

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA**  
**CARRERA DE MEDICINA Y CIRUGÍA**

*Tesis para optar por el grado académico de  
Licenciatura en Medicina y Cirugía*

**CARGA DE LA ENFERMEDAD Y  
EPIDEMIOLOGÍA POR NEUMOCONIOSIS  
EN COSTA RICA DE 1990-2019**

**PAULA ELENA VARGAS CIFUENTES**

**Tutor:**

**Dra. Karen Paola Fonseca Artavia**

Junio, 2022

# TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO .....	ii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	vii
DEDICATORIA .....	ix
AGRADECIMIENTOS .....	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	13
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.1.1 Antecedentes del problema .....	14
1.1.2 Delimitación del problema .....	18
1.1.3 Justificación.....	18
1.2 REDACCION DEL PROBLEMA CENTRAL: PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	19
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	20
1.3.1 Objetivo general .....	20
1.3.2 Objetivos específicos.....	20
1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES .....	21
1.4.1 Alcances de la investigación .....	21
1.4.2 Limitaciones de la investigación .....	21

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	22
2.1 CONTEXTO TEÓRICO-CONCEPTUAL .....	23
2.1.1 Contexto Histórico y conceptos .....	23
2.1.2 Definición y conceptos básicos de neumoconiosis .....	27
2.1.3 Diferentes tipos de neumoconiosis.....	29
2.1.4 Fisiopatología de los diferentes tipos de neumoconiosis .....	31
2.1.5 Factores de riesgo de neumoconiosis .....	35
2.1.6 Diagnóstico de neumoconiosis.....	39
2.1.7 Comorbilidades .....	48
2.1.8 Manejo y tratamiento de neumoconiosis.....	50
2.1.8 Epidemiología de la neumoconiosis.....	54
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO .....	56
3.1 ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN.....	57
3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	58
3.3 UNIDADES DE ANALISIS U OBJETOS DE ESTUDIO.....	59
3.3.1 Área de estudio.....	59
3.3.2 Fuentes de información .....	59
3.3.3 Población.....	59
3.3.4 Muestra.....	59
3.3.5 Criterios de inclusión y exclusión .....	59

3.4 INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE LA INFORMACION .....	60
3.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACION .....	60
3.6 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....	61
3.7 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	64
3.8 ORGANIZACIÓN DE LOS DATOS .....	65
3.9 ANÁLISIS DE DATOS .....	66
CAPITULO IV: PRESENTACION DE RESULTADOS.....	67
CAPITULO V: DISCUSION E INTERPRETACION DE RESULTADOS .....	96
5.1 DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN .....	97
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	103
6.1 CONCLUSIONES .....	104
6.2 RECOMENDACIONES .....	106
BIBLIOGRAFÍA.....	108
GLOSARIO Y ABREVIATURAS.....	112
ANEXOS.....	114
DECLARACIÓN JURADA .....	114
CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR.....	115
CARTA DE APROBACIÓN DEL LECTOR.....	116

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Factores de Riesgo .....	36
Figura 2. Clasificación de la OIT para el diagnóstico de neumoconiosis en rayos X de tórax.	40
Figura 3. Diagrama de flujo para el diagnóstico de la neumoconiosis.....	42
Figura 4. Silicosis, Radiografías.....	44
Figura 5. Silicosis, TCAR .....	44
Figura 6. Asbestosis; TCAR.....	46
Figura 7. Tratamiento clínico de la neumoconiosis.....	50

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades más frecuentes asociadas a los diferentes tipos de neumoconiosis:.....	37
Tabla 2. Agentes terapéuticos potenciales recientemente descubiertos para la neumoconiosis. .....	53
Tabla 3. Cuadro resumen de los diferentes tipos de neumoconiosis .....	55
Tabla 4. Operacionalización de variables.....	61
Tabla 5. Incidencia de neumoconiosis según sexo y grupo etario en Costa Rica de 1990-2019. .....	68
Tabla 6. Prevalencia de neumoconiosis según sexo y grupo etario en Costa Rica de 1990- 2019. ....	70

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Tasa de AVP general de neumoconiosis en Costa Rica durante el período de 1990-2019. Tasa por 100 000 habitantes. ....	72
Gráfico 2. Tasa de AVP en personas de 50-69 años, según el sexo, de neumoconiosis en Costa Rica durante el período de 1990-2019. Tasa por 100 000 habitantes.....	73
Gráfico 3. Tasa de AVP en personas de 70-79 años, según sexo, de neumoconiosis en Costa Rica durante el período de 1990-2019. Tasa por 100 000 habitantes.....	75
Gráfico 4. Tasa de AVP en personas de 80 años o más, según sexo, de neumoconiosis en Costa Rica durante el período de 1990-2019. Tasa por 100 000 habitantes. ....	76
Gráfico 5. Tasa de AVD general por neumoconiosis en Costa Rica durante el período de 1990-2019. Tasa por 100 000 habitantes.....	78
Gráfico 6. Tasa de AVD en personas de 50-69 años, según sexo, por neumoconiosis en Costa Rica durante el período de 1990-2019. Tasa por 100 000 habitantes.....	79
Gráfico 7. Tasa de AVD en personas de 70-79 años, según el sexo, por neumoconiosis en Costa Rica durante el período de 1990-2019. Tasa por 100 000 habitantes. ....	80
Gráfico 8. Tasa de AVD en personas de 80 años o más, según el sexo, por neumoconiosis en Costa Rica durante el período de 1990-2019. Tasa por 100 000 habitantes. ....	81
Gráfico 9. Tasa de AVAD general por neumoconiosis en Costa Rica durante el período de 1990-2019. Tasa por 100 000 habitantes.....	82
Gráfico 10. Tasa de AVAD en personas de 50-69 años, según el sexo, por neumoconiosis en Costa Rica durante el período de 1990-2019. Tasa por 100 000 habitantes. ....	84

Gráfico 11. Tasa de AVAD en personas de 70-79 años, según el sexo, por neumoconiosis en Costa Rica durante el período de 1990-2019. Tasa por 100 000 habitantes. ....	85
Gráfico 12. Tasa de AVAD en personas de 80 años o más, según el sexo, por neumoconiosis en Costa Rica durante el período de 1990-2019. Tasa por 100 000 habitantes.....	86

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación se lo quiero dedicar a mis padres, Martha Lucía Cifuentes y Juan Emilio Vargas, quienes siempre han velado por mi futuro, y han dedicado su vida a ayudarme a lograr mis metas.

A mis hermanos, que son excelentes amigos, y me han ayudado siempre con la intención de que esta carrera sea más fácil y bonita de llevar, y sin duda lo han logrado.

A los amigos que he formado durante el transcurso de la carrera, con quienes he compartido muchas experiencias.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero quiero darle las gracias a Dios, por brindarme oportunidades, ya que si no fuera por él yo no hubiese llegado hasta aquí, por regalarme salud y bendecir mi vida a lo largo de todo mi camino.

Le agradezco a mi madre, Martha Lucía Cifuentes quien ha dedicado su vida a su familia, a mí, y si no fuera por su amor incondicional, su apoyo constante y su fe en mí nada esto sería posible, ella me ha motivado en cada aspecto de mi vida, y gracias a ella que me regala su confianza y su ayuda he podido seguir logrando mis metas, así que este trabajo también es obra de ella.

A mi padre, Juan Emilio Vargas, que siempre ha sido un ejemplo a seguir para mí, que me ha enseñado que el trabajo, la responsabilidad y la constancia son clave para lograr lo que me propongo, le doy gracias porque gracias a él puedo seguir cumpliendo mis sueños, por su sacrificio desinteresado y por creer siempre en mí.

Le doy gracias a mis cuatro hermanos: Daniel, Juan Emilio, Alejandro y Rebeca Vargas, quienes también han sido partícipes en este camino, regalándome siempre comprensión y motivación durante toda la carrera, sin ninguna duda a ellos también les debo el haber llegado hasta aquí.

También quiero agradecer a mi amiga Valeria Gómez, que me ha acompañado durante toda la carrera.

Le quiero agradecer a las autoridades de la Universidad Hispanoamericana, de la sede Aranjuez, por su esfuerzo, y disposición para transmitir conocimiento en áreas educativas y personales.

A la doctora Karen Fonseca, tutora de este trabajo final de graduación, por su guía, apoyo, dedicación, compromiso y por ser una excelente profesional y persona, una parte fundamental en la elaboración de esta investigación.

Al doctor Joshua Santana Segura, el lector de la tesis, por su oportuna colaboración.

A la doctora Yazlin Alvarado, por ser siempre tan servicial y excelente docente.

## RESUMEN

**Introducción.** El término neumoconiosis surgió en 1971 en la cuarta Conferencia Internacional de Neumoconiosis donde se definió como “la acumulación de polvo en los pulmones y las reacciones tisulares con su presencia”<sup>(1)</sup>. Es una patología prevenible, principalmente de origen ocupacional. **Objetivo general.** Analizar la carga de la enfermedad y epidemiología por neumoconiosis en Costa Rica desde el año 1990 hasta 2019. **Metodología de investigación.** Se realiza una base de datos con información proveniente del Instituto de Métricas en Salud a partir del Global Burden of Disease, utilizando tasas estandarizadas para lograr conocer los AVAD, AVD, incidencia y prevalencia por neumoconiosis, según sexo y edad en el período comprendido entre 1990 y 2019. **Resultados.** Se encontró que los AVAD y los AVD por neumoconiosis aumentaron en el período de 1990 al 2019. El grupo de 80 años o más representa la mayor carga de la enfermedad. El sexo masculino presenta las mayores tasas de prevalencia e incidencia. **Discusión.** Este patrón hacia el aumento no es único en Costa Rica, sino que se ha presentado a nivel mundial en los últimos años. Su comportamiento de aumento en los grupos etarios de mayor edad posiblemente esté relacionado con los altos períodos de latencia que tiene la enfermedad antes de ser diagnosticada. **Conclusiones.** La neumoconiosis tuvo comportamiento ascendente en Costa Rica en 1990 al 2019, con una tasa de mortalidad muy poco significativa, siempre con una tendencia al ascenso predominando el sexo masculino. **Palabras claves.** Neumoconiosis, años de vida ajustados por discapacidad (AVAD), incidencia, prevalencia.

## ABSTRACT

**Introduction.** The term pneumoconiosis emerged in 1971 at the Fourth International Conference on Pneumoconiosis where it was defined as "the accumulation of dust in the lungs and tissue reactions to its presence" <sup>(1)</sup>. It is a preventable pathology, mainly of occupational origin. **General objective.** To analyze the disease burden and epidemiology of pneumoconiosis in Costa Rica from 1990 to 2019. **Research methodology.** A database was created with information from the Institute of Health Metrics based on the Global Burden of Disease, using standardized rates to determine the DALYs, DALYs, incidence and prevalence of pneumoconiosis, according to sex and age for the period 1990 to 2019. **Results.** It was found that DALYs and DALYs due to pneumoconiosis increased in the period from 1990 to 2019. The group aged 80 years or older represents the highest burden of the disease. The male sex has the highest prevalence and incidence rates. **Discussion.** This increasing pattern is not unique to Costa Rica but has occurred worldwide in recent years. Its increasing behavior in older age groups is possibly related to the high latency periods that the disease has before being diagnosed. **Conclusions.** Pneumoconiosis had an increasing behavior in Costa Rica from 1990 to 2019, with a very insignificant mortality rate, always with an upward trend, predominantly in the male sex. **Key words.** Pneumoconiosis, disability-adjusted life years (DALYs), incidence, prevalence.

## **CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

## 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1.1 Antecedentes del problema

Cuando se habla de neumoconiosis se incluye un grupo de enfermedades pulmonares parenquimatosas, en su mayoría del ámbito laboral, que surgen por la inhalación de polvos generalmente inorgánicos y el impacto al parénquima pulmonar relacionado. <sup>(2)(3)</sup>

La neumoconiosis no es una enfermedad nueva, se dice que el efecto del polvo de sílice en la función pulmonar fue observado por Hipócrates en el año 430 a.C y en el siglo XVI por Agricola. En 1713, Rammazzini describió “nódulos síliceos en las autopsias de cortadores de piedra que presentaban síntomas respiratorios”. <sup>(4)</sup>

Con la introducción de herramientas mecanizadas en el sector minero en el siglo XIX, se provocó un aumento de rápido a la exposición de la sílice, por consiguiente, provocando un aumento importante en los casos. <sup>(4)</sup>

En 1971 surgió el término de neumoconiosis en la cuarta Conferencia Internacional de Neumoconiosis; en donde fue definida como la “acumulación de polvo en los pulmones y las reacciones tisulares con su presencia”. <sup>(5)</sup>

Dependiendo del agente causante la neumoconiosis se va a dividir en diferentes tipos: la silicosis (sílice cristalina SiO<sub>2</sub>), la beriliosis (berilio), la siderosis (hierro), la silicatosi (caolín, talco, asbesto) y la neumoconiosis de la mina de carbón (carbón y SiO<sub>2</sub>). La neumoconiosis se desarrolla después de varios años de exposición laboral y suele tardar por lo menos diez en manifestarse, por lo que, en su mayoría, actúa inicialmente como una enfermedad silenciosa. <sup>(6)</sup>

<sup>(7)</sup>

Desde el punto de vista legal, se estipula como neumoconiosis legal “cualquier alteración o enfermedad pulmonar crónica y sus secuelas debidas a la inhalación de polvo inorgánico”.<sup>(5)</sup>

Por leyes se han establecido límites máximos de partículas inhalables para cada industria que cuente con reconocimiento del riesgo de neumoconiosis, y en los países desarrollados los trabajadores cuentan con medidas de exposición y revisiones periódicas para descartar enfermedades ocupacionales o retirar a los trabajadores que presenten enfermedad de los sitios de exposición; aun siendo esta una enfermedad evitable incluso en los países desarrollados siguen apareciendo casos donde ya el paciente se ha visto afectado severamente y más seguido de lo que se esperaría; ya que existen exposiciones no catalogadas, falta de cumplimiento de las medidas de protección e industrias clandestinas. La información actual tiene como principal fuente países en vías de desarrollo ya que las medidas de control de riesgo son escasas o inexistentes y las ocupaciones de riesgo se multiplican, gracias al bajo costo de la mano de obra y la ausencia de legislación laboral.<sup>(5)</sup>

La explotación de recursos del subsuelo terrestre ha sido una actividad practicada de manera constante en la historia de la humanidad; en el proceso de extracción del mineral, la forma de procesarlo y su elaboración se genera el polvo inorgánico que al ser inhalado produce las distintas lesiones en el parénquima pulmonar; que se denominan y comportan de forma característica dependiendo de la sustancia causante.<sup>(8)</sup>

A pesar de que La Ley Federal de Salud y Seguridad en las Minas de carbón de 1969 (ley del Carbón)<sup>(9)</sup> comienza con la declaración “la primera prioridad y preocupación de todos en la industria minera del carbón debe ser la salud y la seguridad de su recurso más preciado, el “minero”; que tenía como objetivo principal reducir el polvo respirable de las minas de carbón, a finales de los años 90 se ha producido un resurgimiento de la enfermedad.<sup>(9)</sup>

Según datos adquiridos por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional <sup>(10)</sup>, sugiere que la prevalencia actual de los mineros subterráneos de larga duración que participan en el Programa de Vigilancia de la Salud de los Trabajadores del Carbón de neumoconiosis se aproxima al doble de su punto más bajo en 1999, esto sugiere que los mineros a pesar de trabajar bajo la Ley Federal de Salud y Seguridad en las Minas de Carbón de 1969 siguen careciendo de una adecuada protección frente a la neumoconiosis relacionada a las minas de carbón. <sup>(10)</sup>

El proyecto de Evaluación Comparativa de Riesgos (ECR) de la Carga Mundial de Morbilidad (GBD) <sup>(11)</sup> fue el primero en considerar la carga de las enfermedades respiratorias crónicas de origen laboral a nivel regional y mundial, según las estimaciones del estudio GBD 2016 se calcula que hubo alrededor de 519 000 muertes por enfermedad respiratoria crónica debidas a factores de riesgo laborales transmitidos por el aire, de las cuales se le atribuyeron 21 500 por neumoconiosis derivada de la exposición a polvos neumoconióticos. Los hombres representaron el 75% (390 000) de las muertes en general. <sup>(11)</sup>

La edad, el tiempo y magnitud de exposición al polvo de la mina son los factores de riesgo más importante para neumoconiosis, estos se basarán en años laborales, el tipo de mina, concentración de sílice libre y otros agentes en el polvo de la mina, el tipo de trabajo en el interior de la mina, entre otros. <sup>(12)</sup>

La posición de la Organización Mundial de la Salud (OMS) <sup>(13)</sup> sobre el amianto es muy clara: “el amianto es una de las 10 sustancias más preocupantes para la salud pública, al mismo nivel que el mercurio, el plomo y los plaguicidas altamente peligrosos, y causa más de 100 000 muertes al año”. Todas las formas de amianto son cancerígenas, sin que se conozca un nivel de exposición "seguro". <sup>(13)</sup>

El Comité Mixto de Salud Laboral de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la OMS estableció el Programa Mundial OIT/OMS<sup>(14)</sup> para la Eliminación de la Silicosis a raíz de las recomendaciones de la 12ª reunión de 1995, en la que se pedía a los líderes mundiales que adoptaran medidas adecuadas para mejorar la prevención de la silicosis.<sup>(14)</sup>

Costa Rica fijó en 1996 el «Reglamento de Uso Controlado del Asbesto y Productos que lo Contengan» (en adelante, “Decreto 25056”); En el reglamento anterior se establecen distintas normas como la prohibición de importación y uso de fibra de asbesto, cuáles serán los límites de exposición, cada cuanto se realizan las mediciones, los métodos que se utilizarán para determinar los niveles de concentración de asbesto, las medidas de prevención y protección, formas de desecho y tratamientos de desechos.<sup>(15) (16)</sup>

En Costa Rica, el Instituto Nacional de Seguros y la Caja Costarricense de Seguro Social<sup>(17)</sup>, han diagnosticado los casos de Silicosis y sus repercusiones en la salud de las personas trabajadoras expuestas a dicho producto, por tanto, para el año 2016 se decreta el reglamento para la prevención de la silicosis en los centros de trabajo; en el cual se establecen disposiciones generales, medidas de protección, de seguridad e higiene en el trabajo, métodos diagnósticos, advertencias y sanciones que son de carácter obligatorio y aplican en todos los centros de trabajo donde la persona trabajadora, en forma permanente, se mantenga ocupacionalmente expuesta de manera directa a la sílice cristalina respirable.<sup>(17)</sup>

El programa Internacional en la Eliminación Global de la Silicosis de OIT/OMS hace un llamado mundial a la eliminación de la silicosis para el año 2030.<sup>(18)</sup>

### **1.1.2 Delimitación del problema**

El contenido de este trabajo de investigación se realizará con información de hombres y mujeres que van de los 50 años a mayores de 80 años, en un período de tiempo que comprende los años 1990 hasta el 2019 en Costa Rica, analizando datos de epidemiología y la carga de la enfermedad por neumoconiosis, se estudiará la prevalencia, incidencia, años de vida ajustados por discapacidad y vividos con discapacidad.

### **1.1.3 Justificación**

Cuando se habla de neumoconiosis se engloba un grupo de enfermedades que se pueden catalogar como de tipo ocupacional, ya que en su mayoría afecta a personas en su ámbito laboral existen diversos trabajos que ponen en riesgo a los humanos de adquirir este tipo de enfermedad; entre ellos se encuentra la minería de amianto, carbón, perforación de túneles, fabricación de cerámica, pinturas, papel, cosmética, soldadura, entre muchas otras.

Este tema es de suma importancia ya que se da a conocer que la neumoconiosis es una enfermedad prevenible sí se cuenta con los métodos de protección necesarios.

La neumoconiosis es una enfermedad que progresa en muchos años por lo tanto al inicio no da ningún indicio, por lo cual tiende a ser una enfermedad que en el momento de su diagnóstico ya está lo suficientemente avanzada, proporcionando un manejo más complicado de la patología.

Es una problemática porque a pesar de que se hayan establecido distintas leyes y proyectos para la protección del trabajador, existen distintas empresas clandestinas o trabajadores informales que no cumplen con la normativa estipulada para el manejo de este tipo de materiales, sin importar de qué manera esto puede afectar la salud del trabajador.

## **1.2 REDACCION DEL PROBLEMA CENTRAL: PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

En este trabajo, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es la carga de la enfermedad y epidemiología por neumoconiosis en Costa Rica desde el año 1990 hasta 2019?

## **1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1 Objetivo general**

Analizar la carga de la enfermedad y epidemiología por neumoconiosis en Costa Rica desde el año 1990 hasta 2019.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Analizar la incidencia y prevalencia de neumoconiosis en Costa Rica según sexo y grupo etario (50-69 años, 70-79 años y 80 años o más) de 1990 a 2019 por cada 100, 000 habitantes.
- Mostrar los años de vida perdidos por neumoconiosis en Costa Rica según sexo y grupo etario (50-69 años, 70-79 años y 80 años o más) de 1990 a 2019 por cada 100, 000 habitantes.
- Describir los años vividos con discapacidad por neumoconiosis en Costa Rica según sexo y grupo etario (50-69 años, 70-79 años y 80 años o más) de 1990 a 2019 por cada 100, 000 habitantes.
- Determinar los años de vida ajustados por discapacidad por neumoconiosis en Costa Rica según sexo y grupo etario (50-69 años, 70-79 años y 80 años o más) de 1990 a 2019 por cada 100, 000 habitantes.
- Conocer los aspectos epidemiológicos de la neumoconiosis en Costa Rica.

## **1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES**

### **1.4.1 Alcances de la investigación**

Se logra determinar la tendencia de la carga de la enfermedad, y se evidencia la forma en la que se afecta la calidad de vida de las personas que están enfermas por alguna de las patologías mencionadas en el presente trabajo.

