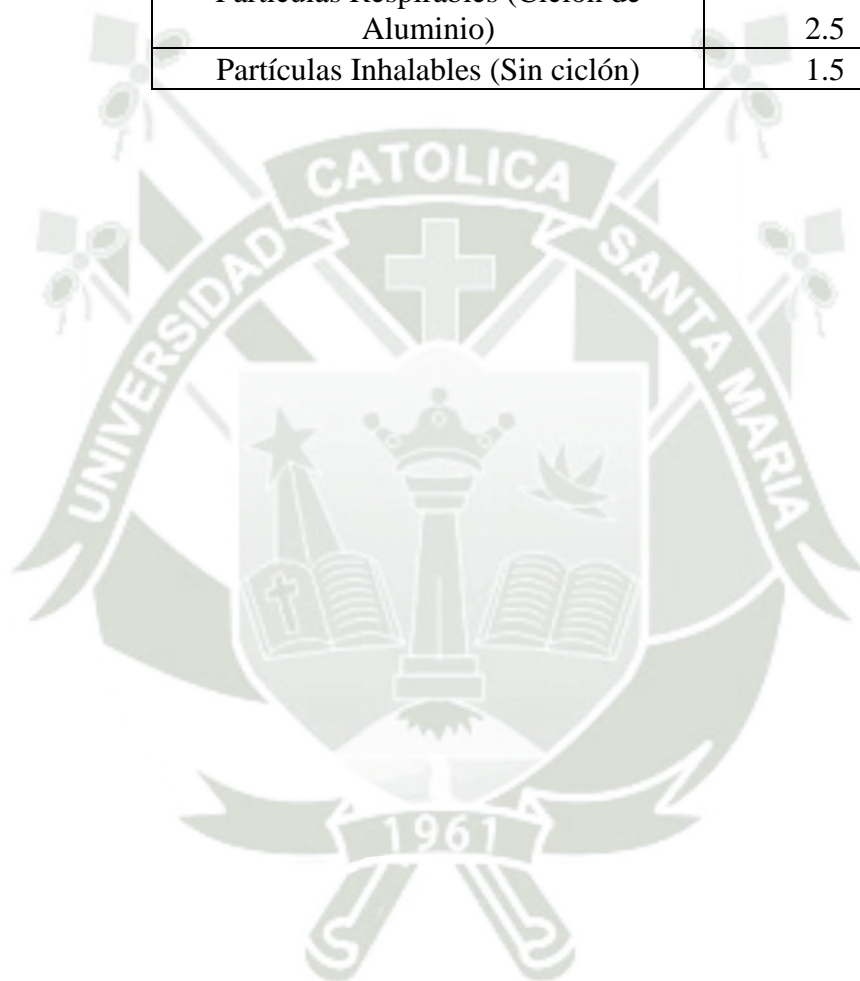
Imagen de referencia de la Bomba de muestreo de aire marca SKC Modelo GilAir 5

- Adicionalmente para el monitoreo se utilizaron los siguientes materiales:
 - Filtro de membrana de Cloruro de Polivinilo (PVC), de 37 mm de diámetro y 5.0 micras de tamaño de poro.
 - Portafiltro o cassette de poliestireno de 3 cuerpos, donde se colocará el filtro.
 - Portacassette, donde se colocará el cassette que contiene el filtro.
 - Tubo flexible de polietileno (Tygon) de 6.4 mm de diámetro interior y de 1 metro de longitud.
 - Ciclón de Aluminio con una salida para su conexión a la entrada del portafiltro, para partículas respirables.
 - Desarmador plano, para regular el flujo de la bomba de succión de aire.
- Equipo y material para el análisis
 - Balanza analítica con una sensibilidad mínima de 0,01 mg.
 - Barra de ionización radioactiva de PO 210 o equivalente para eliminar la influencia de las fuerzas electrostáticas en los filtros.
 - Pinzas antiestáticas sin estrías en los bordes.
 - Cámara o recinto de humedad controlada (3.2.). El tipo de diseño puede variar según la disponibilidad de cada laboratorio (9.3, 9.9).
 - En las figuras 1 y 2 se detalla, a modo de ejemplo, un modelo de cámara de humedad controlada.
 - Medidor de humedad o higrómetro.
 - Termómetro.
- Procedimiento para la toma de muestras
 - Se informó a los trabajadores del área sobre el procedimiento a desarrollar y se solicitó su colaboración.
 - Se calibró la bomba de muestreo personal al flujo de 2.5 L/min para partículas respirables, 1.5 L/min para partículas inhalables y humos metálicos.

- Se colocó la bomba gravimétrica en la parte posterior de la cintura del trabajador, asegurada a su cinturón por medio de una correa y empleando como extensión el aislante de tubo tygon, el cual recorre la espalda.
- Se conectó el portacassette fijándolo con una pinza al overol o chaqueta (en el caso de las partículas respirables, se acondicionó un ciclón de Aluminio), para finalmente alcanzar la zona respiratoria del trabajador y así poder captar los agentes químicos.
- Se comprobó que las conexiones estén bien ajustadas, para evitar escapes de aire. Se verificó que la ventana del ciclón quede hacia el frente y que la alineación cyclon-portafiltro sea perfecta, para partículas respirables.
- Se anota la hora de inicio del muestreo.
- Periódicamente y durante el tiempo de muestreo, se verificó el estado del filtro, que en caso de encontrarse saturado con material particulado debe ser retirado para proceder a tomar una nueva muestra.
- Informe de Monitoreo Ocupacional
- Se verificó el flujo del equipo (comprobando la ubicación de la esfera del rotámetro), ya que una caída en el flujo puede deberse a fallas en la carga, estrangulamiento de la manguera o saturación del filtro, en cada uno de estos se corrigen las condiciones descritas y se prosigue con el muestreo.
- Para el muestreo de partículas respirables y partículas Inhalables se empleó un filtro circular de PVC con una porosidad de $5.0 \mu\text{m}$, 37 mm de diámetro y $60 \mu\text{m}$ de espesor. Este filtro se encontró contenido en su respectivo cassette portafiltro para luego ser conectado a la bomba gravimétrica, mediante el tubo tygon.
- Concluido el muestreo, se apagó la bomba y anotó la hora exacta de finalización del muestreo, se retiró el portafiltro del conjunto y se colocaron los tapones de cierre en los respectivos orificios del portafiltro.

- Inmediatamente después, se colocó la banda sellante en el portafiltro y se procedió a rotarlo, colocando la información necesaria (número de muestra, identificación del puesto, fecha de muestreo, agente, etc.) para su identificación en el laboratorio.

Agentes Químicos	Flujo (L/min)
Partículas Respirables (Ciclón de Aluminio)	2.5
Partículas Inhalables (Sin ciclón)	1.5



4. Cuadro de coherencias

Variable	Indicadores y Subindicadores	Técnicas e Instrumentos	Estructura del instrumento
Exposición a material particulado	Origen del material particulado	Observación directa y Ficha de Observación Estructurada	
	Cemento Portland		1
	Agregado grueso (piedra)		2
	Agregado fino (arena)		3
	Otros		4
	Tamaño de partículas		
	De 0.01 a 3.00 mg/m ³ (Fracción respirable)		5
	De 3.01 a 10.0 mg/m ³ (Fracción inhalable)		6
	Tiempo de exposición		
	Media Jornada (4 horas)		7
	Jornada completa (8 horas)		8
	Sobretiempo (Mayor a 8 horas)		9
	Días acumulados (destajo)		10
	Trastornos Respiratorios		Síntomas y signos respiratorios
Irritación de mucosa respiratoria		11	
Tos		12	
Dificultad respiratoria		13	
Dolores musculares o corporales		14	
Disnea		15	
Sibilancias		16	
Garganta seca		17	
Disminución en la capacidad pulmonar		18	
Alteraciones en pruebas funcionales respiratorias			
Espirometría		19	
Radiografía		20	
Diagnostico según exámenes médicos ocupacionales			
Rinitis		21	
Faringitis		22	
Bronquitis		23	
Hiperreactividad bronquial		24	
Asma relacionada al trabajo		25	
Fibrosis pulmonar	26		
Neumoconiosis por inhalación de polvos inorgánicos	27		
Otros	28		

5. Modelo del instrumento

FICHA DE OBSERVACIÓN ESTRUCTURADA “A”

INSTRUCCIONES

La presente ficha tiene por finalidad conocer el origen del material particulado, el tamaño de partículas y el tiempo de exposición de los trabajadores de una planta de prefabricados de concreto.

Se marcará con una (x) según corresponda

El principal origen del material particulado proviene de:

ORIGEN DEL MATERIAL PARTICULADO	
1. Cemento Portland	
2. Agregado grueso (piedra)	
3. Agregado fino (arena)	
4. Otros	

Las partículas tienen un tamaño de:

TAMAÑO DE PARTÍCULAS	
5. De 0.01 mg/m ³ a 3 mg/m ³ (Polvo respirable)	
6. De 3.01 mg/m ³ a 10.0 mg/m ³ (Polvo inhalable)	

El personal presente en la planta tiene una jornada de:

TIEMPO DE EXPOSICIÓN	
7. Media Jornada (4 horas)	
8. Jornada completa (8 horas)	
9. Sobretiempo (Mayor a 8 horas)	
10. Días acumulados - destajo (detallar)	

FICHA DE OBSERVACIÓN ESTRUCTURADA “B”

INSTRUCCIONES

La presente ficha tiene por finalidad conocer los síntomas y signos respiratorios y diagnósticos de los trastornos respiratorios de los trabajadores de la planta de prefabricados de concreto, información recogida de los últimos exámenes médicos ocupacionales periódicos practicados a los trabajadores.

Se marcará con una (x) según corresponda

Datos generales

PUESTO DE TRABAJO	

GÉNERO		EDAD			
Masculino		18-26		36-44	
Femenino		27-35		45-53	
				54-62	
				63-70	

ESTADO CIVIL	
Soltero (a).	
Casado (a).	
Conviviente	
Divorciado (a).	
Viudo (a).	

SÍNTOMAS Y SIGNOS RESPIRATORIOS	
11. Irritación de mucosa respiratoria	
12. Tos	
13. Dificultad respiratoria	
14. Dolores musculares o corporales	
15. Disnea	
16. Sibilancias	
17. Garganta seca	
18. Disminución en la capacidad pulmonar	

6. Baremo (escala de medición)

Sub indicador	Periodo	LMP TWA
Fracción respirable	8 horas	3 mg/m ³
Fracción inhalable	8 horas	10 mg/m ³

B. Campo de verificación

1. Ubicación espacial

El estudio se realizó en las instalaciones de la empresa Concretos Moldeados S.A.C., ubicado en el Anexo Santa Ana S/N, Mollebaya, Arequipa



Fuente: Google Earth Pro

2. Ubicación temporal

El horizonte temporal del estudio está referido al presente entre enero del 2017 a diciembre del 2019, por lo que se trata de un estudio coyuntural.

3. Unidades de estudio

Las unidades de estudio están conformadas por 49 trabajadores de la empresa Concretos Moldeados S.A.C. pertenecientes al área de producción de postes de concreto armado centrifugado.

3.1 Criterios de inclusión

- Trabajadores de la empresa Concretos Moldeados S.A.C
- Personal que labore en planta y esté expuesto a material particulado
- Personal masculino y femenino mayores de 18 y menores de 60 años
- Personal que tenga trabajando una antigüedad mínima de 3 años, desempeñándose en puestos con exposición a material particulado.

3.2 Criterios de exclusión

- Personal que labore menos de 06 meses.
- Personal cuyo examen médico no se encuentre en los archivos.
- Personal que presente enfermedades respiratorias crónicas ocasionadas por un motivo ajeno al laboral.
- Personal que desempeñe otras actividades ajenas a sus funciones en la empresa con exposición a material particulado.

- Personal que antes de su ingreso a la empresa haya desempeñado actividades con exposición a material particulado.

C. Estrategia de recolección de datos

1. Organización

Para la recolección de datos, se mantuvo una reunión con el Gerente y Sub Gerente de la empresa Concretos Moldeados S.A.C., en la cual como punto principal se solicitó autorización para la realización del estudio en sus instalaciones y se informó los beneficios directos de la investigación.

Se realizó mediciones durante 05 días de la semana de lunes a viernes, desde el inicio hasta el fin de la jornada laboral, el ambiente en el que se tomarán las muestras fue el área de producción de postes de concreto armado centrifugado.

Se sostuvo una reunión con el jefe de planta y con los jefes de las distintas áreas para coordinar las fechas de recolección de datos y se les hizo de conocimiento la metodología de la misma.

Se coordinó con el área de recursos humanos para que se nos proporcionen los exámenes médicos ocupacionales del personal incluido en el estudio previa aprobación de la gerencia.

La duración aproximada del estudio fue de 03 meses.

2. Recursos

2.1 Humanos

Constituido por el personal necesario para llevar a cabo la investigación.

