



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA  
MÉDICA

“VARIACIÓN DEL VOLUMEN ESPIRATORIO  
FORZADO EN EL PRIMER SEGUNDO (VEF1) EN  
EL PERSONAL DE UNA FABRICA DE CEMENTO  
EN LIMA – JUNIO 2017”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE LICENCIADO  
EN TECNOLOGÍA MÉDICA EN TERAPIA FÍSICA Y  
REHABILITACIÓN

Presentado por:

AUTOR: HUALLPA QUISPE, MARIA RUTH  
RAMOS LOAYZA, WUENDY

ASESOR: LIC. CHERO PISFIL, SANTOS

LIMA – PERU

2017



## **DEDICATORIA**

A nuestros padres porque creyeron en nosotras y porque nos sacaron adelante, brindándonos su apoyo incondicional, ejemplos dignos de superación y entrega.

A mis padrinos Ernesto Blum y Elena Frieben Blum, por su apoyo incondicional.

A nuestros hermanos y amigos.

Gracias por haber fomentado en nosotras el deseo de superación y anhelo de triunfo en la vida.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darnos el don de la vida y la sabiduría para formarnos como profesionales, por ayudarnos en los momentos más difíciles que se nos presentaron en todo el transcurso de nuestra carrera. A nuestros padres, Familiares y amistades que con mucho amor y apoyo incondicional nos han sabido guiar con sus consejos y gracias a ello hemos salido adelante a pesar de las dificultades. A nuestros docentes de nuestra universidad NORBERT WIENER, por prepararnos para darnos una mejor enseñanza y tener nuevos conocimientos mediante las distintas áreas de nuestra carrera y formarnos como profesionales. A nuestro asesor, Lic. Santos Chero Pisfíl, por todos sus conocimientos aportados.

**ASESOR**

Licenciado en Tecnología Médica: Fisioterapeuta Cardiorrespiratorio

Santos Lucio , Chero Pisfíl

## **JURADOS**

**Presidente:** Dra. Claudia Arispe Alburqueque.

**Secretario:** Mg. Miguel Sandoval Vegas.

**Vocal:** Mg. Yolanda Reyes Jaramillo.

.

## **ÍNDICE**

<b>CAPITULO I</b>	<b>12</b>
<b>1. EL PROBLEMA</b>	<b>12</b>
1.1. Planteamiento del problema	12
1.2. Formulación del problema	14
1.3. Justificación	14
1.4. Objetivo	16
1.4.1. General	16
1.4.2. Específico	16
<b>CAPITULO II</b>	<b>17</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	<b>17</b>
2.1. Antecedentes	17
2.2. Base teórica	25
2.3. Definición operacional de términos	38
2.4. Hipótesis	39
2.5. Variables e indicadores	40
<b>CAPITULO III</b>	<b>42</b>
<b>DISEÑO Y MÉTODO</b>	<b>42</b>
3.1. Tipo de investigación	42
3.2. Ámbito de Investigación	42
3.3. Población y muestra	43
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	43
3.5. Plan de procesamiento y análisis de datos	43
3.6. Aspectos éticos	43
<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>45</b>

4.1 Resultados	45
4.2 Discusión	57
<b>CAPÍTULO V</b>	<b>59</b>
5.1 Conclusiones	59
5.2 Recomendaciones	60
<b>7. REFERENCIAS</b>	<b>61</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>67</b>

## INDICE DE TABLAS/GRAFICOS

	PAG
TABLA 1 Tabla descriptiva segmentada por grupo etario: Tiempo de trabajo (años), vs variables dependientes.	45
TABLA 1.1 Tabla de comparaciones múltiples entre grupos Etarios: Tiempo de trabajo (años) vs variables dependientes.	46
TABLA 1.2 Subconjuntos homogéneos entre grupos Etarios: Tiempo de trabajo (años) vs variables dependientes.	47
TABLA 2 Tabla descriptiva segmentada por Áreas de Trabajo, vs variables dependientes.	48
TABLA 2.1 Tabla de comparaciones múltiples entre Áreas de Trabajo vs variables dependientes.	49
TABLA 2.2 Subconjuntos homogéneos entre Áreas de Trabajo vs variables dependientes.	50
TABLA 3 Tabla descriptiva segmentada por grupo etario: Edades (años), vs variables dependientes.	51
TABLA 3.1 Tabla de comparaciones múltiples entre grupos Etarios: Edades (años) vs variables dependientes	53
TABLA 3.2 Subconjuntos homogéneos entre grupos Etarios: Edades (años) vs variables dependientes.	54

## RESUMEN

La espirometría permite determinar si los factores de riesgo a los que se encuentran expuestos los trabajadores en su sitio de trabajo pueden estar deteriorando la función pulmonar; esta prueba evalúa los volúmenes y los flujos pulmonares en las variables de: capacidad vital forzada (CVF), volumen espiratorio forzado en un segundo (**VEF1**). La contaminación atmosférica hoy en día provoca diversos problemas en la salud del ser humano destacándose las de tipo respiratorio. En este estudio se observó la variación del VEF1 en los trabajadores de una fábrica de cemento.

**Objetivo:** Determinar la variación del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1) en el personal de una fábrica de cemento en Lima – junio 2017.

**Material y método:** el tipo de estudio que se realizó es de metodología transversal descriptiva sin intervención, diseño observacional, con una muestra no probabilística por conveniencia conformada por 136 fichas clínicas de trabajadores de una fábrica de cemento, que asistieron a su evaluación médica ocupacional, en Lima junio - 2017.

**Resultados:** se observó que no existe variación del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1) en el personal de una fábrica de cemento en Lima junio 2017, ya que al comparar las diferentes categorías de los grupos etarios el valor de  $P > 0.05$ ,

**Conclusiones:** se concluye que No Existe variación en el volumen espiratorio forzado en el primer segundo ( $p > 0,05$ ) al comparar las categorías en el grupo etario Tiempo de trabajo, luego se puede observar que, en todas las áreas de trabajo, No Existe variación en el volumen espiratorio forzado en el primer segundo ( $p > 0,05$ ) y por último se pudo observar que en todos los subconjuntos del grupo etario: Edad (años), No Existe variación en el volumen espiratorio forzado en el primer segundo ( $p > 0,05$ ). Por lo tanto, se concluye que NO existe variación del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (vef1) en el personal de una fábrica de cemento en Lima – junio 2017.

**Palabras clave:** espirometría, vef1, personal de construcción.

## SUMMARY

Spirometry allows determining if the risk factors to which workers are exposed in their workplace may be deteriorating lung function; this test evaluates lung volumes and flows in the variables of: forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in one second (FEV1). Atmospheric pollution today causes various problems in the health of the human being standing out the respiratory type. In this study, we observed the variation of FEV1 in the workers of a cement factory.

**Objective:** To determine the variation of the forced expiratory volume in the first second (FEV1) in the personnel of a cement factory in Lima - June 2017.

**Material and method:** the type of study that was carried out is a descriptive cross-sectional methodology without intervention, observational design, with a non-probabilistic convenience sample consisting of 136 clinical records of workers of a cement factory, who attended their occupational medical evaluation, in Lima June - 2017.

**Results:** It was observed that there is no variation of the forced expiratory volume in the first second (FEV1) in the personnel of a cement factory in Lima in June 2017, since when comparing the different categories of the age groups the value of  $P > 0.05$

**Conclusions:** it is concluded that there is no variation in forced expiratory volume in the first second ( $p > 0.05$ ) when comparing the categories in the age group Work time, then it can be seen that, in all work areas, No There is variation in the forced expiratory volume in the first second ( $p > 0.05$ ) and finally it was observed that in all the subsets of the age group: Age (years), No variation in the forced expiratory volume in the first second ( $p > 0.05$ ). Therefore, it is concluded that there is NO variation of forced expiratory volume in the first second (vef1) in the personnel of a cement factory in Lima - June 2017.

**Key words:** spirometry, vef1, construction personnel.

## CAPITULO I

### 1. EL PROBLEMA

#### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La espirometría se ha impuesto como una útil herramienta clínica aplicada ampliamente en la evaluación del estado funcional del sistema respiratorio. Sus indicaciones pueden ser de tipo: diagnóstico, de monitoreo, para evaluar grados de incapacidad o de trastorno y también para propósitos de salud pública tales como estudios epidemiológicos y la obtención de valores normales o de referencia. Los resultados de las pruebas espirométricas se utilizan para tomar decisiones en pacientes y pueden tener un efecto importante sobre el estilo y normas de vida, así como en el futuro tratamiento de una persona <sup>(1)</sup>.

La espirometría permite determinar si los factores de riesgo a los que se encuentran expuestos los trabajadores en su sitio de trabajo pueden estar deteriorando la función pulmonar; esta prueba evalúa los volúmenes y los flujos pulmonares en las variables de: capacidad vital forzada (CVF), volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1), obteniéndose un resultado numérico de la relación VEF1/CVF y un espirograma con curva Volumen/tiempo y flujo/Volumen <sup>(2)</sup>.

En el área de salud ocupacional; los polvos orgánicos e inorgánicos afectan de diversas maneras las vías respiratorias superiores e inferiores, dando origen a las llamadas neumoconiosis, denominadas así porque son un grupo de enfermedades producidas por la exposición mantenida a altas concentraciones de polvo, que cuando se depositan en los pulmones provocan una reacción fibrosa <sup>(3)</sup>.

Los trabajadores de construcción civil, quienes manipulan concreto y trabajan en demolición, limpieza, carga y transporte de material, podrían estar afectados por una enfermedad crónica pulmonar causada por respirar polvo con partículas de sílice cristalino, advirtió el Centro Nacional de Salud Ocupacional y Protección del Ambiente (CENSOPA) <sup>(4)</sup>. Los trabajadores de la industria cementera se exponen durante una

jornada de trabajo de 8 horas, a todos estos materiales y compuestos en todo el proceso de fabricación de cemento desde la extracción de los materiales, la trituración, y almacenamiento <sup>(5)</sup>.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) refiere que tanto la exposición a corto y largo plazo a diferentes partículas puede afectar la salud y que la exposición crónica aumenta la mortalidad por enfermedades cardiovasculares y cáncer de pulmón <sup>(6)</sup>.

Adriana Cousillas, explicó que partículas menores a 100 micras (una micra es la millonésima parte de un metro) penetran hasta la nariz y la boca; mientras que los menores a 25 micras son capaces de llegar hasta la laringe y los de 5 micras hasta la región alveolar. De esta clasificación, la fracción más importante a controlar es la última “por su mayor penetración en el organismo y, por tanto, mayor riesgo de desarrollo de un efecto adverso”. El riesgo más común es la irritación de ojos y garganta. Pero el material particulado lleva todo lo malo de sus componentes. “Tiene sílice cristalina que es cancerígena; además de todo lo que son metales” <sup>(7)</sup>.

Durante los procesos industriales, reviste particular importancia la exposición a polvo, y éste es el principal peligro en el proceso de fabricación de cemento. La clasificación del mismo desde el punto de vista de sus efectos sobre el cuerpo humano puede constituir una base para relacionar la composición química del mismo con la reacciones anatómicas y fisiológicas que produce <sup>(8)</sup>.

El cemento es un agente aglutinante hidráulico utilizado en la construcción de edificios en ingeniería civil. Es un polvo fino obtenido moliendo la escoria de una mezcla, natural o artificial, de arcilla y piedra caliza calcinada a altas temperaturas. Cuando se añade agua al cemento, se convierte en una mezcla pastosa que gradualmente se endurece hasta alcanzar una consistencia como la de la piedra <sup>(9)</sup>.

El aire contaminado de las áreas industriales contiene muchas sustancias de tipo químico en estado de nebulización, que ejercen un efecto irritativo

inespecífico sobre el árbol traqueo bronquial de los individuos expuestos, especialmente sobre aquellos que padecen de una enfermedad pulmonar obstructivo ya existente, o en los que tienen el hábito de fumar. Las partículas grandes invaden el nivel de la mucosa traqueo bronquial, donde desarrollan una respuesta de hipersensibilidad local, por regla general en personas poseedoras de un terreno atópico, y las menores de 5 micras tienden a escapar de las barreras de las vías aéreas superiores hacia los alvéolos, donde inician la producción de una reacción de hipersensibilidad de tipo aguda <sup>(9)</sup>. Gonzales P. Díaz H. En su estudio de morbilidad en la fábrica de cemento de Santiago de Cuba, determinaron que las enfermedades del aparato respiratorio constituían la entidad más frecuente en el grupo de trabajadores expuestos, y esto estaba muy relacionado con los años de exposición <sup>(9)</sup>.