### **1.4.2 Limitaciones de la investigación**

No se cuenta con estudios a nivel nacional sobre este tema para poder valorar y comparar la forma en la que se ha desarrollado esta enfermedad en el país a través de los años.

No fue posible encontrar estudios que cuenten con todas las variables que se quieren evaluar para la investigación, por lo tanto, no pudo realizarse una comparación de datos más adecuada.

No fue posible encontrar documentos con información epidemiológica de Costa Rica como tal, ni estudios realizados en Costa Rica

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

## 2.1 CONTEXTO TEÓRICO-CONCEPTUAL

### 2.1.1 Contexto Histórico y conceptos

Antes de entrar en la conceptualización de la epidemiología, es importante comprender que su definición, o, mejor dicho, su uso; ha sido construido a partir de las diferentes descripciones que ha tenido durante su desarrollo a través de la historia. Se le consideró como una rama utilizada principalmente para el estudio de las patologías de origen infeccioso hasta mediados del siglo XX, por lo que por mucho tiempo fue vista como una herramienta dirigida solamente al estudio estadístico de los procesos epidémicos; sin embargo, gracias a los descubrimientos importantes de los primeros epidemiólogos, se comenzó a aceptar que “la Epidemiología es el estudio de la distribución y frecuencia de la enfermedad en las poblaciones humanas”. <sup>(19)</sup>

Según Almeida Filho <sup>(19)</sup>, convergieron en el estudio de la epidemiología estudiosos que provenían de tres campos: los médicos clínicos, estadísticos, y en el tercero eran médicos sociales; los trabajos de estas personas, desde los tres campos, se unían en el nivel de análisis poblacional.

Desde cada perspectiva existe algún autor distinguido al que se le atribuye el trabajo y desarrollo principal de cada uno de los campos mencionados anteriormente; así, en el siglo XIX, va naciendo una nueva disciplina en el campo de la salud que tiene como objetivo principal la descripción y el comportamiento de las enfermedades en las poblaciones humanas.

Dependiendo del período de tiempo en que se encontrara, la definición de epidemiología se desarrollaba de manera diferente en los textos, también se alteraba esta idea según el autor correspondiente; sin embargo, algunos de los puntos más aceptados para explicar esta disciplina son los siguientes:

1. Se dice que la epidemiología tiene como objetivo “describir la distribución de la salud y la enfermedad en y entre las poblaciones, así como sus determinantes y causas”.<sup>(19)</sup>
2. El estudio de la salud y la enfermedad.
3. La epidemiología tiene como característica muy importante que; dirige su investigación en las poblaciones o diferentes grupos humanos, a diferencia de la clínica, que se concentra en la persona como tal.
4. Esta aporta con información de utilidad para el campo médico, sanitario y social, desde el punto de vista de la salud y prevenir patologías.<sup>(19)</sup>

Por esta razón, la epidemiología es considerada la ciencia básica de la salud pública, ya que, en primer lugar, esta es una materia cuantitativa que se basa en el conocimiento y recolección de datos por medio de la probabilidad, la estadística y los métodos de investigación; y, en segundo lugar, es un método de análisis, que utiliza la formación y la confirmación de hipótesis respaldadas por campos científicos; para poder explicar comportamiento de poblaciones relacionados con la salud.<sup>(20)</sup>

### **Epidemiología**

La epidemiología es el estudio de los estados de salud en poblaciones específicas, la distribución y causas de estos, aplicándolo para el correcto control y manejo de los problemas de salud; esta definición es ideal ya que no solo logra englobar los principales principios de esta disciplina, sino que también capta el espíritu de la epidemiología.<sup>(20)</sup>

### **Carga de la enfermedad**

Comúnmente la dimensión de las enfermedades crónicas ha sido analizada por medio de la medición de la mortalidad, morbilidad y letalidad; sin embargo, este estudio cuenta con una debilidad, y es que toma en cuenta solamente como principio la patología y la mortalidad,

ignorando otras circunstancias que afectan la salud como son la discapacidad (estado funcional), y la calidad de vida, que son factores con un peso importante en la forma de vida de los individuos. <sup>(21)</sup>

La OMS<sup>(22)</sup> presentó el estudio de la carga de la enfermedad en la década de los noventa, como una métrica que une los daños mortales precipitados que ocasionan las distintas patologías con sus efectos desde el punto de vista de discapacidad; de esta forma se logran establecer los problemas de salud que son motivo de una importante carga de morbilidad, discapacidades y comorbilidad, sin ser causantes de muerte, o por lo menos no de muerte inmediata. El indicador de carga de la enfermedad que combina: “la carga producida por la muerte prematura, la duración y las secuelas de la enfermedad y la discapacidad asociada con los daños es el de años de vida saludable perdidos (AVISA)”. <sup>(22)</sup>

Para que fuera posible comparar múltiples enfermedades y diversos factores de riesgo, fue muy importante la formación de nuevos indicadores de salud; siendo uno de los más importantes los DALYs (Disability Adjusted Life Year) en inglés; o AVAD (Años de Vida Ajustados por Discapacidad) en español; también conocidos como AVISA por otros investigadores. Se calcula sumando los años de vida perdidos (AVP), más los años vividos con discapacidad (AVD). <sup>(21)</sup>

Un AVAD es un año de vida saludable perdido por un fallecimiento prematuro y/o por vivir con algún tipo de discapacidad. A diferencia de los AVAD, los AVAC (años de vida ajustados en función de la calidad) son un indicador de los años de vida extra adquiridos por diferentes tratamientos médicos y ajustes en la forma de vida; los AVAC serán determinados dependiendo del bienestar del paciente, que tanta calidad de vida gana y cuánto tiempo la conservará. <sup>(23)</sup>

En el estudio de Carga Global de la Enfermedades en el 2010 (GBD)<sup>(24)</sup> describió el concepto de Años de Vida Perdidos (AVP o YLLs por sus siglas en inglés) debido a mortalidad prematura como “la medida basada en el tiempo para estimar los años de vida perdidos asociados con una muerte”.<sup>(24)</sup> Los AVP simbolizan el factor de mortalidad de los AVAD, y se plantean como la idea del tiempo que se ha perdido como la medida más correcta reúne el impacto de las enfermedades, las lesiones y los factores de riesgo en la mortalidad prematura. En este mismo estudio el concepto de muerte prematura es establecido como la muerte que sucede antes de llegar a la esperanza máxima de vida potencial de la persona que falleció, y se seleccionó el indicador de años de vida perdidos para medir en tiempo cuánto se perdió debido a una mortalidad prematura; entonces los años de vida perdidos se basan en la diferencia que hay entre la edad al fallecer del individuo y la esperanza de vida estándar a esa edad.<sup>(24)</sup>

Por otro lado; se encuentra otro indicador que sería la morbilidad; la cual puede ser medida por medio de la prevalencia o de la incidencia de las distintas enfermedades o condiciones. La prevalencia se define como una medición determinada que marca la frecuencia de un evento; se refiere al número de personas, en relación con una población específica o general, que padecen de una enfermedad en estudio en un momento específico. Entonces, ya que una persona solo puede encontrarse enferma o sana en términos de enfermedad, la prevalencia lo que representa es la probabilidad de que una persona esté padeciendo “x” enfermedad en “x” momento específico. La incidencia, por su parte expone la cantidad de casos nuevo que surgen en un período determinado, y con que rapidez; o sea que expresa que tan probable las personas de una población en concreto desarrollarán una patología durante un período determinado y con que velocidad.<sup>(25)</sup>

La mortalidad, que es otro indicador importante, por otro lado, expresa la dimensión con la que suceden las muertes en un momento determinado; este se diferencia de otros conceptos como muerte o defunción, ya que ellos lo que describen es la pérdida de la vida como tal de un ser, en cambio la mortalidad es una variable exclusivamente poblacional. Por lo tanto, la mortalidad expone la actividad de las muertes en las diferentes poblaciones conforme pasa el tiempo y el lugar; puede analizarse en todos los grupos de edad, o en algunos, en ambos sexos o en uno solo, y en una, algunas o todas las enfermedades. <sup>(25)</sup>

### **2.1.2 Definición y conceptos básicos de neumoconiosis**

#### **Historia**

La neumoconiosis es una antigua palabra minera que deriva del griego neumo=pulmón y konios=polvo; la cual ya fue expuesta formalmente en el siglo XIX, para poder explicar las patologías pulmonares provenientes de la exposición y la inhalación de polvos minerales. Al pasar del tiempo, el termino evoluciona y se ajusta para poder indicar la naturaleza del polvo; un claro ejemplo sería: en trabajadores del carbón se le denomina antracosis; y para polvos orgánicos sería la bisinosis, que es la enfermedad provocada por la inhalación de polvo de algodón. <sup>(26)</sup>

Se cree que la silicosis es posiblemente la patología ocupacional más vieja dentro del grupo de las neumoconiosis, existe la posibilidad de que haya existido incluso en el paleolítico. Esta fue descrita por Hipócrates al observar cierta dificultad para respirar en los trabajadores que excavaban metal. En 1556, es descrita una enfermedad pulmonar que afecta a canteros y mineros, en una obra llamada “De re metallica”, cuyo autor fue el alemán Georgius Agricola; en 1705, el doctor italiano Bernardino Ramazzini, explicó síntomas parecidos al asma y sustancias arenosas en los pulmones de los canteros; él fue uno de los primeros investigadores

en descubrir una relación entre la ocupación del trabajador y su salud. Con el desarrollo de la industrialización, también fue aumentando la producción de polvo; de esta manera el taladro de martillo neumático se presentó en 1897 y la abrasión por “chorro de arena” se introdujo en más o menos 1904, los cuales fueron aportando al aumento de la prevalencia de silicosis. Tiempo después, en 1936, da lugar al desastre de Gauley Bridge, siendo una de las peores tragedias de la salud ocupacional en los Estados Unidos; a causa de la construcción del túnel Hawks Nest, una epidemia de silicosis afectó a más de 400 trabajadores que habían participado en la obra; como consecuencia de esta fatalidad, en 1937, el departamento de trabajo de los Estados Unidos, por medio de su iniciativa de acoger la Conferencia Nacional de Silicosis, busca identificar el número de personas (trabajadores) expuestos. <sup>(27)</sup> <sup>(28)</sup>

### **Neumoconiosis**

Neumoconiosis es un término que se utiliza para referirse a un grupo de enfermedades específicas, estas tienen la característica de que afectan el intersticio pulmonar de manera permanente, y estas son causadas por la acumulación de polvos inhalados en los pulmones y la reacción tisular que estos provocan en el parénquima. Los pacientes casi siempre están expuestos a estos inhalantes en un ambiente de trabajo, por lo tanto, es conocida como una enfermedad ocupacional. Los tipos de neumoconiosis más frecuentemente encontrados son: asbestosis, silicosis y neumoconiosis en los mineros de carbón. <sup>(29)</sup>

### **2.1.3 Diferentes tipos de neumoconiosis**

#### **Silicosis**

El sílice es un material que está compuesto por dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ), el cual puede encontrarse de tres formas: cristalina, microcristalina y amorfo. La silicosis es el tipo de neumoconiosis provocada por la inhalación de sílice libre en su forma cristalina. <sup>(5)</sup>

Las partículas de sílice respirables tienen un diámetro menor de 10 micrómetros, son frecuentes en numerosas empresas en las que se realiza la pulverización del sílice. <sup>(28)</sup>

La silicosis presenta una relación dosis-respuesta casi obligatoria, lo que significa que los factores más importantes para su aparición son la intensidad y la duración de exposición a la forma cristalina del sílice. Es importante recalcar que para la aparición de la silicosis se necesita un tiempo de exposición prolongado (10-20 años). <sup>(30)</sup>

#### **Asbestosis**

La palabra asbesto es de origen griego, y significa inextinguible. El asbesto está compuesto por un grupo de minerales fibrosos (silicato de magnesio, sodio, calcio y hierro), los cuales tienen como particularidad su resistencia al calor y a la fricción, los asbestos también son conocidos como amiantos; estas fibras se dividen en dos grupos: las fibras de serpentina; las cuales son menos tóxicas; y las fibras de anfíboles, que son rectas y mucho más peligrosas. Se pueden tener tres tipos de exposición a estos minerales, como el ocupacional que es el principal, la exposición doméstica, y la ambiental, que es la que se da principalmente en aquellos países donde se explota el mineral. Los asbestos tienen diversos usos; entre ellos están: construcción, minería, manufactura de cauchos y plásticos, reparación de camiones, barcos, en ferrocarriles, electricista, soldadores, etc. <sup>(5) (31)</sup>

## **Neumoconiosis de los trabajadores del carbón**

A diferencia de las anteriores, esta neumoconiosis fue presentada como una entidad propia, resultado de la observación de una patología, que a pesar de que tenía unas características radiológicas muy parecidas a la silicosis, en obreros dedicados al transporte de carbón, no tenían prácticamente exposición a sílice. Se define como una enfermedad a causa de la acumulación de polvo de carbón en los pulmones. <sup>(32)</sup>

## **Otros tipos de neumoconiosis**

Beriliosis: El berilio se extrae del silicato de aluminio berilio a altas temperaturas; es durante este proceso que existe el riesgo de exposición a óxidos de berilio, los cuales son los responsables de la lesión tisular. Este es un metal que se utiliza en la industria aeroespacial, automovilística, en armamento, medicina, prótesis dentales, hasta el punto de que casi todos los celulares tienen de este material.

La sensibilización puede aparecer a partir de niveles  $> 0,01 \text{ mcg/m}^3$ , y el nivel de seguridad que decretó la OSHA (A (United States Occupational Safety and Health Administration) <sup>(30)</sup> es en  $2 \text{ mcg/m}^3$ . La dosis y la duración a la que se exponen los trabajadores se relaciona con la aparición de esta patología (20% en los más expuestos), pero existen algunos casos que la han desarrollado con niveles más bajos. <sup>(1) (30) (8)</sup>

Estañosis: esta se presenta en trabajadores que tienen contacto directo con el estaño tras su extracción, en la fundición o soldadura. Pacientes se encuentran asintomáticos. <sup>(8)</sup>

Baritosis: el bario tiene diversos usos; como colorante, fabricación de cristal o incluso como medio de contraste en medicina, la alteración en el parénquima es reversible cuando el individuo cesa con el contacto. Los pacientes suelen presentar crisis de broncoespasmo. <sup>(8)</sup>

## 2.1.4 Fisiopatología de los diferentes tipos de neumoconiosis

### Silicosis

La mayoría de las partículas inhaladas llegan a las vías centrales, y el sistema el mucociliar se encarga de aclarar estas partículas casi inmediatamente, sin embargo, las partículas que alcanzan el espacio alveolar pueden mantenerse ahí por un lapso indefinido o pasar al intersticio. El sílice tiene como característica que persiste durante mucho tiempo en el tejido, y permanece activo biológicamente por largos períodos, lo que da como resultado una enfermedad progresiva, que aun después de cesar la exposición del individuo con la sílice, sigue progresando. <sup>(30)</sup>

Existen tres tipos de silicosis, que están descritas en relación con forma de exposición laboral; que serían:

1. **Silicosis crónica:** es resultado de 10 años o más de exposición con una dosis de exposición baja-moderada, es la forma más frecuente. Se presenta de dos formas: la silicosis simple o nodular y la silicosis complicada o fibrosis masiva progresiva (FMP). La silicosis crónica, al ser de tan larga latencia (aproximadamente 20 años), tiende a manifestarse después de que los trabajadores dejen su empleo. <sup>(4)</sup>  
La silicosis simple presenta nódulos discretos y duros (de hasta 1 cm de tamaño), se caracteriza por imágenes nodulares centrolobulillares o subpleurales, circunscritas, difusas y bilaterales con predominio por los lóbulos superiores. Los pacientes podrían ser asintomáticos, sin embargo, hasta el 70% han informado disnea de esfuerzo, tos crónica y producción de esputo. Los nódulo silíceos pueden unirse y formar masas conglomerados mayores de 1 cm de tamaño, siendo esto característica del FMP.  
El progreso hacia silicosis crónica complicada se produce en el 18-37% de los trabajadores en aproximadamente 5 años, esto puede dar lugar a la aparición de síntomas

como disnea y tos. Se describe como silicosis complicada por la coalescencia de los nódulos mayores de 1 cm, la formación de masas, áreas de fibrosis y enfisema; producto de esta alteración del árbol bronquial puede ocasionar una alteración funcional, insuficiencia respiratoria, cor pulmonale y neumotórax espontáneo a causa de la ruptura de estas bullas. <sup>(4) (30) (1)</sup>

2. **Silicosis acelerada:** se produce en un plazo de 10 años con una exposición moderada-alta. Las características de este tipo de silicosis se presentan dependiendo de la fase en la que se identifica la enfermedad; al inicio puede haber un patrón parecido al de la silicosis simple acompañado de un desarrollo más rápido de masas coalescentes, distorsión del parénquima y fibrosis. Está relacionada con una disnea de patrón progresivo, tos y pérdida de peso e insuficiencia respiratoria. <sup>(4) (30)</sup>
3. **Silicosis aguda:** también conocida como silicoproteínosis, sucede por una exposición muy intensa, ese término se reserva al cuadro clínico que se encuentra cuando hubo exposiciones masivas a sílice libre, más que todo en tuneladores de roca, abración con chorro de arena o uso de polvo de sílice muy fino, que puede presentarse en un intervalo de semanas a 5 años desde el momento de la primera exposición. Se presenta con pérdida de peso, disnea que puede progresar rápidamente hasta la insuficiencia respiratoria y la muerte; esta tiene como característica depósitos alveolares de material proteináceo y lipídico el cual ocasiona lesión alveolar importante y una evolución tórpida a pesar de los lavados pulmonares. Las imágenes radiológicas muestran consolidaciones perihilares bilaterales, y en el TCAR de tórax se observa un patrón en vidrio deslustrado o consolidaciones difusas con broncograma aéreo. Con respecto a la dosis de exposición

que es necesaria para poder desarrollar una silicosis aguda hay pocos datos y no está muy estudiada, pero se cree que va de 1-10mg/m<sup>3</sup>/año. <sup>(4) (1)</sup>

### **Asbestosis**

Se le conoce como asbestosis a la neumonitis intersticial o fibrosis pulmonar asociada a la inhalación de formas respirables de asbesto; esta patología requiere de temporadas largas, normalmente mayores a 20 años de exposición y es dependiente de las dosis de exposición y de la fibra específica. Una vez que se haya cesado la exposición, la progresión de la enfermedad en el individuo va a depender de la carga de fibras. Principalmente es causado por exposiciones continuadas y se calcula que es necesaria una exposición de más de 25F/ml/año para su generación. Es importante tener en cuenta que el tabaco juega un papel sinérgico para su desarrollo, debido a que existe una eliminación retardada y menos eficiente de las partículas de amianto del pulmón a través del sistema mucociliar. <sup>(8) (30)</sup>

El mecanismo de injuria pulmonar por fibras de asbesto aún no es completamente entendido, sin embargo, se dice que el daño inducido al parénquima pulmonar se debe a varias causas, como el efecto tóxico de las fibras microscópicas directo a las células pulmonares, y existen teorías de que también la lesión es causada porque se liberan diferentes mediadores como los ROS (especies reactivas del oxígeno), enzimas como proteasas, citoquinas y factores de crecimiento. Se sabe que gracias a la exposición prolongada al asbesto lo primero que sucede es un desarrollo dentro del pulmón de una reacción inflamatoria crónica con infiltración celular que después irá transformándose lentamente en fibrosis pulmonar. Junto con estas alteraciones conforme pasa el tiempo de exposición también ocurrirá infiltración de neutrófilos, linfocitos, eosinófilos, y aumento el tamaño de las células de la matriz extracelular; lo cual provocará que

estas células empiecen a formar depósitos de colágeno, haciendo calcificaciones que dan como resultado un engrosamiento de la pared alveolar, fibrosis perivascular y peribronqueal. <sup>(30)</sup> <sup>(31)</sup>

Lo más frecuente es que los pacientes busquen atención médica cuando empiecen a presentar una disnea de esfuerzo progresiva, también tienden a quejarse de una tos seca y en los casos más avanzados se habla de un dolor u opresión en el pecho. Al examen físico es posible el hallazgo de crépitos bibasales inspiratorios, cianosis y la presencia de dedos en palillos de tambor que sugiere enfermedad avanzada. Al realizar pruebas de función pulmonar se demuestra un patrón ventilatorio restrictivo con volúmenes pulmonares disminuidos. La capacidad vital forzada y la capacidad pulmonar total tienden a ser los volúmenes más afectados. <sup>(31)</sup> <sup>(33)</sup>