- El investigador
- 01 Médico Ocupacional (Para la validación del instrumento)
- 01 Higienista (Para la identificación de peligros, evaluación de riesgos y medidas de control)
- 02 Ayudantes (Estudiantes universitarios con conocimientos básicos en temas de Salud Ocupacional)
- 01 Analista de datos

2.2 Materiales

- Bomba de muestreo de aire marca: Sensidyne
- Filtro de membrana de Cloruro de Polivinilo
- Portafiltro o cassette de poliestireno de 3 cuerpos
- Portacassette
- Tubo flexible de polietileno (Tygon)
- Ciclón de Aluminio
- Desarmador plano
- 02 tableros de toma de datos
- 01 computadora con sistema operativo Windows 10 y con el programa Microsoft Office 2016
- 01 impresora a colores
- 100 fichas de recolección de datos
- Material de escritorio (Papel, lapiceros, plumones, resaltadores, engrapador, grapas, entre otros)
- Equipo de protección personal (03 cascos, 03 pares de guantes, 03 pares de botas de seguridad, 03 lentes de seguridad)

herméticos, 03 chalecos de seguridad, 03 pares de protectores auditivos)

2.3 Institucionales

- Se recopiló la información del archivo de recursos humanos de la empresa Concretos Moldeados S.A.C. donde se custodian los exámenes médico - ocupacionales de los trabajadores sometidos al estudio.
- Se recopiló la información del área de producción de postes de concreto armado centrifugado de la empresa.

2.4 Financieros

La investigación fue financiada en su totalidad por el investigador.

3. Validación del instrumento

La ficha de observación estructurada “A” no requiere de validación por recabar los datos tal y como aparecen en la fuente.

La ficha de observación estructurada “B” se validó por juicio de experto por un “Médico ocupacional”

Los instrumentos “Monitores de partículas” serán verificados por un laboratorio autorizado, el cual emitirá un certificado de validación.

4. Criterio para el manejo de resultados

4.1 A nivel de recolección

Se aplicaron los instrumentos según lo indicado en el ítem organización para recabar los datos de los indicadores y subindicadores de ambas variables.

4.2 A nivel de sistematización

Los datos recogidos fueron vaciados a una hoja de recolección de datos usando el programa Excel, donde se codificaron debidamente, generándose tablas y figuras para su posterior análisis, interpretación y conclusiones finales.

4.3 A nivel de análisis de datos

Se interpretaron las tablas y figuras utilizando la estadística descriptiva e inferencial, aplicando la prueba estadística de Chi – cuadrado que permitió probar la asociación entre las dos variables.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Resultados

1. Características personales y ocupacionales

TABLA 1

SEXO DE LOS TRABAJADORES EXPUESTOS A MATERIAL PARTICULADO

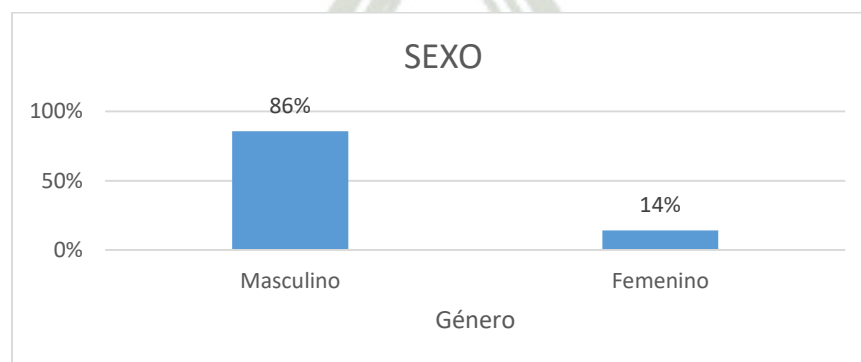
SEXO	NÚMERO	PORCENTAJE
Masculino	42	86%
Femenino	7	14%
TOTAL	49	100%

Fuente: Matriz de datos

La tabla n.º 1 muestra que del total de trabajadores, el 86% son de sexo masculino, mientras que solo el 14% es personal femenino. Pese a ser un trabajo que requiere esfuerzo físico, se observa que también existen mujeres que desempeñan dichas tareas.

FIGURA 1

SEXO DE LOS TRABAJADORES EXPUESTOS A MATERIAL PARTICULADO



Fuente: Matriz de datos

TABLA 2

RANGO DE EDADES DE LOS TRABAJADORES EXPUESTOS A MATERIAL PARTICULADO

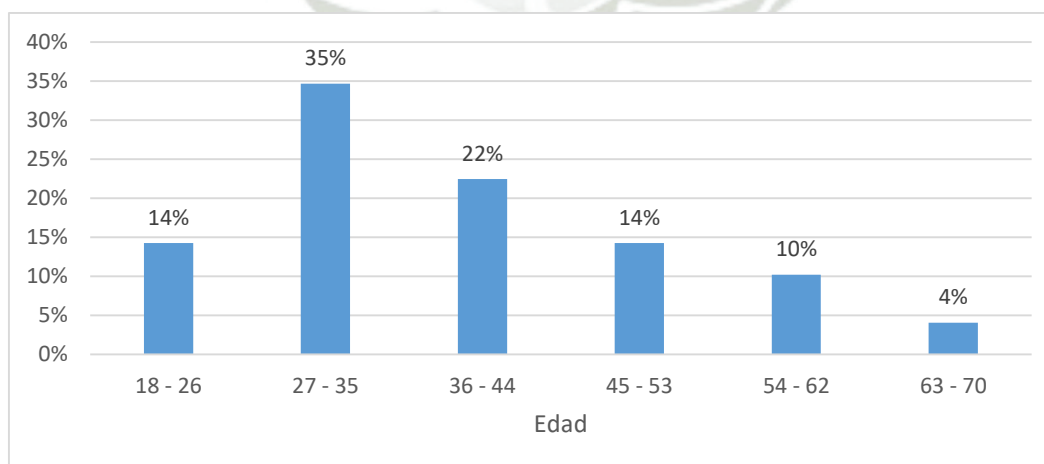
RANGO DE EDADES	NÚMERO	PORCENTAJE
18 - 26	7	14%
27 - 35	17	35%
36 - 44	11	22%
45 - 53	7	14%
54 - 62	5	10%
63 - 70	2	4%
TOTAL	49	100%

Fuente: Matriz de datos

Como se observa en la tabla n.º 2, el porcentaje mayor de trabajadores expuestos a material particulado es de 35% y corresponde al rango de edades entre 27 a 35 años, mientras que el porcentaje menor de 4% corresponde a 2 trabajadores que se encuentran en el rango de edades entre 63 a 70 años.

FIGURA 2

RANGO DE EDADES DE LOS TRABAJADORES EXPUESTOS A MATERIAL PARTICULADO



Fuente: Matriz de datos

TABLA 3

ESTADO CIVIL DE LOS TRABAJADORES EXPUESTOS A MATERIAL PARTICULADO

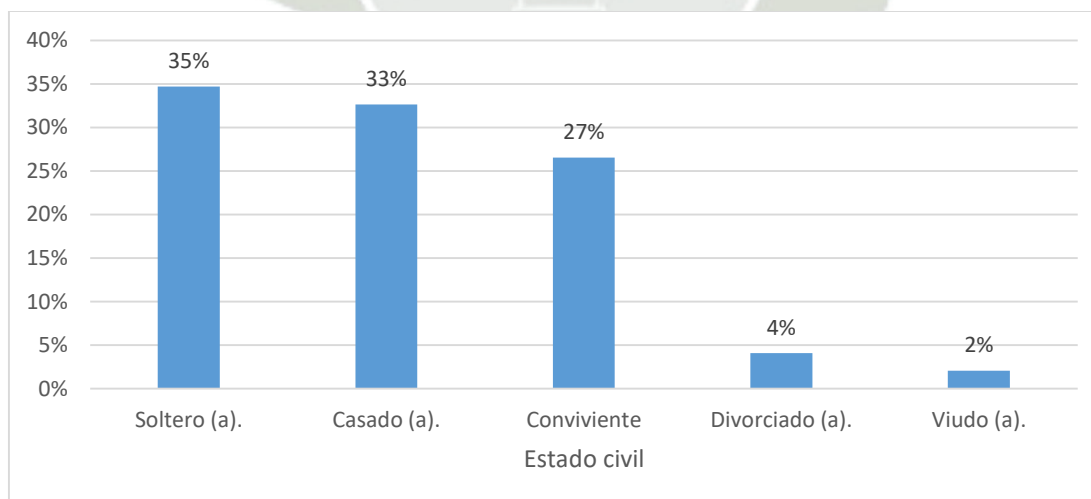
ESTADO CIVIL	NÚMERO	PORCENTAJE
Soltero (a).	17	35%
Casado (a).	16	33%
Conviviente	13	27%
Divorciado (a).	2	4%
Viudo (a).	1	2%
TOTAL	49	100%

Fuente: Matriz de datos

La tabla n.º 3 muestra que en su mayoría los trabajadores expuestos a material particulado son solteros con un 35%, y en segundo lugar son casados con un 33%.

FIGURA 3

ESTADO CIVIL DE LOS TRABAJADORES EXPUESTOS A MATERIAL PARTICULADO



Fuente: Matriz de datos

TABLA 4

PUESTO DE TRABAJO DE LOS TRABAJADORES EXPUESTOS A MATERIAL PARTICULADO

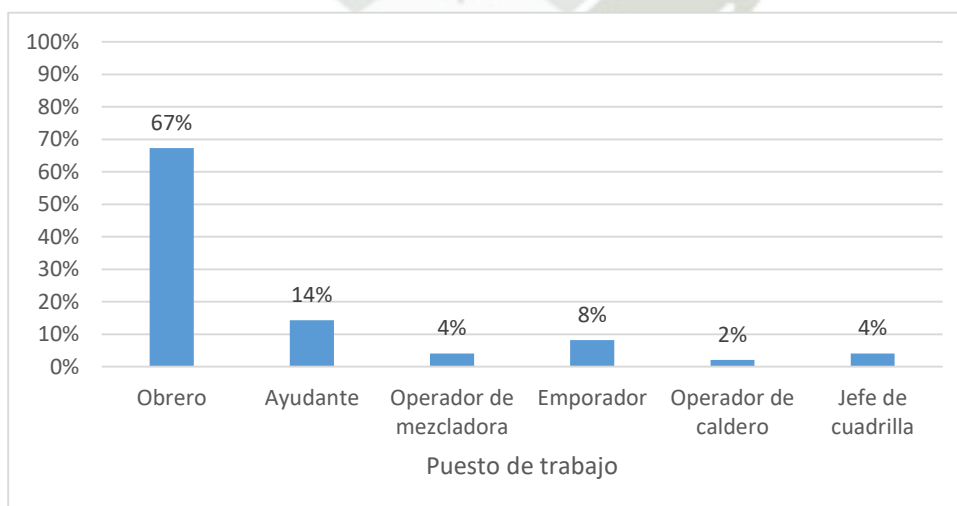
PUESTO DE TRABAJO	NÚMERO	PORCENTAJE
Obrero	33	67%
Ayudante	7	14%
Operador de mezcladora	2	4%
Emporador	4	8%
Operador de caldero	1	2%
Jefe de cuadrilla	2	4%
TOTAL	49	100%

Fuente: Matriz de datos

En cuanto a las características ocupacionales, de la tabla n.º 4 se advierte que de los puestos de trabajo existentes, la mayoría son obreros, con un 67%, y un 4% son el Operador de mezcladora y jefe de cuadrilla y solo un 2% es Operador de caldero.

FIGURA 4

PUESTO DE TRABAJO DE LOS TRABAJADORES EXPUESTOS A MATERIAL PARTICULADO



Fuente: Matriz de datos

TABLA 5

TIEMPO DE EXPOSICIÓN DE LOS TRABAJADORES A MATERIAL PARTICULADO

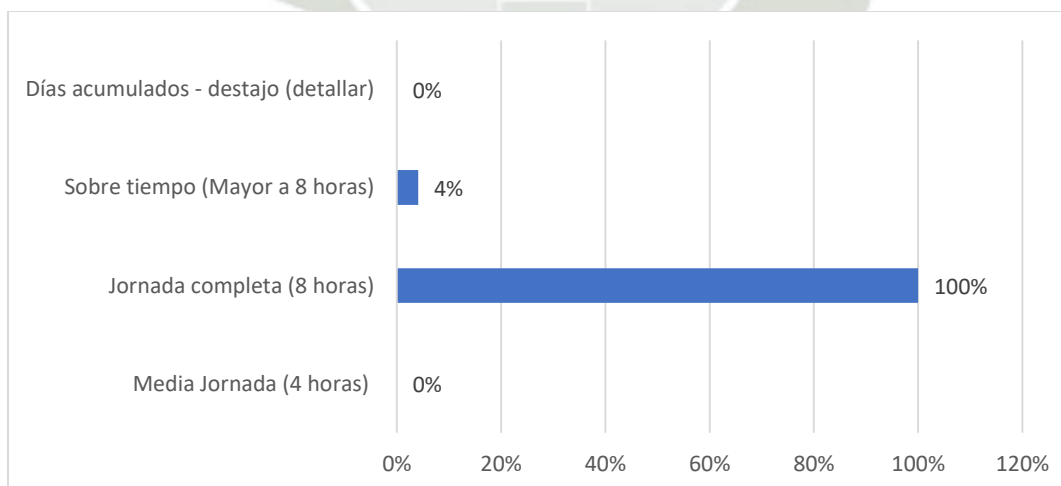
TIEMPO DE EXPOSICIÓN	NÚMERO	PORCENTAJE
Media Jornada (4 horas)	0	0%
Jornada completa (8 horas)	49	100%
Sobretiempo (Mayor a 8 horas)	2	4%
Días acumulados - destajo (detallar)	0	0%
TOTAL	49	100%

Fuente: Matriz de datos

La tabla n.º 5 muestra que el tiempo de exposición de los trabajadores al material particulado es 8 horas con un 100%, esto debido a que se tiene establecido en la empresa una jornada laboral de 8 horas diarias. Adicionalmente, se puede decir que de los 49 trabajadores, 2 de ellos, que representan un 4%, frecuentemente se quedan a realizar horas extras. A pesar de que en los campos (media jornada y días acumulados – destajo) obtuvieron valor cero, se consideraron debido a que cuando se levantó la información inicial de la empresa existían estos cuatro tipos de trabajo.