Por lo tanto, el presente estudio de investigación, surgió debido a la escasa evidencia científica sobre la variación del VEF1 en trabajadores de fábricas de cemento en nuestro país. El presente estudio busca si existe variación VEF1 o no en dichos trabajadores, es importante ya que nos permite conocer el estado de la función pulmonar de los individuos que están expuestos al material y de qué manera puede repercutir en su vida diaria.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1 PROBLEMA GENERAL**

¿Existe variación en el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1) en el personal de una fábrica de cemento en Lima – junio 2017?

### 1.2.1 PROBLEMAS ESPECIFICOS

- ¿Cual es la variación del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1) en el personal según los años de trabajo en una fábrica de cemento?
- ¿Cual es la variación del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1) en el personal según áreas de trabajo en una fábrica de cemento?
- ¿Es la edad es un factor influyente en la variación del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1) en el personal de una fábrica de cemento?

### 1.3. JUSTIFICACION

Según el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH), cerca de 1.7 millones de trabajadores estadounidenses están expuestos a partículas como sílice cristalina respirable en diversas industrias y ocupaciones, entre ellas la construcción, la limpieza con chorro de arena y la minería. La silicosis, una enfermedad irreversible pero que puede prevenirse, es la afección que está más estrechamente asociada con la exposición ocupacional a la sílice cristalina respirable, que también se conoce como polvo de sílice. Las exposiciones ocupacionales a la sílice cristalina respirable están asociadas con la aparición de silicosis, cáncer pulmonar, tuberculosis pulmonar y enfermedades de las vías respiratorias <sup>(10)</sup>.

Los trastornos del aparato respiratorio constituyen el grupo más importante de enfermedades laborales en la industria del cemento y son el resultado de la inhalación del polvo contenido en el aire y los efectos de las condiciones macro y micro-climáticas en el entorno de trabajo <sup>(11)</sup>. Los cementos resistentes al ácido, que se usan para planchas refractarias,

ladrillos y polvo, contienen altos porcentajes de sílice libre, y la exposición a ellos representan un evidente riesgo de silicosis <sup>(11)</sup>. En la exposición profesional, los pulmones constituyen la principal puerta de entrada de las sustancias peligrosas contenidas en el aire <sup>(12)</sup>.

Los riesgos para la salud que presentan las partículas de polvo inhaladas están influenciados por el patrón de deposición de las partículas en las diversas regiones del tracto respiratorio y por las respuestas biológicas ejercidas por las partículas de polvo depositadas. El polvo de cemento irrita la piel, la mucosa de los ojos y el sistema respiratorio, su deposición en el tracto respiratorio provoca una reacción básica que conduce al aumento de los valores de pH que irrita las membranas mucosas expuestas, los riesgos para la salud que presentan las partículas de polvo inhaladas están influenciados por el patrón de deposición de las partículas en las diversas regiones del tracto respiratorio y por las respuestas biológicas ejercidas por las partículas de polvo depositadas <sup>(13)</sup>. Muchos estudios han sugerido asociaciones entre la exposición al polvo de cemento, el deterioro agudo y crónico de la función pulmonar y los síntomas respiratorios.

La Asociación de Productores de Cemento (ASOCEM) reportó que el despacho nacional de cemento creció en 0.6% en julio respecto al resultado obtenido en similar mes del año pasado. Sin embargo, la producción de cemento y el despacho total (que incluye el despacho nacional y las exportaciones) se contrajeron en 1.2% y 0.2% respectivamente, en el séptimo mes del año. En julio del 2017, la producción de cemento ascendió a 827,000 toneladas métricas (TM). Por su parte, el consumo de cemento acumulado (12 meses) a julio del 2017 alcanzó las 9,940 mil toneladas métricas (TM), el cual se contrajo en 5.3% con respecto al similar periodo anterior (agosto 2015- julio 2016) <sup>(14)</sup>.

La demanda de cemento en nuestro país está aumentando debido a las nuevas inversiones en la infraestructura de la región, en particular la construcción civil. por lo expuesto consideramos importante realizar el

presente estudio de investigación, porque contribuirá a la prevención y tratamiento temprano en las alteraciones respiratorias en los trabajadores de las fábricas de cemento y las personas que estén expuestos a este material y de esta manera mejorar su calidad de vida, además de ser de utilidad para futuras investigaciones, a partir de los resultados.

## **1.4. OBJETIVO**

### **1.4.1. GENERAL**

Determinar la variación del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1) en el personal de una fábrica de cemento en Lima – junio 2017.

### **1.4.2. ESPECIFICOS**

- Identificar la variación del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1) en el personal según los años de trabajo en una fábrica de cemento.
- Identificar la variación del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1) en el personal según áreas de trabajo en una fábrica de cemento.
- Conocer si la edad es un factor influyente en la variación del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1) en el personal de una fábrica de cemento.

## CAPITULO II

### 2. MARCO TEORICO

#### 2.1. ANTECEDENTES

##### 2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

a) **Zelege ZK.** En su investigación “Reducción de la función pulmonar y síntomas respiratorios crónicos entre los trabajadores de la industria del cemento” con el objetivo de medir la exposición total al polvo, examinar los síntomas respiratorios crónicos y los cambios en la función pulmonar entre los trabajadores de las fábricas de cemento y los controles que se siguieron durante un año. El estudio se realizó en dos fábricas de cemento en Etiopía en el año 2009. Con una muestra de 127 trabajadores seleccionados al azar. Se recogieron muestras de polvo total en filtros de acetato de celulosa de 37 mm colocados en cassettes millipore con cara cerrada, 56 trabajadores de la limpieza de cemento, 44 trabajadores de la producción de cemento y 27 controles fueron seleccionados al azar de las dos fábricas y examinados para la función pulmonar y entrevistados para los síntomas respiratorios crónicos. De los cuales 91 trabajadores; 38 limpiadores de cemento (edad media 32 años), 33 trabajadores de la producción de cemento (36 años) y 20 controles (38 años) fueron examinados con las mismas medidas en 2010. Los resultados fueron; La prevalencia de todos los síntomas respiratorios crónicos entre los trabajadores de limpieza y de producción fue significativamente mayor que entre los controles. El volumen espiratorio forzado en un segundo (FEV 1) y FEV 1 / Capacidad Vital Forzada (FEV 1 / CVF) se redujeron significativamente entre 2009 y 2010 entre los

limpiadores ( $p < 0,002$  y  $p < 0,004$ , respectivamente) 0,05 y  $p < 0,02$ , respectivamente), pero no entre los controles. El estudio concluye que existe una alta prevalencia de síntomas respiratorios crónicos y la reducción de la función pulmonar probablemente se asocia con una alta exposición al polvo de cemento. Se necesitan medidas preventivas para reducir la exposición al polvo <sup>(15)</sup>.

**b) Zeleke ZK.** En su investigación, "Exposición al polvo de cemento y función pulmonar aguda: un estudio de cambio cruzado" con el objetivo de investigar las asociaciones entre la exposición al polvo "total" actual y los síntomas respiratorios agudos y la función respiratoria entre los trabajadores de las fábricas de cemento. Se incluyeron 40 trabajadores de producción expuestos de la trituradora y las secciones de embalaje y 20 controles de los guardias. Resultados; en la sección trituradora (38,6 mg / m<sup>3</sup>) seguida de la sección de empaque (18,5 mg / m<sup>3</sup>) y de los protectores (0,4 mg / m<sup>3</sup>) se encontró la mayor exposición geométrica al polvo. La mayor prevalencia de síntomas respiratorios para los trabajadores expuestos fue la congestión nasal (85%) seguida de dificultad para respirar (47%) y "estornudos" (45%). PEF disminuyó significativamente a través del cambio en el grupo de alta exposición. La regresión lineal múltiple mostró una asociación negativa significativa entre el cambio porcentual de cambio cruzado en el PEF y la exposición al polvo total. El número de años de trabajo en las secciones de alta exposición y el consumo de tabaco en curso también se asociaron con la disminución de los desplazamientos cruzados en el PEF. El estudio concluyó que la exposición total al polvo de cemento se relacionó con síntomas respiratorios agudos y efectos ventilatorios agudos. Se recomienda encarecidamente implementar medidas para controlar el polvo y proporcionar equipo de protección

respiratoria personal adecuado para los trabajadores de la producción <sup>(16)</sup>.

**c) Giordano F.** en su investigación, “Mortalidad en una cohorte de trabajadores del cemento en una planta del centro de Italia” con el objetivo de examinar los efectos del polvo de cemento en una cohorte de trabajadores de cemento Portland a través del análisis de sus registros de mortalidad. Utilizando los registros de una planta de cemento, reconstruimos el historial de trabajo de los 748 empleados varones entre 1956 y 2006. Los SMR se calcularon para la mortalidad global y para causas específicas de muerte para la cohorte en comparación con la población de referencia. El análisis también se realizó subdividiendo la cohorte en grupos de baja y alta exposición sobre la base de la tarea del trabajador y la duración de su exposición. Resultados fueron que la mortalidad global de la cohorte (SMR = 0,87), así como la mortalidad por cáncer (SMR = 0,64) y por cáncer del sistema respiratorio (SMR = 0,56) fue significativamente menor en comparación con la población de referencia. Los trabajadores de la planta de cemento con mayores exposiciones no tuvieron un mayor riesgo de mortalidad por cualquier causa. El único riesgo significativamente elevado observado entre estos trabajadores fue para el cáncer del sistema respiratorio (SMR = 2,86), exclusivamente en el subgrupo pequeño de 39 trabajadores con exposición previa a una planta de cemento / amianto. Concluyeron que los trabajadores de cemento de Portland tuvieron un riesgo estadísticamente significativo reducido de mortalidad general y de todos los cánceres de mortalidad probablemente debido al efecto de los trabajadores sanos. El estudio confirmó un mayor riesgo de cáncer del sistema respiratorio sólo en el subgrupo con la exposición laboral anterior en una planta de cemento / asbesto <sup>(17)</sup>.

**d) Quiroz M.** en su investigación “Prevalencia de alteraciones en la función pulmonar de la población residente vecina a dos fábricas de material particulado, corregimiento La Sierra, Municipio de Puerto Nare (Antioquia, Colombia), 2008” con el objetivo de determinar la función pulmonar y las condiciones de exposición a material particulado producido por dos fábricas en 264 residentes en el corregimiento La Sierra del municipio de Puerto Nare, departamento de Antioquia, en el 2008. Los Resultados fueron que el 7,2% de las personas presentó el porcentaje del volumen espiratorio forzado (VEF) menor de 70%; 27,7% y 28% presentaron el volumen espiratorio forzado del primer segundo (VEF1) y la capacidad vital forzada (CVF) menor de 80%. El mayor número de personas evaluadas con él %VEF < 70% vive en los cuatro barrios vecinos a las empresas. Se encontró asociación estadística entre un índice de masa corporal mayor de 25 y CVF < de 80% ( $p < 0,0009$ ), tiempo de residencia y CVF < de 80%. El estudio concluyó; la prevalencia de alteraciones en las funciones pulmonares evaluadas es muy similar a la encontrada en una investigación reciente en Colombia, y puede considerarse como alta, principalmente para los parámetros CVF < 80% y VEF1 < 80%. Un importante porcentaje de la población tiene alteraciones en la función respiratoria, principalmente, quienes viven cerca de las empresas en presencia de concentraciones de material particulado considerados de riesgo <sup>(18)</sup>.