### **Neumoconiosis de los trabajadores del carbón**

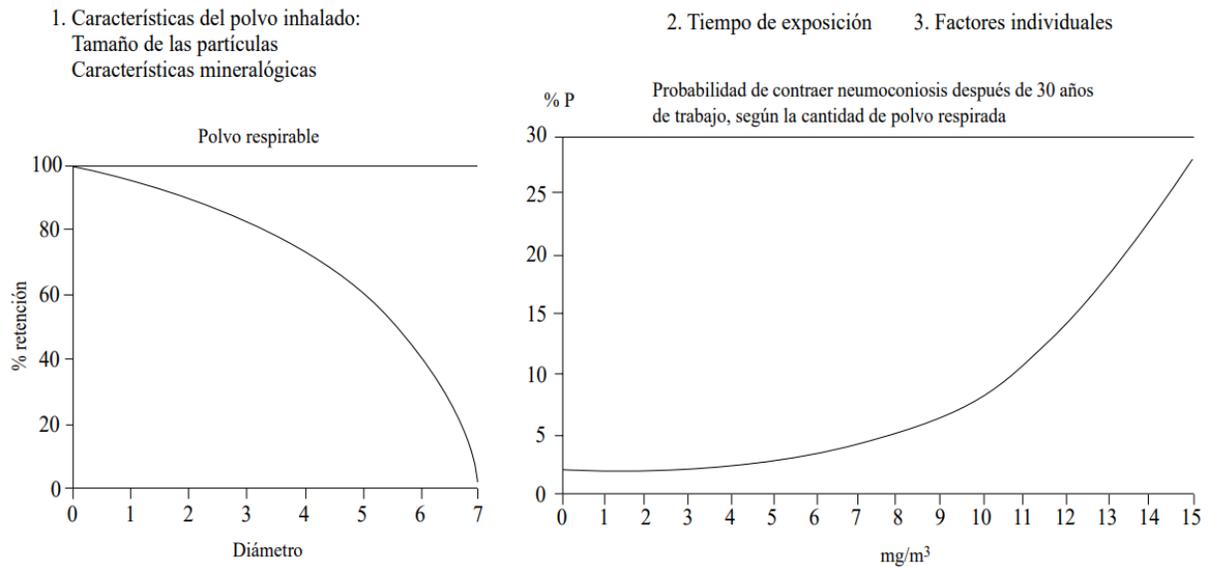
La neumoconiosis suele presentarse después de varios años de exposición y también puede seguir progresando tiempo después de retirar al individuo del contacto. La neumoconiosis simple presenta una característica que es la mácula de carbón o acumulo focal de macrófagos cargados de pigmento en polvo de carbón rodeando un bronquiolo respiratorio como lesión pulmonar (predominio en los lóbulos superiores). Los pacientes suelen ser libres de síntomas, pero también suelen presentarse otras enfermedades respiratorias crónicas, ya que entre los mineros es muy frecuente la presencia de una bronquitis crónica con o sin obstrucción crónica de las vías aéreas. En la neumoconiosis complicada o FMP se encuentran lesiones más grandes de 2 cm con fibrosis a su alrededor, desestructuración parenquimatosa y enfisema, en la FMP aparecen síntomas como disnea de esfuerzo, alteración importante de la función pulmonar y del intercambio gaseoso. Las masas de FMP presentan una sustancia negruzca, amorfa y cuando se cavitan causan melanoptisis. <sup>(30)</sup> <sup>(1)</sup>

Los síntomas y las manifestaciones van a depender de la fase de la enfermedad y de las propiedades que componen el polvo inhalado, al ser una enfermedad que tiene un muy largo período de latencia los individuos que presenten una patología leve no van a mostrar síntomas, por lo que es más difícil realizar un diagnóstico precoz en el momento en el que la prevención es más eficaz. La sintomatología empieza con tos leve, disnea progresiva, sibilancias y tos con producción de esputo negro (melanoptisis) en fases posteriores, relacionada con una obstrucción importante del flujo aéreo, atrapamiento de gas y deterioro de la capacidad de difusión. Existen estudios que comprueban la formación de fibrosis que ocasiona déficit restrictivo, y complicaciones tardías como hipertensión pulmonar, cor pulmonale y la muerte. <sup>(34)</sup>

### **2.1.5 Factores de riesgo de neumoconiosis**

- 1. Intensidad de la exposición:** este elemento es el que establecerá el nivel de riesgo para el desarrollo de una neumoconiosis. <sup>(35)</sup>
- 2. Dosis acumulada:** este factor es el que determina la presencia y el grado de severidad de la enfermedad. <sup>(35)</sup>
- 3. Factores individuales**

## Figura 1. Factores de Riesgo



**Fuente:** <sup>(36)</sup>

### Condiciones de exposición <sup>(35)</sup>

- Las condiciones en que se encuentra el entorno laboral (si son zonas abiertas o cerradas).
- Sistemas de control instalados (ventilación industrial, humectación, señalización, sistemas de alarma, etc.).
- La concentración de las partículas en el aire respirable.
- El diámetro de las partículas (diámetro aerodinámico).
- El porcentaje de las formas geométricas de la sílice, y en el caso de polvos minerales y del carbón, y la duración de la exposición.

Hay que tener en cuenta que un concepto importante es “la concentración máxima permisible ponderada en el tiempo (CMP):” <sup>(35)</sup>

Se dice que la concentración máxima ponderada en el tiempo para una jornada normal de trabajo de 8 horas al día y una semana de 40 horas laborales, teniéndose en cuenta que es posible que puedan estar expuestos casi todos trabajadores varias veces día tras día, sin efectos adversos.

(35)

- CMP para sílice cristalina: 0,05 mg/m<sup>3</sup>.
- CMP para asbestos en todas sus formas 5 fibras/cc. (mayores de 5u de longitud).

Tabla 1. Actividades más frecuentes asociadas a los diferentes tipos de neumoconiosis:

<b>En silicosis</b>	<b>En asbestosis</b>	<b>En neumoconiosis de los mineros de carbón</b>
Tallado y pulido de rocas silíceas, trabajos de canteras	Trabajos de demolición	Minería de carbón (picadores y ayudantes, artilleros, personal de mantenimiento, etc.).
Trabajos en seco, de trituración, tamizado y manipulación de minerales o rocas	Trabajos en plantas de fabricación de productos de amianto	
Extracción, molienda y utilización de cuarzo como materia prima	Fabricación de partes automotrices, materiales de aislamiento y operaciones de pulido y tallado.	
Fabricación de carborundo, vidrio, porcelana, loza y otros productos cerámicos, fabricación y conservación de los ladrillos refractarios a base de sílice	Mecánicos	
	Caldereros	
	Trabajadores de la industria de Cemento	
	Albañiles, inspectores de construcción	
Fabricación y manutención de abrasivos, de polvos de limpieza o detergentes, de esmeriles y pastas de pulir que contengan sílice	Carpinteros	
	Instaladores de paneles de yeso	
	Electricistas	

	Fabricantes o instaladores de revestimiento de suelo	
Trabajos de desmoldeo, desbardado y desarenado en las fundiciones	Trabajadores de hornos	
	Vidrieros	
	Trituradores	
Preparación de prótesis dentales metálicas	Aislantes	
	Trabajadores metalúrgicos	
Trabajos en chorro de arena y esmeril	Estibadores	
	Trabajadores de mantenimiento	
Industria cerámica	Trabajadores de la industria naviera	
Industria siderometalúrgica	Marinos mercantes	
Fabricación de refractarios	Mecánicos industriales	
Industria del papel	Ingenieros de operaciones	
Fabricación de pinturas, plásticos, cauchos y gomas	Pintores	
	Yeseros	
Arado, cosecha, uso de maquinaria, quema de residuos agrícolas, procesamiento de productos agrícolas	Plomeros	
	Techadore	
	Trabajadores de las minas, túneles, canteras	
Corte, pulido, abrillantado, grabado, fundición, astillado, afilado y esculpido de joyería (gemas semi-preciosas o piedras)	Trabajadores de la industria textil en la fabricación de prendas incombustibles	
Reparación de automóviles, limpieza abrasiva, lijado, eliminación de pintura y óxido abrasivo.		

Fuente: elaboración propia con datos de <sup>(35)</sup>

### **2.1.6 Diagnóstico de neumoconiosis**

El diagnóstico de la neumoconiosis se basa principalmente en una historia de exposición a polvos nocivos, junto con hallazgos radiológicos característicos, sin una explicación alternativa. Con respecto a la espirometría, esta debe ser realizada cuando se establece el diagnóstico y también durante el seguimiento, para poder observar cualquier patrón que se presente, incluso los normales, ellas evalúan el nivel de disnea, y distinguen entre enfermedades obstructivas y restrictivas para evaluar el nivel de severidad de la enfermedad. <sup>(36) (37)</sup>

Los criterios de diagnóstico actuales fueron recopilados por la Organización Internacional del Trabajo (OIT). La última revisión de la Clasificación Internacional de la Radiografía de la Neumoconiosis de la OIT (ILO/ICRP) se realizó en 2011. Esta última versión presento imágenes estándar digitales y especifico la calidad de los monitores de diagnóstico para poder realizar el cribado de la neumoconiosis. Entre algunas de las ventajas del uso de imágenes digitales estándar están: la posibilidad de telemedicina con asesoramiento a distancia, ofreciendo muchas oportunidades para el diagnóstico preciso y oportuno de la neumoconiosis. <sup>(37)</sup>

En pacientes donde el diagnóstico sea nuevo, o el diagnóstico diferencial sea variado, la tomografía computarizada de alta resolución (TCAR) de tórax tiende a ser más sensible y también ofrece una visualización más definida de las lesiones. <sup>(5)</sup>

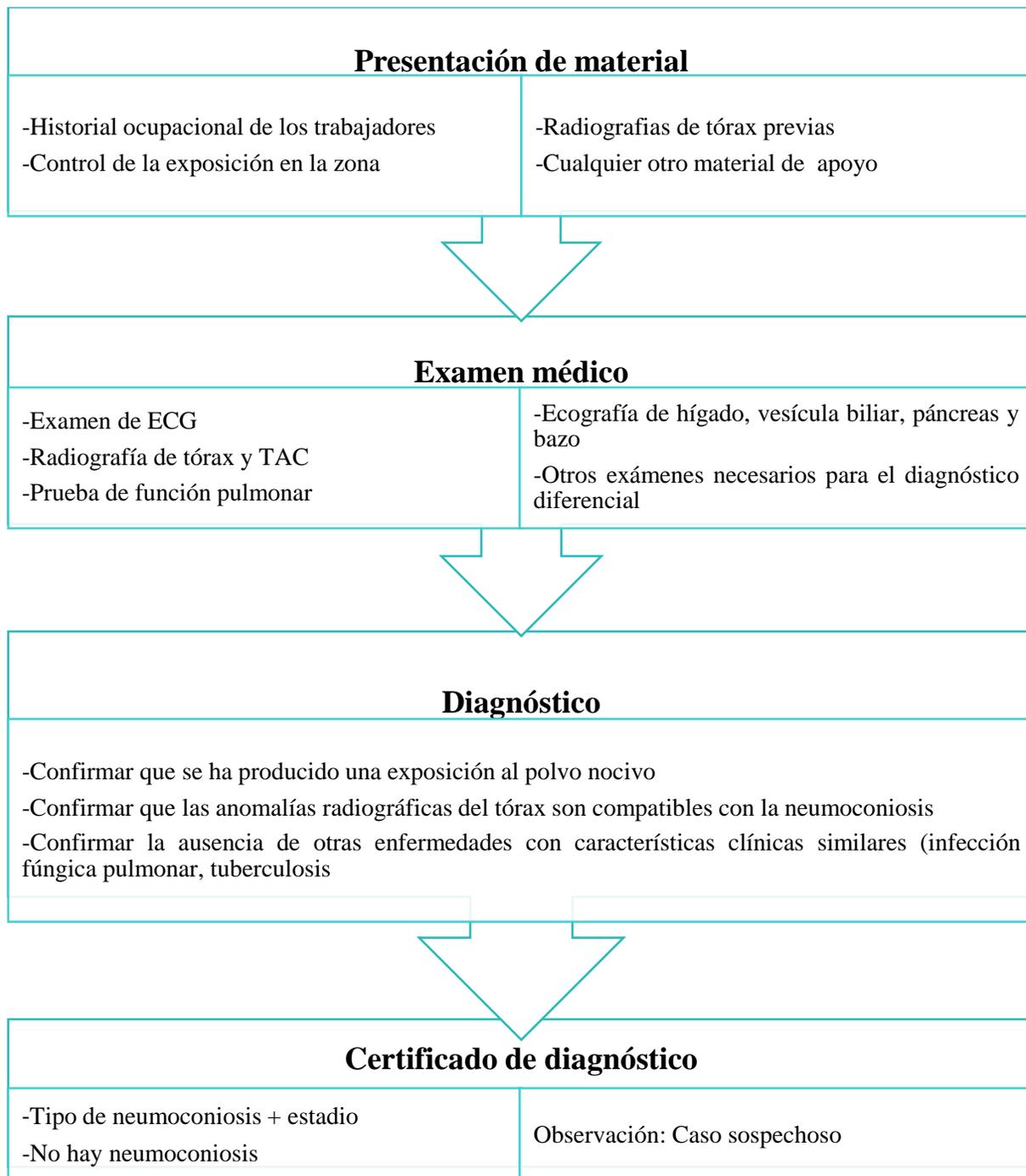
Figura 2. Clasificación de la OIT para el diagnóstico de neumoconiosis en rayos X de tórax.

<b>Anormalidades parenquimatosas</b>				<input type="checkbox"/> 0/-	<input type="checkbox"/> 0/0	<input type="checkbox"/> 0/1
opacidades pequeñas				<input type="checkbox"/> 1/0	<input type="checkbox"/> 1/1	<input type="checkbox"/> 1/2
<i>Profusión</i> (escala de 12 puntos)				<input type="checkbox"/> 2/1	<input type="checkbox"/> 2/2	<input type="checkbox"/> 2/3
0/- 0/0 0/1 1/0 1/1 1/2 2/1 2/2 2/3 3/2 3/3 3/+				<input type="checkbox"/> 3/2	<input type="checkbox"/> 3/3	<input type="checkbox"/> 3/+
(Consulte las radiografías estándar – marque la subcategoría de profusión)						
<i>Zonas afectadas</i>				D      I		
(Marque <u>TODAS</u> las zonas afectadas)				Superior	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				Media	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				Inferior	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<i>Forma y tamaño</i> p, q, r, s, t, o, u				Primario      Secundario		
(Consulte las radiografías estándar; se requieren dos símbolos; marque un primario y un secundario)				<input type="checkbox"/> p	<input type="checkbox"/> s	<input type="checkbox"/> p
				<input type="checkbox"/> q	<input type="checkbox"/> t	<input type="checkbox"/> q
				<input type="checkbox"/> r	<input type="checkbox"/> u	<input type="checkbox"/> r
<b>Opacidades grandes</b>				<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B
Marque 0 si no hay ninguna o marque A, B o C				<input type="checkbox"/> C		
<b>Anormalidades pleurales</b>				Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
(0 = ninguna), D = hemitórax derecho, I = hemitórax izquierdo)				Si "No", vaya a <b>Símbolos*</b>		
<b>Placas pleurales</b>						
<i>Sitio</i> (Marque las casillas adecuadas)	<i>Calcificación</i> (Marque)	<i>Extensión (pared torácica; combinada para placas de perfil y de frente)</i>		<i>Ancho (opcional)</i> (ancho mínimo exigido: 3 mm)		
		<1/4 de la pared lateral del tórax = 1		de 3 a 5 mm = a		
		entre 1/4 y 1/2 de la pared lateral del tórax = 2		de 5 a 10 mm = b		
		>1/2 de la pared lateral del tórax = 3		>10 mm = c		
Pared torácica de perfil	<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> I	<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> I	<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> I	<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> I		
De frente	<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> I	<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> I	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c	
Diafragma	<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> I	<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> I				
Otro(s) sitio(s)	<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> I	<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> I				
<b>Obliteración del ángulo costofrénico</b>				<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> D	<input type="checkbox"/> I
-----						
<b>Engrosamiento difuso de la pleura</b>	<i>Calcificación</i> (Marque)	<i>Extensión (pared torácica; combinada para placas de perfil y de frente)</i>		<i>Ancho (opcional)</i> (ancho mínimo exigido: 3 mm)		
(Marque las casillas adecuadas)		<1/4 de la pared lateral del tórax = 1		de 3 a 5 mm = a		
		entre 1/4 y 1/2 de la pared lateral del tórax = 2		de 5 a 10 mm = b		
		>1/2 de la pared lateral del tórax = 3		>10 mm = c		
Pared torácica de perfil	<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> I	<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> I	<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> I	<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> I		
De frente	<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> I	<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> I	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c <input type="checkbox"/> a <input type="checkbox"/> b <input type="checkbox"/> c	
<b>*Símbolos</b>				Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
aa at ax bu ca cg cn co cp cv di ef em es				(Rodee con un círculo la respuesta adecuada; si rodea od, escriba a continuación un comentario)		
fr hi ho id ih kl me pa pb pi px ra rp tb od						
<b>Comentario</b>				Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	

Fuente: (38)

Existen casos particulares, en los que el diagnóstico no se logra realizar con el cuadro clínico-radiológico; se procede a realizar una biopsia pulmonar quirúrgica para obtener una muestra histológica. El análisis de las muestras con microscopía óptica y luz polarizada puede lograr la detección de elementos birrefringentes, como los son los cuerpos de asbesto, silicatos no fibrosos y sílice. <sup>(5)</sup>

Figura 3. Diagrama de flujo para el diagnóstico de la neumoconiosis.



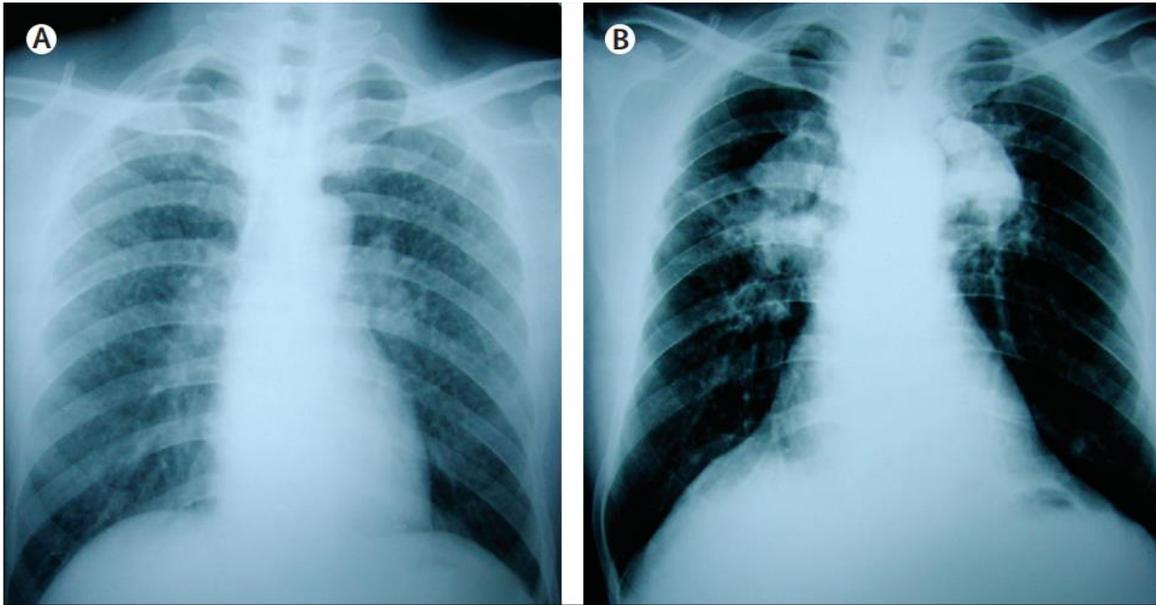
Fuente: Elaboración propia con datos de <sup>(37)</sup>

## **Diagnóstico de Silicosis**

El diagnóstico de silicosis generalmente se apoya en la historia de exposición substancial al sílice inhalado junto con características radiológicas compatibles, con exclusión de otros diagnósticos compatibles. <sup>(39)</sup>

La radiografía de tórax tiene un aspecto similar al de la neumoconiosis del trabajador del carbón, con una profusión de pequeños nódulos en las zonas superior y media. Es posible encontrar agrandamiento de los ganglios linfáticos hiliares y mediastínicos. La TCAR ofrece una mayor seguridad diagnóstica, mostrando nódulos bilaterales bien definidos de 3-5 mm en una distribución centrilobular y su plural con un sesgo posterior. Además, también hace más fácil la identificación de la fibrosis masiva progresiva (coalescencia de los nódulos en masas irregulares) y la afectación de los ganglios linfáticos. <sup>(3)</sup>

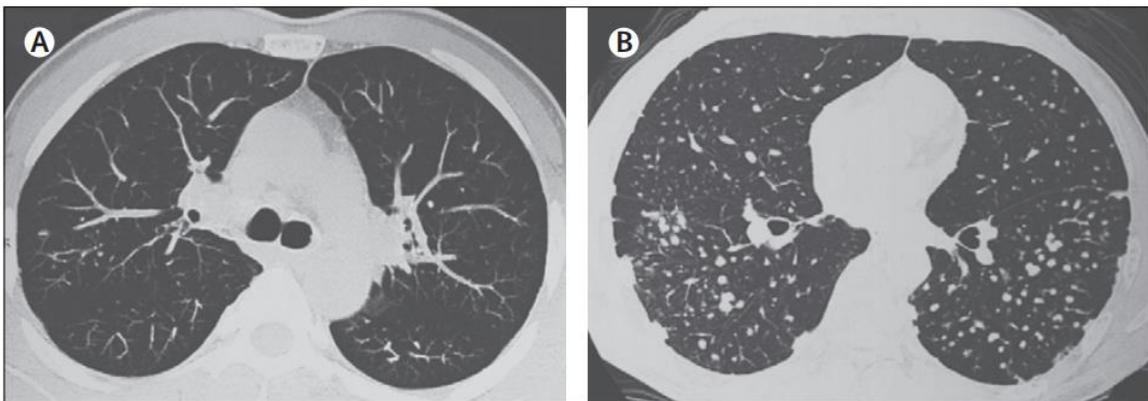
Figura 4. Silicosis, Radiografías



Fuente: <sup>(39)</sup>

En las radiografía anteriores se muestra en la imagen A silicosis nodular simple, y en la B una fibrosis progresiva masiva. <sup>(39)</sup>

Figura 5. Silicosis, TCAR



Fuente: <sup>(39)</sup>

La TCAR de la imagen A se muestra silicosis precoz con nódulos silíceos escasos y pequeños, y en la B una silicosis con muchos nódulos de diferentes tamaños. <sup>(39)</sup>

Si la clínica del individuo ni las radiografías se muestran inciertas, o no son concluyentes por diversas razones, se puede considerar la biopsia pulmonar; que muestra espirales acelulares de colágeno hialino, y cuando se observa bajo luz polarizada se muestra la presencia de cristales birrefringentes que confirman la presencia de sílice y otros silicatos. <sup>(3)</sup>