FIGURA 5

TIEMPO DE EXPOSICIÓN DE LOS TRABAJADORES A MATERIAL PARTICULADO



Fuente: Matriz de datos

TABLA 6

SÍNTOMAS Y SIGNOS RESPIRATORIOS

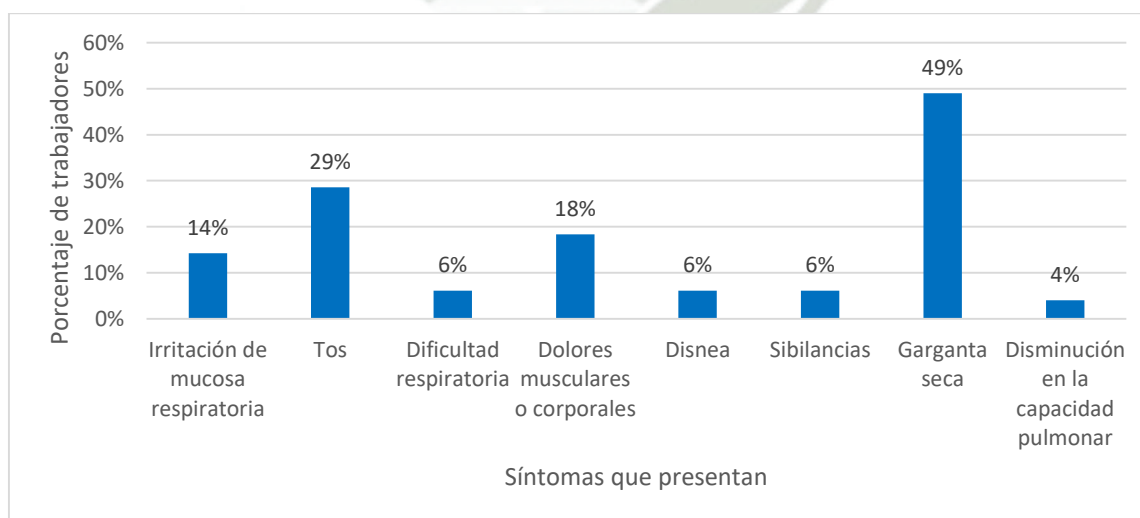
SÍNTOMAS Y SIGNOS RESPIRATORIOS	NÚMERO	PORCENTAJE
Irritación de mucosa respiratoria	7	14
Tos	14	29
Dificultad respiratoria	3	6
Dolores musculares o corporales	9	18
Disnea	3	6
Sibilancias	3	6
Garganta seca	24	49
Disminución en la capacidad pulmonar	2	4

Fuente: Matriz de datos

Como se observan en la tabla n.º 6, como síntoma más recurrente en los trabajadores se presenta garganta seca con un 49% y el síntoma que menos se presenta es dificultad respiratoria, disminución en la capacidad pulmonar con un 2%. Cabe mencionar que en el momento de la entrevista a los trabajadores, indicaron que los síntomas a los que refieren son leves y se presentan una o dos veces por semana. Así mismo es preciso mencionar que no se encontraron diagnósticos relacionados con el aparato respiratorio.

FIGURA 6

SÍNTOMAS Y SIGNOS RESPIRATORIOS



Fuente: Matriz de datos

TABLA 7

ALTERACIONES EN PRUEBAS FUNCIONALES RESPIRATORIAS

ALTERACIONES EN PRUEBAS FUNCIONALES RESPIRATORIAS			
PRUEBA FUNCIONAL	DIAGNÓSTICO	NÚMERO	PORCENTAJE
Espirometría	Normal	49	100%
Radiografía	Normal	42	86%
	Escoliosis dorsal leve	8	16%

Fuente: Matriz de datos

Como se evidencia en la tabla n.º 7, no se presentaron alteraciones en la prueba funcional de espirometría. Cabe mencionar que en la prueba funcional de radiografía el resultado no fue de carácter respiratorio, sino óseo, por ello no fue considerado.

2. Material particulado

TABLA 8

**ORIGEN DE MATERIAL PARTICULADO SEGÚN DISEÑO DE MEZCLA UTILIZADA
EN LA FABRICACIÓN DE POSTES DE CAC**

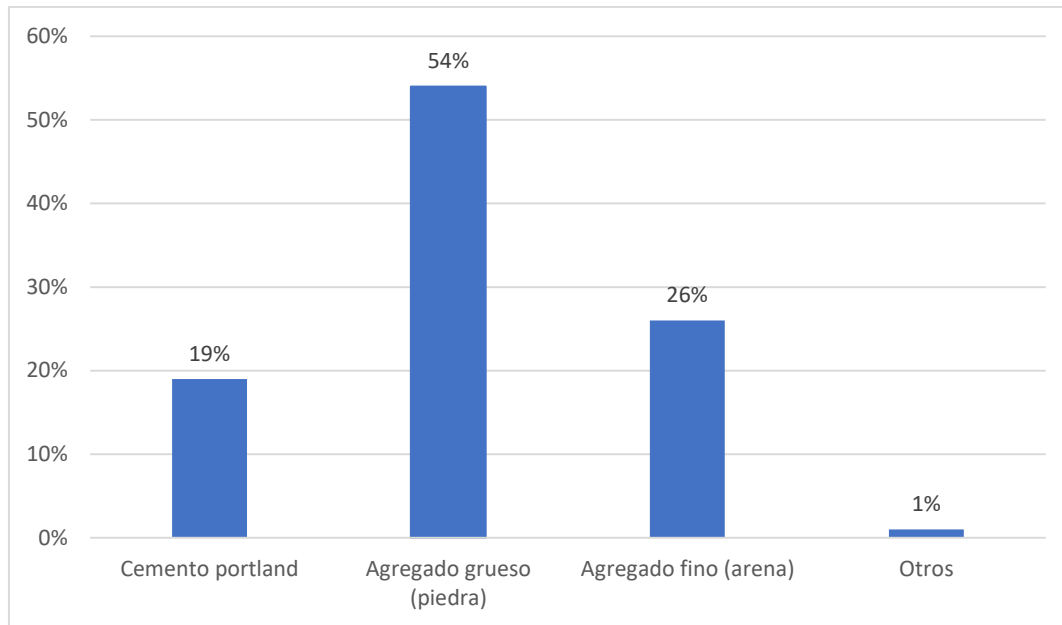
ORIGEN DE MATERIAL PARTICULADO	KG - DISEÑO DE MEZCLA RESISTENCIA DE 350 Kg/Cm ²	PORCENTAJE
Cemento portland	42.5	19%
Agregado grueso (piedra)	120	54%
Agregado fino (arena)	58.5	26%
Otros	1.5	1%
TOTAL	222.5	100%

Fuente: Diseño de mezcla postes C.A.C empresa Comol SAC

Como se advierte en la tabla n.º 8, el origen del material particulado proviene de cuatro fuentes, a pesar de que el cemento alcanza solo un 19% en la composición del diseño de mezcla, se puede decir que es el elemento que genera mayor cantidad de polvo debido a sus finas partículas que se suspenden en el aire al entrar en movimiento dentro de la mezcladora.

FIGURA 7

ORIGEN DE MATERIAL PARTICULADO SEGÚN DISEÑO DE MEZCLA UTILIZADA
EN LA FABRICACIÓN DE POSTES DE CAC



Fuente: Diseño de mezcla postes C.A.C empresa Comol SAC

TABLA 9

ORIGEN DE MATERIAL PARTICULADO, VALOR LÍMITE DE CONCENTRACIÓN DE FRACCIÓN DE POLVO RESPIRABLE, FRACCIÓN DE POLVO INHALABLE Y METALES

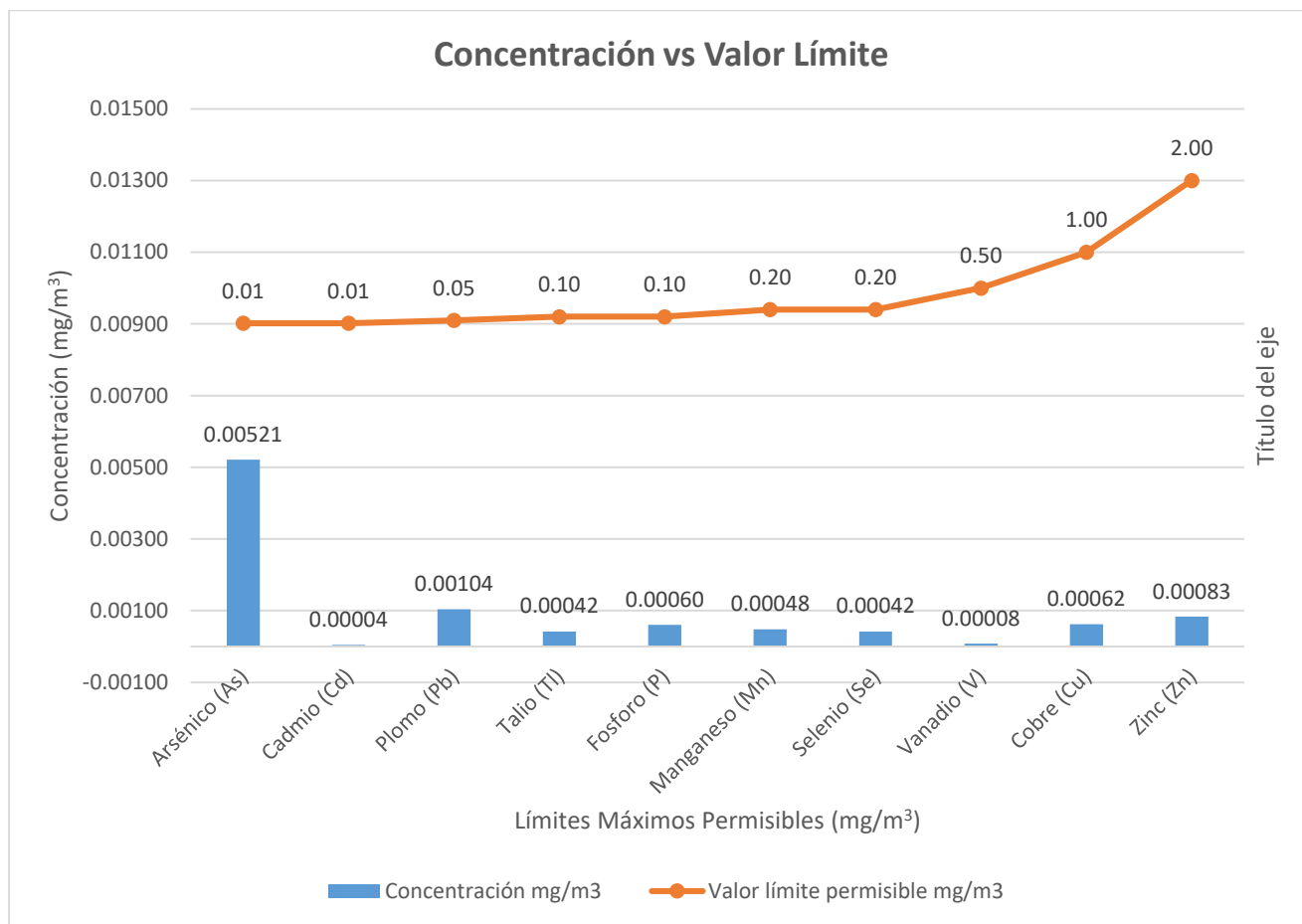
Parámetro evaluado	Concentración mg/m ³	Valor límite permisible mg/m ³
	Puesto Op. Mezcladora	
Arsénico (As)	0.00521	0.01
Cadmio (Cd)	0.00004	0.01
Cobre (Cu)	0.00062	1.00
Manganeso (Mn)	0.00048	0.20
Plomo (Pb)	0.00104	0.05
Selenio (Se)	0.00042	0.20
Talio (Tl)	0.00042	0.10
Vanadio (V)	0.00008	0.50
Zinc (Zn)	0.00083	2.00
Fósforo (P)	0.00060	0.10

Fuente: Anexo 15 del D. S. 024-2016-EM y D.S. 015.2005-SA y matriz de datos

La tabla n.º 9 muestra que el origen del material particulado comparado con los límites máximos permitidos según el D. S. 024-2016-EM anexo 15, en todos los valores encontrados se encuentra por debajo de los límites establecidos en la mencionada norma.