**e) Briceno L.** En su trabajo “Prevalencia de neumoconiosis y hallazgos espirometricos en trabajadores expuestos a polvo de carbón en minería subterránea en el departamento de Cundinamarca, Colombia, 2014” con el objetivo de determinar la prevalencia de neumoconiosis y caracterizar los resultados de la espirometría y la presencia de síntomas respiratorios en trabajadores expuestos a polvo de carbón por las labores

realizadas en minas de socavón en Cundinamarca. Se realizó un estudio de corte transversal en 215 trabajadores con exposición ocupacional a polvo de carbón, que laboran en minas subterráneas en Cundinamarca, en el año 2014. Se recolectó información de variables sociodemográficas, hábitos de tabaquismo, resultados de espirometría, cuestionario de síntomas respiratorios y radiografía de tórax con toma y lectura según criterios exigidos por la guía técnica de la OIT. Se utilizaron distribuciones de frecuencias absolutas y relativas expresadas en porcentajes para las variables cualitativas y para variables cuantitativas medidas de tendencia central y de variabilidad. Se usó la prueba de asociación chí cuadrado, o prueba de correlación según naturaleza de las variables y análisis multivariable para el control o ajuste de la relación por dichas variables. Los resultados fueron que la edad media de la población fue de 45,5 años y la antigüedad laboral media de 21,7 años. El diagnóstico según resultados de espirometría se clasificó con patrón normal el 89.8% de la población estudiada, patrón obstructivo el 5.1%, patrón restrictivo el 3,7% y alteración vías aéreas periféricas el 0,5%. Los autores concluyeron que la prevalencia de neumoconiosis en los trabajadores de Cundinamarca fue de 42,33% teniendo en cuenta los criterios establecidos por la OIT para lectura de radiografías de tórax e indica la necesidad de implementar políticas para la prevención de enfermedades asociadas a la explotación minera (19).

## **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

**a) Cipriano J.** en su investigación de, “Capacidad ventilatoria forzada en trabajadores de una empresa metalúrgica en la región central del Perú 2012.” Con el objetivo de determinar la capacidad

ventilatoria de los trabajadores de una empresa metalúrgica que laboran en zona de altura en la región central del Perú; según los indicadores espirométricos siguientes: Capacidad Vital Forzada (CVF), Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo (VEF1), relación entre Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo sobre la Capacidad Vital Forzada (VEF1/CVF), y el Flujo Espiratorio Pico de las siglas en inglés (PEF). Realizó un estudio observacional, descriptivo y transversal en 385 trabajadores nativos o con un tiempo de residencia igual o mayor a 5 años, cuyas edades fueron entre 20 a 60 años, y a quienes se les practicó la prueba de espirometría forzada para determinar la capacidad funcional respiratoria, en base a los criterios de la Sociedad Americana de Tórax (ATS). Los resultados del estudio el 5.2% fueron catalogados como portadores de proceso obstructivo leve, es decir la relación VEF1/FVC se encontró reducida (menor del límite inferior de la normalidad, menor al 70%), esto significa que la resistencia al flujo de aire está aumentada y durante el primer segundo de la exhalación forzada sale menos aire de lo normal, como se observa en los casos de asma bronquial; y el 0.2%, fueron catalogados como portadores de probable proceso restrictivo, se sospecha de éste proceso cuando la FVC está por debajo de límite inferior de la normalidad, la relación VEF1/FVC se encuentra por encima del límite inferior de la normalidad y la curva flujo volumen presenta una morfología convexa. El patrón restrictivo se refiere a un pulmón pequeño como se observa en problemas de tipo intersticiales ó fibrosantes del pulmón. El autor concluyo que el 94,6% de los trabajadores evaluados, la Capacidad Vital Forzada estaba dentro de rangos normales. Un 5.2% de la población estudiada es portadora de procesos obstructivos leves, y el 0.2% es portadora de probable proceso restrictivo <sup>(20)</sup>.

**b) Murillo T.** en su investigación "Estudio comparativo de los efectos a la salud por partículas totales en suspensión de cemento portland ensayada en roedores, con relación a las actividades realizadas por trabajadores de construcción civil en edificios" con el objetivo de determinar los posibles efectos de silicosis en los trabajadores de construcción civil en edificaciones donde realizan un estudio con roedores de ensayo (*rattus norvegicus*), considerando la relación horas hombre / horas roedor de exposición al Cemento Portland PM10 a la misma concentración, para luego evaluar el sistema respiratorio y sistema nervioso de estos roedores de ensayo. Donde establecieron una relación proporcional respecto a las actividades que involucra el tiempo de inhalación del Cemento Portland PM10 por parte de los trabajadores durante la jornada de ocho horas, considerando un promedio de vida de 80 años para los trabajadores y 3 años para los roedores de ensayo. Para cumplir con los objetivos de esta investigación experimental compararon los efectos a la salud por partículas totales en suspensión de cemento portland PM10, ensayada en roedores de exposición respecto a los roedores de control que no van a estar expuestas al Cemento Portland PM10, hasta alcanzar los 05 años/roedor de exposición, donde puede aparecer una silicosis acelerada. Concluyendo así que si hay presencia de silicosis en los cinco años/roedor tiempo en el que los sujetos de experimentación estuvieron expuestos al cemento portland PM10, que por la similitud genética del roedor con el ser humano y la relación horas/roedor - horas/hombre, los trabajadores de construcción civil en edificaciones podrían tener la enfermedad de silicosis crónica, acelerada y/o aguda si ellos trabajan más de 05 años en esta actividad sin las condiciones mínimas de seguridad, y es con más incidencia en los

trabajadores de rango bajo ya que a ellos se les asigna labores más peligrosas con posibles riesgos de adquirir enfermedades ocupacionales <sup>(21)</sup>.

## 2.2. BASES TEORICAS

### 2.2.1. FISILOGIA RESPIRATORIA

El metabolismo de las células que componen nuestro organismo depende de un aporte adecuado de oxígeno y nutrientes procedentes del medio exterior, y de una eliminación eficaz del dióxido de carbono y otros productos de desecho <sup>(22)</sup>.

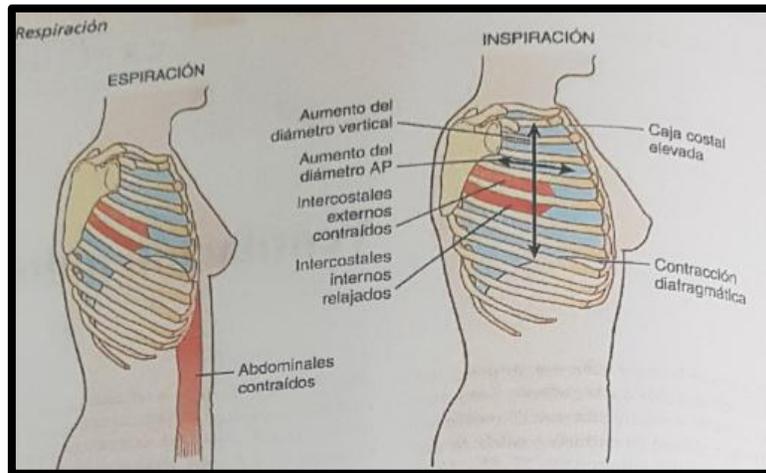
Principales componentes de la respiración: puede dividirse a su vez en cuatro procesos: <sup>(23)</sup>

- a) **Ventilación**, es el intercambio de aire entre la atmosfera y los pulmones.
- b) **Intercambio de gases**, oxígeno y dióxido de carbono, entre los pulmones y la sangre.
- c) **Transporte**, de oxígeno y dióxido de carbono en la sangre hasta los tejidos.
- d) **Intercambio de gaseoso**, entre la sangre y las células.

**2.2.2. MECÁNICA DE LA VENTILACIÓN PULMONAR:** Los pulmones se pueden expandir y contraer de la siguiente manera: <sup>(23)</sup>

- a) Mediante el movimiento hacia abajo y hacia arriba del diafragma para alargar o acortar la cavidad torácica.
- b) Mediante la elevación y el descenso de las costillas para aumentar y reducir el diámetro anteroposterior de la cavidad torácica.

## Gráfico: N° 1 Mecánica Ventilatoria



Fuente: Extraído de Guyton <sup>23</sup>. Tratado de Fisiología Medica.

### 2.2.3. VOLÚMENES PULMONARES

- a)** Volumen corriente (VC): es el volumen de aire que se inspira o espira en cada respiración normal; es igual aproximadamente a 500ml en el hombre adulto medio.
- b)** Volumen de reserva inspiratorio (VRI): es el volumen adicional de aire que se puede inspirar desde un volumen corriente normal y por encima del mismo cuando la persona inspira con una fuerza plena; es igual aproximadamente 3.000ml.
- c)** Volumen de reserva espiratoria (VRE): es el volumen adicional máximo de aire que se puede espirar mediante una espiración forzada después del final de una espiración a volumen corriente normal; es igual aproximadamente a 1.100ml.
- d)** Volumen residual (VR): es el volumen de aire que queda en los pulmones después de la espiración más forzada; es aproximadamente 1.200ml.

### 2.2.4. CAPACIDADES PULMONARES:

- a) Capacidad inspiratoria (CI): es igual al volumen corriente más el volumen de reserva inspiratoria, esta capacidad es la cantidad de aire que una persona puede inspirar, comenzando en el nivel espiratorio normal y distendiendo los pulmones hasta la máxima cantidad aproximadamente 3.500ml.
- b) Capacidad residual funcional (CRF): es igual al volumen de reserva espiratorio más el volumen residual, esta capacidad es la cantidad de aire que queda en los pulmones al final de una espiración normal aproximadamente 3.200ml.
- c) Capacidad vital (CV): es igual al volumen de reserva inspiratoria más el volumen corriente y más el volumen de reserva inspiratoria, esta capacidad es la cantidad máxima de aire que puede expulsar una persona desde los pulmones después de llenar antes los pulmones hasta su máxima dimensión y después espirando la máxima cantidad, aproximadamente 4.600ml.
- d) Capacidad pulmonar total (CPT): es el volumen máximo al que se puede expandir los pulmones con el máximo esfuerzo posible, aproximadamente 5.800ml es igual a la capacidad vital más el volumen residual.

### **2.2.5. LA ESPIROMETRIA**

La espirometría fue introducida por Hutchinson en 1846 como técnica de exploración funcional respiratoria. La función del espirómetro es la de revelar, cuantificar y confirmar una alteración funcional ya sospechada por la clínica del paciente. Es la determinación que permite medir los volúmenes pulmonares y los flujos ventilatorios <sup>(24)</sup>. Podemos definir la espirometría como el análisis de los volúmenes pulmonares y flujos aéreos bajo circunstancias controladas <sup>(25)</sup>.

La medición y el análisis de los volúmenes pulmonares se efectúan mediante un espirómetro. Este instrumento puede ser el aparato convencional que consta de un cilindro lleno de agua dentro del cual flota otro cilindro hueco conectado por un lado con el sujeto examinado y por el

otro con el elemento que inscribe sobre papel su desplazamiento sobre los dos ejes marcando la curva espirométrica. En la actualidad se utilizan espirometros eléctricos que permiten eliminar el utillaje de los equipos tradicionales, gracias a la ayuda del ordenador. Cualquier instrumento que se va utilizar debe cumplir con normas mínimas de calidad dentro de las cuales se destaca la precisión en la medición, comprobación a través de procesos continuo de calibración <sup>(26)</sup>.

**a) ESPIROMETRIA SIMPLE:** es una curva de volumen-tiempo inscrita en un sistema de coordenadas en que se comparan el comportamiento de las dos variables, teniendo el volumen en la ordenada y tiempo en la abscisa <sup>(26)</sup>. Esta técnica consiste la realización de una inspiración máxima a partir de una situación de reposo seguida de una espiración hasta VR; obtenemos los valores de VC y capacidad inspiratoria (CI) <sup>(24)</sup>.

**b) ESPIROMETRIA FORZADA:** Esta técnica se realiza con el máximo esfuerzo y celeridad <sup>(24)</sup>.

La espirometría puede medir los volúmenes pulmonares en forma lenta o forzada. En la lenta, se le pide al paciente que respire en forma tranquila algunos ciclos respiratorios, luego hacer una inspiración máxima y posteriormente, expulsar el volumen de aire que sea capaz, utilizando el tiempo que necesite. De esta forma se obtienen los siguientes volúmenes y capacidades <sup>(27)</sup>; CV, VRI, VRE, CV, VR, CFR, CPT.

