

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA**

**CARRERA DE MEDICINA Y CIRUGÍA**

***TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
LICENCIATURA EN MEDICINA Y CIRUGÍA***

**MORTALIDAD ATRIBUIBLE A FACTORES  
DE RIESGO AMBIENTALES EN COSTA  
RICA 1990-2015**

**SUSTENTANTE:**

**Melany Badilla Barrantes**

**TUTORA:**

**Dra. Tracy Garro Mora**

**Julio, 2019**

## Tabla de contenido

ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
DEDICATORIA.....	xi
AGRADECIMIENTO.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xv
CAPÍTULO I:.....	i
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	i
1.1.2 Delimitación del problema.....	19
1.1.3 Justificación.....	19
<b>1.2 REDACCIÓN DEL PROBLEMA CENTRAL: PREGUNTA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>21</b>
<b>1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>22</b>
1.3.1. Objetivo general.....	22
1.3.2. Objetivos específicos .....	22
<b>1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES.....</b>	<b>23</b>
1.4.1 Alcances de la investigación.....	23
1.4.2 Limitaciones de la investigación.....	23
CAPÍTULO II:.....	11
MARCO TEÓRICO.....	11

<b>2.1 CONTEXTO HISTÓRICO .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2 CONTEXTO TEÓRICO-CONCEPTUAL.....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.1 MORTALIDAD ATRIBUIBLE .....</b>	<b>26</b>
Definiciones .....	26
Principales enfermedades asociadas a los diferentes factores de riesgo ambientales .....	31
<b>2.2.2 FACTORES DE RIESGO .....</b>	<b>41</b>
Conceptos.....	41
<b>2.2.3 FACTORES DE RIESGO AMBIENTALES.....</b>	<b>45</b>
<b>Definición .....</b>	<b>45</b>
<b>Principales factores ambientales .....</b>	<b>45</b>
<b>CAPÍTULO III: .....</b>	<b>20</b>
<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>20</b>
<b>3.1 ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>77</b>
<b>3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>78</b>
<b>3.3 UNIDADES DE ANÁLISIS U OBJETOS DE ESTUDIO .....</b>	<b>79</b>
3.3.1 Área de estudio .....	79
3.3.2 Fuentes de información.....	79
3.3.3 Población.....	80
3.3.4 Muestra.....	80
3.3.5 Criterios de inclusión y exclusión.....	80
<b>3.4 INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACION.....</b>	<b>81</b>
<b>3.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>82</b>

<b>3.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....</b>	<b>84</b>
3.7 METODOLOGIA.....	87
CAPÍTULO IV: .....	83
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	83
CAPÍTULO V: .....	86
DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	86
<b>5.1 DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN O EXPLICACIÓN DE LOS RESULTADOS.....</b>	<b>124</b>
CAPÍTULO VI: .....	121
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	121
<b>6.1 CONCLUSIONES .....</b>	<b>141</b>
<b>6.2 RECOMENDACIONES .....</b>	<b>143</b>
BIBLIOGRAFÍA.....	140
DECLARACIÓN JURADA .....	154
CARTAS DE APROBACIÓN .....	155

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N° 1.</b> Enfermedades atribuibles a los diferentes factores de riesgo ambientales en Costa Rica de 1990-2015. ....	31
<b>Tabla N° 2.</b> Operacionalización de variables .....	84
<b>Tabla N° 3.</b> Estándares nacionales e internacionales de contaminantes, criterio de calidad del aire. ....	131

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

**Gráfico N° 1.** Evolución de las tasas de mortalidad atribuible a factores de riesgo ambientales (contaminación del agua, saneamiento inseguro y lavado de manos sin jabón) en Costa Rica, en el período de 1990-2015 (tasas por 100,000 habitantes).90

**Gráfico N° 2.** Evolución de las tasas de mortalidad atribuible a la contaminación del aire como factor de riesgo ambiental en Costa Rica en el período de 1990-2015 (tasas por 100,000 habitantes)..... 92

**Gráfico N° 3.** Evolución de las tasas de mortalidad atribuible a contaminación por radón residencial y exposición al plomo como factor de riesgo ambiental en Costa Rica en el período de 1990-2015 (tasas por 100,000 habitantes)..... 94

**Gráfico N° 4.** Evolución de las tasas de mortalidad atribuible a fuente de agua insegura, saneamiento inseguro y lavado de manos sin jabón como factor de riesgo ambiental en Costa Rica, según enfermedad en el período de 1990-2015 (tasas por 100,000 habitantes)..... 95

**Gráfico N° 5.** Evolución de las tasas de mortalidad atribuible a contaminación del aire como factor de riesgo ambiental en Costa Rica, según enfermedad en el período de 1990-2015 (tasas por 100,000 habitantes)..... 97

**Gráfico N° 6.** Evolución de las tasas de mortalidad atribuibles a contaminación por radón residencial y exposición al plomo como factores de riesgo ambiental en Costa

Rica, según enfermedad en el período de 1990-2015 (tasas por 100,000 habitantes). .....99

**Gráfico N° 7.** Evolución de las tasas de mortalidad atribuible a fuente de agua insegura, saneamiento inseguro y lavado de manos sin jabón como factores de riesgo ambiental en Costa Rica, según grupo etario (menores 5 años) en el período de 1990-2015 (tasas por 100,000 habitantes)..... 101

**Gráfico N° 8.** Evolución de las tasas de mortalidad atribuible a fuente de agua insegura, saneamiento inseguro y lavado de manos sin jabón como factores de riesgo ambiental en Costa Rica, según grupo etario (de 5-14 y de 15-49 años) en el período de 1990-2015 (tasas por 100,000 habitantes)..... 103

**Gráfico N° 9.** Evolución de las tasas de mortalidad atribuible a fuente de agua insegura, saneamiento inseguro y lavado de manos sin jabón como factores de riesgo ambiental en Costa Rica, según grupo etario (de 50-69 y mayores de 70 años) en el período de 1990-2015 (tasas por 100,000 habitantes)..... 105

**Gráfico N° 10.** Evolución de las tasas de mortalidad atribuible a contaminación del aire como factor de riesgo ambiental en Costa Rica, en menores de 5 años en el período de 1990-2015 (tasas por 100,000 habitantes)..... 107

**Gráfico N° 11.** Evolución de las tasas de mortalidad atribuible a contaminación del aire como factor de riesgo ambiental en Costa Rica, según grupo etario en el período de 1990-2015 (tasas por 100,000 habitantes)..... 108