FIGURA 8

ORIGEN DE MATERIAL PARTICULADO, VALOR LÍMITE DE CONCENTRACIÓN DE FRACCIÓN DE POLVO RESPIRABLE, FRACCIÓN DE POLVO INHALABLE Y METALES



Fuente: Anexo 15 del D. S. 024-2016-EM y D.S. 015.2005-SA y matriz de datos

TABLA 10

TABLA COMPARATIVA DE CONCENTRACIÓN DE POLVO RESPIRABLE Y VALOR LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO

Limite Máximo Permitido LMP Polvo Respirable TWA (mg/m ³)	Resultado (mg/m ³)
3.00	0.55

Fuente: D. S. 024-2016-EM anexo 15. Y matriz de datos

Como se puede observar en la tabla n.º 10, el resultado de concentración para polvo respirable no excede los Límites Máximos Permitidos (LMP) para el puesto de Operador de mezcladora según lo establecido en el D. S. 024-2016-EM anexo 15

TABLA 11

TABLA COMPARATIVA DE CONCENTRACIÓN DE POLVO FRACCIÓN INHALABLE Y VALOR LÍMITE

Valor Límite Fracción Polvo Inhalable TWA (mg/m ³)	Resultado (mg/m ³)
10.00	0.85

Fuente: D. S. 024-2016-EM anexo 15. Y matriz de datos

Como se puede observar en la tabla n.º 11, el resultado de concentración para polvo inhalable no excede los Límites Máximos Permitidos (LMP) para el puesto de Operador de mezcladora según lo establecido en el D. S. 024-2016-EM anexo 15

TABLA 12

RELACIÓN ENTRE EL SEXO Y LOS SÍNTOMAS Y SIGNOS RESPIRATORIOS

Síntomas y signos respiratorios Sexo	Irritación de mucosa respiratoria	Tos	Dificultad respiratoria	Dolores musculares o corporales	Disnea	Sibilancias	Garganta seca	Disminución en la capacidad pulmonar	Total Sexo
Masculino	9%	21%	5%	16%	5%	5%	36%	3%	89%
Femenino	29%	29%	0%	0%	0%	0%	43%	0%	11%
Total Anamnesis	11%	22%	5%	14%	5%	5%	37%	3%	100%

13. Fuente: Matriz de datos

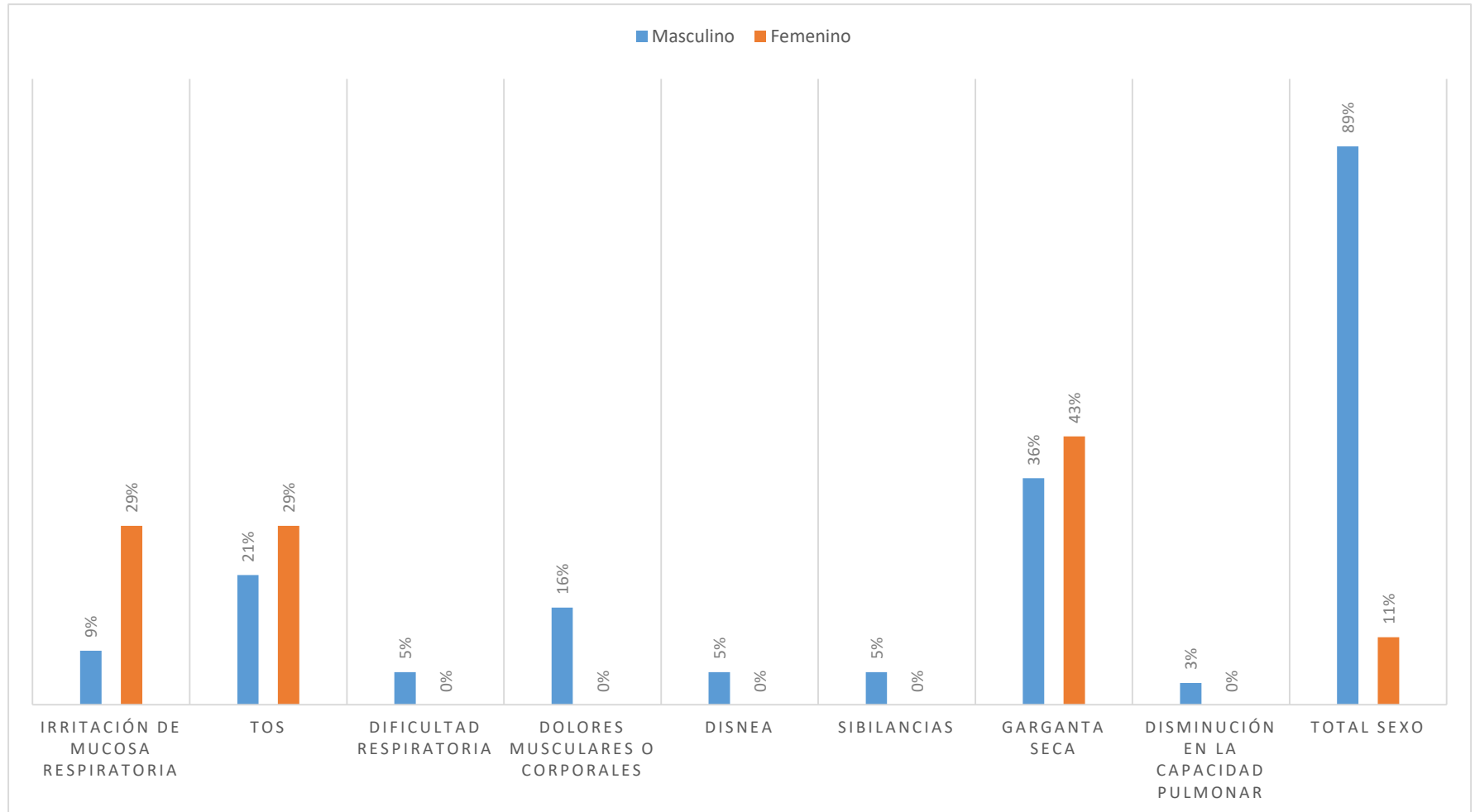
$$X^2 = 4.98 \quad GL = 7 \quad P = 0.66$$

La tabla n.º 12 según Chi cuadrado ($X^2 = 4.98$) muestra que el sexo con síntomas que presentan los trabajadores no presentan relación estadística significativa ($P > 0.05$)

Así mismo, se aprecia que, tanto el sexo masculino como femenino presentan en mayor proporción al síntoma de garganta seca con un 36 % y 43%, respectivamente.

FIGURA 9

RELACIÓN ENTRE EL SEXO Y LOS SÍNTOMAS Y SIGNOS RESPIRATORIOS



Fuente: Matriz de datos

TABLA 13

RELACIÓN ENTRE EL RANGO DE EDADES Y LOS SÍNTOMAS Y SIGNOS RESPIRATORIOS

Síntomas y signos respiratorios Rango de edades	Irritación de mucosa respiratoria	Tos	Dificultad respiratoria	Dolores musculares o corporales	Disnea	Sibilancias	Garganta seca	Disminución en la capacidad pulmonar	Total Rango de edades
18 - 26	14%	29%	0%	14%	0%	0%	43%	0%	11%
27 - 35	11%	22%	0%	11%	0%	0%	56%	0%	28%
36 - 44	17%	17%	0%	8%	8%	17%	33%	0%	18%
45 - 53	0%	25%	8%	17%	8%	0%	42%	0%	18%
54 - 62	10%	20%	10%	20%	10%	10%	10%	10%	15%
63 - 70	17%	17%	17%	17%	0%	0%	17%	17%	9%
Total Anamnesis	11%	22%	5%	14%	5%	5%	37%	3%	100%

Fuente: Matriz de datos

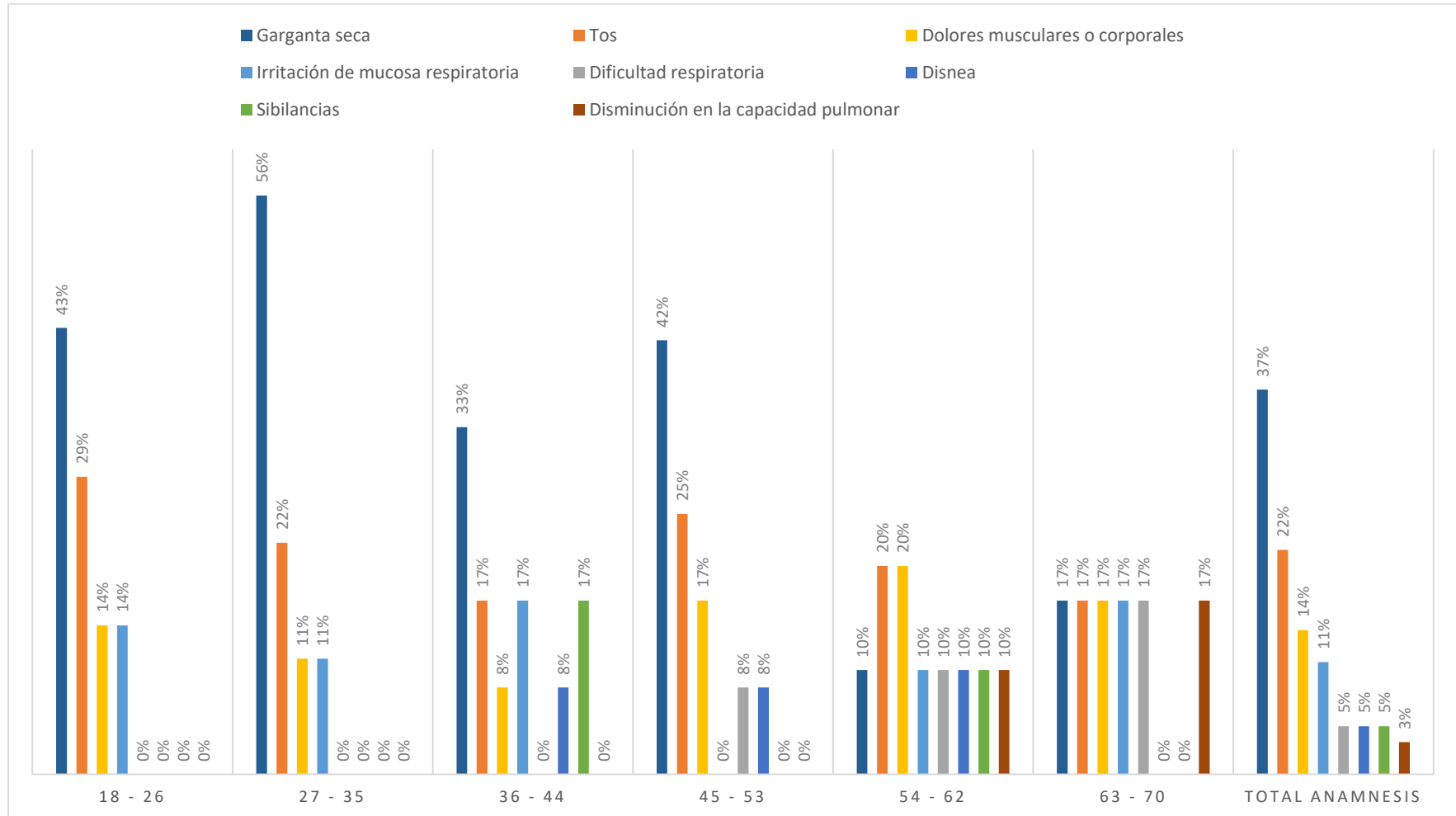
$$X^2 = 28.06 \quad GL = 35 \quad P = 0.79$$

La tabla n.º 13 según Chi cuadrado ($X^2 = 28.06$) muestra que la clasificación de los rangos de edades con los síntomas que presentan los trabajadores no presentan relación estadística significativa ($P > 0.05$)

Como se infiere de la tabla n.º 14, el rango de edades que posee mayor cantidad de síntomas es el rango de 27 – 35 años, esto debido a que es el rango que posee mayor número de trabajadores.