En la espirometría forzada se le solicita al paciente que después de una inspiración máxima, expulse todo el aire que contengan sus pulmones en la forma más rápida y completa posible sosteniendo la espiración al menos durante 6 segundos o hasta que logre una meseta, en un esfuerzo máximo. Relacionando el volumen de aire espirado por unidad de tiempo, se pueden determinar los diferentes flujos espiratorios que permiten diagnosticar las limitaciones a la salida del aire (alteraciones obstructivas). La disminución absoluta de CV está a favor de una alteración restrictiva, aunque para confirmar se debe realizar medición del VR y CPT <sup>(27)</sup>.

Los dos parámetros más útiles en la interpretación son la CVF y el VEF1 el cual determina la cantidad de volumen espirado cuando ha transcurrido el primer segundo de la prueba espirométrica. El cual determina la cantidad de volumen espiratorio cuando ha transcurrido el primer segundo de la prueba espirométrica <sup>(26)</sup>.

Si se trazan pendientes sobre una curva ubicada en un sistema de volumen-tiempo, se obtienen mediciones de flujo, las cuales se expresan como medidas de velocidad (litros/segundo). En la espirometría se consideran importantes tres medidas de flujo: <sup>(26)</sup>

- a) El flujo espiratorio forzado 0-25% (FEF 0-25%). Expresa la velocidad de flujo en la primera cuarta parte de la CVF. Depende completamente del esfuerzo.
- b) El flujo espiratorio forzado 25-75% (FEF 25-75%) o flujo medio forzado. Expresa la velocidad de en la mitad de CVF. Corresponde a velocidades a través de la vía aérea periférica.
- c) El flujo espiratorio forzado 75-85% (FEF 75-85%). Expresa la velocidad de los flujos terminales en la porción de la CVF independiente del esfuerzo.

De esta manera se puede afirmar entonces, que los parámetros principales obtenidos en la curva espirométrica son: <sup>(26)</sup>

- a. La CVF.
- b. El VEF1.
- c. El índice VEF/CVF.

#### **2.2.6. PATRONES ESPIROMETRICOS**

La espirometría puede detectar dos tipos básicos de disfunción respiratoria: el patrón obstructivo y el patrón restrictivo <sup>(28)</sup>:

### Grafico N°3: Espirometría: Patrones Básicos

	Obstrutivo	Restrictivo	Mixto
FVC	Normal o ligeramente disminuida	Muy disminuida (< 70%)	Disminuida (< 70%)
FEV <sub>1</sub>	Disminuido (< 80%)	Disminuido o normal	Disminuida (< 80%)
FEV <sub>1</sub> /FVC	Disminuido (< 75-80%)	Normal o aumentado	
FEF <sub>25-75%</sub>	Muy disminuido (< 65%)	Disminuido o normal	

Valores porcentuales respecto al valor teórico.

Fuente: extraído de García <sup>25</sup>. Exploración funcional respiratoria: aplicación clínica.

**a. Patrón espirometrico obstructivo;** Se caracteriza por la disminución de FEV<sub>1</sub>, FVE<sub>1</sub>/FVC (el valor hallado ha de ser menor a 70%) y FEF<sub>25-75%</sub>. La FVC e encontrara normal o ligeramente disminuida. Según la intensidad de la alteración se establecen los grados de la gravedad. La grafica espirométrica adquiere una forma característica con disminución del pico máximo y retardo en la caída <sup>(25)</sup>. Según w. Cristancho Gómez, cualquier disminución del VEF<sub>1</sub> modifica la morfología de la curva y e sugestiva de enfermedad obstructiva. (FMR) La reducción de las velocidades de flujo siempre indicara obstrucción de la vía aérea y la magnitud de tal disminución determinara su grado de severidad <sup>(26)</sup>.

**b. Patrón espirometrico restrictivo;** Se define la enfermedad restrictiva como aquella que cursa con disminución de la distensibilidad. Su reflejo funcional e una reducción variable de la CVF <sup>(26)</sup>.

Se caracteriza por la disminución de la FVC y aumento de la relación FEV<sub>1</sub>/FCV (ha de ser mayor al 85%). Los flujos pueden ser normales o ligeramente disminuidos. La grafica espirometrica muestra una disminución global de tamaño con una morfología normal <sup>(25)</sup>.

## Grafico N°4 Característica de los Cuatro Principales Trastornos Respiratorios

Trastorno espirométrico	CVF	VEF <sub>1</sub>	VEF <sub>1</sub> /CVF	FEF <sub>25-75</sub>
1. Restricción	↓	↓	N	N ó ↓
2. Obstrucción con CVF normal	N	↓ *	↓	↓
3. Obstrucción con CVF disminuida	↓	↓	↓	↓
4. Obstrucción mínima	N	N	N	↓

N = normal; ↓ = disminuido.  
\* En algunos casos el VEF<sub>1</sub> puede ser normal (ver texto)

Fuente: extraído de Guitierrez <sup>29</sup>. Manual de procedimientos de enfermedades respiratorias.

### 2.2.7. EL CEMENTO

Es un aglomerante hidráulico empleado en la construcción de edificios y de obras civiles. Es un polvo fino que se obtiene moliendo la escoria de una mezcla de arcilla y piedra caliza calcinada a altas temperaturas. Cuando se añade agua al cemento se forma una pasta que, poco a poco, se va endureciendo hasta alcanzar una consistencia pétreo. Se puede mezclar con arena y grava (árido grueso) para formar mortero y hormigón <sup>(29)</sup>.

**Existen dos tipos de cemento:** los naturales y los artificiales:

- a) **Los cementos naturales** se obtienen de materiales naturales que tienen una estructura análoga a la del cemento y sólo requieren su calcinación y molienda para proporcionar cemento hidráulico en polvo.
- b) El número de **cementos artificiales** es grande y se encuentra en aumento. Cada tipo tiene una composición y una estructura mecánica diferentes y tiene unos usos y propiedades específicos. Los cementos artificiales se pueden clasificar en cemento portland (que recibe su nombre de la ciudad de Portland, en el Reino Unido) y cemento aluminoso <sup>(29)</sup>.

La composición química del cemento portland es la siguiente <sup>(39)</sup>:

Óxido de calcio (CaO): 60 al 70 %, Dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>) (incluyendo un 5 % de SiO<sub>2</sub> libre): 19 al 24 %, Trióxido de aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>): 4 al 7 % óxido férrico (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>): 2 al 6 %, óxido de magnesio (MgO): menos del 5 %.

La composición química del cemento aluminoso es, aproximadamente, la siguiente <sup>(29)</sup>: Óxido de aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>): 50 %, Óxido de calcio (CaO): 40 %, Óxido férrico (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>): 6 %, Dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>): 4 %.

### **2.2.7. RIESGOS POR LA EXPOSICION AL CEMENTO**

Durante el proceso de fabricación del cemento, el riesgo principal lo constituye el polvo: En canteras y fábricas de cemento se han medido niveles que oscilan entre 26 y 114 mg/m<sup>3</sup>. En procesos individuales se han registrado los siguientes niveles de polvo: extracción de arcilla - 41,4 mg/m<sup>3</sup>; molienda y machacado de materia prima - 79,8 mg/m<sup>3</sup>; cribado - 384 mg/m<sup>3</sup>; pulverización de la escoria - 140 mg/m<sup>3</sup>; ensacado del cemento - 256,6 mg/m<sup>3</sup>; y carga. En las fábricas modernas, que emplean el sistema húmedo, ocasionalmente se alcanzan valores máximos durante breves periodos de 15 a 20 mg polvo/m<sup>3</sup> de aire. La contaminación del aire en las inmediaciones de estas fábricas se ha reducido a un 5-10 % de los antiguos valores, gracias en particular al uso extendido de filtros electrostáticos. El contenido de sílice libre del polvo varía entre el nivel de la materia prima (la arcilla puede contener cuarzo en partículas finas, y puede añadirse arena) y el de la escoria o el cemento, de los cuales la sílice libre normalmente habrá sido eliminada en su totalidad <sup>(29)</sup>.

### **2.2.8. PRINCIPALES ENFERMEDADES DEL APARATO RESPIRATORIO**

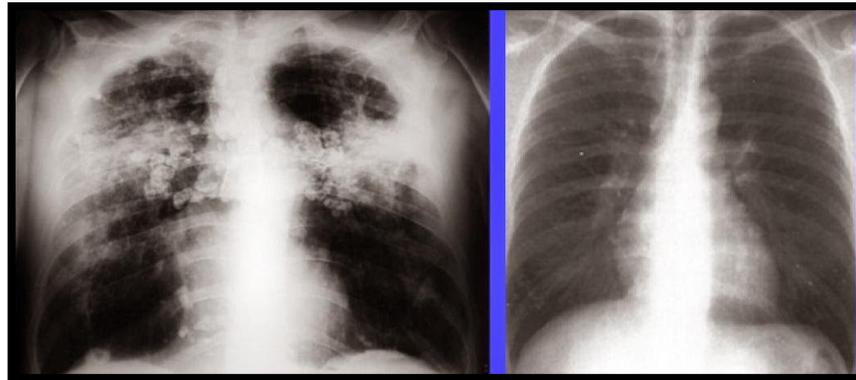
Los trastornos del aparato respiratorio constituyen el grupo más importante de enfermedades laborales en la industria del cemento y son el

resultado de la inhalación del polvo contenido en el aire y los efectos de las condiciones macro y micro climáticas en el entorno de trabajo. La enfermedad respiratoria más frecuente es la bronquitis crónica, a menudo asociada a enfisema. El cemento portland normal no causa silicosis, debido a la ausencia de sílice libre. Sin embargo, los trabajadores empleados en la producción de cemento pueden estar expuestos a materias primas que contienen sílice libre en distintos grados. Los cementos resistentes al ácido, que se usan para planchas refractarias, ladrillos y polvo, contienen altos porcentajes de sílice libre, y la exposición a ellos representan un evidente riesgo de silicosis <sup>(29)</sup>.

La neumoconiosis causada por el cemento aparece en forma de neumoconiosis benigna de cabeza de alfiler o reticular, que puede aparecer después de una exposición prolongada, y cuya progresión es muy lenta. Sin embargo, también se ha observado algún caso de neumoconiosis grave, más probable en trabajadores expuestos a otros materiales distintos de la arcilla y el cemento portland <sup>(29)</sup>.

Algunos cementos también contienen cantidades variadas de tierra diatomea y toba. Se tiene noticia de que, al calentarse, la tierra diatomea se vuelve más tóxica debido a la transformación de la sílice amorfa en cristobalita, una sustancia cristalina aún más patógena que el cuarzo. Una tuberculosis concomitante puede agravar el curso de la neumoconiosis del cemento <sup>(29)</sup>.

**Grafico N° 5, Comparación de Radiografía Tórax, Pulmón con Silicosis y Sano.**



Fuente: extraído de Cuervo <sup>32</sup>. Silicosis y otras pneumoconiosis.

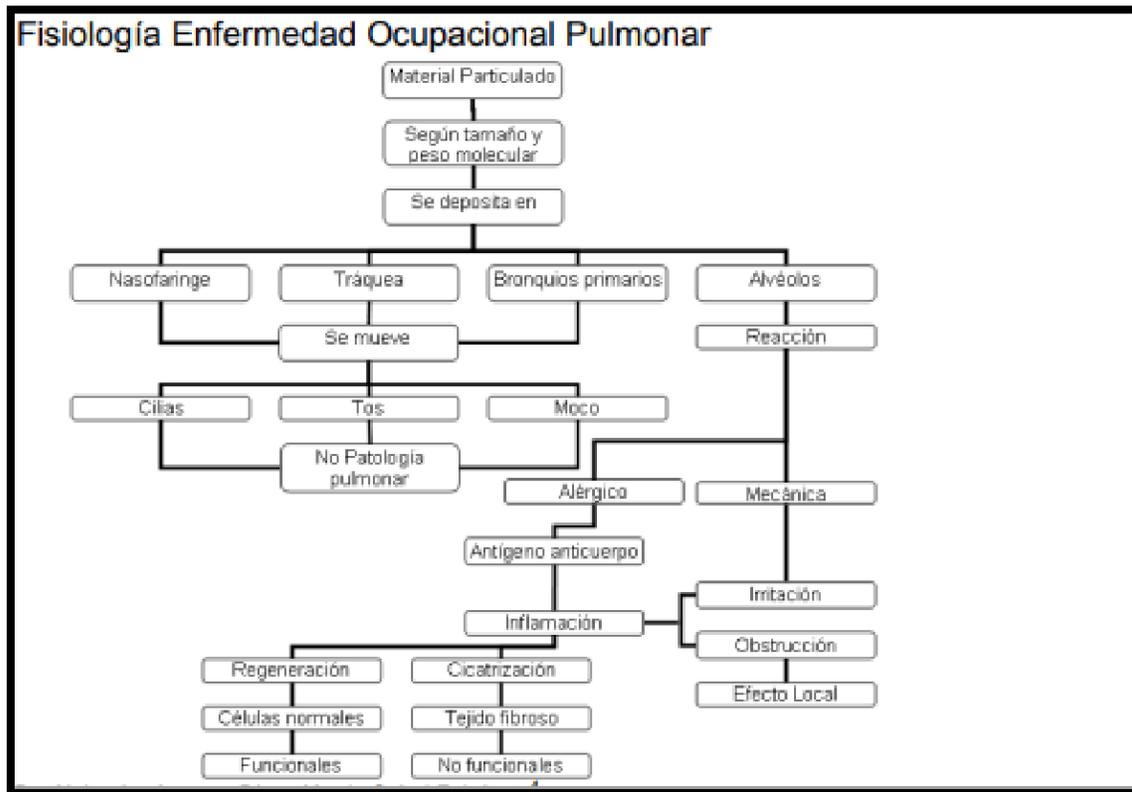
**2.2.9. EFECTOS SOBRE LA SALUD POR LA EXPOSICIÓN AL SILICE**

Las patologías pulmonares por exposición a material particulado están directamente asociadas a tres factores determinantes causantes de la enfermedad.