<b>Gráfico N° 12.</b> Evolución de las tasas de mortalidad atribuible a contaminación del aire como factor de riesgo ambiental en Costa Rica, según grupo etario en el período de 1990-2015 (tasas por 100,000 habitantes).....	110
<b>Gráfico N° 13.</b> Evolución de las tasas de mortalidad atribuible a otros factores de riesgo ambientales en Costa Rica, según grupo etario en el período de 1990-2015 (tasas por 100,000 habitantes).....	112
<b>Gráfico N° 14.</b> Evolución de las tasas de mortalidad atribuible a otros factores de riesgo ambientales en Costa Rica, según grupo etario en el período de 1990-2015 (tasas por 100,000 habitantes).....	114
<b>Gráfico N° 15.</b> Evolución de las tasas de mortalidad atribuible a fuente de agua insegura, saneamiento inseguro y lavado de manos sin jabón como factores de riesgo ambientales en Costa Rica, según sexo en el período de 1990-2015 (tasas por 100,000 habitantes).....	116
<b>Gráfico N° 16.</b> Evolución de las tasas de mortalidad atribuible a contaminación del aire como factor de riesgo ambiental en Costa Rica, según sexo en el período de 1990-2015 (tasas por 100,000 habitantes).....	118
<b>Gráfico N° 17.</b> Evolución de las tasas de mortalidad atribuible a otros factores de riesgo ambientales en Costa Rica, según sexo en el período de 1990-2015 (tasas por 100,000 habitantes).....	120

<b>Gráfico N° 18.</b> Tendencia del valor porcentual de mortalidad atribuible a fuente de agua insegura, saneamiento inseguro y lavado de manos sin jabón como factores de riesgo ambientales en Costa Rica en el período de 1990-2015.....	122
<b>Gráfico N° 19.</b> Tendencia del valor porcentual de mortalidad atribuible a la contaminación del aire como factor de riesgo ambiental en Costa Rica en el período de 1990-2015.....	123
<b>Gráfico N° 20.</b> Tendencia del valor porcentual de mortalidad atribuible a otros factores de riesgo ambientales en Costa Rica en el período de 1990-2015. ....	124
<b>Gráfico N° 21.</b> Mortalidad atribuible a los tres grandes grupos de factores de riesgo ambientales en España de 1990-2015, ambos sexos y todas las edades.....	135
<b>Gráfico N° 22.</b> Mortalidad atribuible a los tres grandes grupos de factores de riesgo ambientales en Perú de 1990-2015, ambos sexos y todas las edades.....	137
<b>Gráfico N° 23.</b> Mortalidad atribuible a los tres grandes grupos de factores de riesgo ambientales en Estados Unidos de América desde 1990-2015 ambos sexos y todas las edades.....	139
<b>Gráfico N° 24.</b> Mortalidad atribuible a los tres grandes grupos de factores de riesgo ambientales en Nuevo México desde el año 1990-2015, ambos sexos y todas las edades. ....	140

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N°1.</b> Agentes patógenos transmitidos por el agua y su importancia en los sistemas de abastecimiento de agua.....	47
<b>Figura N°2.</b> Vías de transmisión y ejemplos de agentes patógenos relacionados con el agua.....	49
<b>Figura N°3.</b> ¿Cómo desinfectarse las manos? .....	55
<b>Figura N°4.</b> Ejemplo del proceso químico de formación de partículas secundarias	59
<b>Figura N°5.</b> Diferencia en los tamaños de las partículas .....	61
<b>Figura N°6.</b> Principales características de la composición de las partículas ultra finas, finas y gruesas.....	62
<b>Figura N°7.</b> Principales fuentes de emisión de la fracción de partículas .....	63
<b>Figura N°8.</b> Rangos de los efectos de salud asociados con varios rangos de los niveles de plomo en sangre.....	72

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación se lo dedico, primero que todo a Dios, por haberme dejado llegar hasta aquí, que, sin su misericordia, amor y su plan perfecto para conmigo, nada de esto sería posible.

A mi hijo, Evans Miranda Badilla, que sin duda es la fuente de motivación más grande que pueda tener, porque gracias a él había más fuerzas para luchar y perseguir ese sueño.

A mi abuela, Flory Arroyo Muñoz, quien durante toda mi carrera elevó cada día una oración para que Dios me bendijera en todos los aspectos de mi vida, incluyendo mi carrera, de la cual se sentía muy orgullosa, y lo sigue estando en el cielo.

A mi madre y hermanos, Xinia Barrantes Arroyo, Jesselyn y Mairon, por su dedicación, entrega y apoyo incondicional durante este proceso, personas que siempre me han motivado e inculcado buenos valores para perseguir un sueño.

Al padre de mi hijo, Rónald Miranda Gonzalez, por estar conmigo gran parte de mis estudios y apoyarme en una carrera de sacrificios y obstáculos, pero donde no faltaron apoyo y motivación.

A todos mis familiares, amigos y compañeros, que de una u otra forma me han apoyado, acompañado y han sido fundamentales en este proceso, además de su tiempo brindado, y conocimientos.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer, principalmente, a Dios, por permitirme alcanzar todo lo que tengo el día de hoy, porque he creído en su plan bueno, agradable y perfecto en todo momento, por todas las fuerzas que me ha dado y el entendimiento en todo este proceso. Por la bendición de tener una familia incondicional, la cual me ha apoyado en todo momento.

A mi tutora, la Dra. Tracy Garro Mora, quien me ha brindado, con mucho esmero y cariño, su tiempo, conocimiento y apoyo para concluir esta investigación de manera exitosa.

Agradecida con todas las personas que durante este proceso me tendieron su mano y aportaron un granito de arena, para hoy llegar hasta aquí.

## RESUMEN

**Objetivo general:** En este estudio sobre la mortalidad atribuible a factores ambientales en Costa Rica de 1990-2015, lo que se busca es determinar cuáles son los factores asociados y sus principales patologías. **Metodología:** Se trata de un estudio con un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo, ya que se busca la caracterización de un hecho o el comportamiento de la mortalidad en esta población. Se basa en datos obtenidos de varias fuentes tanto nacionales como internacionales y el uso de la base de datos del Instituto de Métricas y Evaluación de la Salud (IHME). Al obtener los datos de dicha base, se procede a graficar para una mejor comprensión y análisis de la tendencia de la mortalidad, según los 3 grandes factores de riesgo ambientales. **Resultados:** En el caso de los tres factores de riesgo ambientales, han ido en descenso con el paso de los años, con excepción de la contaminación por partículas ambientales y la exposición al plomo, los cuales han ido en aumento. La mayor tasa de mortalidad la presenta la contaminación por partículas ambientales en el 2015, con una tasa de 16,11 muertes por cada 100,000 habitantes. Las enfermedades más frecuentes, atribuibles a factores ambientales, son la enfermedad cardiovascular y enfermedades respiratorias. El grupo etario con la mayor afectación por dichos factores es el de los mayores de 70 años, con tasas de mortalidad de 423,17 muertes por cada 100,000 habitantes, atribuible a la contaminación del aire. Con respecto a la afectación según sexo, en todos los casos se encuentran tasas mayores en los hombres. **Conclusiones:** El factor con las mayores tasas de mortalidad se atribuyen a la contaminación del aire; las principales enfermedades atribuibles a factores ambientales son la enfermedad

cardiovascular y enfermedades entéricas; el grupo etario más vulnerable son los mayores de 70 años, y siempre hay una mayor prevalencia en los hombres que en las mujeres. **PALABRAS CLAVE: Mortalidad, factores ambientales, Costa Rica, estudio cuantitativo, contaminación ambiental.**