FIGURA 10

RELACIÓN ENTRE EL RANGO DE EDADES Y LOS SÍNTOMAS Y SIGNOS RESPIRATORIOS



Fuente: Matriz de datos

TABLA 14

RELACIÓN ENTRE EL ESTADO CIVIL Y LOS SÍNTOMAS Y SIGNOS RESPIRATORIOS

Síntomas y signos respiratorios Estado civil	Irritación de mucosa respiratoria	Tos	Dificultad respiratoria	Dolores musculares o corporales	Disnea	Sibilancias	Garganta seca	Disminución en la capacidad pulmonar	Total Estado civil
Soltero	18%	18%	0%	6%	0%	0%	59%	0%	26%
Casado	12%	19%	4%	12%	8%	12%	31%	4%	40%
Conviviente	6%	28%	6%	22%	6%	0%	33%	0%	28%
Divorciado	0%	50%	0%	50%	0%	0%	0%	0%	3%
Viudo	0%	0%	50%	0%	0%	0%	0%	50%	3%
Total Anamnesis	11%	22%	5%	14%	5%	5%	37%	3%	100%

Fuente: Matriz de datos

$X^2 = 42.72$

GL = 28

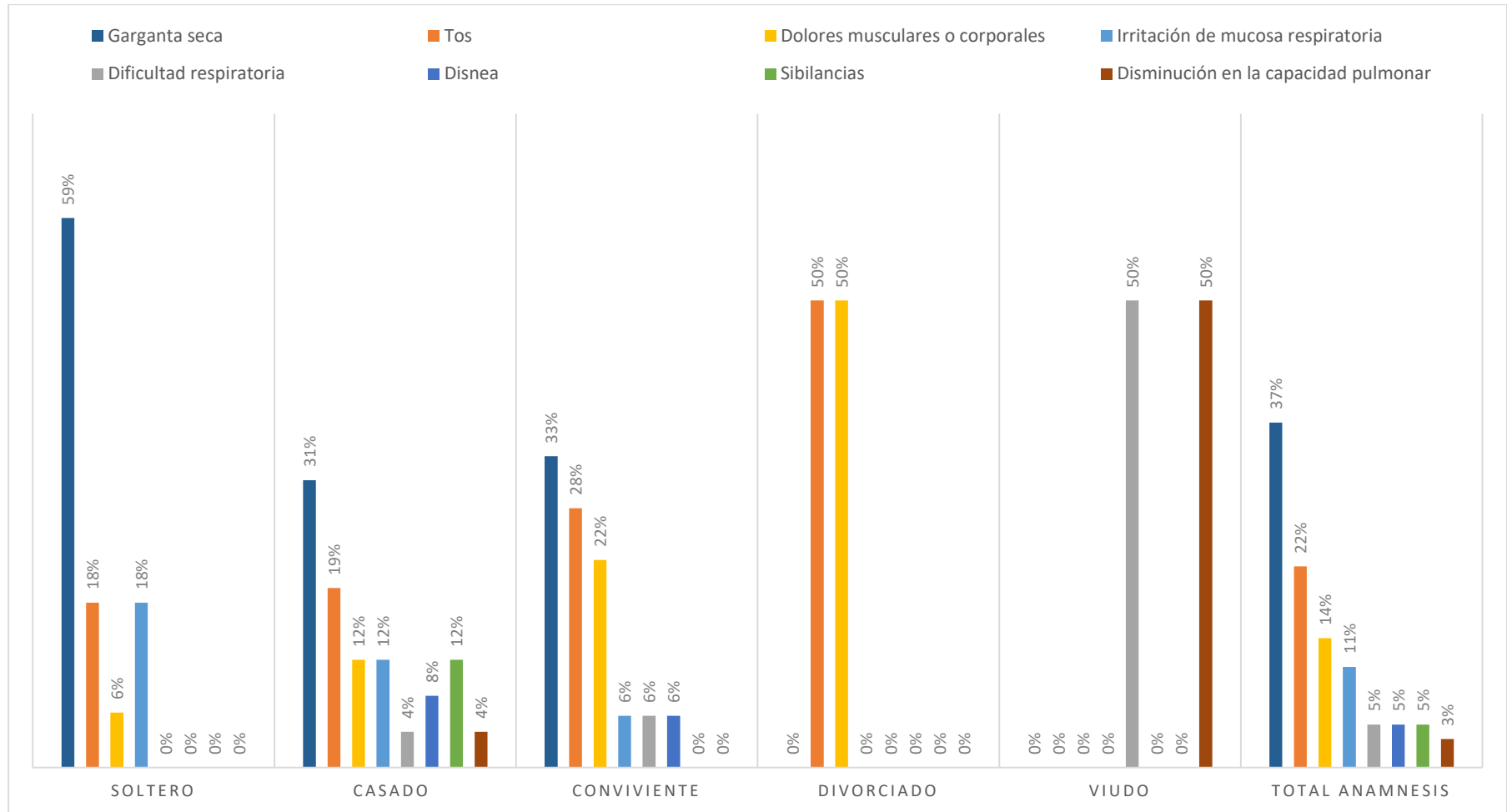
P = 0.03

La tabla n.º 14 según Chi cuadrado ($X^2 = 42.72$) muestra que la clasificación del estado civil con los síntomas que presentan los trabajadores sí presentan relación estadística significativa ($P < 0.05$), la relación existe debido a que existe mayor cantidad de trabajadores solteros, casados y convivientes y una cantidad muy reducida de divorciados y viudos.

Así mismo, se advierte que el síntoma más recurrente independientemente del estado civil es garganta seca con un 37%.

FIGURA 11

RELACIÓN ENTRE EL ESTADO CIVIL Y LOS SÍNTOMAS Y SIGNOS RESPIRATORIOS



Fuente: Matriz de datos

TABLA 15

RELACIÓN ENTRE EL PUESTO DE TRABAJO Y LOS SÍNTOMAS Y SIGNOS RESPIRATORIOS

Síntomas y signos respiratorios Puesto de trabajo	Irritación de mucosa respiratoria	Tos	Dificultad respiratoria	Dolores musculares o corporales	Disnea	Sibilancias	Garganta seca	Disminución en la capacidad pulmonar	TOTAL
Operador de Mezcladora	8%	15%	15%	15%	15%	8%	15%	8%	20%
Operador de Caldero	0%	50%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	3%
Jefe de cuadrilla	0%	25%	0%	50%	0%	0%	25%	0%	6%
Emporador	25%	0%	0%	25%	0%	0%	50%	0%	6%
Ayudante	14%	43%	0%	0%	0%	0%	43%	0%	11%
Obrero	11%	20%	3%	11%	3%	6%	43%	3%	54%
TOTAL ANAMNESIS	11%	22%	5%	14%	5%	5%	37%	3%	100%

Fuente: Matriz de datos

$$X^2 = 24.147$$

$$GL = 35$$

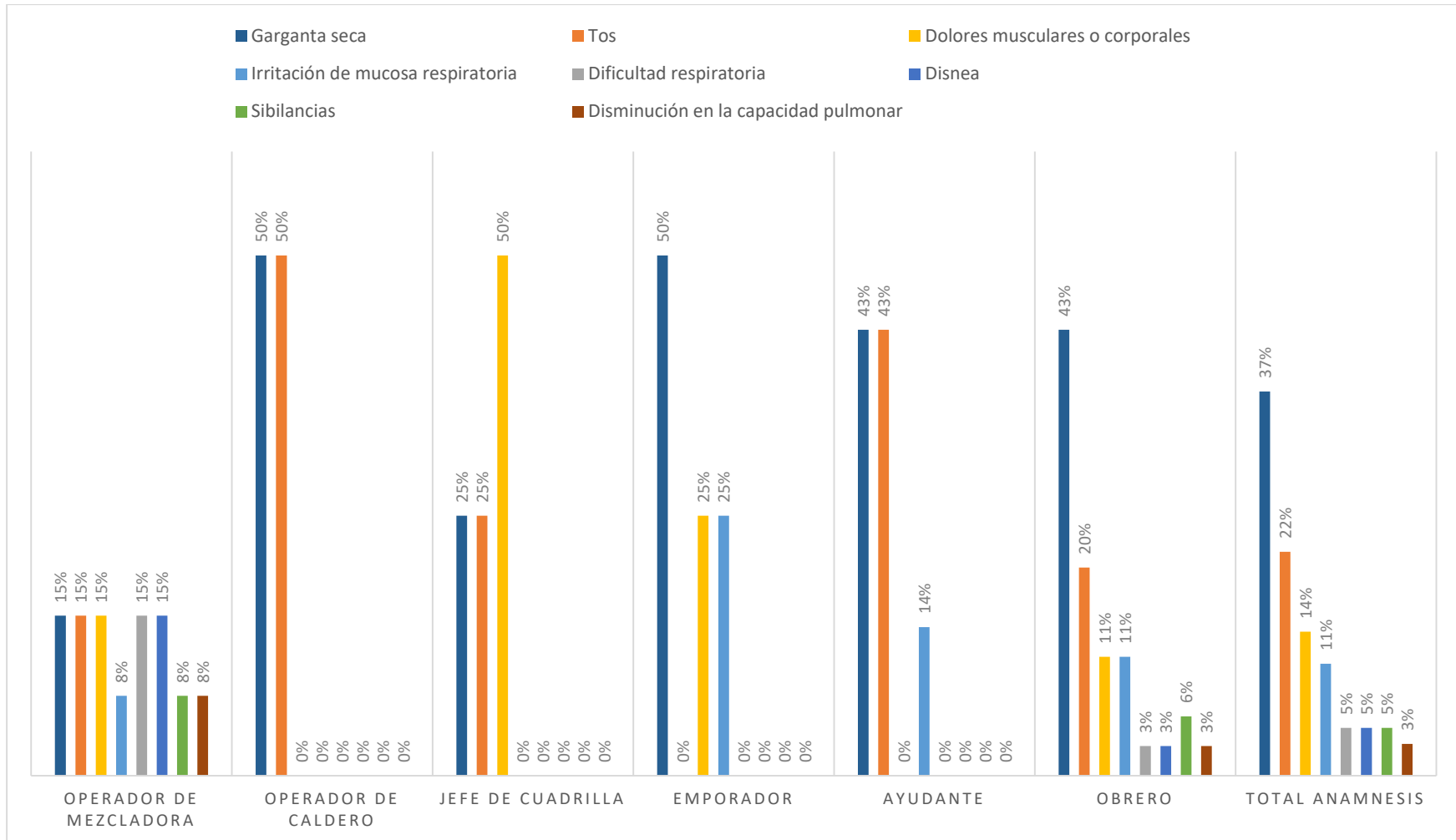
$$P = 0.9162$$

La tabla n.º 15 según Chi cuadrado ($X^2 = 24.147$) muestra que la clasificación del puesto de trabajo con los síntomas que presentan los trabajadores no presentan relación estadística significativa ($P > 0.05$)

Así mismo, se observar que el mayor número de síntomas se encuentra reflejado en los obreros, esto ya que este es el puesto con mayor número de trabajadores con un 54%; se observa también que los operadores de la mezcladora a pesar de ser solo dos poseen 20% del total síntomas.

FIGURA 12

RELACIÓN ENTRE EL PUESTO DE TRABAJO Y LOS SÍNTOMAS Y SIGNOS RESPIRATORIOS



Fuente: Matriz de datos

TABLA 16

RELACIÓN ENTRE LA CONCENTRACIÓN DE POLVO RESPIRABLE Y DE POLVO INHALABLE CON LOS SÍNTOMAS Y SIGNOS RESPIRATORIOS

Síntomas y signos respiratorios	Irritación de mucosa respiratoria	Tos	Dificultad respiratoria	Dolores musculares o corporales	Disnea	Sibilancias	Garganta seca	Disminución en la capacidad pulmonar
	11%	22%	5%	14%	5%	5%	37%	3%
Material particulado	7	14	3	9	3	3	24	2
Polvo respirable	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
Polvo inhalable	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85