- Tipo de material particulado
- Tiempo de exposición
- Tamaño de la partícula

Esto significa que se puede clasificar según el contaminante al que se expone una población, definiendo también que el tiempo de exposición es básico para el desarrollo de la enfermedad, ya que puede determinar la gravedad de la misma <sup>(30)</sup>.

**Grafico N°6**



Fuente: extraído de Naranjo <sup>31</sup>. Método de control para evitar la silicosis por exposición a sílice cristalina en trabajadores de la industria manufacturera.

La vía respiratoria es el método de ingreso por excelencia de la sílice para causar efectos adversos en la salud. En exposiciones de corto tiempo puede generar tos seca e irritación moderada de la garganta. Aun así, en exposiciones por inhalación a largo plazo puede causar silicosis, una enfermedad profesional ampliamente conocida en el ámbito industrial ya que puede causar en una incapacidad parcial permanente para el trabajador que la sufre e incluso la muerte <sup>(30)</sup>.

**Riesgo de silicosis:**

- Minas, túneles, galerías y canteras
- Trabajos en piedra (granito, pizarra, arenisca, etc.)
- Abrasivos (chorro de arena, pulido, etc.)
- Fundición (moldes)

- Cerámica, porcelana, loza, carborundo y refractarios (trituración, pulido)
- Cementos
- Polvo de limpieza (povos detergentes, etc.)
- Pigmentos
- Industria del vidrio
- Otros, al ser el silicio el segundo elemento, en cantidad, en la composición de la corteza terrestre, después del oxígeno, la silicosis puede presentarse en las situaciones más insospechadas <sup>(31)</sup>.

#### **2.2.10. EFECTOS SOBRE LA SALUD: CLÍNICA Y FORMAS CLÍNICAS.**

- a) Silicosis crónica:** Habitualmente la enfermedad presenta una evolución crónica y aparece después de una exposición de varios años (con frecuencia más de 20 años), a veces cesada la exposición. Esta forma crónica tiene a su vez dos formas clínicas: Simple y Complicada. La silicosis simple se caracteriza por un patrón nodular en la radiografía de tórax y la forma complicada por la presencia de masas llamadas de fibrosis masiva progresiva (FMP). La relación entre la exposición y la enfermedad se ha establecido mediante estudios epidemiológicos y ha permitido definir unos límites de exposición compatibles con un riesgo razonable de enfermar <sup>(31)</sup>
- b) La silicosis aguda:** La silicosis aguda es una forma clínica rápidamente progresiva que puede evolucionar en corto período de tiempo, después de exposición intensa a sílice libre, puede verse en trabajadores con chorro de arena. Se parece a la proteinosis alveolar. Es una forma clínica de mal pronóstico <sup>(31)</sup>.
- c) Silicosis acelerada:** La silicosis acelerada es otra forma clínica, no bien definida, intermedia entre la aguda y la crónica.

Clínicamente se parece a la forma aguda y anatomopatológicamente a la forma crónica <sup>(31)</sup>.

### 2.3. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE TÉRMINOS

- a) **Espirómetro:** instrumento con el cual se revela, cuantifica y confirma una alteración funcional ya sospechada por la clínica del paciente. Es la determinación que permite medir los volúmenes pulmonares y los flujos ventilatorios.
- b) **Espirometría:** La medición y el análisis de los volúmenes pulmonares se efectúan mediante un espirómetro.
- c) **Variación:** Cambio o alteración que hace que algo o alguien sea diferente, en algún aspecto, de lo que antes era.
- d) **Cemento:** Material de construcción compuesto de una sustancia en polvo que, mezclada con agua u otra sustancia, forma una pasta blanda que se endurece en contacto con el agua o el aire; se emplea para tapar o rellenar huecos y como componente aglutinante en bloques de hormigón y en argamasas.
- e) **VEF1:** Es una medida obtenida por espirometría que equivale al volumen de aire exhalado del pulmón de manera forzada durante un segundo después de haber tomado aire al máximo. El resultado se expresa en porcentaje y el valor normal en sujetos sanos, tanto hombres como mujeres, equivale a un 75% de su capacidad vital pulmonar.
- f) **Polvo:** Dispersión de partículas sólidas en el ambiente. Cuando estas partículas son más largas que anchas, hablamos de fibras. Tradicionalmente, las neumoconiosis (enfermedades por exposición a polvos) han sido consideradas como profesionales.
- g) **Espirómetro:** instrumento con el cual se revela, cuantifica y confirma una alteración funcional ya sospechada por la clínica del paciente.

Es la determinación que permite medir los volúmenes pulmonares y los flujos ventilatorios.

- h) Espirometría:** La medición y el análisis de los volúmenes pulmonares se efectúan mediante un espirómetro.
- i) Variación:** Cambio o alteración que hace que algo o alguien sea diferente, en algún aspecto, de lo que antes era.
- j) Cemento:** Material de construcción compuesto de una sustancia en polvo que, mezclada con agua u otra sustancia, forma una pasta blanda que se endurece en contacto con el agua o el aire; se emplea para tapar o rellenar huecos y como componente aglutinante en bloques de hormigón y en argamasas.
- k) VEF1:** Es una medida obtenida por espirometría que equivale al volumen de aire exhalado del pulmón de manera forzada durante un segundo después de haber tomado aire al máximo. El resultado se expresa en porcentaje y el valor normal en sujetos sanos, tanto hombres como mujeres, equivale a un 75% de su capacidad vital pulmonar.
- l) Polvo:** Dispersión de partículas sólidas en el ambiente. Cuando estas partículas son más largas que anchas, hablamos de fibras. Tradicionalmente, las neumoconiosis (enfermedades por exposición a polvos) han sido consideradas como profesionales.

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. HIPOTESIS GENERAL**

Existe variación en el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (vef1) en el personal de una fábrica de cemento en Lima – junio 2017.

### **2.4.2. HIPOTESIS NULA**

No existe variación en el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (vef1) en el personal de una fábrica de cemento en Lima – junio 2017.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE 1**

Personal de una fábrica de cemento.

### **2.5.2. VARIABLE 2**

Volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1).

## OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO DE VARIABLE
V1: Variación del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF <sub>1</sub> )	Es el volumen que se expulsa en el primer segundo de una espiración forzada. Su valor normal es mayor del 80% del valor teórico. Es un parámetro de flujo y se expresa en mililitros.	Es una medida obtenida a través del espirómetro que equivale al volumen de aire exhalado de manera forzada durante seis segundos después de haber tomado aire al máximo. El resultado determina ciertas enfermedades del pulmón y es uno de los parámetros más importantes de la espirometría, siendo el VEF1 quien refleja las condiciones del calibre de las vías aéreas.	Normal Leve Moderado Severo Muy severo	% de los grados  > 80% 80-65% 64-50% 49-45% < 35%	cuantitativo
V2: El personal de la fábrica de cemento.	Grupos de personas que se dedican a laborar en una fábrica de cemento.	Grupo de personas que laboran en un lugar determinado para producir elemento básico para la construcción	Edad Área de trabajo Tiempo de trabajo	GEI= 20-29 años. GEII= 30-39 años. GEIII=40-50 años. GEIV=51-60 años.  Administrativa Laboratorio Operario Mantenimiento seguridad  GT=<4 GT=5-10 GT=11-15 GT=16-20	cualitativa

## CAPITULO III

### 3. DISEÑO Y MÉTODO

El diseño de la investigación es un estudio sin intervención, descriptivo, no experimentales, transversales descriptivos, porque solo observaremos el sujeto de estudio y describiremos.

#### 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

**A. Según la tendencia;** se trata de un estudio cuantitativo, porque nos va permitir medir las variables de estudio.

##### 3.1.1. ÁMBITO DE INVESTIGACIÓN

Este estudio se realizó en una fábrica de cemento, ubicado en Lima-Perú. Que se dedica a la fabricación de este material básico principalmente para la construcción civil, entre otros. Cuenta con más de 150 colaboradores entre ellas en el área administrativa, operarios de planta, mantenimiento y seguridad.

- A. Según la orientación;** es aplicada o tecnológica, porque se investiga para el uso del conocimiento para mejorar algo.
- B. Según el tiempo de ocurrencia de los hechos investigados;** es un estudio retrospectivo, ya que tomaremos datos del mes de junio.
- C. Según el periodo y secuencia de la investigación;** es transversal, porque estudia la variable en un momento delimitado, y una sola observación.
- D. Según el análisis y alcance de sus resultados;** es descriptivo, porque nos permitirá obtener información sobre el estado actual del fenómeno de interés.

## **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

**3.2.1 Población:** La población está conformada por la totalidad de los trabajadores de una fábrica de cemento que son aproximadamente 150 pacientes.

**3.2.2 Muestra:** se realizó una selección por conveniencia, muestra poblacional, donde se incluyó a aquellos que realizaron las espirométricas completas. Consta de 136 fichas de médicas.

**3.2.3 Criterios de inclusión:**

a) Trabajadores de la fábrica de cemento

**3.2.4 Criterios de exclusión:**

a) Espirometrías no completadas.

b) Pacientes poco colaboradores.

c) Trabajadores con procesos respiratorios agudos.

d) Pacientes con malformaciones de la caja torácica.

e) Pacientes con patologías musculoesquelética asociada.

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

**3.3.1. TÉCNICA:** Para llevar a cabo la recopilación de la información en este estudio se utilizó la técnica de la observación.

**3.3.2. INSTRUMENTO:** en este estudio utilizamos una ficha de recolección de datos, lo cual nos permitió seleccionar las variables necesarias para esta investigación. Consta de 3 ítems principales:

- Datos generales de los pacientes, donde describimos edad, sexo, talla, peso, área de trabajo y tiempo de trabajo.
- Datos de espirometría, variable de VEF1, resultado teórico y resultado obtenido de acuerdo a cada paciente.
- Resultados.

Este instrumento fue validado por la revisión minuciosa del instrumento por dos especialistas en fisioterapia cardiopulmonar.

## **3.4. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

En el presente trabajo se utilizó el análisis estadístico de ANOVA de un factor y para la consolidación de la base de datos de las variables propuestas utilizamos Microsoft office Excel.

### **3.5. ASPECTOS ÉTICOS**

En esta de investigación de tesis se guarda la ética que corresponde, respetando los derechos del autor de los textos empleados. Se brinda información pertinente a la autoridad encargada de la clínica de salud ocupacional, se cuida el anonimato de las fichas de datos. De la misma manera se cuida que la investigación guarde los principios éticos de las entidades educativas por ser las que reglamentan nuestra labor de competitividad. Ya que podrían surgir conflictos de interés por medio de la fabrica de cemento.

## CAPITULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 4.1. RESULTADOS

##### 4.1.1. VARIACION DEL VOLUMEN ESPIRATORIO FORZADO EN EL PRIMER SEGUNDO (VEF1) EN EL PERSONAL SEGÚN EL TIEMPO DE TRABAJO.