La espirometría puede ser normal en los primeros estadios de la silicosis; no obstante, en la silicosis simple se describen patrones tanto restrictivos como obstructivos, y la obstrucción tiende a observarse comúnmente, aunque no de forma exclusiva, en fumadores. <sup>(39)</sup>

### **Diagnóstico de Asbestosis**

El diagnóstico se hace cuando existen antecedentes de una exposición intensa laboral a cualquier tipo de amianto junto con pruebas radiológicas de fibrosis pulmonar. Realizar el diagnóstico de asbestosis no es tan fácil, y es cuestión de juicio después de tener en cuenta los siguientes puntos:

- Las características radiológicas de la asbestosis no son específicas y se parecen mucho a la “neumonía intersticial habitual” que es característica de la fibrosis pulmonar idiopática (FPI). Los cambios se pueden observar de forma más sencilla en la TC que en una radiografía de tórax convencional. De hecho, es posible que gracias al uso más frecuente de la TC torácica es probablemente responsable del presunto aumento de la incidencia en la asbestosis. Pero sí se pueden observar otras características radiológicas producto en la exposición al asbesto, como son el engrosamiento o las placas pleurales, que pueden ayudar a distinguir entre la asbestosis y la FPI. <sup>(3)</sup>

Figura 6. Asbestosis; TCAR



Fuente: <sup>(3)</sup>

La TCAR muestra una típica fibrosis subpleural (señalada por la flecha solida); y un engrosamiento pleural difuso en el lado izquierdo (flecha punteada). <sup>(3)</sup>

- Los denominados cuerpos de amianto son fibras, normalmente de amianto azul o marrón (los llamados anfíboles), los cuales se han recubierto de un material de origen proteico rico en hierro y son de fácil observación al microscopio óptico, por lo tanto, si se ha tomado una biopsia de pulmón, los cuerpos de amianto son una prueba útil de que ha existido una exposición significativa al amianto, pero su ausencia no descarta el diagnóstico de asbestosis. <sup>(3)</sup>
- Las pruebas de función pulmonar son de utilidad en el estudio, se caracteriza por un patrón restrictivo, disminución del volumen pulmonar total y de la capacidad de difusión; los valores de mayor importancia en espirometría son la Capacidad Vital (CV),

el Volumen Espiratorio Forzado en el Primer Segundo (VEF1) y la relación entre estos dos valores.<sup>(31)</sup>

### **Diagnóstico de neumoconiosis de los trabajadores del carbón**

Como se mencionó anteriormente, la lesión patológica distintiva de la neumoconiosis de los trabajadores del carbón es la macula de carbón de 1-2 mm de diámetro, de color negro y aspecto nodular, en una disposición al azar, al contrario con la disposición concéntrica de los nódulo de silicosis.<sup>(40)</sup>

Normalmente el diagnóstico de la neumoconiosis de los trabajadores del carbón está basado en un cuadro clínico extenso con una historia de exposición a polvo de carbón a largo plazo sumándole un cuadro radiológico compatible. En la mayoría de los casos la anamnesis y las manifestaciones clínicas junto con las imágenes radiológicas son suficientes para establecer el diagnóstico, sin embargo, existe una minoría de casos dónde puede ser necesario el examen histológico del pulmón.<sup>(40)</sup>

La radiografía de tórax es el estándar de oro en el diagnóstico y monitoreo de la neumoconiosis, para leer las radiografías, se necesita una capacitación ya que se hace según el patrón establecido por la OIT. El modelo típico radiográfico que manifiesta la neumoconiosis simple del minero de carbón es con opacidades redondeadas pequeñas que aparecen en su inicio en los lóbulos superiores del pulmón.<sup>(40)</sup>

La TCAR de tórax permite una mejor visibilidad de las lesiones neumoconióticas pulmonares menores a 2 mm, y de las lesiones pleurales, pero implica mayor radiación y gasto, por esto no se recomienda para revisión periódica de la población sana. Solo se recomienda para casos donde los hallazgos radiográficos de tórax no son diagnósticos o si se sospecha de alguna otra

condición asociada. La TCAR logra identificar nódulos en localización centrilobular, paraseptal, subpleural y con distribución perilinfática. Los nódulos están dispuestos de forma difusa y bilateral, con un predominio en lóbulo superior, en la zona posterior. Los nódulos subpleurales pueden confluir y formar pseudoplaclas. <sup>(40)</sup>

Pruebas de función pulmonar: en general, la neumoconiosis del trabajador de carbón tiende a tener pocos efectos que se puedan demostrar en la función pulmonar. La alteración en la función pulmonar de la neumoconiosis complicada incluye disminución en CVF y FEC1, un aumento en la capacidad pulmonar total y en el volumen residual. <sup>(40)</sup>

Otros métodos diagnósticos:

- Prueba de marcha de 6 minutos: un estudio en Corea hizo una comparación de la instancia recorrián 6 minutos con otros procedimientos comunes que se utilizan para el diagnóstico relacionándose importantemente con tos, disnea, CVF, ventilación voluntaria máxima (VVM), índice de reserva respiratorio (BRI), y el índice VEF/CVF; por lo cual esta prueba se está considerando como una herramienta valiosa en el estudio complementario de neumoconiosis en el trabajador del carbón. <sup>(40)</sup>
- Radiografía digital: en un estudio realizado en los Estados Unidos se denota la buena calidad de las imágenes digitales de tórax adquiridas con los equipos actuales. Estos monitores logran el reconocimiento de pequeñas opacidades intersticiales. <sup>(40)</sup>

### **2.1.7 Comorbilidades**

#### **Tuberculosis**

La relación que existe entre estas 2 patologías han sido documentadas desde el siglo XIX, y siempre ha ocasionado preocupación por su terrible desenlace. En la actualidad siguen siendo 2

entidades que frecuentemente se asocian (silicotuberculosis). Esta relación se incrementa si existe con infección por virus VIH y con el número de años laborados. La silicosis se cataloga como un factor de riesgo para la aparición de tuberculosis, y debido a esto puede ser muy difícil de diagnosticar y de tratar, por esta razón se aconseja quimioprofilaxis en enfermos silicóticos que estén infectados, pero aún se encuentra en disputa si también en la exposición al sílice sin enfermedad pulmonar secundaria. También es frecuente la infección por micobacterias atípicas. Otra de las complicaciones que posee es que, al tener presentaciones radiológicas muy parecidas, la sospecha diagnóstica puede retrasar el tratamiento. Se han reportado números muy altos de pacientes con tuberculosis que también son silicóticos, con incidencias tan elevadas como de 3000 nuevos tuberculosos por 100,000 mineros/año. <sup>(35)</sup> <sup>(32)</sup>

### **Enfermedades Inmunológicas**

En personas afectadas con Silicosis es más común el hallazgo de autoanticuerpos, niveles altos de inmunoglobulinas y pruebas de fijación de látex positivas. También ha sido documentada una asociación con esclerodermia en trabajadores con una exposición significativa. También se piensa que existe una relación con artritis reumatoide, lupus eritematoso y glomerulonefritis. <sup>(35)</sup>

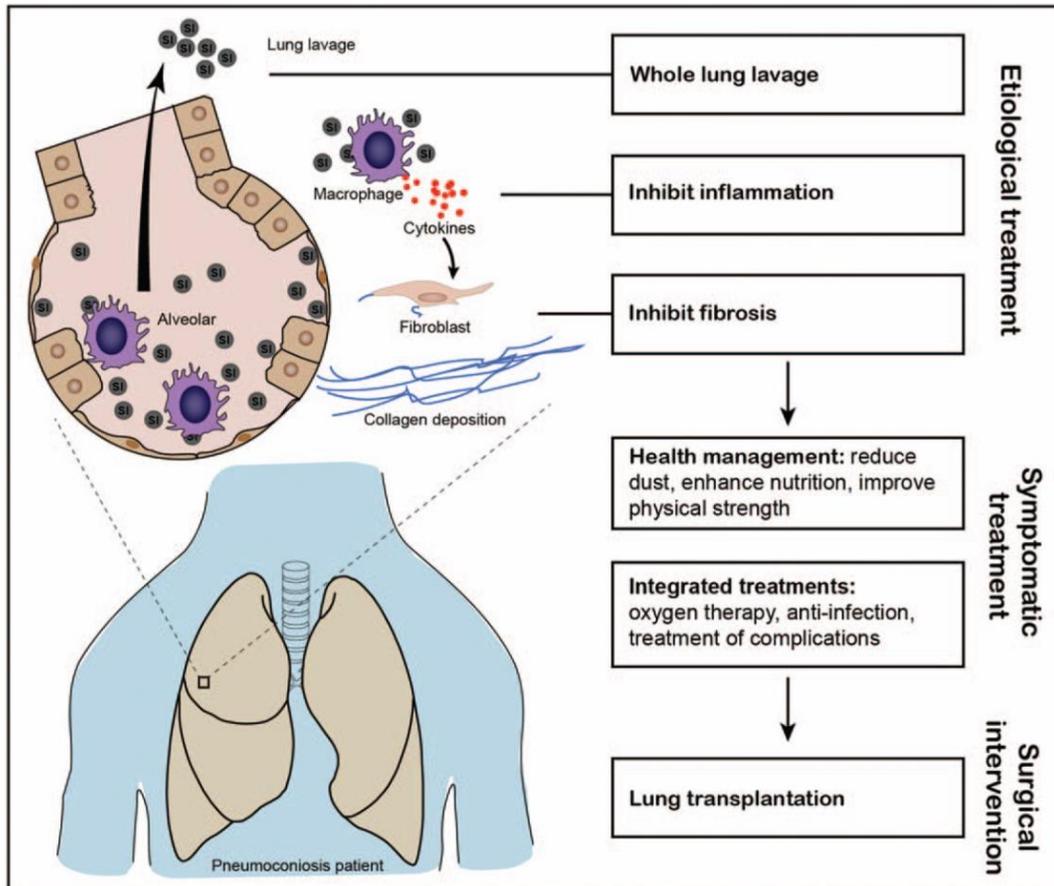
### **Cáncer de pulmón**

A pesar de que ha sido objeto de polémica, la exposición al sílice en forma de cuarzo y cristobalita ha sido admitida como un carcinógeno por la International Agency For Research On Cancer (IARC) <sup>(32)</sup>, sin embargo, los resultados de las Cortes que estudian la asociación entre el polvo de la mina de carbón y cáncer de pulmón no han sido consistentes. <sup>(32)</sup>

### 2.1.8 Manejo y tratamiento de neumoconiosis

Aun tras el aumento en la incidencia de la neumoconiosis tras las últimas décadas, los tratamientos clínicos estipulados para la neumoconiosis siguen siendo muy limitados. <sup>(37)</sup>

Figura 7. Tratamiento clínico de la neumoconiosis



Fuente: <sup>(37)</sup>

La única opción terapéutica para lograr salvar la vida del paciente con neumoconiosis terminal es el trasplante de pulmón, los estudios han demostrado que algunos tratamientos clínicos pueden aliviar los síntomas y por lo tanto es posible que puedan hacer una mejora en la calidad de vida. El tratamiento para la neumoconiosis incluye tratamientos integrados y también el lavado de todo el pulmón. <sup>(37)</sup>

El tratamiento integrado se fundamenta principalmente en el cuadro clínico común del paciente con neumoconiosis, como la tos, los dolores torácicos y la dificultad para respirar, y el tratamiento de las complicaciones relacionadas con la neumoconiosis (infecciones respiratorias, tuberculosis, enfermedad pulmonar obstructiva crónica y neumotórax) y la motivación de efectuar ejercicios de rehabilitación por parte de los pacientes puede conducir a una mejora en la función pulmonar y ayuda con el alivio de algunos síntomas. <sup>(37)</sup>

El lavado de todo el pulmón el lavado de todo el pulmón se utiliza para eliminar la flema, las secreciones, y el polvo o las citoquinas tóxicas dentro de las vías respiratorias del paciente con el objetivo de enlentecer el progreso de la neumoconiosis. Este procedimiento tiende a ser más efectivo cuando es utilizado en las primeras etapas de esta enfermedad, ya que es cuando la mayor parte del polvo inhalado aún se encuentra en los alvéolos pulmonares, sin embargo, en la actualidad no existen pruebas que apoyen que el lavado pulmonar completo tenga efectos beneficiosos sobre la función o la fibrosis pulmonares. Ya que ese es un procedimiento invasivo, se cuestiona si el lavado pulmonar completo pueda presentar efectos negativos a largo plazo en la homeostasis pulmonar. <sup>(37)</sup>

Con respecto a la realización de un trasplante pulmonar, este es un método viable para las enfermedades pulmonares en fases terminales, incluida la silicosis, y tiende a mostrar mejor respuesta en los pacientes jóvenes; de hecho, se ha observado que la tasa de supervivencia a los 3 años de los pacientes con silicosis tras el trasplante de pulmón puede alcanzar el 76%; no obstante, los receptores de trasplantes de pulmón tienen una supervivencia media corta, de sólo 6 a 7 años. La limitada cantidad de pulmones disponibles, las contraindicaciones importantes, el alto costo, la dificultad del procedimiento y el alto riesgo de la operación han disminuido mucho la realización del trasplante de pulmón. Lamentablemente la mayor cantidad de los

pacientes que padecen neumoconiosis, sufren de esa enfermedad sin que exista un tratamiento eficaz para frenar su progresión. <sup>(37)</sup>

Incluso aun existiendo una limitada variedad de opciones, la neumoconiosis sigue recibiendo escasa atención por parte de los investigadores; en los últimos 5 años se han publicado una cantidad pequeña de artículos sobre la patogénesis de las neumoconiosis o estudios sobre fármacos en revistas respetadas. La prevención por sí sola no es eficaz, lo cual se puede demostrar con el último brote de neumoconiosis en Australia y los Estados Unidos. Además, los trabajadores frecuentemente deciden no usar los equipos de protección en el trabajo, y sumándole a este dato a menudo los nuevos materiales peligrosos no se detectan a tiempo; todo lo anterior puede provocar una exposición al polvo perjudicial. <sup>(37)</sup>

### **Posibles terapias para la neumoconiosis**

En la actualidad se han identificado algunos fármacos que tienen efectos terapéuticos sobre la neumoconiosis. los fármacos que se utilizan para el tratamiento de otras enfermedades pueden tener la capacidad de tratar la neumoconiosis, como por ejemplo el fármaco anti fibrosis pirfenidona, utilizado para la fibrosis pulmonar idiopática (FPI), los fármacos antiinflamatorios de la respuesta inmunitaria: hidroxicloroquina, corticosteroides e infliximab, el fármaco antioxidante N acetilcisteína, y los vasodilatadores nicorandil y carvedilol pueden provocar una inhibición de la inflamación pulmonar o incluso de la fibrosis en modelos experimentales de neumoconiosis. <sup>(37)</sup>

Existen estudios que demuestran que los corticosteroides con propiedades antiinflamatorias alivian los síntomas clínicos de los pacientes con una enfermedad crónica por berilio, los

extractos de la medicina tradicional china han demostrado alivio en la inflamación y la fibrosis en modelos animales. <sup>(37)</sup>

Tabla 2. Agentes terapéuticos potenciales recientemente descubiertos para la neumoconiosis.

Agentes terapéuticos	Objetivos/mecanismos	Efectos del tratamiento
Medicamentos clínicos		
Pirfenidona	Inhibe la transición epitelial-mesenquimal	Mejora la fibrosis
Hidroxicloroquina	Bloquea la toxicidad y la permeabilidad de la membrana lisosomal	Previene el daño pulmonar inducido por la sílice
Infliximab	Anti-factor de necrosis tumoral- $\alpha$	Mejora la inflamación
N-acetilcisteína	Inhibe el estrés oxidativo; regula a la baja las citoquinas proinflamatorias	Mejora la fibrosis y la inflamación
Carvedilol	Modula la señalización P-AKT/mTOR/TGF- $\beta$ 1	Mejora la fibrosis y la inflamación
Nicorandil	Regula a la baja las citoquinas inflamatorias y fibróticas; restablece el equilibrio oxidante/antioxidante	Mejora la fibrosis y la inflamación
Corticosteroides	No se ha informado	Mejora los síntomas
Extractos de la medicina tradicional china		
Dioscin	Promueve la autofagia y reduce la apoptosis	Mejora la fibrosis y la inflamación
Astragalósido IV	Fosforila continuamente Smad3 en la vía de señalización TGF- $\beta$ 1/Smad	Mejora la fibrosis y la inflamación
Kaempferol	Modula la autofagia	Mejora la fibrosis y la inflamación
Tanshinona IIA	Suprime la señalización TGF- $\beta$ 1/Smad; inhibe la expresión de NOX4 y activa la vía Nrf2/ARE	Mejora la fibrosis y la inflamación, antioxidante

Dihidrotanshinona I	Inhibe STAT1 y STAT3	Modula la respuesta de los T helper y mejora la inflamación
---------------------	----------------------	---

Fuente: elaboración propia con datos de <sup>(37)</sup>

### 2.1.8 Epidemiología de la neumoconiosis

En las últimas décadas, se han puesto en marcha distintos planes para proteger a los trabajadores contra la inhalación de polvos nocivos, pero a pesar de eso, la neumoconiosis continúa siendo una amenaza para la salud pública. Según los estudios de la carga mundial de la enfermedad, aunque la prevalencia mundial de la neumoconiosis ha mostrado una tendencia al descenso desde el 2015, sigue existiendo un gran número de pacientes. La prevalencia de las neumoconiosis se sitúa en torno a los 527. 500 casos, con más de 60,000 nuevos pacientes notificados a nivel mundial para el año 2017. Con respecto a la mortalidad de los pacientes que sufren de neumoconiosis, se ha mantenido en un nivel elevado en los últimos años, con más de 21,000 muertes cada año desde el 2015. <sup>(37)</sup>

Es alarmante que la neumoconiosis haya reaparecido incluso en países como Estados Unidos y en Australia, que son países con normas sanitarias y sistemas muy desarrollados, con altos estándares de procedimientos de seguridad en el lugar de trabajo y que tienen prácticas mineras muy mecanizadas que ayudan a disminuir la exposición de los trabajadores a las partículas nocivas. Entonces es probable que en otros países menos desarrollados, especialmente países con sistemas de notificación inadecuados, existan muchos individuos que aún no han tenido el diagnóstico ni la notificación. Esta falta de registro hace más difícil poder determinar el número exacto de casos de neumoconiosis existentes a nivel mundial. Además, otra problemática que pueden enfrentar los trabajadores es que al ser diagnosticados con neumoconiosis entran en riesgo de perder su empleo, por lo tanto, muchos de ellos no

están dispuestos a someterse a exámenes físicos, incluso si presentan síntomas; esto trae como consecuencia que los pacientes enfermos no sean detectados a tiempo, sino cuando ya la enfermedad ha avanzado de forma importante, así que es probable que la neumoconiosis tenga tasas de morbilidad y mortalidad más altas de lo que se pensaba. <sup>(37)</sup>

Tabla 3. Cuadro resumen de los diferentes tipos de neumoconiosis

<b>Enfermedad</b>	<b>Agente</b>	<b>Profesión relacionada</b>	<b>Radiografía de tórax</b>	<b>Anatomía patológica</b>
Silicosis	Sílice	Minería, perforación de túneles, abrasivos	Patrón nodular en lóbulos superiores, adenopatías mediastínicas	Nódulo de centro de colágeno y corona celular
Neumoconiosis de mineros del carbón	Carbón	Minería del carbón	Patrón nodular en campos superiores y medios	Macrófagos cargados de carbón (mácula), enfisema
Asbestosis	Amianto	Minería amianto, astilleros, abrasivos, aislantes, frenos	Patrón intersticial en lóbulos inferiores	Neumonía intersticial
Beriliosis	Berilio	Industria aeroespacial, cerámica, lámparas fluorescentes, etc	Patrón reticular y nodular con adenopatías hiliares y mediastínicas	Granulomas de tipo sarcoidótico
Neumoconiosis por talco	Talco	Fabricación de cerámica, pinturas, papel, cosmética	Patrón nodular, placas pleurales, patrón intersticial si hay contaminación por amianto	Granuloma a cuerpo extraño, formas mixtas según composición del polvo
Siderosis	Hierro	Pulido, soldadura, fundición, minería	Nódulos hiperdensos	Mácula
Neumoconiosis del caolín	Caolín	Industria cerámica, papel, fármacos, caucho	Patrón nodular o reticular, lóbulos inferiores o medios	Granulomas, nódulos, fibrosis intersticial y pleural
Neumoconiosis por polvo mixto	Polvo mixto	Minería hematita, carbón, pizarra, fundición, industria cerámica	Opacidades irregulares en lóbulos superiores y medios	Nódulos de reticulina y colágeno con macrófagos cargados de polvo, forma en estrella

Fuente: Elaboración propia con datos de <sup>(1)</sup>

## **CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1 ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN**

El enfoque de ese trabajo es de tipo cuantitativo, ya que se utiliza una recolección de datos, con el objetivo de analizar la epidemiología y la carga de la enfermedad de neumoconiosis en Costa Rica, tomando en cuenta también su comportamiento a nivel mundial y la manera en la que dicha enfermedad ha evolucionado durante el período de tiempo establecido.

Según la literatura, *metodología de la investigación*, el método cuantitativo se basa en la delimitación de una idea de la cual se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura correspondiente y conforme a la recolección de datos, se construye un marco o una perspectiva teórica. <sup>(41)</sup>

### **3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El tipo de investigación empleado en este trabajo es un tipo descriptivo, ya que el objetivo que tiene es la descripción de los datos recolectados, las características de la población investigada, así detallando los sucesos y la evolución del problema durante el tiempo establecido. Según la literatura, *metodología de la investigación*, “este tipo de investigación únicamente pretende medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren”.<sup>(41)</sup>

### **3.3 UNIDADES DE ANALISIS U OBJETOS DE ESTUDIO**

#### **3.3.1 Área de estudio**

La investigación se realizará en el país de Costa Rica en la época de tiempo correspondiente al período 1990-2019.