## ABSTRACT

**General objective:** In this study on mortality attributable to environmental factors in Costa Rica from 1990-2015, what is sought is to determine which are the associated factors and their main pathologies. **Methodology:** This is a study with a quantitative approach, of a descriptive type since the characterization of a fact or the behavior of mortality in this population is sought. It is based on data obtained from various national and international sources and the use of the Institute of Metrics and Health Assessment (IHME) database. When obtaining the data of this base, we proceed to graph for a better understanding and analysis of the trend of mortality according to the 3 major environmental risk factors. **Results:** In the case of the three environmental risk factors have been declining over the years, with the exception of pollution by environmental particles and exposure to lead which have been increasing. The highest mortality rate is the contamination by environmental particles in 2015 with a rate of 16.11 deaths per 100,000 inhabitants. The most frequent diseases attributable to environmental factors are cardiovascular disease and respiratory diseases. The age group with the greatest impact due to these factors are those over 70 years of age, with mortality rates of 423.17 deaths per 100,000 inhabitants attributable to air pollution. With respect to the affectation according to sex, in all cases higher rates are found in men. **Conclusions:** The factor with the highest mortality rates is attributed to air pollution, the main attributed diseases to environmental factors are cardiovascular disease and enteric diseases, the most vulnerable age group are those over 70 years old and there is always a higher

prevalence in men than in women. **KEYWORDS: Mortality, environmental factors, Costa Rica, quantitative study, environmental pollution.**

**CAPÍTULO I:**  
**PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

## 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1.1 Antecedentes del problema

Desde el 5 de junio de 1974, Las Naciones Unidas conmemoran el Día Mundial del Medioambiente; esto es importante, ya que desde esos años se comienza a valorar y determinar la importancia de conservar el medioambiente y su relación e impacto en la salud de las personas.

“Se calcula que en todo el mundo el 24% de la carga de morbilidad y aproximadamente el 23% de todas las defunciones eran atribuibles a factores ambientales. En los niños de 0-14 años, el porcentaje de muertes que podían atribuirse al medio ambiente era de hasta un 36%”<sup>(1)</sup>. Es importante ver el porcentaje de muertes a nivel mundial y cómo este afecta a la población más joven, siendo este atribuible a factores ambientales.

Se ha estimado que, en los países industrializados, un 20% de la incidencia total de enfermedades puede atribuirse a factores medioambientales. En Europa, una gran proporción de muertes en edad infantil es atribuible a la contaminación del aire interior y exterior. Un tercio de las muertes en el grupo de edad de 0-19 años es atribuible a exposiciones ambientales<sup>(2)</sup>. Esto refleja que cuanto mayor sea la industrialización del país, mayor será la afectación de la salud, por lo cual es importante considerar su impacto sobre las personas que residen en estos lugares, y cómo se debe dar educación desde pequeños, ya que es uno de los grupos etarios más afectados.

“En varios estudios, llevados a cabo en Estados Unidos y Europa, se ha encontrado que la exposición prolongada a partículas finas provenientes de la combustión es un factor importante de riesgo ambiental en casos de mortalidad por cáncer pulmonar y enfermedades cardiopulmonares” <sup>(3)</sup>. Con esto, se evidencia como la contaminación del aire tiene afectación a la salud, principalmente afectando al sistema respiratorio.

Algunas de las catástrofes más célebres de los últimos 50 años, que han provocado episodios de “enfermedad de origen ambiental”: se pueden dar algunos ejemplos, como la grave contaminación del aire por dióxido de azufre y partículas en suspensión en Londres, Reino Unido, en 1952, provocando 3,000 muertos. Otro ejemplo es la exposición de Yodo-134, Cesio-134 y 137 por explosión de un reactor en Chernóbil, URSS, en 1986, provocando 28 muertos en 3 meses, y más de 600 casos de cáncer de tiroides <sup>(4)</sup>.

En Costa Rica hay un inadecuado manejo de desechos sólidos, “donde se generan unas 4,500 toneladas de residuos sólidos por día, de los cuales un 30% se deposita sin ningún control en calles, ríos y lotes baldíos, lo que ocasiona problemas de estrangulamiento del alcantarillado, contaminación visual, variación del caudal de los ríos y deterioro ambiental (IFAM en Programa Estado de la Nación, 2006:223)” <sup>(5)</sup>.

En el 2006, en el Estado de la Nación, también se hace referencia a la contaminación del aire, donde se indica que “en el Gran Área Metropolitana se han encontrado zonas donde la concentración de óxido de nitrógeno rebasa los máximos recomendados por

las autoridades de la salud. Los estudios revelan que el principal contaminante es la flota vehicular” (5).

En dicho estudio también se hace referencia a la disponibilidad y el uso del agua, donde “la mayor parte de la población tiene acceso a agua potable de calidad, aunque ha bajado entre el 2000 y el 2005. Además, entre las poblaciones marginales y vulnerables la situación es de riesgo” (5).

En Costa Rica, a pesar de una amplia legislación y de un gran organismo institucional dedicado a temas ambientales, así como de algunos logros en ese campo, se mantienen acciones en muy diversos aspectos, que tienen efectos negativos sobre la salud de la población, por lo cual se debe hacer consciencia sobre conductas a seguir y algunas mejoras que se le pueden dar al país.

Solo en Costa Rica, un 15% de las muertes son causadas por la contaminación del suelo, el agua y el aire; la exposición a químicos; los efectos del cambio climático y ciertos traumatismos que se relacionan con factores ambientales(6). Esto es importante, porque no es un porcentaje despreciable de personas que fallecen producto de factores ambientales, y con esto se pueden modificar algunas conductas, y plantear estrategias para su mejora.

### **1.1.2 Delimitación del problema**

Las muertes por factores ambientales es un tema que se ha estudiado poco, pero se ha demostrado que tiene un alto porcentaje en la mortalidad, tanto a nivel mundial como nacional, lo cual incentiva a realizar una investigación en Costa Rica, tomando en cuenta las 7 provincias, donde se estudiará y analizará la tasa de mortalidad, debido a factores ambientales, incluyendo las condiciones relevantes, como lo son la edad, grupo etario y enfermedad. Dicho estudio se hará desde 1990 hasta el 2015.

### **1.1.3 Justificación**

La salud en general se ha visto afectada con el pasar de los años por múltiples factores, los cuales desencadenan un sinnúmero de patologías, dentro de las cuales cabe destacar los factores ambientales. Estos factores, que en su mayoría son prevenibles, impactan de manera negativa la salud de las personas, causando diversas enfermedades, como la enfermedad diarreica, enfermedades cardiovasculares y enfermedades del aparato respiratorio y que, además, afectan en la mortalidad de las mismas.