**Tabla 1.** Tabla descriptiva segmentada por grupo etario: Tiempo de trabajo (años), vs variables dependientes (VEF1 Teórico, VEF1 Obtenido y VEF1%).

Grupo Etario Tiempo de Trabajo (Años)	Tiempo de trabajo (Años)	N	VEF1 Teórico (mL)		VEF1 Obtenido (mL)		VEF1 %	
			Desv.		Desv.		Desv.	
			Media	Estándar	Media	Estándar	Media	Estándar
GT I	< 4	28	3,8836	,52586	3,7104	,59573	<b>95,96</b>	11,558
GT II	5 - 10	40	3,7873	,45184	3,5622	,54670	93,95	8,045
GT III	11 - 15	22	3,5559	,32268	3,3423	,44707	93,82	7,938
GT IV	16 - 20	46	3,5026	,31327	3,4359	,46813	<b>98,26</b>	11,565

**Fuente:** elaboración propia con datos, Huallpa M, Ramos W. Variación del VEF1 en el personal de una fabrica de cemento Lima- junio 2017.

**Observación:** En esta tabla se observan las frecuencias de acuerdo al grupo etario: Tiempo de trabajo, comparado con los valores de media y desviación estándar obtenido de las variables dependientes (VEF1 Teórico, VEF1 Obtenido y VEF1%).

El grupo etario GT IV (16 – 20 años) posee un VEF1% muy cercano al 100%, mientras que el grupo etario GT I (< 4 años) posee un valor alejado de VEF1% equivalente a 95,96%.

**Tabla 1.1** Tabla de comparaciones múltiples entre grupos Etarios: Tiempo de trabajo (años) vs variables dependientes (VEF1 Teórico, VEF1 Obtenido y VEF1%).

**ANOVA**

<i>Comparación entre Grupos Etarios de Tiempo de trabajo (Años)</i>		<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
<i>VEF1 Teórico (mL)</i>	Entre grupos	<b>3,401</b>	<b>3</b>	<b>1,134</b>	<b>6,792</b>	<b>0,000</b>
	Dentro de grupos	<b>22,031</b>	<b>132</b>	<b>,167</b>		
	Total	<b>25,432</b>	<b>135</b>			
<i>VEF1 Obtenido (mL)</i>	Entre grupos	<b>2,102</b>	<b>3</b>	<b>,701</b>	<b>2,621</b>	<b>0,053</b>
	Dentro de grupos	<b>35,297</b>	<b>132</b>	<b>,267</b>		
	Total	<b>37,400</b>	<b>135</b>			
<i>VEF1 %</i>	Entre grupos	<b>502,633</b>	<b>3</b>	<b>167,544</b>	<b>1,641</b>	<b>0,183</b>
	Dentro de grupos	<b>13473,007</b>	<b>132</b>	<b>102,068</b>		
	Total	<b>13975,640</b>	<b>135</b>			

**Fuente:** elaboración propia con datos, Huallpa M, Ramos W. Variación del VEF1 en el personal de una fabrica de cemento Lima- junio 2017.

**Observación:**

- En esta tabla se realizan las comparaciones múltiples entre las categorías (I, II, III y IV) que conforman el grupo etario Tiempo de trabajo. Luego se evalúa de acuerdo a cada variable dependiente (VEF1 Teórico, VEF1 Obtenido y VEF1%).

- Se observó que No Existe variación en el volumen espiratorio forzado en el primer segundo ( $p > 0,05$ ) que al comparar las categorías en el grupo etario Tiempo de trabajo.

**Tabla 1.2** Subconjuntos homogéneos entre grupos Etarios: Tiempo de trabajo (años) vs variables dependientes (VEF1 Teórico, VEF1 Obtenido y VEF1%).

VEF1 Teórico (mL)

Grupo Etario: Tiempo de Trabajo (Años)	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
GT IV	46	3,5026		
GT III	22	3,5559	3,5559	
GT II	40		3,7873	3,7873
GT I	28			3,8836
Sig.		,955	,118	,788

**Fuente:** elaboración propia con datos, Huallpa M, Ramos W. Variación del VEF1 en el personal de una fabrica de cemento Lima- junio 2017.

Se observa que en los subconjuntos (GT III y GT VI); (GII IV y GT III); (GT I y GT II) No Existe variación en el volumen espiratorio forzado en el primer segundo ( $p > 0,05$ ).

#### 4.1.2. VARIACION DEL VOLUMEN ESPIRATORIO FORZADO EN EL PRIMER SEGUNDO (VEF1) EN EL PERSONAL SEGÚN AREAS DE TRABAJO.

**Tabla 2.** Tabla descriptiva segmentada por Áreas de Trabajo, vs variables dependientes (VEF1 Teórico, VEF1 Obtenido y VEF1%).

Área de trabajo	N	VEF1 Teórico (mL)		VEF1 Obtenido (mL)		VEF1 %	
		Media	Desv.	Media	Desv.	Media	Desv.
			Estándar		Estándar		Estándar
ADMINISTRATIVA	17	3,5671	,67667	3,4000	,82381	95,18	13,268
LABORATORIO	9	3,6200	,27345	3,4956	,51306	96,44	11,359
OPERARIO	78	3,6828	,42925	3,5183	,48424	95,69	8,900
MANTENIMIENTO	28	3,7271	,29096	3,5536	,41037	95,61	10,602
SEGURIDAD	4	3,6850	,49244	3,6925	,69178	100,50	17,253

**Fuente:** elaboración propia con datos, Huallpa M, Ramos W. Variación del VEF1 en el personal de una fabrica de cemento Lima- junio 2017.

#### Observación:

- En esta tabla se observan las frecuencias de acuerdo al área de trabajo, comparado con los valores de media y desviación estándar obtenido de las variables dependientes (VEF1 Teórico, VEF1 Obtenido y VEF1%).
- El área de SEGURIDAD posee un VEF1% muy cercano a 100%, mientras que el área ADMNISTRATIVA posee un VEF1% se encuentra muy alejado a 100%.

**Tabla 2.1** Tabla de comparaciones múltiples entre Áreas de Trabajo vs variables dependientes (VEF1 Teórico, VEF1 Obtenido y VEF1%).

**ANOVA**

<i>Áreas de trabajo (A,L,MO,S)</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	
<i>VEF1 Teórico (mL)</i>	<i>Entre grupos</i>	,306	4	,077	,399	<i>,809</i>
	<i>Dentro de grupos</i>	25,126	131	,192		
	<i>Total</i>	25,432	135			
<i>VEF1 Obtenido (mL)</i>	<i>Entre grupos</i>	,397	4	,099	,351	<i>,843</i>
	<i>Dentro de grupos</i>	37,003	131	,282		
	<i>Total</i>	37,400	135			
<i>VEF1 %</i>	<i>Entre grupos</i>	100,653	4	25,163	,238	<i>,917</i>
	<i>Dentro de grupos</i>	13874,987	131	105,916		
	<i>Total</i>	13975,640	135			

**Fuente:** elaboración propia con datos, Hualpa M, Ramos W. Variación del VEF1 en el personal de una fabrica de cemento Lima- junio 2017.

### Observación:

- En esta tabla se realizan las comparaciones múltiples entre las categorías (Administración, Laboratorio, Mantenimiento, Operario y seguridad) que conforman las áreas de trabajo. Luego se evalúa de acuerdo a cada variable dependiente (VEF1 Teórico, VEF1 Obtenido y VEF1%).
- Se observó que No Existe variación en el volumen espiratorio forzado en el primer segundo ( $p > 0,05$ ) que al comparar las categorías en las diferentes áreas de trabajo.

**Tabla 2.2** Subconjuntos homogéneos entre Áreas de Trabajo vs variables dependientes (VEF1 Teórico, VEF1 Obtenido y VEF1%).

VEF1 Teórico (mL)

Área de Trabajo	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
ADMINISTRATIVA	17	3,5671
LABORATORIO	9	3,6200
OPERARIO	78	3,6828
SEGURIDAD	4	3,6850
MANTENIMIENTO	28	3,7271
Sig.		,916

**Fuente:** elaboración propia con datos, Hualpa M, Ramos W. Variación del VEF1 en el personal de una fábrica de cemento Lima- junio 2017.

- Se observa que en todas las áreas de trabajo, No Existe variación en el volumen espiratorio forzado en el primer segundo ( $p > 0,05$ ).

#### 4.1.3. VARIACION DEL VOLUMEN ESPIRATORIO FORZADO EN EL PRIMER SEGUNDO (VEF1) EN CUANTO A LA EDAD DEL PERSONAL.

**Tabla 3.** Tabla descriptiva segmentada por grupo etario: Edades (años), vs variables dependientes (VEF1 Teórico, VEF1 Obtenido y VEF1%).

<i>Grupo Etario</i> <i>Edad</i>  <i>(Años)</i>	<i>Rango de</i> <i>Edades</i>  <i>(Años)</i>	<i>N</i>	<i>VEF1 Teórico (mL)</i>		<i>VEF1 Obtenido (mL)</i>		<i>VEF1 %</i>	
			<i>Desv.</i>		<i>Desv.</i>		<i>Desv.</i>	
			<i>Media</i>	<i>Estándar</i>	<i>Media</i>	<i>Estándar</i>	<i>Media</i>	<i>Estándar</i>
GE I	20 a 29	24	3,9446	,44710	3,6871	,43949	<b>94,13</b>	11,622
GE II	30 a 39	44	3,7334	,43097	3,5291	,55799	94,43	8,911
GE III	40 a 50	58	3,5834	,36403	3,4678	,54419	96,60	10,468
GE IV	51 a 60	10	3,2800	,38784	3,3060	,39481	<b>101,20</b>	9,004

**Fuente:** elaboración propia con datos, Huallpa M, Ramos W. Variación del VEF1 en el personal de una fabrica de cemento Lima- junio 2017.

#### **Observación:**

- En esta tabla se observan las frecuencias de acuerdo al grupo etario: Edad (Años), comparado con los valores de media y desviación estándar obtenido de las variables dependientes (VEF1 Teórico, VEF1 Obtenido y VEF1%).

- El grupo etario GE IV (51 a 60 años) posee un VEF1% muy cercano al 100%, mientras que el grupo etario GE I (20 a 29 años) posee un valor alejado de VEF1% equivalente a 95,96%.

**Tabla 3.1** Tabla de comparaciones múltiples entre grupos Etarios: Edades (años) vs variables dependientes (VEF1 Teórico, VEF1 Obtenido y VEF1%).

**ANOVA**

<i>Grupo Etario</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media cuadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	
<i>Edad (Años)</i>						
<i>VEF1 Teórico (mL)</i>	<i>Entre grupos</i>	<i>3,940</i>	<i>3</i>	<i>1,313</i>	<i>8,067</i>	<i>.000</i>
	<i>Dentro de grupos</i>	<i>21,491</i>	<i>132</i>	<i>,163</i>		
	<i>Total</i>	<i>25,432</i>	<i>135</i>			
<i>VEF1 Obtenido (mL)</i>	<i>Entre grupos</i>	<i>1,286</i>	<i>3</i>	<i>,429</i>	<i>1,566</i>	<i>.201</i>
	<i>Dentro de grupos</i>	<i>36,114</i>	<i>132</i>	<i>,274</i>		
	<i>Total</i>	<i>37,400</i>	<i>135</i>			
<i>VEF1 %</i>	<i>Entre grupos</i>	<i>478,740</i>	<i>3</i>	<i>159,580</i>	<i>1,561</i>	<i>.202</i>
	<i>Dentro de grupos</i>	<i>13496,900</i>	<i>132</i>	<i>102,249</i>		
	<i>Total</i>	<i>13975,640</i>	<i>135</i>			

**Fuente:** elaboración propia con datos, Huallpa M, Ramos W. Variación del VEF1 en el personal de una fabrica de cemento Lima- junio 2017.

### Observación:

- En esta tabla se realizan las comparaciones múltiples entre las categorías que conforman el grupo etario: edad (años). Luego se evalúa de acuerdo a cada variable dependiente (VEF1 Teórico, VEF1 Obtenido y VEF1%).
- Se observó que No Existe variación en el volumen espiratorio forzado en el primer segundo ( $p > 0,05$ ) que al comparar las categorías en las diferentes áreas de trabajo.