Fuente: Matriz de datos

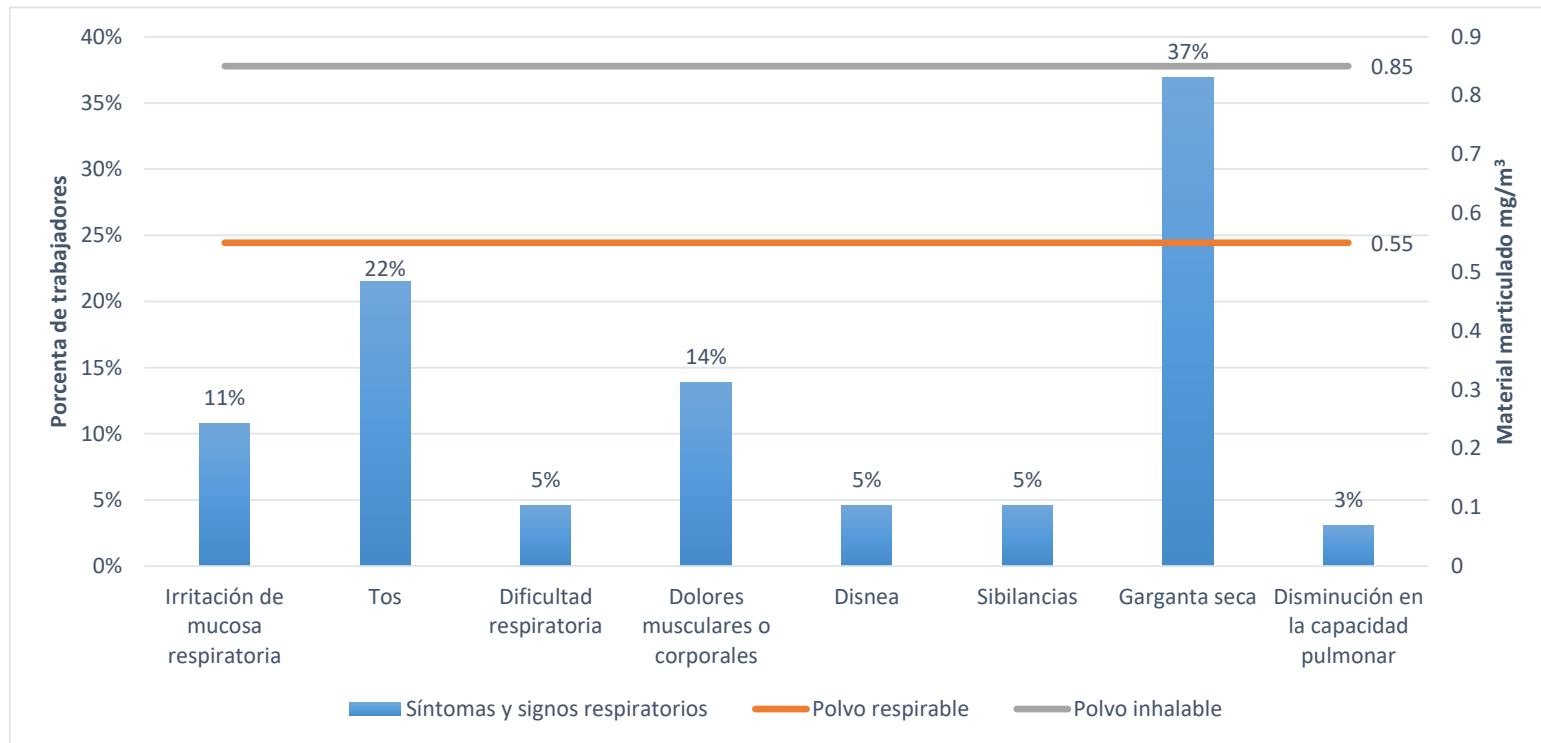
$$X^2 = 0 \quad GL = 7 \quad P = 1$$

La tabla n.º 16 según Chi cuadrado ($X^2 = 0$) muestra que la concentración de polvo respirable y polvo inhalable con los síntomas y signos respiratorios que presentan los trabajadores no presentan relación estadística significativa ($P > 0.05$)

Haciendo un análisis descriptivo, se puede observar que para una concentración de polvo respirable de 0.55 y de polvo inhalable de 0.85 se encontraron siete trabajadores que presentan irritación de mucosa respiratorio; 14, tos; 3, dificultad para respirar; 9, dolores musculares o corporales; 3, disnea; 3, sibilancias; 24, garganta seca y, por último, 2, disminución en la capacidad pulmonar.

FIGURA 13

RELACIÓN ENTRE LA CONCENTRACIÓN DE POLVO RESPIRABLE Y DE POLVO INHALABLE Y LOS SÍNTOMAS Y SIGNOS RESPIRATORIOS



Fuente: Matriz de datos

B. Discusión

En nuestro país, el lugar de trabajo se convierte en el lugar donde las personas permanecen gran parte de su tiempo, ya que existen jornadas de 8, 12 y hasta 16 horas; por ello es fundamental que las empresas funcionen dentro del marco de la ley, que busca asegurar un ambiente de trabajo seguro.

Las principales industrias que generan polvo en sus operaciones son: minería, canteras, cementeras, textiles, panaderías, agricultura, etc. Entendemos por polvo a la dispersión de partículas sólidas en el ambiente, la exposición al polvo en el lugar de trabajo es muy frecuente debido a la propia actividad que se realiza.

Los trastornos respiratorios pueden ser causados por distintas razones. Diversos estudios han demostrado que las partículas suspendidas en el aire o comúnmente llamado polvo, causan problemas en la salud, sobre todo de índole respiratorio. Los principales trastornos respiratorios asociados al material particulado son: bronquitis crónica, asma relacionada con el trabajo, rinitis, faringitis, bronquitis, hiperreactividad bronquial, fibrosis pulmonar, neumoconiosis, entre otros.

En el presente estudio se ha podido encontrar que las características personales de los trabajadores de una planta de prefabricados de concreto en la ciudad de Arequipa, como muestra la tabla N° 1, el 86% de los trabajadores son hombres y el 14% son mujeres, en su mayoría con un 35%, encontrándose en un rango de edad entre los 27 y 35 años y de los cuales mayoritariamente con un 35% son solteros.

Como es sabido en la industria de la construcción siempre predomina el número de trabajadores varones sobre el de mujeres, según el Ministerio de Trabajo y Promoción de Empleo en Perú, la participación femenina en la construcción es del 15%, es el caso de este estudio donde solo el 14% son mujeres y el 86% son varones.

En sus características ocupacionales, se advierte que de los 6 puestos de trabajo sometidos al estudio principalmente son obreros con un 67%, pero mediante la verificación de campo y la observación directa se determinó que el puesto con mayor exposición a material particulado es el puesto de operador de mezcladora con un 4%, es por ello que a partir de este resultado se realizó el método gravimétrico para determinar la fracción inhalable y la fracción respirable comparándolo con lo establecido en la normativa correspondiente el D. S. 024-2016-EM anexo 15 Reglamento para valores límite permisibles para agentes químicos en el ambiente de trabajo. Así mismo, la tabla n.º 5 nos muestra que el tiempo de exposición es de 8 horas, jornada de trabajo establecida por la empresa; así mismo, de los 49 trabajadores, 2 de ellos que representan el 4% frecuentemente realizan horas extra.

En cuanto a los trastornos respiratorios como muestra la tabla n.º 6, se encontró que los trabajadores poseen algunos síntomas de carácter respiratorio, en un mayor porcentaje garganta seca con un 49%, seguido de tos con un 29%. Al hacer la relación entre puesto de trabajo y los síntomas y signos respiratorios según Chi cuadrado ($X^2 = 24.147$) muestra que la clasificación del puesto de trabajo con los síntomas que presentan los trabajadores no presentan relación estadística significativa ($P > 0.05$) y al hacer la relación entre edad y síntomas y signos respiratorios según Chi cuadrado ($X^2 = 28.06$) muestra que la clasificación de los rangos de edades con los síntomas que presentan los trabajadores no presentan relación estadística significativa ($P > 0.05$).

Resumiendo lo descrito en el párrafo anterior, concretizamos que al no encontrar trastornos respiratorios se procede a intentar buscar una relación con los síntomas y signos respiratorios ya estos que si se encontraron en los trabajadores; es así que para explicar si estos síntomas y signos respiratorios están relacionados con la concentración de material particulado existente en el lugar de trabajo se realizaron pruebas estadísticas que arrojan como resultado que no existe una relación significativa de la concentración de polvo respirable y polvo inhalable con los síntomas y signos respiratorios que presentan los trabajadores.

Al revisar los exámenes médicos ocupacionales para evidenciar el diagnóstico de los trabajadores en cuanto a trastornos respiratorios, no se encontraron diagnósticos relacionados con el aparato respiratorio, puesto que no se encontró a ninguno de los trabajadores sometido al estudio diagnosticado para este tipo de trastornos. Se puede mencionar que en cambio sí se encontraron diagnósticos para trastornos auditivos como hipoacusia leve, moderada y severa en varios trabajadores.

Así mismo, no se encontró relación estadísticamente significativa entre la concentración de polvo respirable y polvo inhalable con los síntomas y signos respiratorios que presentan los trabajadores ($P > 0.05$).

Como se puede observar en la tabla número 17 para una concentración de polvo respirable de 0.55 y de polvo inhalable de 0.85, se encontró que el 11% de trabajadores presentan irritación de mucosa respiratorio; 14% tos; 5% dificultad para respirar; 14% dolores musculares o corporales; 5% disnea; 5% sibilancias; 37% garganta seca y, por último, 3% disminución en la capacidad pulmonar.

En cuanto al origen del material particulado según diseño de la mezcla, la tabla n.º 9 muestra que el cemento solo tiene un 19% de la composición total, sin embargo se considera que es el elemento que aporta mayor cantidad de material particulado por la finura de sus partículas. En la tabla n.º 10, el elemento químico que se encontró en mayor proporción fue el arsénico (As) con una concentración de 0.00521 mg/m^3 muy por debajo de su valor límite permisible establecido en 0.01 mg/m^3 y el elemento que se encontró en menor proporción fue el cadmio (Cd) con un valor de 0.00004 mg/m^3 muy por debajo de su valor límite permisible establecido en 0.01 mg/m^3 .

MOLTALVO OLIVARES, Carolina (2014) Lima. En su tesis titulada: *Muestreo de polvo respirable basado en la conformación de Grupos de Exposición Similar (GES) en la minera de fosfatos Miski Mayo – Planta Concentradora* (19). Estudio realizado para determinar el polvo respirable en la minera de fosfatos Miski Mayo – Planta concentradora, trabajó con una población de 52 trabajadores y una muestra de 48 trabajadores, los cuales laboran en turnos de 12 horas diarias; para definir los límites máximos permisibles LMP se basó en el DS 015-2005-SA Reglamento sobre valores límites permisibles para agentes químicos en el ambiente de trabajo y para determinar

el tamaño de partícula usó un sistema de muestreo con filtro IOM con parámetros recomendados por NIOSH (National Institute Occupational Safety Health) (19).

Para la determinación del nivel de exposición, realizó una categorización de los niveles de exposición, siendo estos inapreciables (exposición menor a 25% del LMP), Bajo (Exposición menor al nivel de acción NA), Moderado (Exposición mayor o igual al nivel de acción y menor al LMP), Alto (Exposición mayor o igual al LMP), Crítico (Exposición mayor a 800% del LMP) (19).

Concluyendo de esta manera que el Jefe de guardia de planta concentradora, el operador de la línea 2020, el Operador de relaves gruesos, Operador de silo 2030, operador de área, Técnico de planta, Operador cargador frontal, Operador excavadora, Operador de filtro de banda, no superan los LMP en un sistema de trabajo 4x4, con una jornada laboral de 12 horas diarias (19).

En cuanto al tamaño de partícula (Polvo Respirable 3 mg/m^3 y Polvo Inhalable 10 mg/m^3) como muestra la tabla N° 7 se observa que en la planta de prefabricados de concreto ninguno de los puestos de trabajo supera los LMP establecidos en el DS 015-2005-SA (19).

ANDONAIRE RODRIGUEZ, José (2014) Lima. En su tesis titulada: *Riesgo a la salud por la exposición a partículas ambientales Ciudad: Lima, Perú 2014* (20). Concluyó en su estudio que la calidad del aire de la ciudad de Lima supera los estándares nacionales, así mismo se describen los efectos a la salud por la exposición a partículas, incluyendo las partículas que contaminan el aire, así como los estándares de calidad de aire establecidos en Perú y el mundo para la protección de la salud (20).

MERCADO ORDOÑEZ, María (2014) Lima. En su tesis titulada: *Evaluación de riesgos por material particulado de algodón en una industria textil* (21). Determino las concentraciones de polvo respirable y polvo inhalable en una industria textil a 74 trabajadores con una carga laboral de 40 horas semanales con el método gravimétrico,

ya que se observó cómo problemática la alta exposición de los trabajadores a agentes químicos como el material particulado presente (21). De esta forma obteniendo las concentraciones aplicó medidas preventivas, buscando darle mayor confort al trabajador en su ambiente laboral. (19).

Así mismo, recomendó la elaboración de un programa de mantenimiento preventivo de equipos eléctricos, elaboración de un plan de limpieza frecuente de las áreas de trabajo y capacitó al personal para el uso correcto de sus equipos de protección personal (21).

GOMEZ YEPEZ, Milena (2013) Cataluña. En su investigación titulada: *Exposición laboral a material particulado y nanopartículas y su incidencia en la salud del trabajador* (14). Aborda principalmente el daño que producen en la salud de los trabajadores las partículas más grandes conocidas como MP y las partículas más pequeñas conocidas como nanopartículas NP, aportando sobre las enfermedades laborales ante la exposición no controlada de MP y NP (14).

A pesar que en las investigaciones anteriores se logra asociar las enfermedades respiratorias con la exposición a material particulado, podemos decir que en nuestra investigación por tener características distintas como no exceder los límites máximos permisibles, lo niveles de exposición sean menores, el ambiente laboral sea un ambiente abierto, entre otros; ha permitido que no encontremos patologías de índole respiratoria en los trabajadores, así mismo no se ha encontrado una relación estadísticamente significativa entre el material particulado y los síntomas y signos respiratorios.

Es preciso señalar que los efectos del material particulado suspendido en el aire sobre la salud de los trabajadores varían en intensidad según cada individuo ya que cada uno tiene factores que los hacen completamente diferentes, entre los principales podemos mencionar: estado socioeconómico, estilo de vida, la alimentación, la carga genética, enfermedades pre existentes, uso adecuado de equipo de protección personal, entre otros varios. Es claro que dichos efectos existen. Mientras en algunos sujetos pueden mostrarse algunos síntomas menores (como ojos llorosos, nariz acuosa o alergias leves),

en otros individuos puede causar síntomas agudos como (infecciones a nivel pulmonar, bronquitis u otras enfermedades o trastornos respiratorios).