Es por esto, que se decide realizar esta investigación, que permite estudiar el comportamiento de las muertes producidas por factores ambientales, y también reconocer cuáles son los factores ambientales que más impactan en la mortalidad de la población costarricense, y así implementar métodos de prevención.

Además, se busca evidenciar el total de defunciones y su evolución a través de los años, y de establecer cuál sexo y cuáles edades son los más afectados a nivel nacional.

También, se pretende dotar de conocimiento tanto a los ciudadanos como a las entidades, que pueden y tienen autoridad para implementar medidas de prevención, y así impactar, de forma positiva, la salud de las personas, y disminuir la mortalidad por dichos factores.

Cabe destacar que, con dicha investigación, se verán beneficiadas todas las personas tanto a nivel nacional como internacional, ya que, al mejorar muchos factores, así será el beneficio en la salud de las personas, y disminuirá tanto la mortalidad como la incidencia de estas patologías, causadas por factores ambientales.

Es por esto a importancia de estudiar este tema, ya que ayudará a dar a conocer e incentivar a estudios posteriores, sobre cómo los factores ambientales tienen un alto impacto en la salud de las personas, y que estos en su mayoría son prevenibles; por lo tanto, se debe evitar la afectación de la salud adoptando medidas preventivas.

## **1.2 REDACCIÓN DEL PROBLEMA CENTRAL: PREGUNTA DE LA INVESTIGACIÓN**

¿Cuáles son las características de la mortalidad atribuible a factores de riesgo ambientales en Costa Rica 1990-2015?

## **1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1. Objetivo general**

- Determinar la mortalidad atribuible a factores de riesgo ambientales en Costa Rica de 1990-2015.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Identificar la tasa de mortalidad debido a factores de riesgo ambientales en Costa Rica de 1990-2015.
- Identificar la tasa de mortalidad atribuible a factores de riesgo ambientales en Costa Rica de 1990-2015 según enfermedad.
- Identificar la tasa de mortalidad atribuible a los tres grandes grupos de factores de riesgo ambientales en Costa Rica de 1990-2015 según grupo etario y sexo.
- Analizar la tendencia y valor porcentual de la mortalidad atribuible a los tres grandes grupos de factores de riesgo ambientales en Costa Rica de 1990-2015.

## **1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES**

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

- Se creó una base de datos, en la cual se describe la mortalidad atribuible a factores de riesgo ambientales en Costa Rica durante el periodo de 1990-2015.
- Se amplió el conocimiento sobre cuáles son las principales enfermedades atribuibles a factores de riesgo ambientales, y su impacto en la salud de las personas.
- La información obtenida permitió crear un precedente para futuras investigaciones; además, como herramienta para evaluar las actuales políticas de salud hacia la población.

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

- Dificultad al extraer los datos del Instituto de Métricas de Salud y Evaluación, ya que los factores ambientales se encuentran en conjunto con los ocupacionales.



**CAPÍTULO II:**  
**MARCO TEÓRICO**

## 2.1 CONTEXTO HISTÓRICO

La contaminación ambiental es un hecho que se evidencia desde las culturas antiguas. Se habla de que en las cuevas prehistóricas se encuentra evidencia de gran contaminación, consecuencia de las fogatas y su inadecuada ventilación.

Uno de los acontecimientos que marca la contaminación fuera del hogar es el forjado de metales. En algunas investigaciones realizadas sobre las capas de hielo de los glaciares de Groenlandia, se observan incrementos en la aparición de metales asociados a la producción de metales de las civilizaciones griega, romana y china.

Los datos más antiguos de contaminación se encuentran en una proclamación en 1272, que realiza Eduardo I de Inglaterra, quien prohibió la quema de carbón en Londres, cuando la contaminación atmosférica se convirtió en un problema <sup>(7)</sup>.

La revolución industrial fue uno de los hechos que más afectó la contaminación ambiental. La aparición de grandes fábricas, consumo de grandes cantidades de carbón y combustibles fósiles aumentaron la contaminación del aire, y ocasionaron un gran volumen de vertidos de productos químicos industriales al ambiente, a los cuales se les suma el aumento de residuos humanos no tratados.

Otro hecho registrado es la gran contaminación del río Támesis en 1858, uno de los acontecimientos registrados más extremos en cuanto a contaminación del agua, lo cual dio lugar a la construcción del sistema de alcantarillado de Londres.

En el caso de Chicago y Cincinnati en 1881<sup>(8)</sup>, son las primeras ciudades en promulgar leyes para garantizar el aire limpio. Esto promueve a otras ciudades, en el siglo XX, a continuar con el ejemplo, y se conforma un pequeño Departamento de Contaminación del Aire.

En 1940, Los Ángeles y Donora (Pensilvania) experimentaron grandes cantidades de “smog” <sup>(8)</sup>.

Con la Segunda Guerra Mundial, la contaminación se convirtió en algo de gran importancia, sobre todo después de que se hiciesen evidentes las repercusiones de la lluvia radiactiva, ocasionada por las guerras y ensayos nucleares.

En 1952 se da un evento catastrófico en Londres, conocido como la Gran Niebla, la cual mató a 4000 personas. Esto motivó a la creación de una importante ley sobre el medio ambiente, llamada Ley del Aire Limpio de 1956 <sup>(8)</sup>.

## **2.2 CONTEXTO TEÓRICO-CONCEPTUAL**

### **2.2.1 MORTALIDAD ATRIBUIBLE**

#### **Definiciones**

#### **Carga de la enfermedad**

La carga de la enfermedad es definida como “la medida de las pérdidas de salud atribuidas a diferentes enfermedades y lesiones, incluyendo las consecuencias mortales y discapacitantes” <sup>(9)</sup>. Es importante que la medición de la carga de la enfermedad se diferencia de los indicadores clásicos, en que estos permiten conocer la pérdida de años saludables, relacionados no solamente con las muertes prematuras, sino que también con la discapacidad que este pueda tener, como consecuencia de diferentes enfermedades.

#### **Riesgo atribuible**

El concepto de Riesgo Atribuible es descrito desde 1953, por Levin. Se define como “la proporción de incidencia en un grupo o población que puede ser atribuida al factor en estudio” <sup>(10)</sup>. El porcentaje del riesgo atribuible es el porcentaje de riesgo que se debe al factor de riesgo en el grupo expuesto. Además, también implica el riesgo que se podría disminuir en el grupo expuesto, al eliminar o disminuir dicho factor, y así causar un impacto positivo en la salud de la población.

## Indicadores en salud

La OMS <sup>(11)</sup> los ha definido como “variables que sirven para medir los cambios”. También se han definido como aquellas variables que intentan medir u objetivar, en forma cuantitativa o cualitativa, sucesos colectivos, para así respaldar acciones políticas, evaluar logros y metas. Estos mismos son necesarios, ya que se puede objetivar una situación determinada y evaluar su comportamiento en el tiempo.