**Tabla 3.2** Subconjuntos homogéneos entre grupos Etarios: Edades (años) vs variables dependientes (VEF1 Teórico, VEF1 Obtenido y VEF1%).

VEF1 Teórico (mL)				
Grupo Etario: Edad (Años)	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
GE IV	10	3,2800		
GE III	58	3,5834	3,5834	
GE II	44		3,7334	3,7334
GE I	24			3,9446
Sig.		,065	,607	,309

**Fuente:** elaboración propia con datos, Hualpa M, Ramos W. Variación del VEF1 en el personal de una fabrica de cemento Lima- junio 2017.

- Se observa que en todos los subconjuntos (GE III Y GE IV); (GE II Y GE III) y (GE i y GE II) del grupo etario: Edad (años), No Existe variación en el volumen espiratorio forzado en el primer segundo ( $p > 0,05$ ).

## 4.2. DISCUSION

En nuestro trabajo se encontró que la variación en el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1) en el personal de una fábrica de cemento en lima, no tiene significancia según el análisis estadístico ya que su  $p > 0.05$ ; a diferencia del estudio realizado en Etiopía (2009) sobre “Reducción de la función pulmonar y síntomas respiratorios crónicos entre los trabajadores de la industria del cemento” donde los resultados muestran que el volumen espiratorio forzado en un segundo (FEV 1) y FEV 1 / Capacidad Vital Forzada (FEV 1 / CVF) se redujeron significativamente en el estudio realizado entre 2009 ( $p < 0,002$  y  $p < 0,004$ , respectivamente) y 2010 (0,05 y  $p < 0,02$ , respectivamente), en el personal de limpieza y en el personal de producción. Según este autor se recomienda un seguimiento de 5 años para estimar de manera más confiable la tasa de declive del VEF1 de un individuo.

En un estudio realizado en Colombia (Antioquia 2008) sobre la prevalencia de alteraciones en la función pulmonar de la población residente vecina a dos fábricas de material particulado. Los resultados fueron que el 7,2% de las personas presentó el porcentaje del volumen espiratorio forzado 1 segundo (VEF1) menor de 70%; mientras que presentaron una relación volumen espiratorio forzado del primer segundo (VEF1) y capacidad vital forzada (CVF) menor de 80%. El mayor número de personas evaluadas con él %VEF < 70% vive en los cuatro barrios vecinos a las empresas. Se encontró asociación estadística entre un índice de masa corporal mayor de 25 y CVF < de 80% ( $p < 0,0009$ ), tiempo de residencia y CVF < de 80%. En nuestro estudio encontramos que en el área administrativa la respuesta ventilatoria es menor, presumimos que no están consiente del aire que inhalan ya que trabajan en áreas alejadas a la planta de producción, por esa misma razón no toman las medidas preventivas (uso de EPP), con este estudio confirmamos que el área o ambiente de trabajo influye en la variación del VEF1. Así mismo el tiempo de exposición al material es un factor influyente en la variación del VEF1. Sin embargo en el estudio realizado encontramos que los

valores espirometricos obtenidos tienen mejor respuesta a mayor edad, esto se explica que cuando uno avanza en edad se hace más consciente de su salud por lo tanto se protege mejor.

En otro estudio comparativo de los efectos a la salud por partículas totales en suspensión de cemento portland ensayada en roedores, con relación a las actividades realizadas por trabajadores de construcción civil en edificios para determinar los efectos de silicosis en los trabajadores de construcción civil en edificaciones. Donde establecieron una relación proporcional respecto a las actividades que involucra el tiempo de inhalación del Cemento Portland PM10 por parte de los trabajadores durante la jornada de ocho horas, considerando un promedio de vida de 80 años para los trabajadores y 3 años para los roedores de ensayo. Concluyeron que si hay presencia de silicosis en los cinco años/roedor tiempo en el que los sujetos de experimentación estuvieron expuestos al cemento portland PM10, que por la similitud genética del roedor con el ser humano y la relación horas/roedor - horas/hombre, los trabajadores de construcción civil en edificaciones podrían tener la enfermedad de silicosis crónica, acelerada y/o aguda si ellos trabajan más de 05 años en esta actividad sin las condiciones mínimas de seguridad, y es con más incidencia en los trabajadores de rango bajo ya que a ellos se les asigna labores más peligrosas con posibles riesgos de adquirir enfermedades ocupacionales. A medida que pasa el tiempo de exposición los daños son mayores, sin embargo nuestros resultados demostraron que la respuesta respiratoria fue mejor a mayor tiempo de trabajo, pero esto no quiere decir que no estén afectados, el declive del VEF1 si se fue dando al pasar los años. Aunque se encuentran dentro del parámetro normal, pero en el límite inferior.

## CAPITULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

Se concluye que **NO** Existe variación en el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1) en el personal de una fábrica de cemento en lima – junio 2017, ya que el valor de  $P > 0.05$ .

Se concluyó que **NO** existe variación del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (vef1) en el personal según los años de trabajo en una fábrica de cemento.

Se concluyó que el área de trabajo en esta fábrica no necesariamente guardan relación sobre el volumen espiratorio forado en el primer segundo.

La edad no es un factor influyente en este estudio sobre la variación del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1) en el personal de una fábrica de cemento.

## **5.2. Recomendaciones**

- A.** Los pacientes deben seguir un control más estricto, ya que los pacientes teóricamente están bien pero están dentro del límite inferior, por lo consiguiente deben tener el resultado correspondiente porque es casi seguro que un resfriado o una infección bronquial desencadene una enfermedad obstructiva, restrictiva o mixta.
- B.** Se recomienda que sean rotados de su área de trabajo, teniendo énfasis sobre todo en el personal operario de planta.
- C.** Hacer un seguimiento a los resultados de espirometría para tener mayor información sobre los cambios a nivel respiratorio.
- D.** Se recomienda realizar más estudio teniendo en cuenta las diferentes variables de la espirometría.
- E.** Prestar mayor atención en las medidas preventivas: como en el uso de los equipos de protección en el trabajo de todos los trabajadores.
- F.** Promover grupos de actividad física, las pausas activas 10 min por cada hora de trabajo, ejercicios para mantener la flexibilidad de la musculatura de la caja torácica. También como medida preventiva.
- G.** Concientizar a los más jóvenes sobre las medidas preventivas para evitar futuras enfermedades respiratorias.
- H.** Promover charlas sobre las enfermedades respiratorias y el daño que causan las partículas de polvo.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Espín G. Ortiz A. Importancia de la espirometría en el diagnóstico y tratamiento fisioterapéutico de las enfermedades pulmonares obstructivas crónicas (EPOC) en los pacientes que asisten al departamento de terapia respiratoria del hospital provincial general docente. [Tesina de grado para obtención de título de licenciatura en Internet]. Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo; 2015 [citada 8 jul 2017].1 p. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/1206/1/UNACH-EC-TER.FIS-2015-0027.pdf>
2. Téllez M, Lozano T, Hernando R, Reynaldo C. Alteraciones espirométricas por exposición a material particulado. Rev. Col. de salud ocupacional [Internet] 2015 [citado 8 jul 2017]; Vol. 5: 27-30. Disponible en: <http://revistasojs.unilibrecali.edu.co/index.php/rcso/article/view/256/312>
3. Alfredo H. Signos y síntomas respiratorios en trabajadores expuestos a polvos químicos en empresa de la construcción. [Tesis de posgrado para especialidad: salud ocupacional en Internet]. Venezuela: Universidad Carabobo; 2011 [Citado 8 jul 2017]. 2-7 p. Disponible en: <http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/1087/S.%20Alfredo..pdf?sequence=1>
4. Vital.rpp.pe/salud; 21Nov20; “Trabajadores de construcción pueden sufrir enfermedades pulmonares” citado 15 jul 2017, Disponible en: <http://vital.rpp.pe/salud/trabajadores-de-construccion-pueden-sufrir-enfermedades-pulmonares-noticia-312720%20.#>
5. García A. “Estudio para detectar la presencia de neumoconiosis en trabajadores de la industria cementera 2008-2012”. Tesis para obtener el título de licenciada en enfermería: internet. México: universidad autónoma del estado de México, centro universitario UAEM Zumpango; 2012 citado 15 jul 2017, disponible en: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/40434/Estudio%20Neumoc oniosis.pdf;sequence=1>

6. Organización mundial de la salud OMS. [Sede Web] [Actualizado septiembre de 2016; citado 15 julio 2017]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/es/>
7. Orfilia M. Polvo de cemento: problema sanitario. El observador, Uruguay: 2014, Febrero 16. [citado 15 jul 17]. Disponible en : <http://www.elobservador.com.uy/polvo-cemento-problema-sanitario-n271867>
8. Villalón A. Monclus A. Contaminación ambiental, causas y valoración. [Internet]. Barcelona: instituto iberoamericano de desarrollo económico; 1974. [Citado 15 jul 2017] p. 23-31. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=TNtOnQAACAAJ&hl=es&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.pe/books?id=TNtOnQAACAAJ&hl=es&source=gbs_navlinks_s)
9. González P, Díaz H, González R, Hernández H, Anceáume T. Exposición ocupacional a polvo en una planta productora de cemento con tecnología por vía húmeda. Rev. Cubana de Salud y Trabajo. [Internet]. 2003. [citado 22 jul 2017]; 4(1-2):24-8. Disponible: [http://www.bvs.sld.cu/revistas/rst/vol4\\_1-2\\_03/rst06103.pdf](http://www.bvs.sld.cu/revistas/rst/vol4_1-2_03/rst06103.pdf)
10. Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH). [Sede Web]. USA. [Actualizado 22 de febrero de 2017; citado 22 julio 2017]. Enfermedades respiratorias. Disponible en: <https://www.cdc.gov/spanish/niosh/topics/respiratorias.html>
11. Prodan L, Bachofen G. Contaminantes químicos y biológicos [internet]. Vol. 14. 3ra edición. Argentina. 2014. [Citado 22 jul 2017]. Disponible en: [https](https://www.cdc.gov/spanish/niosh/topics/respiratorias.html)
12. Enfermedades respiratorias ocupacionales. Rev. Seguridad minera. 03 de octubre, 2013. [Citado 22 jul 2017]. n° 103. Disponible en: <http://www.revistaseguridadminera.com/salud-cupacional/enfermedades-respiratorias-ocupacionales>
13. González N, Rubiano G, Wilches M, Franky M, Niño C. Modelo predictivo para volumen espirado forzado en el primer segundo VEF1 en función de la edad, para la población minera del municipio de Samacá, Boyacá. Rev. Ciencia & Salud. [Internet]. 2014 [Citado 26 jul 2017]. Vol. 3(9):37-43. Disponible en:

<http://revistas.usc.edu.co/index.php/CienciaySalud/article/view/413#.Wb2bWvPyjIU>

14. Lira J. ASOCEM: Despacho nacional de cemento creció 0.6% en julio. Gestión, el diario de economía y negocios. [Internet]. Perú: 2017. Agosto 17. [Citado 26 jul 2017]. Disponible en: <http://gestion.pe/mercados/asocem-despacho-nacional-cemento-crecio-06-julio-2197958>
15. Zeleke Z, Moen B, Bråtveit M. Reducción de la función pulmonar y síntomas respiratorios crónicos entre los trabajadores de la industria del cemento. [Internet]. 2011 [Citado 26 jul 2017]. Vol. 11:50. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22067264>
16. Zeleke Z, Moen B, Bråtveit M. Reducción de la función pulmonar y síntomas respiratorios crónicos entre los trabajadores de la industria del cemento. Rev. BMC [Internet]. 2010 [Citado 26 jul 2017]. Vol. 10:19. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2865447/>
17. Giordano F, Dell'orco V, Fantini F, Grippo F, Perretta V, Teta A, Et al. Mortalidad en una cohorte de trabajadores del cemento en una planta del centro de Italia. Rev. US National Library of Medicine NIH [Internet]. 2012 [Citado 26 jul 2017]. Vol. 85(4):373-9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21766208>.
18. Quiroz M. Prevalencia de alteraciones en la función pulmonar de la población residente vecina a dos fábricas de material particulado, corregimiento La Sierra, Municipio de Puerto Nare. Rev. Fac. Nac. Salud pública [Internet]. 2011 [Citado 2 agosto 2017]. Vol. 29(1): 45-52. Disponible en: <http://www.redalyc.org/html/120/12020036005/>
19. Leonardo B, Martha R. Prevalencia de neumoconiosis y hallazgos espirométricos en trabajadores expuestos a polvo de carbón en minería subterránea en el Departamento de Cundinamarca, Colombia. Rev. CRAI [internet]. 2014 [citado 2 de agosto 2017]. disponible en: <http://repository.urosario.edu.co/handle/10336/11804>
20. Cipriano J. Capacidad ventilatoria forzada en trabajadores de una empresa metalurgica en la region central del Perú UNMSM FACULTAD DE MEDICINA

HUMANA UNIDAD DE POSGRADO – TESIS. [internet]. 2015 [citado 2 agosto 2017]. disponible en: [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/4252/3/Cipriano\\_aj.pdf](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/4252/3/Cipriano_aj.pdf).