Por último, podemos concretar que cada organismo es completamente diferente, así estos estén expuestos a una misma fuente y en un mismo periodo de tiempo, los efectos de la exposición no siempre se manifestaran de forma inmediata y al mismo tiempo.



CONCLUSIONES

- PRIMERA:** Se determinó la concentración de polvo respirable, siendo esta de 0.55 mg/m³, y polvo inhalable 0.85 mg/m³ y al compararlas con la normativa nacional vigente D.S.024-2016-EM, anexo 15, que establece los límites máximos permisibles en 3 mg/m³ para polvo respirable y 10 mg/m³ para polvo inhalable. Se concluye que no se exceden los límites máximos permisibles establecidos por ley.
- SEGUNDA:** No se encontraron diagnósticos de trastornos respiratorios en los trabajadores; no obstante, las unidades de estudio presentaron los siguientes síntomas y signos respiratorios: irritación de mucosa respiratoria 11%, tos 22%, dificultad respiratoria 5%, dolores musculares o corporales 14%, disnea 5%, sibilancias 5%, garganta seca 37%, disminución en la capacidad pulmonar 3%.
- TERCERA:** Al realizar las pruebas estadísticas de la relación entre la concentración de polvo respirable y de polvo inhalable con los síntomas y signos respiratorios se concluye que no existe una relación estadística significativa.
- CUARTA:** No se comprobó la hipótesis, debido a que la concentración de polvo respirable y polvo inhalable están dentro de los límites máximos permisibles establecidos en la ley, así mismo se comprobó que no existe un alto grado de exposición para originar trastornos respiratorios, por ello se concluye que el material particulado generado en una planta de prefabricados de concreto. Arequipa 2017 – 2019, no está relacionados con trastornos respiratorios en sus trabajadores.

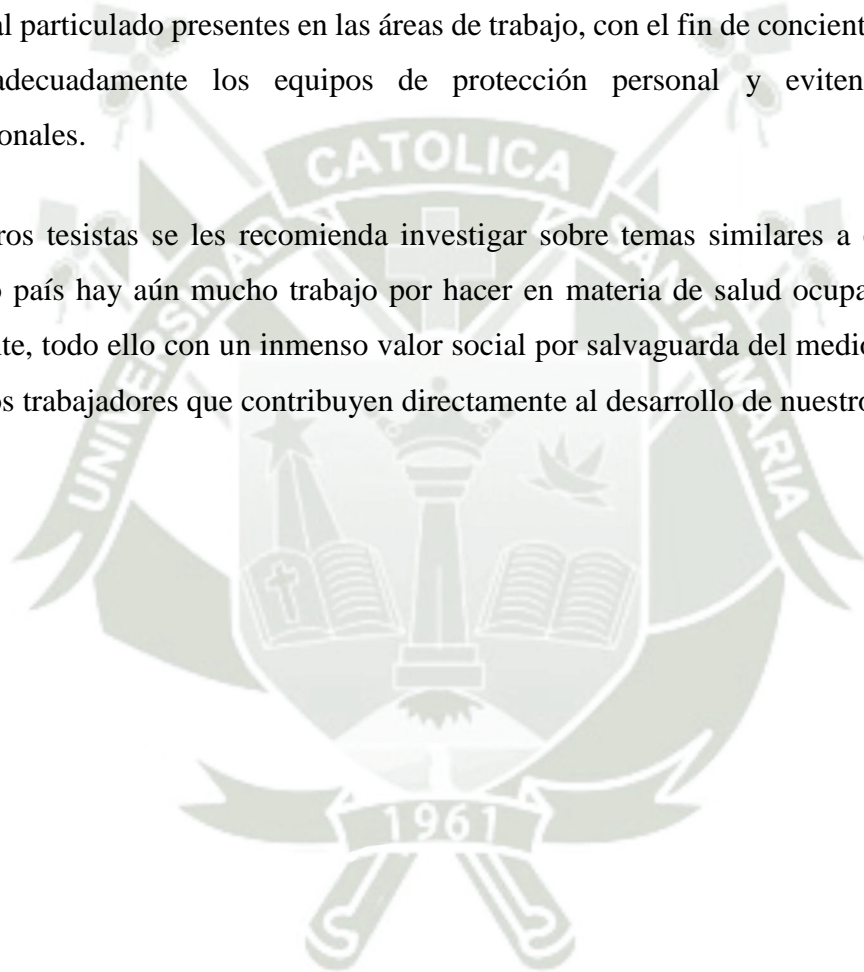
RECOMENDACIONES

Conforme al análisis realizado, se recomienda lo siguiente:

- A la gerencia general, se recomienda a seguir manteniendo sus niveles de concentración de polvo inhalable y respirable por debajo de los límites máximos permisibles establecidos por ley, y de ser posibles reducirlos para así minimizar más aún cualquier posible daño en la salud de sus trabajadores.
- A las jefaturas a realizar la identificación de peligros, riesgos e implementar las medidas de control adecuadas para reducir significativamente los riesgos que puedan ocurrir; para el caso de la exposición a material particulado, se recomienda las siguientes medidas de control: Uso de equipo de protección personal (Epp) específico para polvos, reducción de la emisión de polvos de la fuente, capacitaciones sobre el uso correcto del Epp, intervalos de descanso e hidratación continua, usar Epp específico para proteger la vista, buena higiene e hidratación de la piel, y por último controles médicos periódicos para los trabajadores expuestos.
- A la gerencia general, a continuar con los monitoreos de material particulado inhalable y respirable para el área operativa de la empresa; para determinar el comportamiento de estos contaminantes en periodos de alta y baja producción, como en diferentes condiciones ambientales y descartar la exposición de los trabajadores a estos contaminantes. Así mismo, a realizar un monitoreo ocupacional de agentes físicos, ya que se evidenciaron diagnósticos de trastornos auditivos.
- A las jefaturas, a realizar el cambio de los equipos de protección respiratoria cuando hayan alcanzado el tiempo de vida útil o presenten algún deterioro, los filtros deben ser descartados como residuos peligrosos. Implementar equipos de protección personal específica para vías respiratorias a los trabajadores que desempeñen los puestos de Operador de Mezcladora, debido a que son los más expuestos a material particulado,

aunque no se excedan el valor límite permisible establecido en la legislación vigente para el Perú.

- Al área de Recursos Humanos, implementar un programa anual de capacitaciones, donde se instruya a los trabajadores sobre el uso adecuado de sus equipos de protección personal, para evitar los daños de este contaminante en la salud del trabajador expuesto, así mismo, a capacitar a los trabajadores sobre los riesgos por exposición a altas concentraciones de material particulado presentes en las áreas de trabajo, con el fin de concientizarles para que usen adecuadamente los equipos de protección personal y eviten enfermedades profesionales.
- A futuros tesis se les recomienda investigar sobre temas similares a este, ya que en nuestro país hay aún mucho trabajo por hacer en materia de salud ocupacional y medio ambiente, todo ello con un inmenso valor social por salvaguarda del medio ambiente y de nuestros trabajadores que contribuyen directamente al desarrollo de nuestro país.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Perú. El Peruano. [Online]. Lima: Diario oficial el Peruano; 2020 [cited 2020 08 12. Disponible en: <https://diariooficial.elperuano.pe/pdf/0001/1-constitucion-politica-del-peru-1.pdf>.
2. Perú. Plataforma digital única del Estado Peruano. [Online].; 2020 [cited 2020 09 19. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/256661-26842>.
3. Perú. Plataforma digital única del Estado Peruano. [Online].; 2020 [cited 2020 10 11. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/informes-publicaciones/284783-reglamento-interno-de-seguridad-y-salud-en-el-trabajo>.
4. Ministerio de Energía y Minas. Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral. [Online].; 2016 [cited 2019 01 23. Disponible en: https://drive.google.com/file/d/1jTjOpYNrPcvCwHGC3nXuhtwuCte_9ge1/view.
5. Consejería de Salud de la Región de Murcia. El portal sanitario de salud de Murcia. [Online].; 2011 [cited 2019 04 17. Disponible en: <http://www.murciasalud.es/pagina.php?id=244308&idsec=1573#>.
6. G CFG, C PCB, Tangarife CA. Contaminación por material particulado (PM_{2,5} y PM₁₀) y consultas por enfermedades respiratorias en Medellín (2008-2009). Revista Facultad Nacional de Salud Pública. 2011 Septiembre / Diciembre; 29(3).
7. Ministerio de Salud DIGESA. MINSA. [Online].; 2005 [cited 2019 09 12. Disponible en: http://bvs.minsa.gob.pe/local/minsa/1170_DIGESA44.pdf.
8. Instituto de Ceramica y Vidrio. Instituto de Ceramica y Vidrio. [Online].; 2015 [cited 2019 01 22. Disponible en: <http://www.icv.csic.es/prevencion/Documentos/manuales/polvo.pdf>.
9. Ministerio del Ambiente. Ministerio del Ambiente. [Online].; 2002 [cited 2019 01 21.
10. ESSALUD SSdS. Centro de prevención de riesgos del trabajo - CEPRIT. [Online].; 2014 [cited 2020 02 15. Disponible en: http://www.essalud.gob.pe/downloads/ceprit/BoletinCPR05_2014.pdf.
11. Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. EPA. [Online].; 2018 [cited 2019 01 20. Disponible en: <https://espanol.epa.gov/espanol/efectos-del-material-particulado-pm-sobre-la-salud-y-el-medioambiente>.
12. World Health Organization (WHO). Air Quality Guidelines for Europe (Second edition). [Online].; 2000 [cited 17 04 2019. Disponible en: <http://www.euro.who.int/en/home>.
13. Gobierno de España - Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. Ministerio de Sanidad. [Online].; 2019 [cited 2020 05 04. Disponible en: <https://www.mscbs.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/silicosis.pdf>.

14. GY M. Prevención Integral. [Online].; 2013 [cited 2019 01 21. Disponible en: <https://www.prevencionintegral.com/canal-orp/papers/orp-2013/exposicion-laboral-material-particulado-nanoparticulas-su-incidencia-en-salud-trabajador>.
15. Aceros Arequipa. Aceros Arequipa, Manual del Maestro Constructor. [Online].; 2015 [cited 2019 04 17. Disponible en: <http://www.acerosarequipa.com/manual-del-maestro-constructor/materiales-de-construccion/concreto.html>.
16. Lopez LGd. Universidad Nacional de Colombia. [Online].; 2003 [cited 2019 01 21. Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/6167/>.
17. TH M. Concreto Diseño Plástico Teoría Elástica. 2nd ed. Mexico DF: Patria; 1991.
18. Argentina UNdN. Facultad de Ingeniería. [Online].; 2014 [cited 2019 10 14. Disponible en: <http://ing.unne.edu.ar/pub/quimica/cemento.pdf>.
19. MO C. Repositorio Universidad Nacional de Ingeniería. [Online].; 2014 [cited 2019 01 21. Disponible en: http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/11865/1/montalvo_oc.pdf.
20. AR J. Repositorio Universidad Nacional de Ingeniería. [Online].; 2014 [cited 2019 01 21. Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/5085>.
21. MO M. Repositorio Universidad Nacional de Ingeniería. [Online].; 2014 [cited 2019 01 21. Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/12059>.
22. MC P. Repositorio Académico de la universidad de Chile. [Online].; 2009 [cited 2019 01 21. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/116518>.



ANEXO N° 1
VALIDACIÓN FICHA ESTRUCTURADA B



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Quien suscribe, GONZALO CARLOS CÁRDENAS CERVANTES con documento nacional de identidad N° 29722263 de profesión MEDICO GERIATRO con número de colegiatura CMP N° 39420, con grado de, MAESTRO SAUUB OCUPACIONAL ejerciendo actualmente como GERENTE SAUUB OCUPACIONAL en la Institución SERVICIOS MINERIA INC. SUCURSAL DEL PERU.

Por medio de la presente hago constar que he revisado a fines de validación el Instrumento (Ficha de observación estructurada “B”), a efectos de su aplicación en la tesis titulada: “RELACIÓN ENTRE EXPOSICIÓN A MATERIAL PARTICULADO Y TRASTORNOS RESPIRATORIOS EN TRABAJADORES DE UNA PLANTA DE PREFABRICADOS DE CONCRETO. AREQUIPA, 2017 - 2019 “,

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones. Existe una EXCELENTE Congruencia de Ítems Amplitud de contenido Redacción de los Ítems Claridad y precisión Pertinencia.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de Ítems				X
Amplitud de contenido				X
Redacción de los Ítems				X
Claridad y precisión				X
Pertinencia				X

Arequipa 16 de Setiembre del 2019


Gonzalo Cárdenas Cervantes
HEALTH SERVICES MANAGER
PROYECTO QUELLAVECO
SERVICIOS MINERIA INC
Sucursal Perú



CONSENTIMIENTO INFORMADO DE PARTICIPACIÓN EN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Dirigido a: CONCRETOS MOLDEADOS S.A.C

Mediante la presente, se le solicita su autorización para participar de estudios enmarcados en el Proyecto de investigación **“RELACIÓN ENTRE EXPOSICIÓN A MATERIAL PARTICULADO Y TRASTORNOS RESPIRATORIOS EN TRABAJADORES DE UNA PLANTA DE PREFABRICADOS DE CONCRETO. AREQUIPA, 2019.”**, presentado por el bachiller **JOSE ALEJANDRO DIAZ SEGURA**, para optar el grado académico de Maestro en Salud Ocupacional y del Medio Ambiente.