#### **3.3.2 Fuentes de información**

- **Primaria:** debido a las características de esta investigación no se requiere el uso de fuentes de información primaria.
- **Secundaria:** para lograr los objetivos de esta investigación se utilizará información de artículos de revistas científicas obtenidas de bases de datos de internet (PubMed, EBSCO, Scielo, entre otras), así como libros de texto; además de que los datos estadísticos se obtendrán mediante el Global Burden of Disease (GBD).

#### **3.3.3 Población**

Población de Costa Rica con neumoconiosis, sin importar el género, en personas mayores de 50 años en el período de 1990 hasta el 2019.

#### **3.3.4 Muestra**

Debido a las características de este estudio no permite la utilización de muestra.

#### **3.3.5 Criterios de inclusión y exclusión**

El único criterio de inclusión es padecer neumoconiosis de 1990 al 2019. No se requiere de criterios de exclusión.

### **3.4 INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE LA INFORMACION**

Esta investigación se realizará con diferentes bases de datos que incluyen artículos científicos, libros de texto, reportes de investigación, análisis de estudio, entre los cuales se encuentran distintas plataformas tales como: EBSCO, Scielo, PubMed, entre otras; y la base de datos del Global Burden of Disease (GBD), para obtener información epidemiológica y de la carga de la enfermedad por neumoconiosis en Costa Rica durante el período de 1990 a 2019.

### **3.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACION**

Esta investigación no es de tipo experimental, ya que no hay modificación de las variables de estudio, sino que lo que se realizó fue una recopilación de datos de las variables establecidas.

Es observacional ya que solamente observa el comportamiento de las variables epidemiológicas que se relacionan a la carga de la enfermedad por neumoconiosis, transversal ya que lo único que se hizo fue recolectar datos de un único momento siendo este caso de 1990 al 2019 ya existentes sin realizar ninguna modificación.

### 3.6 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 4. Operacionalización de variables

<b>Objetivo específico</b>	<b>Variable</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instru- mento</b>
Conocer los aspectos epidemiológicos de la neumoconiosis en Costa Rica de 1990-2019	Epidemiología de las neumoconiosis	Estudio de la salud y el comportamiento de las enfermedades en una población	Estudio de los cambios en la salud debido a las neumoconiosis	Personas con neumoconiosis	Habitantes	GBD
Analizar la incidencia y prevalencia de neumoconiosis en Costa Rica de 1990-2019	Incidencia y prevalencia de neumoconiosis	Incidencia: casos nuevos de una enfermedad en una población durante un tiempo determinado. Prevalencia: proporción de individuos en	Incidencia: casos nuevos de neumoconiosis Prevalencia: casos existentes de neumoconiosis de la población en estudio	Tasa de incidencia y tasa de prevalencia	Habitantes	GBD

		una población que presentan una enfermedad en un momento determinado				
Mostrar los años de vida perdidos por neumoconiosis en Costa Rica según sexo y grupo etario de 1990 a 2019.	Años de vida potencialmente perdidos (AVP)	Años que deja de vivir una persona debido a una muerte temprana o por la incapacidad que le genera una enfermedad	Diferencia entre la edad al morir y la esperanza de vida	Años de vida perdidos	Años	GBD
Describir los años vividos con discapacidad por neumoconiosis en Costa Rica según edad y	Años de vida con discapacidad (AVD)	Años de vida saludables perdidos por vivir con discapacidad o muerte prematura por neumoconiosis	Resultado de la sumatoria de los años de vida perdidos y los años vividos con discapacidad por neumoconiosis	Peso de la discapacidad	Años vividos con discapacidad	GBD

sexo de 1990 a 2019.						
Determinar los años de vida ajustados por discapacidad por neumokoniosis en Costa Rica según edad y sexo de 1990 a 2019.	Años de vida ajustados por discapacidad (AVAD)	Años de vida saludable perdidos por morir prematuramente o por vivir con discapacidad	Resultado de la sumatoria de los años de vida perdidos y los años vividos con discapacidad por neumokoniosis	Tiempo de duración de la incapacidad	Años vividos con discapacidad por neumokoniosis	<b>GBD</b>

Fuente: elaboración propia.

### **3.7 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Los datos que se van a utilizar para esta investigación fueron adquiridos gracias a la plataforma de Global Burden Disease (GBD) procedente del Instituto de Métricas en Salud. La información obtenida para esta investigación sobre la carga de la enfermedad, los años de vida con discapacidad, la mortalidad y los años de vida potencialmente perdidos por neumoconiosis, son procedentes de dicha base de datos.

### **3.8 ORGANIZACIÓN DE LOS DATOS**

Para la presente investigación los datos van a ser organizados en páginas del programa Excel, para facilitar el manejo y orden de estos.

### **3.9 ANÁLISIS DE DATOS**

Para realizar esta investigación primero se procedió a recolectar los datos de la muestra seleccionada, estudiar a la población por diferentes grupos etarios y por sexo, con la información obtenida de la página de Global Burden Disease (GBD) del IHME, con el objetivo de realizar un análisis de los datos permitiendo poder llegar a conclusiones e interpretación de estos, de esta manera será posible examinar las variables de la carga de la enfermedad en Costa Rica por neumoconiosis .

## **CAPITULO IV: PRESENTACION DE RESULTADOS**

Tabla 5. Incidencia de neumoconiosis según sexo y grupo etario en Costa Rica de 1990-2019.

Años	Mujeres			Hombres			Ambos		
	Grupos de edad								
	50-69	70+	80+	50-69	70+	80+	50-69	70+	80+
<b>1990</b>	0.29	0.46	0.55	0.89	1.3	1.15	0.58	0.86	0.83
<b>1991</b>	0.29	0.47	0.57	0.91	1.33	1.17	0.6	0.88	0.85
<b>1992</b>	0.3	0.49	0.59	0.93	1.35	1.19	0.61	0.9	0.86
<b>1993</b>	0.3	0.5	0.6	0.95	1.37	1.21	0.62	0.91	0.88
<b>1994</b>	0.3	0.51	0.61	0.96	1.39	1.23	0.63	0.92	0.89
<b>1995</b>	0.31	0.52	0.62	0.98	1.41	1.25	0.64	0.94	0.91
<b>1996</b>	0.31	0.52	0.63	0.99	1.43	1.26	0.64	0.95	0.91
<b>1997</b>	0.3	0.52	0.63	1	1.44	1.28	0.65	0.95	0.92
<b>1998</b>	0.3	0.52	0.62	1.01	1.46	1.29	0.65	0.96	0.92
<b>1999</b>	0.3	0.52	0.32	1.02	1.47	1.3	0.65	0.97	0.92
<b>2000</b>	0.3	0.52	0.62	1.02	1.49	1.32	0.65	0.97	0.93
<b>2001</b>	0.3	0.53	0.63	1.03	1.51	1.34	0.66	0.99	0.94
<b>2002</b>	0.3	0.53	0.63	1.04	1.53	1.36	0.66	1	0.96
<b>2003</b>	0.3	0.54	0.64	1.05	1.55	1.38	0.67	1.01	0.97
<b>2004</b>	0.3	0.54	0.65	1.06	1.57	1.4	0.67	1.02	0.98
<b>2005</b>	0.3	0.55	0.66	1.08	1.59	1.41	0.68	1.03	0.99
<b>2006</b>	0.3	0.55	0.67	1.09	1.6	1.42	0.69	1.04	1
<b>2007</b>	0.31	0.56	0.68	1.11	1.61	1.43	0.69	1.05	1.01
<b>2008</b>	0.31	0.57	0.69	1.12	1.63	1.44	0.7	1.06	1.02
<b>2009</b>	0.32	0.58	0.7	1.14	1.64	1.45	0.71	1.07	1.03
<b>2010</b>	0.32	0.58	0.71	1.16	1.65	1.46	0.72	1.07	1.04
<b>2011</b>	0.32	0.59	0.71	1.17	1.66	1.48	0.73	1.08	1.04
<b>2012</b>	0.32	0.59	0.72	1.18	1.66	1.49	0.73	1.08	1.05
<b>2013</b>	0.33	0.59	0.72	1.2	1.67	1.5	0.74	1.08	1.06
<b>2014</b>	0.33	0.59	0.72	1.21	1.69	1.52	0.75	1.09	1.06
<b>2015</b>	0.33	0.59	0.73	1.22	1.7	1.53	0.75	1.1	1.07
<b>2016</b>	0.33	0.62	0.76	1.24	1.77	1.57	0.76	1.14	1.11
<b>2017</b>	0.34	0.65	0.8	1.25	1.85	1.61	0.77	1.19	1.15
<b>2018</b>	0.34	0.66	0.82	1.26	1.88	1.64	0.77	1.21	1.17
<b>2019</b>	0.35	0.66	0.82	1.27	1.92	1.67	0.78	1.23	1.18

Fuente: elaboración propia con datos de <sup>(41)</sup>

La neumoconiosis en Costa Rica tiene una incidencia con una tendencia al ascenso, como se puede observar en la tabla anterior, tanto en ambos sexos, como en el sexo femenino y masculino por separado, un ascenso que se mantiene durante los 29 años de estudio. Se puede observar como este aumento en las tasas también tiende a ascender dependiendo del grupo etario, en ambos sexos en las personas de 50-69 años para el 2019 alcanza su tasa más alta con 0,78, y el grupo de 80 años o más para ese mismo año alcanzó una tasa de 1,18. Este patrón se mantiene en el sexo femenino, que para el año 2019, el grupo de 50-69 años tuvo una tasa de 0,35, siendo esta la más alta, y el grupo de 80 años o más para ese mismo año obtuvo una tasa de 0,82. El sexo masculino también presentó esta tendencia al ascenso según su grupo etario, alcanzando tasa de 1,27 en el año 2019 en personas de 50-69 años, y ese año el grupo de 80 años o más tuvo como tasa de incidencia más alta 1,67. A pesar de que claramente hay un predominio masculino, las mujeres fueron quienes mostraron un aumento más significativo durante todo el periodo del estudio.

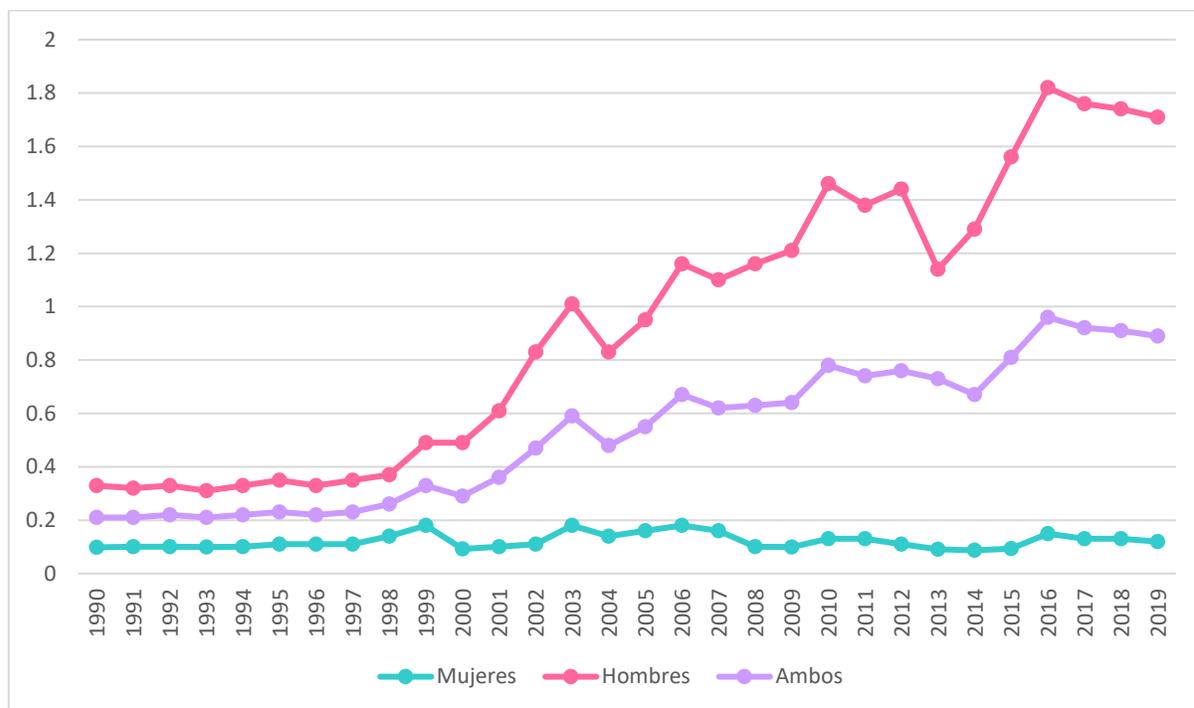
Tabla 6. Prevalencia de neumoconiosis según sexo y grupo etario en Costa Rica de 1990-2019.

Años	Mujeres			Hombres			Ambos		
	Grupos de edad								
	50-69	70+	80+	50-69	70+	80+	50-69	70+	80+
<b>1990</b>	3.63	8.93	11.09	12.65	30.26	34.71	8.07	19.07	22.08
<b>1991</b>	3.67	9.06	11.29	12.85	30.72	35.24	8.19	19.34	22.37
<b>1992</b>	3.71	9.2	11.5	13.06	31.23	35.83	8.31	19.62	22.69
<b>1993</b>	3.75	9.34	11.72	13.28	31.77	36.48	8.44	19.92	22.03
<b>1994</b>	3.79	9.49	11.94	13.48	32.33	37.18	8.56	20.24	23.4
<b>1995</b>	3.83	9.64	12.15	13.7	32.93	37.91	8.68	20.59	23.79
<b>1996</b>	3.85	9.79	12.36	13.85	33.59	38.74	8.77	20.95	24.23
<b>1997</b>	3.87	9.94	12.58	14.03	34.29	39.69	8.86	21.34	24.73
<b>1998</b>	3.88	10.1	12.8	14.2	35	40.69	8.94	21.75	25.26
<b>1999</b>	3.9	10.25	13.01	14.35	35.7	41.67	9.02	22.16	25.79
<b>2000</b>	3.91	10.38	13.21	14.46	36.33	42.57	9.07	22.51	26.28
<b>2001</b>	3.94	10.51	13.39	14.58	36.92	43.4	9.14	22.85	26.75
<b>2002</b>	3.97	10.65	13.59	14.71	37.54	44.23	9.21	23.19	27.19
<b>2003</b>	4	10.79	13.78	14.85	38.16	45.03	9.28	23.52	27.62
<b>2004</b>	4.02	10.92	13.97	14.97	38.75	45.79	9.35	23.84	28.03
<b>2005</b>	4.05	11.05	14.14	15.11	39.36	46.52	9.42	24.16	28.44
<b>2006</b>	4.07	11.19	14.31	15.29	39.97	47.21	9.5	24.49	28.79
<b>2007</b>	4.09	11.33	14.49	15.45	40.57	47.86	9.57	24.82	29.16
<b>2008</b>	4.1	11.47	14.66	15.61	41.16	48.47	9.65	25.15	29.5
<b>2009</b>	4.13	11.62	14.83	15.77	41.72	49.05	9.72	25.46	29.82
<b>2010</b>	4.15	11.74	14.97	15.9	42.17	49.57	9.78	25.71	30.08
<b>2011</b>	4.19	11.86	15.09	16.05	42.57	50.01	9.85	25.92	30.28
<b>2012</b>	4.23	11.98	15.2	16.18	42.93	50.43	9.93	26.11	30.45
<b>2013</b>	4.28	12.08	15.31	16.32	43.27	50.86	10	26.29	30.65
<b>2014</b>	4.33	12.18	15.41	16.47	43.64	51.38	10.08	26.5	30.88
<b>2015</b>	4.37	12.28	15.55	16.63	44.1	52.05	10.16	26.74	31.21
<b>2016</b>	4.37	12.43	15.95	16.8	45.03	53.52	10.23	27.24	32.03
<b>2017</b>	4.38	12.62	16.41	17.02	46.13	55.1	10.32	27.8	32.96
<b>2018</b>	4.44	12.77	16.66	17.19	46.74	56.06	10.42	28.12	33.51
<b>2019</b>	4.53	12.92	16.85	17.36	47.22	56.77	10.54	28.37	33.89

Fuente: elaboración propia con datos de <sup>(41)</sup>

Como se puede observar en la tabla 6, la prevalencia muestra una tendencia al ascenso durante todos los años del estudio, mostrando que entre mayor edad tenga el grupo etario más alta será su tasa. Para el año 2019 las personas de 50-69 años de ambos sexos tuvo 10,54 como su tasa más alta, observando cómo las personas de 80 años o más de ambos sexos para ese mismo año obtuvieron como tasa más alta 33,89 por cada 100,000 habitantes. El sexo femenino tuvo una tasa de 4,53 como la más alta para el grupo de 50-69 años en el año 2019, para ese mismo año el grupo etario de 80 años o más tú como todo sea más alta 16,85. El sexo masculino para el año 2019 en el grupo etario de 50-69 años alcanzó 17,36 como su tasa más alta, y para ese mismo año el grupo etario 80 años o más obtuvo como tasa más alta 56,77. Se puede observar el claro predominio masculino, al igual que puede ser grupo que tuvo el mayor ascenso durante todo el estudio.

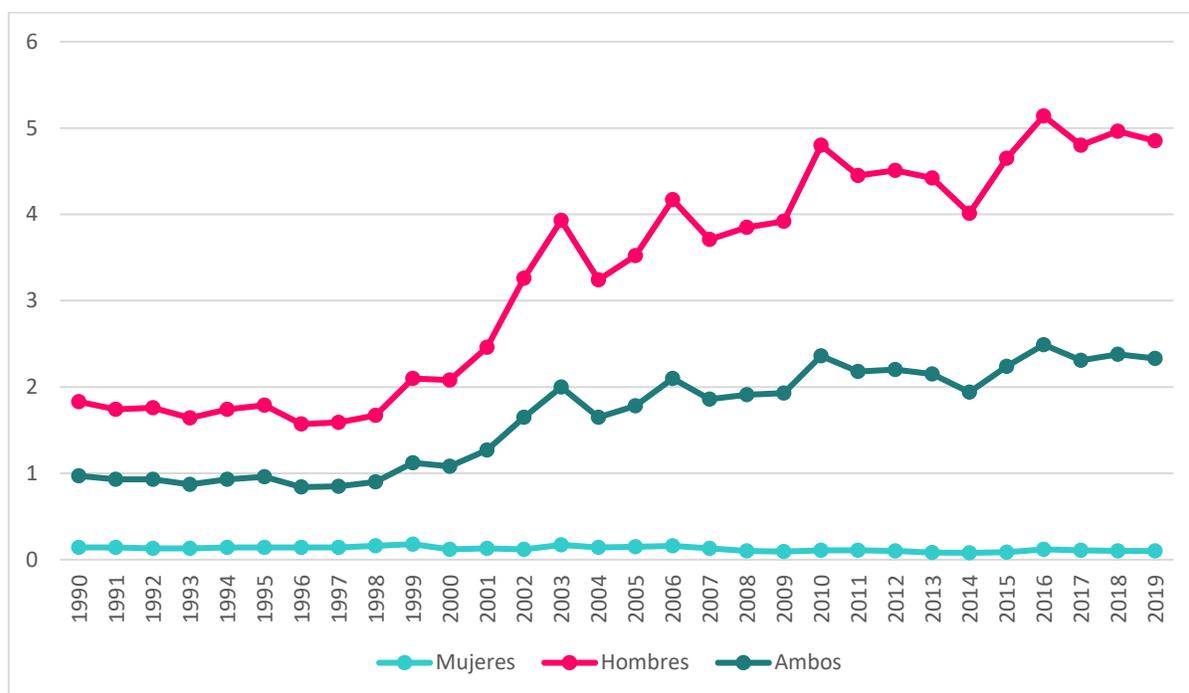
Gráfico 1. Tasa de AVP general de neumoconiosis en Costa Rica durante el período de 1990-2019. Tasa por 100 000 habitantes.



Fuente: elaboración propia con datos de <sup>(42)</sup>

Con respecto al gráfico anterior, se analiza que la tasa de AVP para ambos sexos oscila entre 0,21-0,89, en el sexo masculino varía entre 0,33-1,71, y para el sexo femenino entre 0,089-0,12. Se puede observar cómo desde el inicio del estudio en 1990 se mantuvo con una tendencia de ascenso hasta su finalización en el 2019, este patrón en las 3 variables, sin embargo se muestra un marcado aumento en el sexo masculino, especialmente en el año 2016 donde llega a su máximo pico alcanzando una tasa de 1,82, en comparación con ambos sexos y el sexo femenino, quien mostró un comportamiento constante durante todo el estudio con una tendencia mínima al ascenso.

Gráfico 2. Tasa de AVP en personas de 50-69 años, según el sexo, de neumoonosis en Costa Rica durante el período de 1990-2019. Tasa por 100 000 habitantes.