21. Murrillo O. Estudio comparativo de los efectos a la salud por partículas totales en suspensión de cemento portland ensayada en roedores, con relación a las actividades realizadas por trabajadores de construcción civil en edificios. 2010. Prevención y Salud [Pag. Web.] [citado 2 de agosto 2017] disponible en: <https://www.prevencionintegral.com/en/canal-orp/papers/orp-2013/estudio-comparativo-efectos-salud-por-particulas-totales-en-suspension>
22. Matrin A; Caron E. Bases de la fisiología. 2º edición España Madrid. [citado 5 agosto 2017] disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=GpNkL8SiYW8C&pg=PA217&dq=fisiologia+respiratoria&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjOuaSts4nWAhWESSYKHW-vDW8Q6AEIKjAB#v=onepage&q=fisiologia%20respiratoria&f=true>
23. Guyton C, Hall E. Tratado de fisiología médica. Vol. 1. 12 edición. EE.UU: Elsevier España, S.L. 1956.[2011; Citado 12 agosto 2017 ]. disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=UMYoE90LPmcC&printsec=frontcover&dq=24.+tratado+fisiolog%C3%Ada+medica+guyton+y+hall,&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjOyNyBjvHXAhUKchQKHWKsBGgQ6AEIJTAA#v=onepage&q=24.%20tratado%20fisiolog%C3%ADa%20medica%2C%20guyton%20y%20hall%2C&f=true>
24. Arcas M. Colección práctico profesional Fisioterapia Respiratoria. Volumen 1. 1ª Edición. España Editorial; MAD S. L. 2006. [citado 18 de agosto de 2017]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=IJQRrErIYacC&printsec=frontcover&dq=fisioterapia+respiratoria+miguel+angel+arcas&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwidzf2-pfPXAhUOMd8KHTCiC->

kQ6AEIJTAA#v=onepage&q=fisioterapia%20respiratoria%20miguel%20angel%20arcas&f=true

25. Garcia B, Garcia C. Exploración funcional respiratoria: aplicación clínica. [citado 18 de agosto 2017]. disponible en: <https://www.neumosur.net/files/EB04-06%20pruebas%20funcion.pdf>
26. Crisancho W. Fundamentos de fisioterapia respiratoria y ventilación mecánica. 2da. de. Colombia: Editorial manual moderno. 2008. [citado 18 de agosto 2017].
27. Giraldo H. EPOC Diagnóstico y tratamiento integral con énfasis en la rehabilitación pulmonar [Internet]. 3ra ed. Colombia: editorial medical internacional; mayo del 2008 [citado 18 agosto 2017]. Disponible en: <https://books.google.es/books?id=bVz3C1RKju4C&pg=PA62&dq=espirometria&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi18NCNkuHVAhUKMSYKHfBsBRgQ6AEISjAl#v=onepage&q=espirometria&f=false>
28. Horacio A.; Marcelo E. Semiología médica, fisiopatología, semiología y propeuéutica. [Internet]. 1ra Edición. Buenos Aires: Editorial medica panamericana; abril de 2008. [citado 18 de agosto del 2017]. Disponible en: URL.  
<https://books.google.es/books?id=22ALNKLPnMcC&pg=PA622&dq=tipos+de+%7Ddespirometria&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjvtqzBm-HVAhWBcyYKHUNZDaIQ6AEILTAB#v=onepage&q=tipos%20de%20%7Ddespirometria&f=true>
29. Gutiérrez M, Beroiza T, Borzone G, Caviedez I, Céspedes J, Gutiérrez M, et al. Espirometría: Manual de procedimientos. Sociedad chilena de enfermedades respiratorias. Rev. Chil. Enf. Resp. [internet]. 2007 [citado 25 agosto de 2017]; volumen 23: 31-42. disponible en:

[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-73482007000100005](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-73482007000100005)

30. Crespo P, Galan C. Contaminantes quimicos y biologicos. Centro de seguridad e higiene en el trabajo. INSHT. 2017. [citado 25 de agosto 2017]. disponible en:

<https://www.estrucplan.com.ar/Producciones/imprimir.asp?IdEntrega=2481>

31. Naranjo F, Sierra L. Metodo de control para evitar la silicosis por exposicion a silice cristalina en trabajadores de la industria manufacturera. [internet]. 2008. disponible en:

<http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/enfermeria/tesis59.pdf>

32. Cuervo V. Eguidazu J. Gonzales A. Guzman A. Hevia J. Montes I. et al. silicosis y otras neumoconiosis. [internet]. 2001. disponible en:

<https://www.msssi.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/silicosis.pdf>

# **ANEXOS**

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE	METODOLOGIA	POBLACION Y MUESTRA
VARIACIÓN DEL VOLUMEN ESPIRATORIO FORZADO EN EL PRIMER SEGUNDO (VEF1) EN EL PERSONAL DE UNA FABRICA DE CEMENTO EN LIMA – JUNIO 2017	<p><b>PROBLEMA GENERAL:</b></p> <p>¿Existe variación en el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1) en el personal de una fábrica de cemento en Lima – junio 2017?</p> <p><b>Problemas específicos:</b></p> <p>¿Cual es la variación del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (vef1) en el personal según los años de trabajo en una fábrica de cemento?</p> <p>¿Cual es la variación del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (vef1) en el personal según áreas de trabajo en una fábrica de cemento?</p> <p>¿Es la edad es un factor influyente en la variación del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (vef1) en el personal de una fábrica de cemento?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b></p> <p>Determinar la variación del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (vef1) en el personal de una fábrica de cemento en Lima – junio 2017.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECIFICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar la variación del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (vef1) en el personal según los años de trabajo en una fábrica de cemento.</li> <li>Identificar la variación del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (vef1) en el personal según áreas de trabajo en una fábrica de cemento.</li> <li>Conocer si la edad es un factor influyente en la variación del volumen espiratorio forzado en el primer segundo (vef1) en el personal de una fábrica de cemento</li> </ul>	<p><b>HIPOTESIS GENERAL:</b></p> <p>Existe variación en el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (vef1) en el personal de una fábrica de cemento en Lima – junio 2017.</p> <p><b>HIPOTESIS NULA:</b></p> <p>No Existe variación en el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (vef1) en el personal de una fábrica de cemento en Lima – junio 2017.</p>	<p><b>Variable 1:</b></p> <p>V1: Personal de una fábrica de cemento.</p> <p><b>INDICADORES:</b></p> <p><b>% de los grados</b></p> <p>Leve = &gt;80% Moderado= 80-65% Severo= 64-50% Muy severo= &lt;35%</p> <p><b>Variable 2:</b></p> <p>V2: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF1).</p> <p><b>INDICADORES:</b></p> <p>Edad Área de trabajo Tiempo de trabajo</p>	<p><b>METODO:</b></p> <p>Se utilizó el análisis estadístico de ANOVA y para la consolidación de la base de datos de las variables propuestas utilizamos Microsoft office Excel.</p> <p><b>DISEÑO DE INVESTIGACION:</b></p> <p>Es un estudio sin intervención, descriptivo, no experimentales, transversales descriptivos, porque solo observaremos el sujeto de estudio y describiremos.</p>	<p><b>POBLACION:</b></p> <p>La población está conformada por los resultados de las evaluaciones espirométricas realizadas en los trabajadores de una fábrica de cemento en Lima en junio del 2017.</p> <p><b>MUESTRA:</b></p> <p>La muestra es una muestra poblacional se incluirá todos los resultados de las evaluaciones espirométricas, es una selección por conveniencia. Consta de 136 fichas de médicas</p>

## FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

**TITULO:** VARIACIÓN DEL VOLUMEN ESPIRATORIO FORZADO EN EL PRIMER SEGUNDO (VEF<sub>1</sub>) EN EL PERSONAL DE UNA FÁBRICA DE CEMENTO EN LIMA–JUNIO 2017.

DATOS GENERALES DEL PACIENTE	RESULTADOS
1. EDAD	
2. SEXO	
3. TALLA	
4. PESO	
5. AREA DE TRABAJO	
6. TIEMPO DE TRABAJO	
<b>DATOS DE ESPIROMETRIA</b>	
1. CVF L	
2. VEF1 L	
3. VEF1/CVF %	
4. FEP L/s	



Universidad  
Norbert Wiener

### VALIDACION DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Dr. Mg. Lic. Aimeé Yajaira Diaz Mau

Nos dirigimos a usted para saludarlo y dada su experiencia, solicitar la revisión del instrumento de recolección de datos del proyecto de tesis titulado: VARIACIÓN DEL VOLUMEN ESPIRATORIO FORZADO EN EL PRIMER SEGUNDO (VEF1) EN EL PERSONAL DE UNA FABRICA DE CEMENTO EN LIMA – JUNIO 2017, de los autores Bch.TM: HUALLPA QUISPE, María Ruth y Bch.TM: RAMOS LOAYZA, Wuendy de la Universidad Privada Norbert Wiener, teniendo como base los criterios que a continuación se presentan. Marque con un check (✓) en SI o NO, en cada criterio según su opinión.

Ítem N°	Criterio	Si	No	Observación
1	La información permite dar respuesta al problema.	✓		
2	El instrumento propuesto responde a los objetivos del estudio.	✓		
3	La estructura del instrumento es adecuado.	✓		
4	El instrumento responde a la operacionalización de la variable.	✓		
5	La secuencia presentada facilita el desarrollo del instrumento.	✓		
6	Los ítems son claros en lenguaje entendible.	✓		
7	El número de ítems es adecuado para su aplicación.	✓		

Otras sugerencias:

Fecha: 25/11/17

  
Lic. Aimeé Yajaira Diaz Mau  
Tecnólogo Médico  
Especialista en Fisioterapia  
Cardiorrespiratoria  
CTMP N° 9981 - RNE N° 0077  
Sello y firma del Juez Experto.

VALIDACION DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Dr. Mg. Lic. Luis Alberto Tito Gonza

Nos dirigimos a usted para saludarlo y dada su experiencia, solicitar la revisión del instrumento de recolección de datos del proyecto de tesis titulado: VARIACIÓN DEL VOLUMEN ESPIRATORIO FORZADO EN EL PRIMER SEGUNDO (VEF1) EN EL PERSONAL DE UNA FABRICA DE CEMENTO EN LIMA – JUNIO 2017, de los autores Bch.TM: HUALLPA QUISPE, María Ruth y Bch.TM: RAMOS LOAYZA, Wuendy de la Universidad Privada Norbert Wiener, teniendo como base los criterios que a continuación se presentan. Marque con un check (✓) en SI o NO, en cada criterio según su opinión.

Ítem N°	Criterio	Si	No	Observación
1	La información permite dar respuesta al problema.	✓		
2	El instrumento propuesto responde a los objetivos del estudio.	✓		
3	La estructura del instrumento es adecuado.	✓		
4	El instrumento responde a la operacionalización de la variable.	✓		
5	La secuencia presentada facilita el desarrollo del instrumento.	✓		
6	Los ítems son claros en lenguaje entendible.	✓		
7	El número de ítems es adecuado para su aplicación.	✓		

Otras sugerencias:

Fecha: 25/11/17

  
Luis Alberto Tito Gonza  
Tecnólogo Médico CTMP 6394 S.NE: 0016  
Especialista Cardiorrespiratoria

Sello y firma del Juez Experto.