Los indicadores se pueden clasificar en:

- Simples: como es el caso de una cifra absoluta o una tasa de mortalidad.
- Compuestos: contruidos sobre la base de varios indicadores simples (AVAD).

## Mortalidad

Es definido por la OMS como el “número de defunciones por lugar, intervalo de tiempo y causa” <sup>(12)</sup>. Desde el punto de vista demográfico, es la relación que existe entre el número de defunciones ocurridas durante un tiempo determinado y el total de una entidad geográfica cualquiera.

Este se expresa a través de la tasa de mortalidad que se presenta a continuación:

$$Mortalidad = \frac{n^{\circ} \text{ defunciones} \times 1000}{Población \text{ total}} = \%$$

## Datos estadísticos

Los datos estadísticos son los valores que se obtienen cuando se realiza un estudio de tipo estadístico. Se refieren al producto de la observación de aquel fenómeno que se pretende analizar.

Según el Instituto de Métricas y Evaluación de la Salud <sup>(13)</sup>, en Costa Rica, en 1990, las enfermedades relacionadas con agua insegura, saneamiento inseguro y lavado de manos sin jabón están relacionadas con enfermedad diarreica aguda (EDA), con el 1.17% de las muertes y el 76.32% de factor de riesgo atribuible. También se encuentran las enfermedades respiratorias inferiores, con un 3.73% de las muertes y un 5.96% del factor de riesgo atribuible. Al hacer una comparación con el 2015, la diarrea causada por agua insegura, saneamiento inseguro y lavado de manos sin jabón tiene un 0.45% de muertes y el 51.41% del factor de riesgo atribuible, viendo cómo, aunque hay una disminución, es poco para tantos años.

Otro factor es la contaminación del aire, en la cual se encuentran diferentes enfermedades con su porcentaje de muertes y porcentaje de factor de riesgo atribuible; para 1990 se anotan las siguientes con sus respectivos porcentajes: enfermedad isquémica del corazón con un 19.18% de muertes y el 13.88% de factor de riesgo atribuible, cáncer de tráquea, bronquios y pulmón con un 1.7% de muertes y un 18.32% de factor de riesgo atribuible, diabetes con el 2.13% de muertes y un 21.11% de factor de riesgo atribuible, derrame cerebral un 7.2% de muertes y el 9.25% de factor de riesgo atribuible, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) con el 3.3% muertes y un 27.12% de factor de riesgo atribuible y, por

último, enfermedad respiratoria inferior con un 3.73% de muertes y el 26.57% del factor riesgo atribuible. Al comparar estos datos con el 2015, básicamente todas disminuyen sus porcentajes; solo en el caso del EPOC hay un aumento de un 1.39% en las muertes.

Por último, se encuentran otros riesgos ambientales, los cuales tienen impacto sobre otras enfermedades como: enfermedad isquémica del corazón, con un 19.18% de muertes y el 6.05 de factor de riesgo atribuible, también derrame cerebral, con un 7.2% de muertes y el 5.64% de factor de riesgo atribuible, cáncer de tráquea, bronquios y pulmón con un 1.7% de muertes y el 5.06% de factor de riesgo atribuible, fibrilación atrial y flutter con 0.44% de muertes y un 3.33% de factor de riesgo atribuible, enfermedad hipertensiva del corazón con el 1.65% de muertes y un 10.29 de factor de riesgo atribuible, enfermedad renal crónica con un 2.74% de muertes y el 4.92% de factor de riesgo atribuido y, por último, aneurisma de aorta, con 0.3% de muertes y un 3.92% de factor de riesgo atribuido.

Al comparar las cifras o porcentajes de 1990 con las del 2015, sí hay una disminución en el porcentaje de la enfermedad isquémica del corazón, en el derrame cerebral, en el cáncer de tráquea, bronquios y pulmón; en el caso del aneurisma de aorta, prácticamente se mantienen en los mismos porcentajes. No es así el caso de la enfermedad hipertensiva del corazón, con un aumento de 0.75% en sus muertes, así como es el caso de la enfermedad renal crónica, con aumento del 2.56% de sus muertes y un 0.27% en factor de riesgo atribuido.

Es así cómo, analizando los diferentes factores y sus porcentajes en diferentes patologías, se puede evidenciar el importante impacto en la salud de las personas y cómo muchos de estos factores son prevenibles. Además, también es importante que sí hay una disminución en cada patología con sus diferentes factores, pero que, aun así, en 25 años no ha habido una mejoría o disminución importante de estos.

También se puede ver la mortalidad y factor de riesgo atribuible según sexo y edad. En el caso de los menores de 5 años, para 1990 se presentaba un 5.1% de muertes debido a diarrea, y un 76.32% de factor de riesgo atribuible, en este caso, a agua insegura, saneamiento inseguro y lavado de manos sin jabón. En el 2015 ya se ha presentado una disminución de estos porcentajes, siendo un 1.77% de muertes y el 51.41 de factor de riesgo atribuible.

En el caso de las personas entre 50 a 79 años, las enfermedades que prevalecen son las relacionadas con la contaminación del aire (enfermedad isquémica del corazón, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, diabetes y enfermedades respiratorias inferiores). No es el caso de la diarrea, donde su porcentaje es poco significativo.

Si se comparan los porcentajes según sexo, hay un ligero aumento en los varones sobre las mujeres. Sin embargo, cabe destacar que en ambos casos dichas enfermedades han disminuido sus porcentajes con el pasar de los años; la única excepción es el caso de las mujeres con EPOC, la cual ha aumentado su porcentaje de muerte con el paso de los años <sup>(13)</sup>.

## **Principales enfermedades asociadas a los diferentes factores de riesgo ambientales**

Varios estudios coinciden en que las principales enfermedades causadas por factores ambientales son la enfermedad diarreica aguda (EDA), malaria o paludismo -siendo esta una enfermedad curable y prevenible transmitida por un mosquito infectado-, infecciones respiratorias agudas que son de mucho cuidado, debido a sus múltiples etiologías que pueden llevar a la muerte, accidentes y lesiones, y casos de cáncer.

Según el Instituto de Métricas y Evaluación de la Salud <sup>(13)</sup>, las patologías están asociadas a cada factor de riesgo ambiental, por lo cual se pueden ver según su factor de riesgo ambiental en la siguiente tabla, y posteriormente, la descripción de cada una:

**Tabla N° 1. Enfermedades atribuibles a los diferentes factores de riesgo ambientales en Costa Rica de 1990-2015**

<b>Enfermedades atribuibles a diferentes factores de riesgo ambientales</b>		
Agua insegura, saneamiento inseguro y mal lavado de manos.	Contaminación del aire.	Otros factores ambientales (exposición al plomo y radón residencial).
Enfermedad diarreica aguda.	Enfermedad isquémica del corazón.	Enfermedad isquémica del corazón.