Dicho Proyecto tiene como objetivo principal **“Identificar la relación entre exposición a material particulado y trastornos respiratorios en los trabajadores de una planta de prefabricados de concreto.”** En función de lo anterior es pertinente su participación en el estudio, por lo que, mediante la presente, se le solicita su consentimiento informado.

Al colaborar usted con esta investigación, deberá proporcionar autorización al investigador y colaboradores para acceder a las instalaciones de sus plantas de adoquines y postes, para la respectiva recogida de datos, así como permitir el acceso a los exámenes médicos ocupacionales de los trabajadores de las áreas de estudio, lo cual se realizará mediante una investigación de campo y documental respectivamente. Dicha actividad durará aproximadamente 1 semana durante tres días y será realizada en la Planta de prefabricados de concreto de la ciudad de Arequipa perteneciente a su empresa, la actividad se realizará durante la jornada laboral.

Los alcances y resultados esperados de esta investigación son encontrar la relación entre la exposición a material particulado y trastornos respiratorios en trabajadores de una planta de prefabricados de concreto, por lo que los beneficios reales o potenciales que usted podrá obtener de su participación en la investigación son. Conocer si existe relación entre la exposición a material particulado y trastornos respiratorios de sus trabajadores, implementación de medidas de control para la mitigación y/o eliminación de los riesgos asociados, además de posibles beneficios a terceros como futuros alumnos, colegas, sociedad, etc.) Además, su participación en este estudio

no implica ningún riesgo de daño físico ni psicológico para usted, y se tomarán todas las medidas que sean necesarias para garantizar la **salud e integridad física y psíquica** de quienes participen del estudio.

Todos los datos que se recojan, serán estrictamente **anónimos y de carácter privados**. Además, los datos entregados serán absolutamente **confidenciales** y sólo se usarán para los fines científicos de la investigación. El responsable de esto, en calidad de **custodio de los datos**, será el Investigador Responsable del proyecto, quien tomará todas las medidas necesarias para cautelar el adecuado tratamiento de los datos, el resguardo de la información registrada y la correcta custodia de estos. El investigador Responsable del asegura la **total cobertura de costos** del estudio, por lo que su participación no significará gasto alguno. Por otra parte, la participación en este estudio **no involucra pago o beneficio económico** alguno.

Si presenta dudas sobre este proyecto o sobre su participación en él, puede hacer preguntas en cualquier momento de la ejecución del mismo. Igualmente, puede retirarse de la investigación en cualquier momento, sin que esto represente perjuicio. Es importante que usted considere que su participación en este estudio es **completamente libre y voluntaria**, y que tiene derecho a negarse a participar o a suspender y dejar inconclusa su participación cuando así lo desee, sin tener que dar explicaciones ni sufrir consecuencia alguna por tal decisión.

Desde ya le agradecemos su participación.



JOSE ALEJANDRO DIAZ SEGURA

Investigador Responsable



ANEXO N° 3
CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS BOMBAS GRAVIMÉTRICAS



Página 1 de 1

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° PL-FV0169-07

1. CLIENTE: E&L ENVIRONMENTAL CONSULTING SERVICES S.R.L.

2. DATOS DEL EQUIPO:
INSTRUMENTO CALIBRADO: Bomba gravimétrica
MARCA: Sensidyne **INTERVALO DE INDICACION:** 0,5 l/min a 5
MODELO: GIL AIR 5 **RESOLUCIÓN:** 0,5 l/min
SERIE: 20120101005
COD. INTERNO: EL/BG/02 **CONDICIÓN:** Usado

3. LUGAR DE CALIBRACIÓN: PAZ LABORATORIOS S.R.L.

4. FECHA DE CALIBRACIÓN: 2019-07-05

5. CONDICIONES AMBIENTALES:

	TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA	PRESIÓN
INICIAL:	19,8 °C	25,2 %HR	769,0 mbar
FINAL:	19,6 °C	25,3 %HR	769,1 mbar

6. PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS:
Comparación directa con patrones trazables.

7. PATRONES UTILIZADOS:

EQUIPO	MARCA/MODELO	SERIE/LOTE	N° CERTIFICADO
Termo-Higrómetro	VAISALA / HMT330	R1210681	HEL 191210206
Barómetro	KESTREL / 5501	2277547	MN-017-2018
Medidor de flujo digital	TSI/4143	41431728002	LF-052019

8. RESULTADOS:

Punto	Valor patrón (l/min)	Lectura del equipo (l/min)	Corrección (l/min)	Incertidumbre (l/min)
1	1,235	1,5	-0,3	± 0,08
2	2,635	3,0	-0,4	± 0,10
3	3,417	4,0	-0,6	± 0,18

9. OBSERVACIONES:
 Los resultados emitidos son válidos únicamente para el equipo calibrado, en el momento de la calibración.
 La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k=2 de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
 La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
 PAZ LABORATORIOS no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado del instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

Arequipa , 5 de Julio de 2019

Eruzo Edgardo Paz Gonzales
 REPRESENTANTE LEGAL
 PAZ LABORATORIOS S.R.L.

Luis Mamani Chávez
 TÉCNICO RESPONSABLE

FEC-001 REV. 01

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

000195



Página 1 de 1

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° PL-FV135-05

1. CLIENTE: E & L Environmental Consulting Services S.R.L.

2. DATOS DEL EQUIPO:
INSTRUMENTO CALIBRADO: Bomba gravimétrica
MARCA: Sensidyne **INTERVALO DE INDICACION:** 0,5 l/min - ,01/min
MODELO: Gilian AIRS **RESOLUCIÓN:** 0,5 l/min
SERIE: ALS5612
COD. INTERNO: EL/BG/03 **CONDICIÓN:** Usado

3. LUGAR DE CALIBRACIÓN: PAZ LABORATORIOS S.R.L.

4. FECHA DE CALIBRACIÓN: 2019-05-14

5. CONDICIONES AMBIENTALES:

	TEMPERATURA	HUMEDAD RELATIVA	PRESIÓN
INICIAL:	25,7 °C	25,0 %HR	768,9 mb
FINAL:	25,9 °C	25,1 %HR	769,0 mb

6. PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS:
Comparación directa con patrones trazables.

7. PATRONES UTILIZADOS:

EQUIPO	MARCA/MODELO	SERIE/LOTE	N° CERTIFICADO
Termo-Higrómetro	VAISALA / HMT330	R1210681	HEL 191210206
Barómetro	KESTREL / 5501	2277547	MN-017-2018
Medidor de flujo digital	TSI/4143	41431728002	LF-052019

8. RESULTADOS:

Valor patrón (l/min)	Lectura del equipo (l/min)	Corrección (l/min)	Incertidumbre (l/min)
0,948	1,0	0,0	± 0,08
1,768	2,0	-0,2	± 0,08
2,521	3,0	-0,5	± 0,11
3,332	4,0	-0,7	± 0,11

9. OBSERVACIONES:
 Los resultados emitidos son válidos únicamente para el equipo calibrado, en el momento de la calibración.
 La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k=2 de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
 La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
 PAZ LABORATORIOS no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado del instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

Arequipa , 14 de mayo de 2019

Efraim Edgardo Paz Gonzales
 REPRESENTANTE LEGAL
 PAZ LABORATORIOS S.R.L.

Luis Mamani Chávez
 TÉCNICO RESPONSABLE
 PAZ LABORATORIOS S.R.L.

FEC-001 REV. 01

"EL USO INDEBIDO DE ESTE CERTIFICADO DE CALIBRACION CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LEY"

000161

ANEXO N° 4
MATRIZ DE SISTEMATIZACIÓN DE DATOS



Nº	Variable de estudio	Irritación de mucosa respiratoria	Tos	Dificultad respiratoria	Dolores musculares o corporales	Disnea	Sibilancias	Garganta seca	Disminución en la capacidad pulmonar
1	Operador de mezcladora 1	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Operador de mezcladora 2		X	X	X	X		X	
3	Operador de Caldero		X					X	
4	Jefe de cuadrilla 1		X		X				
5	Jefe de cuadrilla 2				X			X	
6	Emporador 1				X				
7	Emporador 2	X							
8	Emporador 3							X	
9	Emporador 4							X	
10	Ayudante 1		X					X	
11	Ayudante 2	X						X	
12	Ayudante 3								
13	Ayudante 4								
14	Ayudante 5		X						
15	Ayudante 6		X					X	
16	Ayudante 7								
17	Obrero 1							X	
18	Obrero 2							X	
19	Obrero 3		X						
20	Obrero 4							X	
21	Obrero 5		X					X	
22	Obrero 6							X	
23	Obrero 7								

24	Obrero 8		X					X	
25	Obrero 9				X				
26	Obrero 10								
27	Obrero 11							X	
28	Obrero 12	X							
29	Obrero 13							X	
30	Obrero 14								
31	Obrero 15						X	X	
32	Obrero 16								
33	Obrero 17		X		X				
34	Obrero 18								
35	Obrero 19							X	
36	Obrero 20	X							
37	Obrero 21							X	
38	Obrero 22			X					X
39	Obrero 23								
40	Obrero 24	X	X		X			X	
41	Obrero 25		X						
42	Obrero 26								
43	Obrero 27					X	X		
44	Obrero 28		X					X	
45	Obrero 29								
46	Obrero 30	X						X	
47	Obrero 31								
48	Obrero 32							X	
49	Obrero 33				X				



ANEXO N° 5
MATRIZ IPERC BASADA EN LA MATRIZ DE RIESGOS PARA DETERMINAR EL NIVEL DE RIESGO DE LA EXPOSICIÓN

Identificación de peligros, evaluación de riesgos y medidas de control		TESIS: RELACIÓN ENTRE EXPOSICIÓN A MATERIAL PARTICULADO Y TRASTORNOS RESPIRATORIOS EN TRABAJADORES DE UNA PLANTA DE PREFABRICADOS DE CONCRETO. AREQUIPA, 2017 - 2019			Determinando el nivel de riesgo de la exposición según el anexo 07 de la Ley 29783 DS 024-2016 EM						
Tarea: Fabricación de postes de CAC					FECHA: Durante la investigación						
Área/Sección/Dto: Producción				Lugar / Equipo: Planta de Postes		GERENCIA: Producción					
DATOS DE LOS TRABAJADORES					MATRIZ DE RIESGOS						
HORA	OCUPACION	REGISTRO	NOMBRES Y APELLIDOS	FIRMA	SEVERIDAD	FRECUCENCIA					
						Comun A	Ha sucedido B	Podría suceder C	Raro que suceda D	Practicamente imposible que suceda E	
8:00 - 17:00	Operadores de Mezcladora	N/A	Varios		Catastrofico	1	1	2	4	7	11
8:00 - 17:00	Operadores de Caldero	N/A	Varios		Mortalidad	2	3	5	8	12	16
8:00 - 17:00	Jefe de cuadrilla	N/A	Varios		Permanente	3	6	9	13	17	20
8:00 - 17:00	Emporadores	N/A	Varios		Temporal	4	10	14	18	21	23
8:00 - 17:00	Ayudantes	N/A	Varios		Menor	5	15	19	22	24	25
8:00 - 17:00	Obreros	N/A	Varios								
DESCRIPCION DEL PELIGRO	RIESGOS	EVALUACION IPER (NIVEL DE RIESGO)			MEDIDAS DE CONTROL A IMPLEMENTAR	EVALUACION IPER (NIVEL DE RIESGO)					
		A	M	B		A	M	B			
Exposición a partículas de polvo en suspensión producto de la elaboración de postes de concreto	Dificultad para respirar				Uso de Epp específico para polvos Reducción de la emisión de polvos de la fuente Capacitaciones sobre el uso correcto del Epp Intervalos de descanso e hidratación continua				19		
	síntomas y signos respiratorios										
	Trastornos respiratorios		10								
	Cansancio										
SECUENCIA PARA CONTROLAR EL PELIGRO Y REDUCIR EL RIESGO (priorice los controles identificados)											
1. Reducción de la emisión de polvos de la fuente					5.						
2. Capacitaciones sobre el uso correcto del Epp					6						
3. Uso de Epp específico para polvos (respiradores)					7						
4. Intervalos de descanso e hidratación continua					0						

El formato de la presente matriz ha sido extraído del anexo 7 del DS 024-2016-EM y ha sido utilizado para poder determinar el nivel de exposición de los trabajadores. Como se puede apreciar en el resultado del análisis existe un nivel de exposición medio que significa que se debe iniciar medidas para eliminar/reducir el riesgo. Implementando las medidas de control se convertiría en un riesgo bajo, lo que significa que este puede ser tolerable.



ANEXO N° 6
IMÁGENES DE OPERADOR DE MEZCLADORA CON SU EQUIPO DE MUESTREO







ANEXO N° 7
IMAGEN DE OPERADOR DE CALDERO CON SU EQUIPO DE MUESTREO