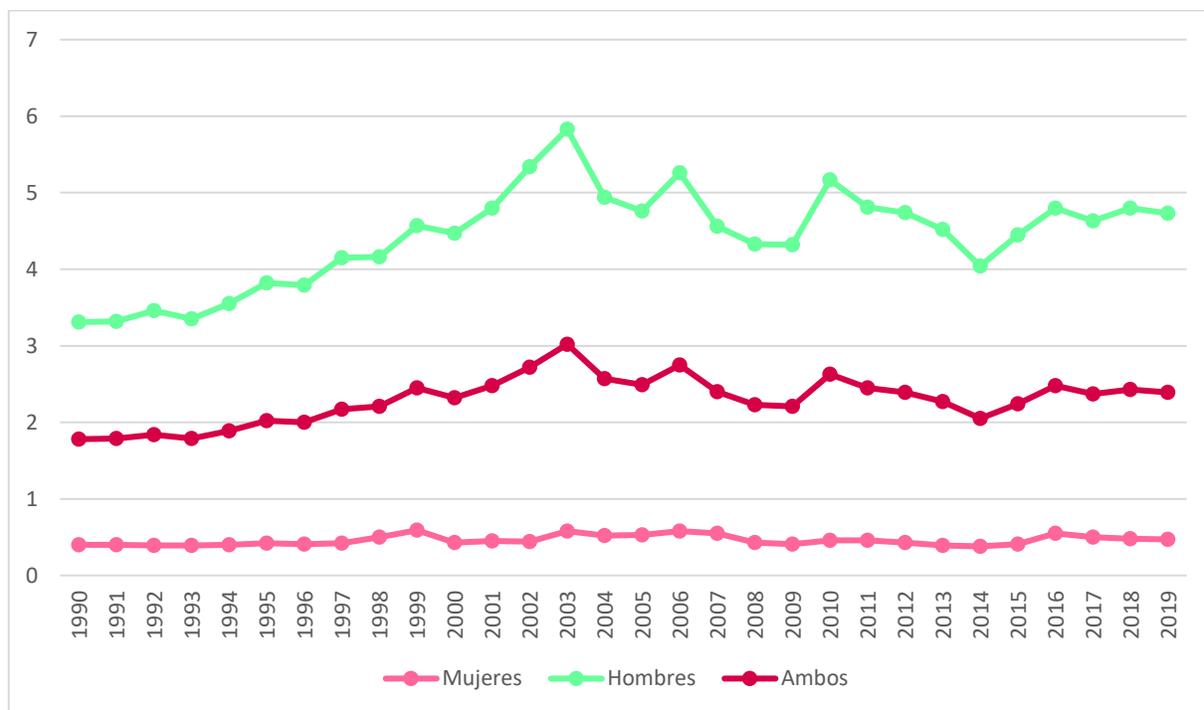


Fuente: elaboración propia con datos de <sup>(42)</sup>

En el gráfico anterior se puede observar que la tasa de AVP en personas de 50-69 años para ambos sexos oscila entre 0,97-2,33, para el sexo masculino entre 1,83-4,85, y por último para el sexo femenino entre 0,14-0,1. El sexo masculino presenta una tendencia al ascenso marcada hasta el año 2003, donde alcanza una tasa de 3,93, a partir de ese punto presenta algunos descensos para lo que resta del estudio, y llega a su tasa más alta en el año 2016, siendo ésta de 5,14, ya que vuelve a tener un pequeño descenso en el año 2018 y 2019 con una tasa de 4,85. La tendencia en ambos sexos muestra un patrón parecido al sexo masculino, al igual con un ascenso no tan marcado pero constante hasta el año 2003 donde alcanza una tasa de 2, y comienza a tener un patrón muy constante con un ascenso poco significativo alcanzando su tasa más alta en el año 2019 de 2,33. El sexo femenino muestra un comportamiento diferente,

presentando cambios insignificantes a lo largo de todo el estudio, y a diferencia de los 2 grupos anteriores, este presenta una tendencia muy poco marcada al descenso, llegando a su tasa más baja en el año 2019.

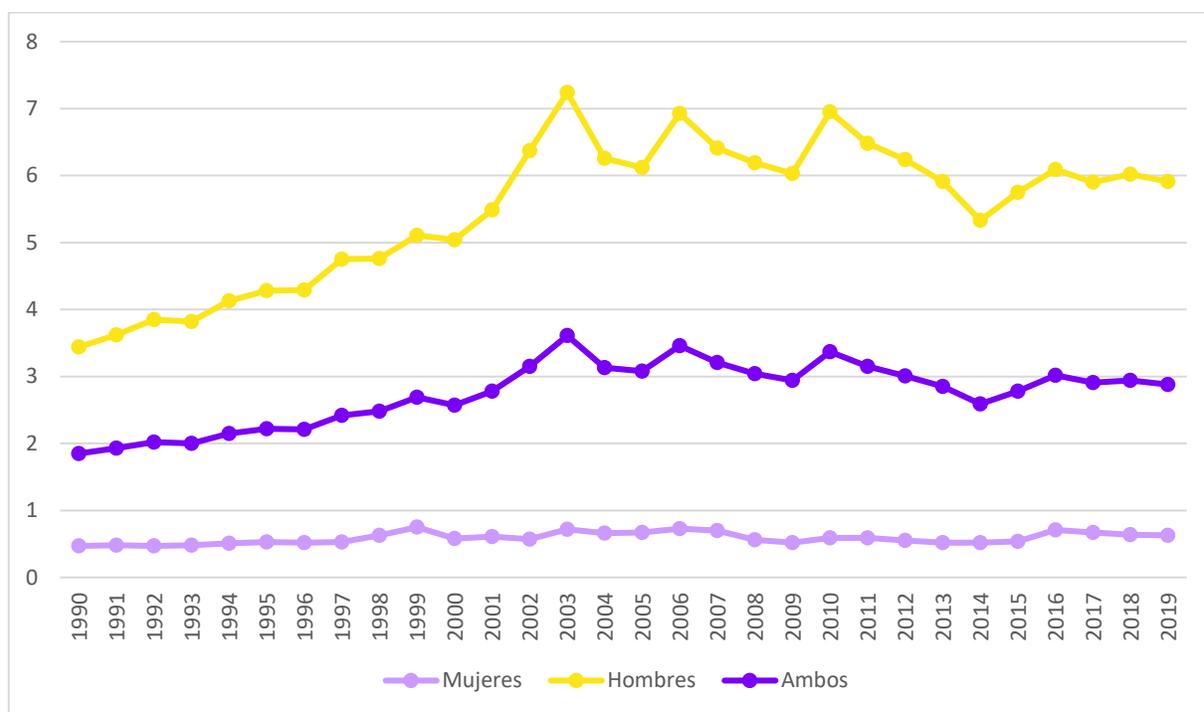
Gráfico 3. Tasa de AVP en personas de 70-79 años, según sexo, de neumoonosis en Costa Rica durante el período de 1990-2019. Tasa por 100 000 habitantes.



Fuente: elaboración propia con datos de <sup>(42)</sup>

En este grupo de edad se observa que la tasa de años de vida perdidos para ambos sexos oscila entre 1,78- 2,39, para el sexo masculino entre 3,31-4,73, y para el sexo femenino entre 0,4-0,47. El sexo masculino presenta un patrón irregular, con una tendencia marcada al ascenso hasta el año 2003, donde también alcanza su tasa más alta, siendo ésta de 5,83, a partir de ese año comienza a presentar pequeños picos de ascenso y descenso a lo largo de todo el estudio. Se puede observar como para ambos sexos existe un ascenso constante desde el inicio del estudio hasta el año 2003, en el cual alcanza su tasa más alta de 3,02, y a partir de ese año comienza un descenso discreto hasta el final del estudio. Y el sexo femenino muestra un patrón constante, con cambios insignificativos, y se observa su tasa más alta en el año 1999, de 0,59.

Gráfico 4. Tasa de AVP en personas de 80 años o más, según sexo, de neumoconiosis en Costa Rica durante el período de 1990-2019. Tasa por 100 000 habitantes.

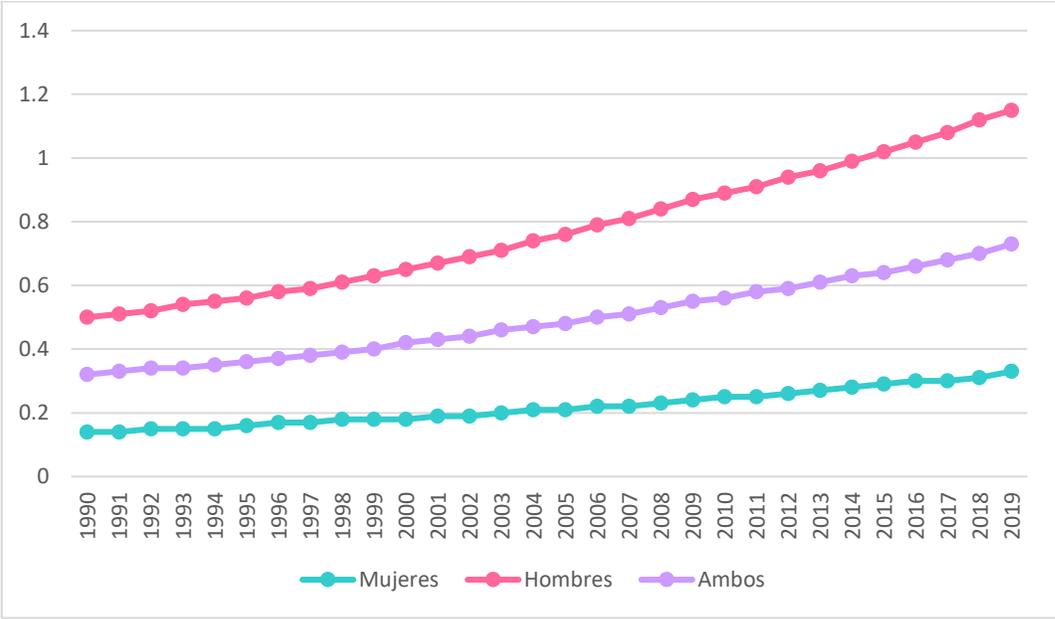


Fuente: elaboración propia con datos de <sup>(42)</sup>

La tasa de AVP por cada 100,000 habitantes para ambos sexos varía entre 1,85-2,88, para el sexo masculino entre 3,44-5,91, y para el sexo femenino entre 0,47-0,63. Se puede observar que el sexo masculino muestra una tendencia marcada al ascenso desde el inicio del estudio hasta el año 2003, alcanzando su tasa más alta, siendo ésta 7,24, y a partir de ese año comienza a mostrar pequeños picos de descenso y ascenso, hasta el año 2014, donde tiene un descenso más pronunciado, alcanzando una tasa de 5,33, al llegar al año 2016 vuelve a mostrar un ascenso, y a partir de ahí se mantiene constante hasta el final del estudio. Para ambos sexos se presenta un patrón ascendente hasta el año 2003, donde llega a su tasa más alta de 3,61, y a partir de ese año se puede observar un patrón irregular con discretos ascensos y descensos hasta el año 2016,

donde se mantiene constante hasta el año 2019. Con respecto al sexo femenino, se puede analizar un patrón constante con una tendencia mínima al ascenso, llegando a su punto más alto en el año 1999, con una tasa de 0,75, este patrón con cambios muy pequeños se mantiene durante todo el estudio.

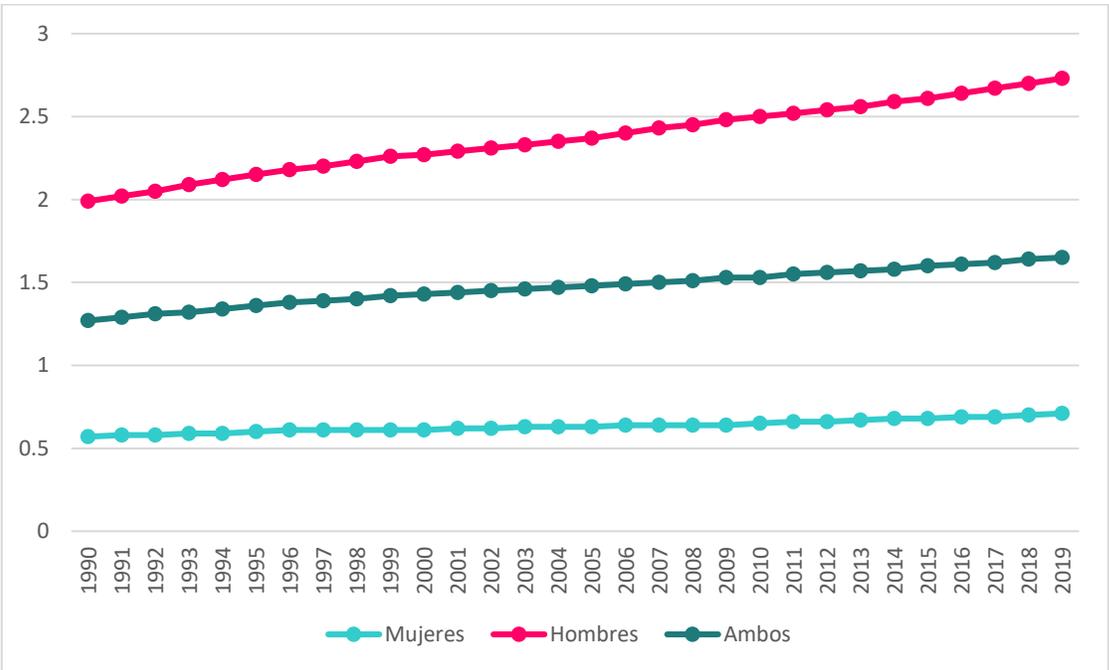
Gráfico 5. Tasa de AVD general por neumoconiosis en Costa Rica durante el período de 1990-2019. Tasa por 100 000 habitantes.



Fuente: elaboración propia con datos de <sup>(42)</sup>

Según el gráfico anterior, para ambos sexos, la tasa de AVD varía entre 0,32-0,73, para el sexo masculino entre 0,5-1,15, y para el femenino entre 0,14-0,33 por cada 100.000 habitantes. La tendencia para ambos sexos es ascendente, sin cambios significativos a lo largo del período. Se observa un predominio masculino que se mantiene hasta el año 2019, con una tendencia al ascenso. Con respecto al sexo femenino se presenta una tendencia al ascenso poco significativa, que se mantiene constante hasta el final del estudio.

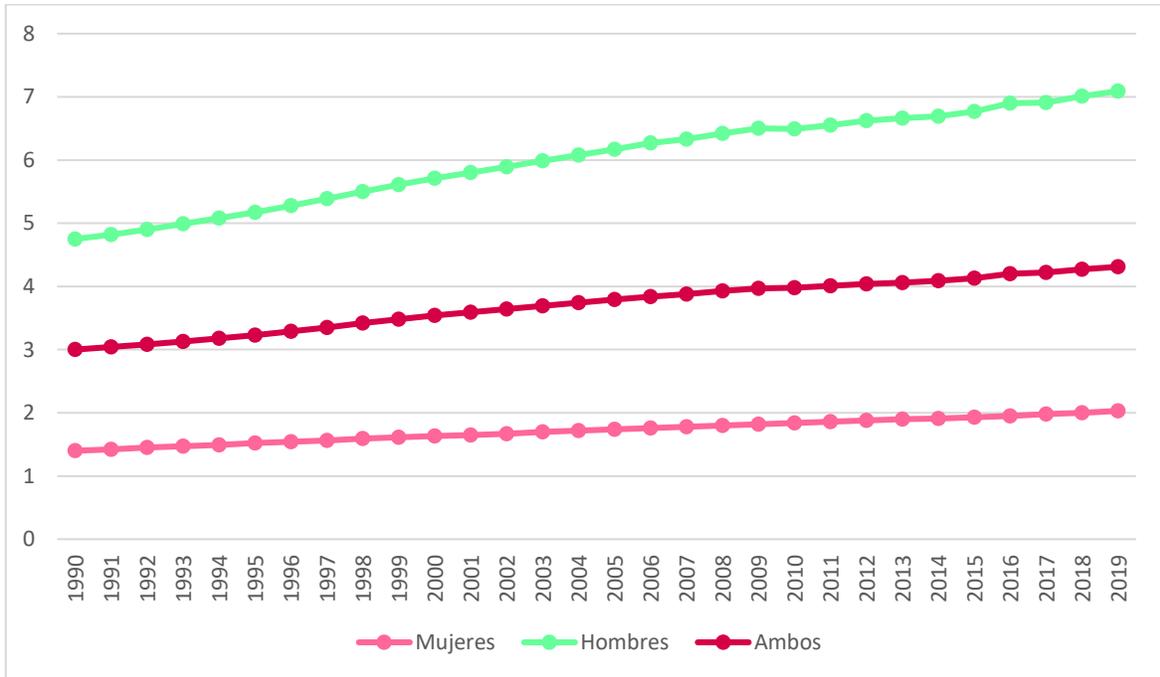
Gráfico 6. Tasa de AVD en personas de 50-69 años, según sexo, por neumoconiosis en Costa Rica durante el período de 1990-2019. Tasa por 100 000 habitantes.



Fuente: elaboración propia con datos de <sup>(42)</sup>

En el gráfico anterior se muestra que la tasa de AVD para este grupo etario en ambos sexos oscila entre 1,27-1,67, en el sexo masculino entre 1,99-2,73, y en el sexo femenino varía entre 0,57-0,71 por cada 100,000 habitantes. Se puede observar que para ambos sexos se presenta una tendencia al ascenso mínima al igual que para el sexo femenino. La tendencia para el sexo masculino es al ascenso, sin embargo, tampoco muestra cambios significativos a lo largo del estudio.

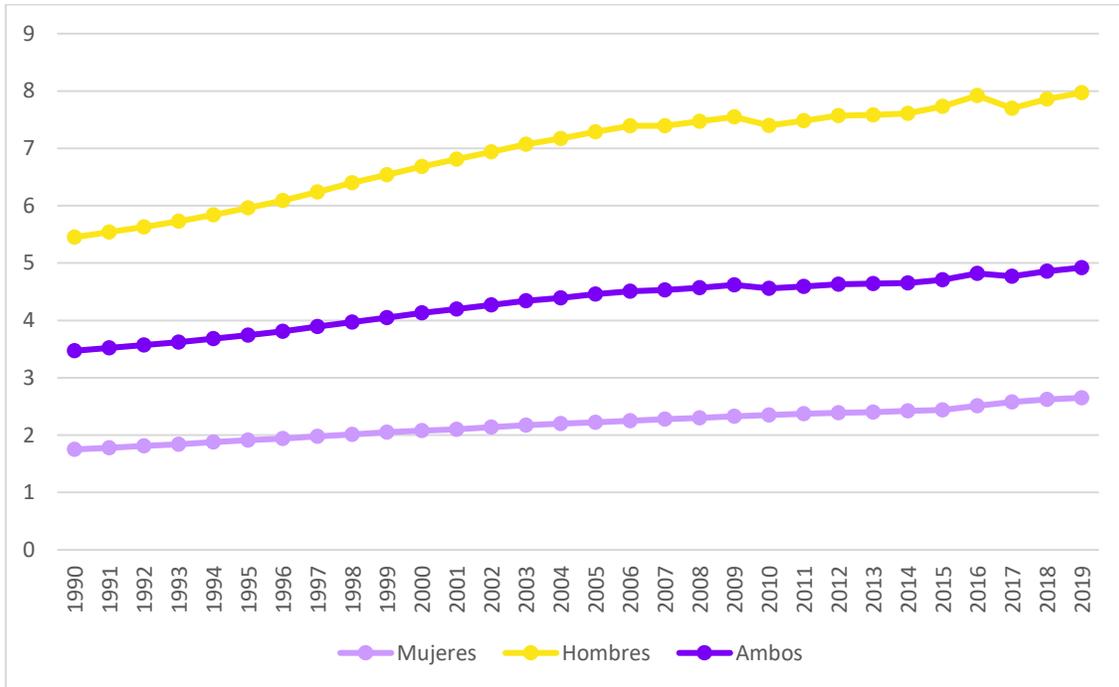
Gráfico 7. Tasa de AVD en personas de 70-79 años, según el sexo, por neumoconiosis en Costa Rica durante el período de 1990-2019. Tasa por 100 000 habitantes.



Fuente: elaboración propia con datos de <sup>(42)</sup>

Como se observa en el gráfico anterior, las tasas de AVD en ambos sexos en este grupo etario varía entre 3-4,31, para el hombre entre 4,75-7,09, y para la mujer entre 1,4-2,03. La tendencia para ambos sexos es el ascenso, pero es poco significativo. Se observa que la tendencia para el sexo masculino es ascendente y presenta las tasas más altas de los 3 grupos. para el sexo femenino se visualiza el mismo patrón que para ambos sexos, sin mayores cambios hasta el final del período.

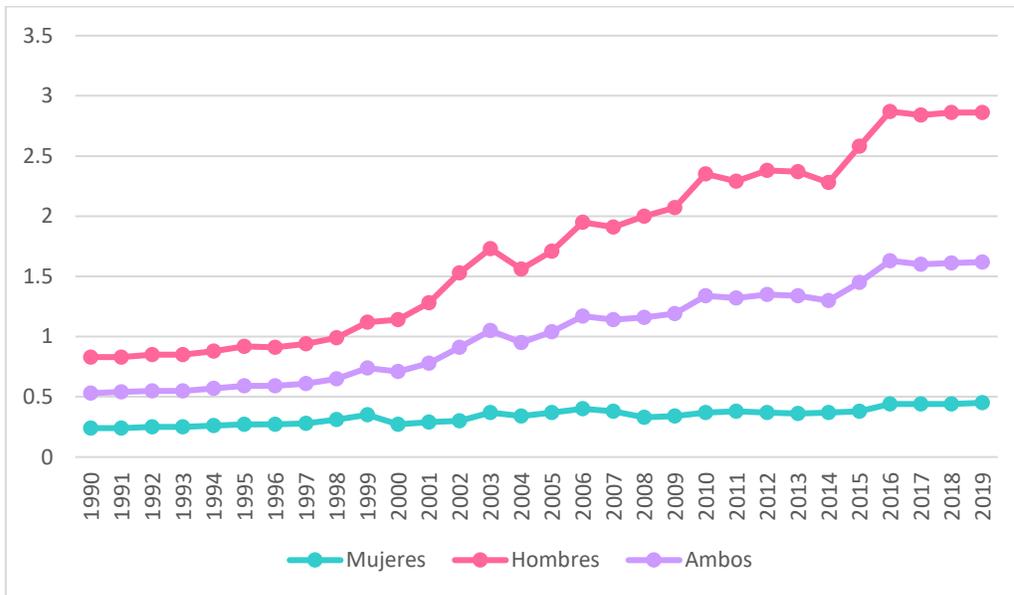
Gráfico 8. Tasa de AVD en personas de 80 años o más, según el sexo, por neumoconiosis en Costa Rica durante el período de 1990-2019. Tasa por 100 000 habitantes.