Enfermedad respiratoria inferior-	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica.	Enfermedad hipertensiva del corazón.
	Diabetes mellitus.	Enfermedad renal crónica.
	Derrame cerebral.	Derrame cerebral.
	Cáncer de tráquea, bronquios y pulmón.	Cáncer de tráquea, bronquios y pulmón.
	Enfermedades respiratorias inferiores.	

Fuente: Elaboración propia, con datos de <sup>(13)</sup>.

- **Enfermedad diarreica aguda**

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la diarrea como la presencia de heces líquidas en número de tres o más en 24 horas. También se ha definido como el aumento en el volumen, la frecuencia y disminución de la consistencia de las heces respecto al hábito usual de cada individuo <sup>(14)</sup>.

El manejo de estos pacientes se basa en la valoración del estado de hidratación, el estado de nutrición, la probable etiología del cuadro diarreico y patologías asociadas.

Se le toma una muestra de heces al paciente, para valorar la presencia de parásitos o rotavirus, y ayudar a definir la etiología de la misma.

Lo más importante es la valoración del estado de hidratación, y así brindar la adecuada reposición de líquidos y electrolitos, para prevenir o tratar la deshidratación.

Según sea su grado de deshidratación, así será el plan de rehidratación que se utilizará, el cual va desde el uso de rehidratación por vía oral hasta llegar a utilizar líquidos intravenosos.

- **Enfermedad respiratoria inferior**

Son aquellas infecciones que afectan las vías respiratorias bajas o pulmones. Dentro de este grupo se encuentran las bronquitis aguda y bronquiolitis, gripe y neumonía.

La bronquitis es una infección a corto plazo de las vías respiratorias. Su principal sintomatología es la presencia de tos, que no se puede explicar por una patología pulmonar existente a largo plazo.

Su manejo en la mayoría de casos no requiere internamiento ni ningún examen de laboratorio ni gabinete. La mayoría resuelve sin medicamentos, solo con reposo y líquidos en casa, ya que es frecuente que sea viral.

La bronquiolitis es una infección de las vías respiratorias bajas de los niños menores de 2 años. Presentan síntomas prolongados de sibilancias y tos.

En el manejo de los niños con bronquiolitis se debe valorar la gravedad del cuadro y considerar su internamiento, para vigilar la condición del mismo.

La gripe, la cual causa epidemias anuales, es una condición donde las personas presentan fiebre, dolor muscular, dolor de cabeza, tos, irritación de garganta y congestión nasal.

Esta condición, en su mayoría, se resuelve en casa, sin necesidad de consultar a un médico. No se requieren medicamentos específicos, pero se puede consumir algún analgésico para el malestar general. No requiere de ningún examen de laboratorio ni gabinete.

La neumonía es la enfermedad que afecta los pulmones. Las personas en este caso van a presentar tos, junto con fiebre y dificultad respiratoria.

En este caso, se le puede realizar al paciente una radiografía de tórax, donde puede presentar unas zonas oscuras en los pulmones, que son sugestivas de infección.

Para el tratamiento de dicha enfermedad se le darán antibióticos, dependiendo del riesgo de la persona y la gravedad de la enfermedad.

- **Enfermedad isquémica del corazón**

También conocida como cardiopatía isquémica, es la enfermedad ocasionada por la arteriosclerosis de las arterias coronarias, que son las arterias del corazón. Hay varios tipos de cardiopatía isquémica, como lo son el infarto agudo de miocardio, angina de pecho estable y angina de pecho inestable.

La más conocida y temida por las personas es quizás el infarto agudo del miocardio, el cual es la obstrucción de una arteria coronaria por un trombo, lo cual puede provocar necrosis del territorio que irriga la arteria afectada.

La sintomatología es la presencia de un dolor repentino de pecho de tipo opresivo, que puede irradiar al brazo izquierdo y al cuello, presencia de fatiga, sudoración fría, mareo o angustia.

Estas personas deben ser atendidas inmediatamente por personal médico, ya que requieren procedimientos y medicación que son brindados por dichos profesionales. Se les realiza exámenes como un electrocardiograma, se hacen exámenes de laboratorio, para medir enzimas cardíacas. Al depender del resultado del electrocardiograma y de las enzimas cardíacas, así será su manejo.

- **Enfermedad pulmonar obstructiva crónica**

También conocida por sus siglas como EPOC, la cual es una enfermedad que se caracteriza por la obstrucción crónica del flujo aéreo progresiva, asociada a una reacción inflamatoria persistente.

Usualmente se presenta en personas mayores, entre los 40 o 50 años de edad, presentando, como síntomas, dificultad para respirar (disnea), tos crónica y expectoración.

El diagnóstico de esta enfermedad se realiza por medio de una espirometría, la cual mide el volumen de una espiración efectuada con un máximo esfuerzo y la rapidez con que se espira el aire.

Es una enfermedad que no tiene cura, más sin embargo hay medicamentos que pueden controlarla y mejorar los síntomas, como los cortico-esteroides. En el caso de la persona que fuma, su mejor tratamiento es dejar de hacerlo.

- **Diabetes mellitus**

Es una enfermedad donde el páncreas ya no es capaz de producir insulina, o cuando esta no logra actuar en el organismo, porque las células no responden a su estímulo. Hay dos tipos de diabetes mellitus, el tipo 1, la cual es frecuente que se diagnostique antes de los 35 años; suele tener una aparición brusca y esta se produce por la incapacidad del páncreas de producir insulina. La diabetes mellitus tipo 2 se diagnostica por lo general a los 40 años, la cual se produce por una progresiva resistencia de las células (especialmente del hígado y músculo) a la acción de la insulina producida.

Los síntomas son producto de la hiperglicemia o los niveles altos de azúcar en sangre; hay presencia de la necesidad de orinar muchas veces (poliuria), mucha sed (polidipsia), tener mucha hambre (polifagia), debilidad, pérdida de peso y molestias digestivas.

Su diagnóstico se realiza con base en la sintomatología más la medición de la glucosa en sangre. Además, se puede medir la hemoglobina glicosilada (Hb1Ac).

Su tratamiento y manejo se basa en una dieta cardiosaludable, ejercicio, antidiabéticos orales e insulina.

- **Derrame cerebral**

También conocido como accidente cerebrovascular, se refiere a la falta de circulación sanguínea al cerebro, ya sea por obstrucción o ruptura de algún vaso sanguíneo, lo que produce la muerte de un área del tejido cerebral.

Los síntomas que presentan son repentinos e incluyen debilidad muscular, parálisis, pérdida o alteración en la sensibilidad de un lado del cuerpo, dificultad para hablar, confusión, problemas relacionados con la visión, mareos, pérdida de equilibrio y coordinación.

El diagnóstico se basa en la sintomatología del paciente, pero también se realizan pruebas de diagnóstico por imagen (TAC sin medio de contraste) y análisis de sangre.

El tratamiento en estos casos consiste en medicamentos que hagan menos propensa a coagularse la sangre, y en algunos casos en cirugía o una angioplastia.

- **Cáncer de tráquea, bronquios y pulmón**

***Tráquea y bronquios principales:*** son tumores raros, afectan sobre todo a personas fumadoras entre los 40 y 60 años de edad; más del 90% de los tumores de tráquea y bronquios son malignos. La sintomatología que presentan las personas afectadas son obstrucción de la vía aérea superior que causa disnea, respiración

ruidosa y estridor; también presentan expectoración con sangre, invasión directa a órganos adyacentes y metástasis. Es frecuente que se haga un diagnóstico tardío, ya que en muchas ocasiones se trata como un cuadro de asma o bronquitis crónica (15).

El diagnóstico se hace por medio de estudios de imagen con una radiografía simple de tórax, un TAC toraco-abdominal y en algunos casos PET/TAC. También se realiza una broncoscopia diagnóstica, para la toma de biopsia y valorar la extensión del tumor (15).

El tratamiento básicamente se basa en resección quirúrgica del tumor; en algunos casos se complementa con radioterapia adyuvante y quimioterapia (15).

**Pulmón:** es el tipo de cáncer más frecuente en el mundo; se da por una multiplicación sin control de las células del pulmón. Hay dos tipos de cáncer de pulmón el de células pequeñas y el de células no pequeñas, siendo este último más frecuente (16).

Dentro de los síntomas que se pueden presentar están: tos persistente o que empeora, dolor de pecho, dificultad para respirar, sibilancias, tos con sangre, sensación del cansancio todo el tiempo y pérdida de peso sin causa conocida (17).

La forma de detectar el cáncer de pulmón es realizando una tomografía computarizada a bajas dosis(18).

El tratamiento se basa en cirugía, quimioterapia, radioterapia y terapia dirigida (18).

- **Enfermedad hipertensiva del corazón**

Se trata de una enfermedad, donde el incremento prolongado e incontrolado de la presión arterial genera un conjunto de alteraciones en el corazón y la circulación sistémica. Esas alteraciones incluyen trastornos estructurales del miocardio, de la geometría del ventrículo izquierdo, alteraciones de la estructura y función de los vasos coronarios, diferentes trastornos del ritmo y la conducción eléctrica del corazón <sup>(19)</sup>.

Para su manejo, se les recomienda a los pacientes una adecuada alimentación con control en la sal, grasas y energéticos, no fumar, no beber alcohol, estricto control del peso, y un adecuado control de la presión arterial.

Estos pacientes presentan síntomas como disnea de esfuerzo y nicturia.

Se les puede realizar, para su diagnóstico, un electrocardiograma y un ecocardiograma, el cual ve la estructura del corazón.

- **Enfermedad renal crónica**

Enfermedad que hace referencia al daño en el funcionamiento de los riñones, que ha durado mucho tiempo. Las personas con dicha afectación no van a presentar síntomas hasta que sus riñones estén muy dañados.

Para su diagnóstico, se realizan exámenes como la tasa de filtración glomerular, un examen general de orina y medición de presión arterial.

Por lo general el daño en los riñones es permanente. A pesar de ello, se pueden tomar algunas medidas para mantenerlos lo más saludables posible, como lo es control de azúcar si se tiene diabetes, mantener niveles saludables de presión arterial, dieta baja en grasa y sal, realizar ejercicio al menos 30 minutos, mantener un peso saludable, no fumar, limitar el uso de alcohol y uso de algunos fármacos para mejorar la condición.

Lo ideal es detectar la enfermedad en estadios tempranos, para prevenir la falla renal, ya que, si se presenta dicha condición, se tendrán que realizar diálisis o trasplante renal para sobrevivir.

## **2.2.2 FACTORES DE RIESGO**

### **Conceptos**

#### **Riesgos**

Es definido como “amenaza potencial a la salud del trabajador, proveniente de una desarmonía entre el trabajador, la actividad y las condiciones inmediatas del trabajo que pueden materializarse y actualizarse en daños ocupacionales” <sup>(20)</sup>.

Los riesgos pueden ser: biológicos, químicos, físicos, psicosociales y ergonómicos.

#### **Factor de riesgo**

Es definido como “elemento o conjunto de elementos que estando presentes en las condiciones de trabajo, pueden desencadenar una disminución en la salud del trabajador” <sup>(20)</sup>.

Es por esta razón que cuando se presenta alguna enfermedad o alteración en la salud de las personas, no se puede atribuir solo a una causa, sino que es un conjunto de factores dentro de su trabajo o entorno en el que vive.

## **Clasificación de los factores de riesgo**

No hay descrita, o puesta como norma, una clasificación específica sobre factores de riesgo; estos se basan en los diferentes criterios y orientaciones de diversos autores e instituciones.

Según el Manual de conceptos de Riesgos y Factores de Riesgos para análisis de peligrosidad, se clasifican de la siguiente manera <sup>(20)</sup>:

- Condiciones de seguridad:

En este grupo se incluyen las condiciones materiales que pueden llevar a provocar un accidente en el trabajo, daños a las personas o a la infraestructura. Es importante tomar en cuenta factores como los lugares de trabajo, maquinaria y equipo de trabajo, manipulación, almacenamiento y equipo de transporte, riesgo de incendios, instalaciones eléctricas y productos químicos. Sobre estos factores no solo es importante el reconocerlos, sino también su investigación, evaluación y control.

- Contaminantes ambientales:

Es definido en este estudio como “cualquier elemento, sustancia, energía u organismo que en determinada cantidad o variación importante en alguno de sus constituyentes, puede provocar un efecto nocivo o crear malestar al entrar en contacto con los trabajadores en el medio ambiente de trabajo” <sup>(20)</sup>.

Estos, a su vez se subclasifican en contaminantes físicos, los cuales se caracterizan por no provocar ningún efecto negativo en la salud de las personas, mientras se encuentren en valores óptimos (ejemplo ruidos, vibraciones, iluminación, calor, frío, rayos ultravioletas, entre otros), contaminantes biológicos (virus, bacterias, protozoarios, hongos, gusanos) y contaminantes químicos.

- Organización del trabajo:

Básicamente se refiere al contenido del trabajo y su organización, y cómo estos afectan a la salud de las personas. Dentro de estos se valora la carga de trabajo, tanto mental como física.

### **Cómo afectan los factores de riesgo la salud de las personas**

Estos se tienen que analizar por separado, al igual que se clasificaron los factores de riesgo, debido a que cada factor de riesgo tiene sus consecuencias sobre la salud de las personas.

En el caso de los factores de riesgo condiciones de seguridad, son en su mayoría prevenibles, ya que son condiciones materiales que pueden causar alguna afectación a la salud de las personas. Estos pueden llegar a provocar lesiones físicas como heridas, traumas o, en el caso de instalaciones eléctricas, alguna quemadura <sup>(20)</sup>.