Fuente: elaboración propia con datos de <sup>(42)</sup>

En el gráfico anterior se puede observar que las tasas de AVD en ambos sexos oscila entre 3,47-4,92, para el sexo masculino entre 5,45-7,97, y para el sexo femenino entre 1,75-2,65. Para ambos sexos la tendencia se mantiene con un patrón muy constante con un ascenso discreto. Se observa un predominio masculino, con una tendencia al ascenso. y para el sexo femenino se visualiza un patrón similar al de ambos sexos, con tendencia al ascenso muy poco significativa.

Gráfico 9. Tasa de AVAD general por neumooniosis en Costa Rica durante el período de 1990-2019. Tasa por 100 000 habitantes.

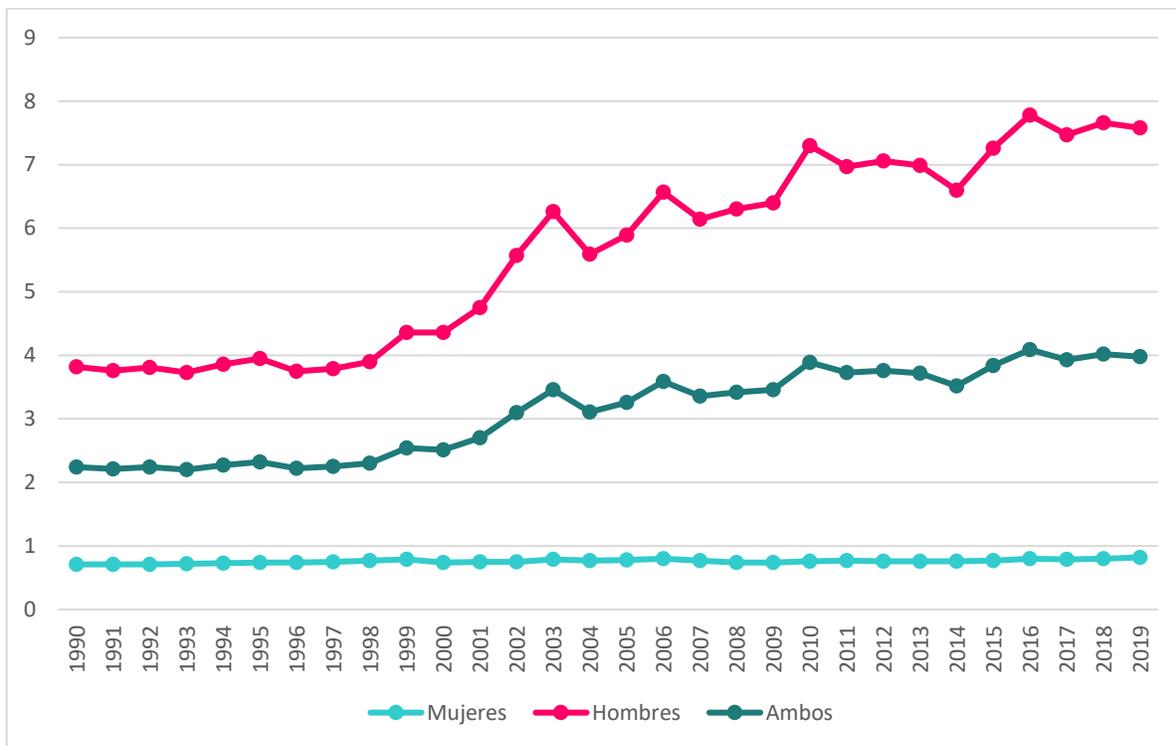


Fuente: elaboración propia con datos de <sup>(42)</sup>

Según el gráfico anterior para ambos sexos, la tasa general presenta cifras que oscilan entre 0,53-1,62, para los hombres entre 0,83-2,86, y para las mujeres de 0,24-0,45. La Tendencia para ambos sexos presenta un mínimo ascenso hasta el año 1999 donde muestra un pequeño descenso y de ahí vuelve a tener otro pico de ascenso hasta el 2003 donde vuelve a repetir un patrón de un pequeño descenso y vuelve a aumentar hasta el 2006 manteniendo este patrón de ascenso y descenso durante todos los años del estudio. Para el sexo masculino la tendencia presenta la misma irregularidad sólo que manteniendo tasas más altas presentando un ascenso constante hasta el 2003, teniendo un descenso en el año 2004 y se visualiza otro pico de ascenso hasta el año 2006 aquí mantiene un patrón ascendente hasta el 2010 donde se mantiene constante hasta el 2014, mostrando otro pico de ascenso hasta el 2016 y a partir de ahí se mantiene constante

hasta el final del estudio. En el caso de las mujeres se mantiene un patrón constante con una tendencia ascendente mínima.

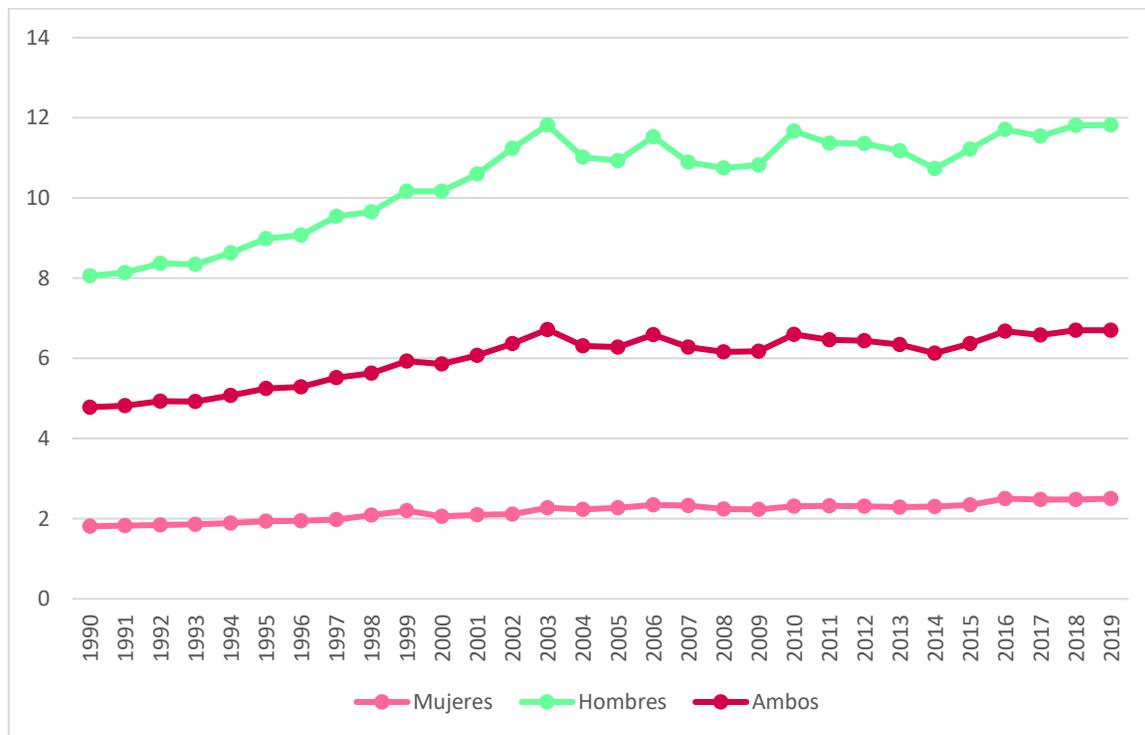
Gráfico 10. Tasa de AVAD en personas de 50-69 años, según el sexo, por neumoconiosis en Costa Rica durante el período de 1990-2019. Tasa por 100 000 habitantes.



Fuente: elaboración propia con datos de <sup>(42)</sup>

Como se observa en el gráfico anterior, las tasas de AVAD en este grupo de edad para ambos sexos se encuentra entre 2,24-3,98, para el sexo masculino oscila entre 3,82-7,58, y para el sexo femenino entre 0,71-0,82. La tendencia para ambos sexos presenta un patrón irregular pero ascendente hasta el final del estudio, para el sexo masculino la tendencia es constante hasta el año 1999 donde comienza a ascender teniendo un pico hacia el año 2003, después de esto muestra un patrón irregular pero con predominancia hacia el ascenso durante el resto del estudio; y para el sexo femenino se muestra un patrón constante durante todo el estudio.

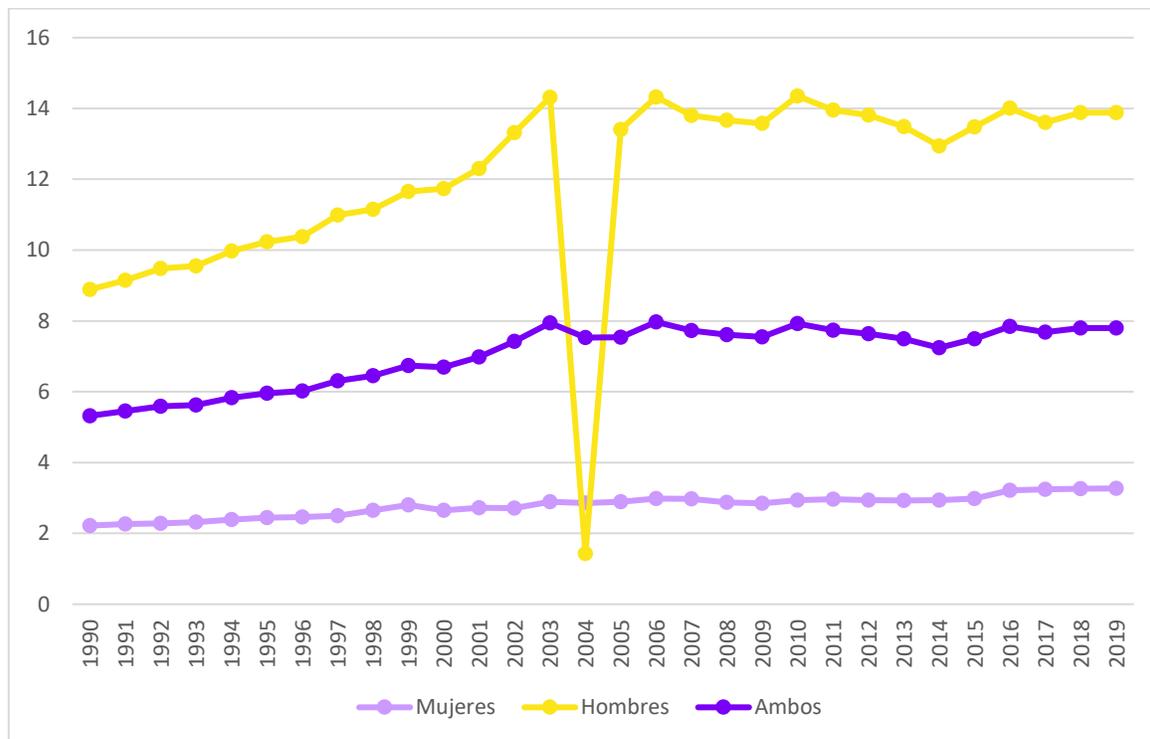
Gráfico 11. Tasa de AVAD en personas de 70-79 años, según el sexo, por neumoconiosis en Costa Rica durante el período de 1990-2019. Tasa por 100 000 habitantes.



Fuente: elaboración propia con datos de <sup>(42)</sup>

En este grupo de edad la tasa de AVAD por cada 100,000 habitantes para ambos sexos presenta cifras entre 4,78-6,7, para el sexo masculino oscila entre 8,6-11,82, y para el sexo femenino entre 1,81-2,5. La tendencia para ambos sexos presenta un patrón ascendente hasta el año 2003 donde alcanza su punto más alto, a partir de este continúa teniendo un patrón constante hasta el final del estudio. Para el sexo masculino la tendencia también es ascendente con su mayor pico en el año 2003, a partir de ahí se presenta irregular teniendo su mayor descenso en el 2014, después vuelve a tener un leve ascenso y se mantiene constante hasta el final del estudio. Con respecto al sexo femenino se mantiene una tendencia con un mínimo ascenso a lo largo del período.

Gráfico 12. Tasa de AVAD en personas de 80 años o más, según el sexo, por neumoconiosis en Costa Rica durante el período de 1990-2019. Tasa por 100 000 habitantes.



Fuente: elaboración propia con datos de <sup>(42)</sup>

Para este grupo de edad, las tasas de AVAD para ambos sexos encuentran entre 5,32-7,8, para el sexo masculino entre 8,89-13,88, y finalmente para el sexo femenino entre 2,22-3,27 por cada 100,000 habitantes. En el gráfico se observa una tendencia al ascenso para ambos sexos hasta el 2003 donde alcanza su punto más alto con una tasa de 7,94, después continúa con un patrón que se mantiene constante hasta el final del estudio. Con el respecto al sexo masculino presenta una tendencia ascendente hasta el 2003, presentando un pico de descenso muy brusco en el año 2004 con una tasa de 1,43 siendo ésta la más baja de los 3 grupos, para el año 2005 vuelve a tener un ascenso muy marcado con una tasa de 13,41 y a partir de ahí se mantiene con un patrón

constante hasta el final del estudio. Por último, para el sexo femenino se observa una tendencia al ascenso poco significativa durante todo el estudio.

**CAPITULO V: DISCUSION E INTERPRETACION DE  
RESULTADOS**

## 5.1 DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN

La neumoconiosis es un grupo de enfermedades pulmonares intersticiales heterogéneas de origen ocupacional asociada a la inhalación de polvos minerales y las correspondientes reacciones de los tejidos pulmonares. Si bien es cierto que la neumoconiosis no se encuentra entre las principales causas de morbilidad y mortalidad a nivel mundial, ha presentado un aumento en sus tasas de prevalencia en los últimos años; lo cual causa preocupación ya que puede llegar a inducir un daño pulmonar irreversible y tiene el potencial de causar discapacidades físicas permanentes. A pesar de esto y de la limitada información existente con respecto a la enfermedad, en Costa Rica al igual que la mayoría del resto del mundo, la neumoconiosis rara vez es objetivo de grandes tractos presupuestarios para su investigación.

En el año 2016, se encontró que la neumoconiosis había causado 21,488 muertes a nivel mundial. La Comisión Nacional de salud de China estimó que el número total de casos de origen ocupacional notificados hasta el 2018 habían sido 97,500, y que el 90% de las enfermedades ocupacionales reportadas fueron identificadas como neumoconiosis. Globalmente, la incidencia de casos de neumoconiosis ha aumentado un 66%, de 36,186 casos en 1990 a 60,055 casos en 2017. <sup>(2)</sup>

En América la neumoconiosis causa aproximadamente 2000 hospitalizaciones por año, y según datos del 2007, 525 muertes por año. Según el Instituto de prevención de enfermedades ocupacionales En China la edad de diagnóstico era aproximadamente 61.0 años. <sup>(43)</sup>

En la actualidad existen algunos países que han mostrado que, si hay una manera posible de reducir significativamente la incidencia de las neumoconiosis con programas de prevención que sean bien organizados, por ejemplo, Australia, Bélgica, Canadá, Francia, Alemania, Suiza,

Suecia, Reino Unido y los Estados Unidos; este es importante recalcarlo ya que al no existir tratamientos específicos eficaces para la neumoconiosis, la única forma que existe para poder proteger la salud de los trabajadores es teniendo un control de la exposición al polvo que contiene sílice, amianto, entre otros. Con el objetivo de emprender este plan de prevención a escala mundial, la OIT y la OMS han establecido el Programa Global de Eliminación de la Silicosis de la OIT/OMS (GPES); este es un programa de cooperación técnica internacional desarrollado para poder ofrecer ayuda a diversos países en sus medidas para establecer planes de prevención contra la silicosis e intentar eliminarla como problema de salud en el ámbito laboral. <sup>(44)</sup>

La tasa de incidencia para Costa Rica durante los 29 años de estudio da como resultado una tendencia ascendente. Se observa un predominio masculino con la tasa más elevada en el año 2019 de 0.49, frente a un 0.19 en el sexo femenino para el mismo año. La tasa de incidencia muestra que el patrón ascendente que se mantiene durante los años del estudio también tiende a presentar tasas más altas conforme más años tenga el grupo estudiado, por ejemplo las mayores tasas de incidencia se encuentran en los individuos de 80 años o más, mostrando su tasa más alta en el año 2019 de 1.23, a diferencia del grupo de 50-69 años, que para ese mismo año alcanzó una tasa de 0.78.

La tasa de prevalencia para Costa Rica por neumoconiosis durante los 29 años de estudio por sexo reveló una tendencia al aumento, siendo los hombres quienes a lo largo de este período presentaron las cifras más altas, incluso por encima de las observadas para ambos sexos, con el pico máximo de 7.44 para el año 2019.

Según los grupos etarios utilizados para esta investigación, a nivel nacional las tasas más altas de prevalencia se presentan en los mayores de 80 años, manteniendo la tendencia ascendente

durante todo el período del estudio. Se determina un predominio masculino. En contraste se puede observar que el grupo etario de 50-69 años es el que presenta las tasas de prevalencia más bajas, sin embargo, también hay un predominio masculino durante todo el período del estudio.

De acuerdo a los Años de vida potencialmente perdidos, se observa que el sexo masculino muestra el predominio en todos los grupos etarios, alcanzando las tasas más altas, y al igual que en el resto de las variables, el sexo femenino presenta las más bajas, solo que a diferencia de las anteriores, aquí se puede observar un leve descenso, a pesar de ser muy desapercibido.

Los Años de Vida Vividos con Discapacidad en Costa Rica han mantenido una tendencia al ascenso desde 1990 hasta el 2019. Comportándose de manera similar a las tasas anteriores, el grupo etario de mayor edad es el que presenta tasas más altas. De la misma manera con respecto al sexo, el grupo que posee las tasas más altas es el masculino.

Con respecto a los resultados presentados, y de acuerdo a los Años de Vida Ajustados por Discapacidad, se observa que en Costa Rica la tendencia siempre fue al ascenso de forma discreta, con algunos picos y disminuciones transitorias. Estos picos ocurrieron principalmente en el sexo masculino en los años 2004 y 2014. La tasa de AVAD para el sexo femenino en cambio se ha mantenido mucho más estable desde su inicio en 1990 hasta el año 2019. Según grupos etarios, se puede observar que la tasa de AVAD es mayor en hombres que para todos los grupos etarios, y aumenta con la edad, siendo las personas mayores de 80 años quienes tienen las tasas más altas, todos los grupos de etarios mostraron una tendencia al ascenso a lo largo del estudio, finalizando con tasas más altas.

Es posible que la marcada tendencia al aumento que presenta este estudio está relacionada a que al pasar de los años la recolección de datos ha podido ser facilitada por medio de diferentes

plataformas, y también se ha realizado con más frecuencia por la preocupación que se ha venido despertando en los últimos años, ya que esta es una enfermedad que puede ser prevenible y aún así continúa en aumento. Otra de las razones del notable aumento en los grupos etarios de mayor edad, podría deberse a que esta es una enfermedad de características crónicas, que necesita un periodo de exposición extenso para poder empezar a mostrar síntomas y poder establecer un diagnóstico, además de que también se observó que muchos trabajadores temen perder su trabajo así que no realizan ninguna consulta al médico ya que al ser diagnosticados con algún tipo de neumoconiosis ya no pueden seguir trabajando, y al ser el nivel socioeconómico bajo otro factor de riesgo para desarrollar neumoconiosis, se deduce que muchas de estas personas dependen de este trabajo para vivir junto con sus familias.

Se cree que la razón por la cual existe un predominio de casos de neumoconiosis en el sexo masculino en comparación con el sexo femenino, es que la mayoría de trabajos que resultan en una exposición de alguno de los agentes que causan los diferentes tipos de neumoconiosis, son mucho más frecuentemente realizados por hombres, de hecho se observó que en uno de los más grandes campos de minería de Perú sólo se encontraba una mujer trabajando.

A nivel mundial en el año 2017, los casos nuevos de neumoconiosis fueron significativamente mayores en los hombres que en las mujeres, mostrando como Costa Rica sigue este patrón de incidencia. Para ese mismo año se constató que el pico de incidencia se produjo en los individuos de 65 a 69 años, seguidos del grupo de edad de 70 a 74 años con las mayores incidencias, igualmente Costa Rica presentó un patrón de aumento conforme aumenta la edad.

(2)

Según estudios realizados a nivel mundial, el 39% del total de los casos de neumoconiosis (23 695) se atribuyeron a silicosis en el 2017, siendo este el tipo de neumoconiosis más

predominante, para este mismo año la asbestosis represento casi el 16% (9397) del total del número de casos de neumoconiosis, con respecto a la neumoconiosis de los trabajadores del carbón, esta representó el 25% (15 080) del total de casos de neumoconiosis, a pesar de que sólo 78 países y territorios informaron casos sobre la neumoconiosis de los trabajadores del carbón, y por último para el año 2017, las otras neumoconiosis representaron el 20% (11 883) del total de casos de neumoconiosis. <sup>(2)</sup>

Según un estudio realizado en Perú en el año 2015, los resultados muestran que los trabajadores tienen un riesgo de 8 veces más probabilidades de tener neumoconiosis si han trabajado por más de 20 años expuestos al agente; concordando con los datos encontrados en la literatura, donde se establece que entre más tiempo de exposición existe un mayor riesgo de neumoconiosis. En este mismo estudio se resalta como el material de protección personal es importante para la prevención de la enfermedad, y éste varía dependiendo de la actividad que realice, sin embargo pese a que en este país existe una reglamentación de seguridad e higiene minera, los mineros establecían que no tenían acceso a material adecuado, incluso debían comprar sus propios equipos de protección personal antes de ser contratados, o que los que eran proporcionados a ellos se desgastan de una manera muy rápida y no eran renovados <sup>(12)</sup>, esto puede dar una idea de una problemática que puede ocurrir en varios países de América, e incluso del mundo.

Tanto en el estudio realizado en Perú como en otro estudio realizado en Colombia, se mencionó la importancia que tiene el nivel educativo de los trabajadores, ya que se puede observar una mayor prevalencia de neumoconiosis en laboradores con un nivel educativo más deficiente, se cree que la razón es que el correcto autocuidado está relacionado con un mejor entendimiento durante las capacitaciones que se dan a los trabajadores sobre la importancia del uso y como colocar adecuadamente las medidas de protección establecidas, en el estudio realizado en

Colombia en el año 2018, la mayor parte de los trabajadores tenían un nivel educativo de primaria. <sup>(6)</sup> <sup>(12)</sup>

Los cuatro indicadores incluidos y analizados en este trabajo demuestran que la neumoconiosis es una enfermedad que en la actualidad muestra una tendencia al ascenso, lo cual es alarmante ya que a pesar de todas las normativas y políticas que se han establecido para la prevención de esta enfermedad esta muestra un ascenso, esta situación es congruente con lo observado en Estados Unidos, con el que se ha realizado comparación, que es un país que cuenta con un buen sistema de salud, por lo tanto quiere decir que Costa Rica no presenta diferencias significativas con otros sistemas de salud.

Se debe de tener en cuenta que la bibliografía encontrada para poder realizar la investigación es muy limitada, notándose este obstáculo en algunos comentarios de los autores en los distintos artículos, detallándose como los análisis no son tan exactos como se desearía ni tan actualizados.

## **CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 6.1 CONCLUSIONES

- La mayor parte de casos de neumoconiosis existentes son atribuibles a las silicosis
- La incidencia en Costa Rica de las neumoconiosis presenta una tendencia al ascenso durante todo el estudio.
- La prevalencia de neumoconiosis durante todo el estudio tuvo un ascenso.
- El sexo que se vio afectado con una prevalencia más alta fue el masculino.
- Seguir un grupo etario, quienes presentaron la mayor prevalencia fueron los mayores de 80 años.
- A nivel global la tendencia de la tasa de prevalencia de neumoconiosis presenta un comportamiento hacia el alta.
- Los Años de Vida Perdidos por neumoconiosis han sido principalmente atribuibles al sexo masculino, en especial en personas mayores de 80 años.
- Los Años Vividos con Discapacidad por neumoconiosis en la población costarricense mostraron una tendencia al ascenso con respecto a los datos que se registraron en el 1990 y el 2019.
- El sexo que presentó mayor cantidad de Años Vividos con Discapacidad fue el sexo masculino.
- La mayor cantidad de Años Vividos con Discapacidad según grupo etario fue en el grupo de mayores de 80 años.
- Los Años de Vida Ajustados por Discapacidad por neumoconiosis en la población costarricense mostró un ascenso con respecto a los datos que se registraron en 1990 y el 2019.

- El sexo que presentó mayor cantidad de Años de Vida Ajustados por Discapacidad fue el sexo masculino.
- La mayor cantidad de Años de Vida Ajustados por Discapacidad se presentó en el grupo etario de mayores de 80 años.
- El principal factor de riesgo para desarrollar neumoconiosis es el trabajo en construcción.

## 6.2 RECOMENDACIONES

- Los resultados de la investigación sugieren llamar la atención a la prevención y a la detección temprana de las neumoconiosis en Costa Rica, ya que su manejo es principalmente preventivo.
- Identificar a los grupos de trabajadores expuestos, y disminuir sus factores de riesgo con capacitaciones de un uso correcto de instrumentos de protección, y educación del tiempo de exposición máximo establecido.
- Educar a la población sobre factores de riesgo modificables que pueden marcar una diferencia en el desenlace de las patologías presentes en el grupo de estudio, cómo es la prevención del tabaquismo.
- Incentivar a la realización de estudios epidemiológicos basados en la neumoconiosis en el país, que contemplen zonas rurales y urbanas, con el objetivo de obtener un panorama más amplio sobre las mismas.
- Estimular la publicación de artículos o investigaciones sobre la neumoconiosis para que la población pueda tener fuentes de acceso que brinden un mayor conocimiento de una forma más fácil.
- Promover planes y políticas que exijan a las industrias que contratan mano de obra brindan las mejores condiciones de trabajo, que cumplan con las pautas establecidas de tiempo de exposición y faciliten accesorios de protección adicional a los trabajadores.
- Al ser una enfermedad predominantemente ocupacional, se deben impulsar a la creación de políticas que dicten a las empresas que contratan mano de obra que tiene exposición con los elementos de riesgo, a que ofrezcan atención médica más accesible para poder estar evaluando la condición de los trabajadores.

- Incentivar a los pacientes a que asistan al médico saber sobre cualquier duda o inquietud que tengan sobre su enfermedad, sin tener vergüenza o miedo de la respuesta de este.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Plaza C, Walther RÁ-S, Villamañán E, Herrero A. Neumoconiosis. Med - Programa Form Médica Contin Acreditado [Internet]. noviembre de 2018; 12(67):3929-35. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304541218302725>
2. Shi P, Xing X, Xi S, Jing H, Yuan J, Fu Z, et al. Trends in global, regional and national incidence of pneumoconiosis caused by different aetiologies: an analysis from the Global Burden of Disease Study 2017. *Occup Environ Med*. junio de 2020;77(6):407-14.
3. P C, P R. Pneumoconiosis. *Prim Care Respir J J Gen Pract Airw Group* [Internet]. junio de 2013; 22(2). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23708110/>
4. Barnes H, Goh NSL, Leong TL, Hoy R. Silica-associated lung disease: An old-world exposure in modern industries. *Respirol Carlton Vic*. diciembre de 2019;24(12):1165-75.
5. Plaza C, Walther RÁ-S, Villamañán E, Herrero A. Neumoconiosis. *Medicine (Baltimore)* [Internet]. 1 de noviembre de 2018; 12(67):3929-35. Disponible en: <http://www.medicineonline.es/es-neumoconiosis-articulo-S0304541218302725>
6. Varona M, Ibáñez-Pinilla M, Briceño L, Groot H, Narváez D, Palma M, et al. Evaluación de la exposición al polvo de carbón y de sílice en sitios de minería subterránea en tres departamentos de Colombia. *Biomédica* [Internet]. 1 de diciembre de 2018; 38(4):467-78. Disponible en: <https://revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/4183>
7. Salmerón ICS, Alfonso HO-0002-4970-7838 NI, de los Milagros Jiménez Álvarez HO-0001-9596-4387 A. Neumoconiosis. *Medicent Electrón*. 2020 abr.-jun.;24(2) [Internet]. *Medigraphic.com*. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/medicentro/cmc-2020/cmc202q.pdf>
8. Dueñas AME, Barrios JMV. Enfermedades por agentes inorgánicos. Neumoconiosis. Mesotelioma. :9.
9. Hall NB, Blackley DJ, Halldin CN, Laney AS. Current Review of Pneumoconiosis Among US Coal Miners. *Curr Environ Health Rep*. septiembre de 2019;6(3):137-47.
10. Blackley DJ, Halldin CN, Wang ML, Laney AS. Small mine size is associated with lung function abnormality and pneumoconiosis among underground coal miners in Kentucky, Virginia and West Virginia. *Occup Environ Med*. octubre de 2014;71(10):690-4.
11. GBD 2016 Occupational Chronic Respiratory Risk Factors Collaborators, GBD 2016 occupational chronic respiratory risk factors collaborators. Global and regional burden of chronic respiratory disease in 2016 arising from non-infectious airborne occupational exposures: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Occup Environ Med*. marzo de 2020;77(3):142-50.

12. Cáceres-Mejía B, Mayta-Tristán P, Pereyra-Elías R, Collantes H, Cáceres-Leturia W. Desarrollo de neumoconiosis y trabajo bajo la modalidad de tercerización en trabajadores peruanos del sector minero. Rev Peru Med Exp Salud Publica [Internet]. octubre de 2015; 32(4):673-9. Disponible en:  
[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1726-46342015000400007&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1726-46342015000400007&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
13. Leong SL, Zainudin R, Kazan-Allen L, Robinson BW. Asbestos in Asia. Respirol Carlton Vic. mayo de 2015;20(4):548-55.
14. Eijkemans DG. El Programa de Salud Ocupacional de la Oficina Central de la Organización Mundial de la Salud (OMS). :12.
15. EFE. Latinoamérica rezagada en lucha contra asbesto con solo 6 países que lo vetan [Internet]. Diario Digital Nuestro País. Disponible en:  
<https://www.elpais.cr/2018/01/05/latinoamerica-rezagada-en-lucha-contra-asbesto-con-solo-6-paises-que-lo-vetan/>
16. Vega T. Gestión de asbesto: ¿Qué es el asbesto? Peligros, Soluciones [Internet]. 2018. Disponible en: <https://futurisconsulting.com/es/gestion-de-asbesto/>
17. Guia Implementacion Reglamento Prevencion de Silicosis.pdf [Internet]. Disponible en:  
[https://www.cso.go.cr/documentos\\_relevantes/manuales\\_guias/guias/Guia%20Implementacion%20Reglamento%20Prevencion%20de%20Silicosis.pdf](https://www.cso.go.cr/documentos_relevantes/manuales_guias/guias/Guia%20Implementacion%20Reglamento%20Prevencion%20de%20Silicosis.pdf)
18. Mitchell C, <https://www.facebook.com/pahowho>. OPS/OMS | Iniciativa de las Américas para la Eliminación de la Silicosis [Internet]. Pan American Health Organization / World Health Organization. 2016. Disponible en:  
[https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=11584:silicosis&Itemid=1511&lang=es](https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=11584:silicosis&Itemid=1511&lang=es)
19. Epidemiología: origen y usos | Epidemiología y estadística en salud pública | AccessMedicina | McGraw Hill Medical [Internet]. Disponible en:  
<http://accessmedicina.mhmedical.com.uh.remotexs.xyz/content.aspx?bookid=1464&sectionid=101049644#1118068358>
20. Principles of Epidemiology | Lesson 1 - Section 1 [Internet]. 2021. Disponible en:  
<https://www.cdc.gov/csels/dsepd/ss1978/lesson1/section1.html>
21. Evans-Meza R. Carga Global de la Enfermedad: breve revisión de los aspectos más importantes. Rev Hispanoam Cienc Salud [Internet]. 2015; 1(2):107-16. Disponible en:  
<https://www.uhsalud.com>
22. Dantés HG, Castro V, Franco-Marina F, Bedregal P, García JR, Espinoza A, et al. La carga de la enfermedad en países de América Latina. Salud Pública México [Internet]. enero de 2011; 53:s72-7. Disponible en:  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0036-36342011000800003&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0036-36342011000800003&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

23. Duque MOG. Carga de la enfermedad. Rev CES Salud Pública [Internet]. 2012; 3(2):289-95. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4164159>
24. Martínez R, Soliz P, Caixeta R, Ordunez P. Reflection on modern methods: years of life lost due to premature mortality—a versatile and comprehensive measure for monitoring non-communicable disease mortality. Int J Epidemiol [Internet]. 1 de agosto de 2019; 48(4):1367-76. Disponible en: <https://academic.oup.com/ije/article/48/4/1367/5281229>
25. Moreno-Altamirano A, López-Moreno S, Corcho-Berdugo A. Principales medidas en epidemiología. Salud Pública México [Internet]. agosto de 2000; 42:337-48. Disponible en: <https://scielosp.org/article/spm/2000.v42n4/337-348/>
26. Ramírez AV. Silicosis. An Fac Med [Internet]. enero de 2013; 74(1):49-56. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1025-55832013000100010&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1025-55832013000100010&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
27. Abú- Shams K, Fanlo P, Lorente MP. Silicosis. An Sist Sanit Navar [Internet]. 2005; 28:83-9. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1137-66272005000200011&lng=es&nrm=iso&tlng=es](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1137-66272005000200011&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
28. González FJL. TÍTULO: Marcadores de enfermedad pulmonar en trabajadores expuestos a sílice. :350.
29. Neumoconiosis. Serv Neumol Ocupacional Inst Nac Silicosis Hosp Cent Astur [Internet]. 2005;8((1)):43-4. Disponible en: [https://www.revistadepatologiaspiratoria.org/descargas/pr\\_8-1\\_43-44.pdf](https://www.revistadepatologiaspiratoria.org/descargas/pr_8-1_43-44.pdf)
30. Ancochea Bermúdez J, Miguel Díez J de. Enfermedades pulmonares intersticiales difusas. Majadahonda, Madrid: Ergon; 2008.
31. Agudelo SPE, Herrera S de la C, Correa NG, Ramírez MCG, Montoya JM, Zapata SR, et al. Asbestosis: epidemiología, prevención y tratamiento (Asbestosis: epidemiology, prevention and treatment) (Asbestose: epidemiologia, prevenção e tratamento). CES Salud Pública [Internet]. 26 de octubre de 2012; 3(2):251-8. Disponible en: [https://revistas.ces.edu.co/index.php/ces\\_salud\\_publica/article/view/2152](https://revistas.ces.edu.co/index.php/ces_salud_publica/article/view/2152)
32. Martínez C, Cano A, Núñez NR. SILICOSIS Y NEUMOCONIOSIS DEL CARBÓN. :16.
33. Lazarus AA, Philip A. Asbestosis. Dis--Mon DM. enero de 2011;57(1):14-26.
34. Zosky GR, Hoy RF, Silverstone EJ, Brims FJ, Miles S, Johnson AR, et al. Coal workers' pneumoconiosis: an Australian perspective. Med J Aust. 20 de junio de 2016;204(11):414-8.
35. guia\_de\_actuacion\_y\_diagnostico\_-\_neumoconiosis\_laboral\_0.pdf [Internet]. Disponible en: [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/guia\\_de\\_actuacion\\_y\\_diagnostico\\_-\\_neumoconiosis\\_laboral\\_0.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/guia_de_actuacion_y_diagnostico_-_neumoconiosis_laboral_0.pdf)

36. Martínez-González. Neumoconiosis. Servicio de Neumología Ocupacional, Instituto Nacional de Silicosis, Hospital Central de Asturias. REV PATOL RESPIR [Internet]. 2005; 8(1): 43-44. Disponible en:  
[https://www.revistadepatologiarrespiratoria.org/descargas/pr\\_8-1\\_43-44.pdf](https://www.revistadepatologiarrespiratoria.org/descargas/pr_8-1_43-44.pdf)
37. Qi X-M, Luo Y, Song M-Y, Liu Y, Shu T, Liu Y, et al. Pneumoconiosis: current status and future prospects. Chin Med J (Engl) [Internet]. 20 de abril de 2021; 134(8):898-907. Disponible en:  
[https://journals.lww.com/cmj/Fulltext/2021/04200/Pneumoconiosis\\_\\_current\\_status\\_and\\_future.4.aspx](https://journals.lww.com/cmj/Fulltext/2021/04200/Pneumoconiosis__current_status_and_future.4.aspx)
38. Orozco JD, S HDV, Chamorro JE. Neumoconiosis asociada a la exposición de polvo de carbón y de sílice en sitios de minería subterránea en el departamento del Cauca: presentación de 3 casos. Rev Colomb Neumol [Internet]. 2020; 32(2):72-7. Disponible en:  
<https://revistas.asoneumocito.org/index.php/rcneumologia/article/view/538>
39. Leung CC, Yu ITS, Chen W. Silicosis. The Lancet [Internet]. mayo de 2012; 379(9830):2008-18. Disponible en:  
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140673612602359>
40. Tobon MPA, Alzate PS, Guerrero AER. NEUMOCONIOSIS DEL MINERO DE CARBÓN. :30.
41. Hernández Sampieri R, Fernández Collado C, Baptista Lucio P. Metodología de la investigación. México: McGraw Hill Interamericana; 2014.
42. GBD Compare | IHME Viz Hub [Internet]. Disponible en:  
<http://vizhub.healthdata.org/gbd-compare>
43. Han L, Yao W, Bian Z, Zhao Y, Zhang H, Ding B, et al. Characteristics and Trends of Pneumoconiosis in the Jiangsu Province, China, 2006–2017. Int J Environ Res Public Health [Internet]. febrero de 2019; 16(3):437. Disponible en:  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6388371/>
44. Salud en el trabajo: silicosis [Internet]. 2015. Disponible en:  
[https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/areasofwork/occupational-health/WCMS\\_354286/lang--es/index.htm](https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/areasofwork/occupational-health/WCMS_354286/lang--es/index.htm)

## **GLOSARIO Y ABREVIATURAS**

- AVAD/ DALYs: Años de Vida Ajustados por Discapacidad
- AVD/ YLDs: Años de Vida Vividos con Discapacidad
- AVP/ YLLs: Años de Vida Perdidos
- OMS/ WHO: Organización Mundial de la Salud
- GBD: Estudio Global de la Carga de la Enfermedad
- TCAR: Tomografía Computarizada de Alta Resolución
- OIT: Organización Internacional del Trabajo
- GPES: Programa Global de Eliminación de la Silicosis
- a. C: antes de Cristo
- ICRP: Clasificación Internacional de la Radiografía de la Neumoconiosis
- IARC: International Agency For Research On Cancer

## **ANEXOS**

### **DECLARACIÓN JURADA**

Yo Paula Elena Vargas Cifuentes, cédula de identidad número 901130356, en condición de egresado de la carrera de Medicina y Cirugía de la Universidad Hispanoamericana, y advertido de las penas con las que la ley castiga el falso testimonio y el perjurio, declaro bajo la fe del juramento que dejo rendido en este acto, que mi trabajo de graduación, para optar por el título de licenciatura titulado “Cargas de la enfermedad y epidemiología por neumoconiosis en Costa Rica de 1990-2019” es una obra original y para su realización he respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derechos de Autor y Derecho Conexos, número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; especialmente el numeral 70 de dicha ley en el que se establece: “Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original”. Asimismo, que conozco y acepto que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. Firmo, en fe de lo anterior, en la ciudad de San José, el 27 de mayo del 2022.

Firma: 

Paula Elena Vargas Cifuentes

Cédula: 901130356

## CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR

San José, 19 de abril de 2022

**Destinatario**  
**Carrera**  
**Universidad Hispanoamericana**

Estimado señor:

El estudiante Paula Elena Vargas Cifuentes, cédula de identidad número 901130356, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado CARGA DE LA ENFERMEDAD Y EPIDEMIOLOGÍA POR NEUMOCONIOSIS EN COSTA RICA DE 1990-2019, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Licenciatura en Medicina y Cirugía.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	10
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	15
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	30%	28
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	18
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEORICO	20%	19
	TOTAL		90

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,



**Dra. Karen Fonseca Artavia**  
**Céd. 1-1519-0980**  
**Cod. 14926**

# CARTA DE APROBACIÓN DEL LECTOR

San José, 08 de junio de 2022

Departamento de Servicios Estudiantiles  
Universidad Hispanoamericana  
Presente

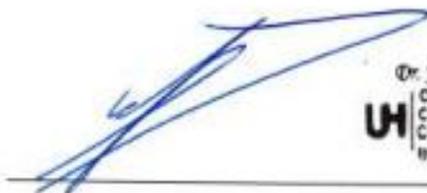
Estimados señores:

La estudiante **Paula Elena Vargas Cifuentes**, cédula de identidad número **901130356**, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: **"CARGA DE LA ENFERMEDAD Y EPIDEMIOLOGÍA POR NEUMOCONIOSIS EN COSTA RICA DE 1990-2019"**. El cual ha elaborado para optar por el grado de Licenciatura en Medicina y Cirugía.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente, lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y el análisis de datos; la consistencia de los datos recopilados y, la coherencia entre estos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones esenciales correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con los requisitos para ser presentado en la defensa pública.

Atentamente,



**U**  
Dr. Joshua Santana Segura  
COORDINADOR DE EXTENSIÓN  
COORDINADOR DE SIMULACIÓN  
Carrera de Medicina y Cirugía  
UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA

Dr. Joshua Santana Segura  
Céd. 115870832  
Cód. 16080

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA**  
**CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)**  
**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA**  
**REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA**  
**DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, Belén

Señores:

Universidad Hispanoamericana

Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) **Paula Vargas Cifuentes** con número de identificación **901130356** autor (a) del trabajo de graduación titulado **CARGA DE LA ENFERMEDAD Y EPIDEMIOLOGÍA POR NEUMOCONIOSIS EN COSTA RICA DE 1990-2019** presentado y aprobado en el año 2022 como requisito para optar por el título de Licenciatura en Medicina y Cirugía; **si** autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,



Paula Vargas Cifuentes

901130356

**ANEXO 1 (Versión en línea dentro del Repositorio)  
LICENCIA Y AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA PUBLICAR Y  
PERMITIR LA CONSULTA Y USO**

**Parte 1. Términos de la licencia general para publicación de obras en el repositorio institucional**

Como titular del derecho de autor, confiero al Centro de Información Tecnológico (CENIT) una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, el autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito.
- b) Autoriza al Centro de Información Tecnológico (CENIT) a publicar la obra en digital, los usuarios puedan consultar el contenido de su Trabajo Final de Graduación en la página Web de la Biblioteca Digital de la Universidad Hispanoamericana
- c) Los autores aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.
- d) Los autores manifiestan que se trata de una obra original sobre la que tienen los derechos que autorizan y que son ellos quienes asumen total responsabilidad por el contenido de su obra ante el Centro de Información Tecnológico (CENIT) y ante terceros. En todo caso el Centro de Información Tecnológico (CENIT) se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.
- e) Autorizo al Centro de Información Tecnológica (CENIT) para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.
- f) Acepto que el Centro de Información Tecnológico (CENIT) pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.
- g) Autorizo que la obra sea puesta a disposición de la comunidad universitaria en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en las “Condiciones de uso de estricto cumplimiento” de los recursos publicados en Repositorio Institucional.

SI EL DOCUMENTO SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA O UNA ORGANIZACIÓN, CON EXCEPCIÓN DEL CENTRO DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICO (CENIT), EL AUTOR GARANTIZA QUE SE HA CUMPLIDO CON LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES REQUERIDOS POR EL RESPECTIVO CONTRATO O ACUERDO.