En cuanto a los factores de riesgo ambientales, son un grupo muy extenso que abarca tanto contaminantes físicos, biológicos como químicos. En el caso de los factores físicos, pueden provocar alteraciones auditivas, problemas relacionados con el calor, como lo son eritema vesiculoso, astenia, aumento de morbilidad por enfermedades cardiovasculares, golpe de calor <sup>(20)</sup>.

Si se habla de la afectación a la salud por el frío, se pueden mencionar alteraciones vasculares, como el síndrome de Raynaud y acrocianosis. Por su parte, las afectaciones a la salud por radiación son síndrome de irradiación aguda, neoplasias, leucemias, cataratas, esterilidad y acortamiento de la esperanza de vida.

Los contaminantes biológicos son un grupo extenso, que abarca virus y bacterias que provocan muchas enfermedades en el ser humano; por ejemplo, hepatitis B, HIV, rubeola, sarampión, tuberculosis, salmonella, meningitis, candidiasis, cisticercosis.

Por último, está el grupo de los factores de riesgo de organización del trabajo, en el cual las personas se ven afectadas por la carga de trabajo, disminuyendo así su efectividad; aparece la fatiga en la persona, que disminuye su capacidad física y mental, provocando una disminución en la atención. En este grupo las personas presentan irritabilidad, depresión, falta de energía, salud mas frágil, dolores de cabeza, mareos, problemas para conciliar el sueño y pérdida de apetito <sup>(20)</sup>.

## **2.2.3 FACTORES DE RIESGO AMBIENTALES**

### **Definición**

Es conocido que en el medio ambiente circulan o existen agentes que representan riesgos para la salud; la relación entre el medio ambiente y la salud permite reconocer cuáles son esos factores que, ya sea de forma directa o indirecta, afectarán la salud de las personas, dependiendo de si se encuentran dentro de su ámbito laboral o en el ambiente que los rodea en su hogar.

### **Principales factores ambientales**

En el medio ambiente, como se mencionó anteriormente, abundan una cantidad de agentes que pueden interferir en la salud de las personas. Es importante reconocer estos y tener claro su impacto en la salud, para así prevenirlos. Los factores que se estudiarán se agrupan en 3 grandes grupos, que son la contaminación del agua (fuente de agua insegura, saneamiento inseguro y lavado de manos sin jabón), la contaminación del aire (contaminación por partículas ambientales, contaminación doméstica del aire por residuos sólidos y contaminación ambiental por ozono) y otros riesgos ambientales (contaminación por Radón residencial y exposición al plomo):

- **Contaminación del agua**

El agua es una sustancia esencial e importante para el ser humano, y uno de los principales constituyentes del medio y de la materia viva. Es por esto que todas las personas tienen el derecho al acceso a agua potable, el cual es un derecho humano básico, fundamental para el estado de salud de las personas.

Debido a dicha importancia, es que se debe definir y tener claro el concepto de agua potable, la cual es aquella que se obtiene por tratamiento del agua de río que no contiene gérmenes ni bacterias patógenas.

Al ser el agua un recurso indispensable, este fue incluido dentro de los Objetivos del Desarrollo del Milenio (ODM), que tratan de ocho propósitos del desarrollo humano fijados en el año 2000, los cuales se debían conseguir para el 2015. Con la finalidad de garantizar la sostenibilidad del medio ambiente, estos, en el objetivo 7, instaron a la comunidad mundial a reducir a la mitad la proporción poblacional sin acceso a agua potable y a servicios básicos de saneamiento <sup>(21)</sup>.

Con base en estos objetivos del milenio, en cuanto al agua potable, se logró que en el 2010 más del 90% de la población mundial hoy tiene acceso a fuentes mejoradas de esta.

## Formas de contaminar el agua

La forma más común de contaminación del agua es por medio de excrementos humanos o animales, y es gracias a estos que el agua puede contener una serie de microorganismos patógenos como lo son virus, bacterias y parásitos.

Existen varios agentes patógenos que pueden transmitirse por el consumo de agua contaminada, como se muestra en la figura 1, los cuales se encuentran en todo el mundo.

**Figura N° 1. Agentes patógenos transmitidos por el agua y su importancia en los sistemas de abastecimiento de agua**

Agente patógeno	Importancia para la salud	Persistencia en los sistemas de abastecimiento de agua <sup>a</sup>	Resistencia al cloro <sup>b</sup>	Infectividad relativa <sup>c</sup>	Fuente animal importante
<b>Bacterias</b>					
<i>Burkholderia pseudomallei</i>	Baja	Puede	Baja	Baja	No
<i>Campylobacter jejuni</i> , <i>C. coli</i>	Alta	proliferar	Baja	Moderada	Sí
<i>Escherichia coli</i> patógena <sup>d</sup>	Alta	Moderada	Baja	Baja	Sí
<i>E. coli</i> enterohemorrágica	Alta	Moderada	Baja	Alta	Sí
<i>Legionella</i> spp.	Alta	Moderada	Baja	Moderada	No
Micobacterias no tuberculosas	Baja	Prolifera	Alta	Baja	No
<i>Pseudomonas aeruginosae</i>	Moderada	Prolifera	Moderada	Baja	No
<i>Salmonella typhi</i>	Alta	Puede	Baja	Baja	No
Otras salmonelas	Alta	proliferar	Baja	Baja	Sí
<i>Shigella</i> spp.	Alta	Moderada	Baja	Moderada	No
<i>Vibrio cholerae</i>	Alta	Puede	Baja	Baja	No
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Alta	proliferar	Baja	Baja	Sí
		Corta			
		Corta			

Larga					
<b>Virus</b>					
Adenovirus	Alta	Larga	Moderada	Alta	No
Enterovirus	Alta	Larga	Moderada	Alta	No
Virus de la hepatitis A	Alta	Larga	Moderada	Alta	No
Virus de la hepatitis E	Alta	Larga	Moderada	Alta	Potencialmente
Norovirus y sapovirus	Alta	Larga	Moderada	Alta	Potencialmente
Rotavirus	Alta	Larga	Moderada	Alta	No
<b>Protozoos</b>					
<i>Acanthamoeba</i> spp.	Alta	Larga	Alta	Alta	No
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Alta	Larga	Alta	Alta	Sí
<i>Cyclospora cayetanensis</i>	Alta	Larga	Alta	Alta	No
<i>Entamoeba histolytica</i>	Alta	Moderada	Alta	Alta	No
<i>Giardia intestinalis</i>	Alta	Moderada	Alta	Alta	Sí
<i>Naegleria fowleri</i>	Alta	Puede proliferar <sup>f</sup>	Alta	Alta	No
<i>Toxoplasma gondii</i>	Alta	Larga	Alta	Alta	Sí
<b>Helmintos</b>					
<i>Dracunculus medinensis</i>	Alta	Moderada	Moderada	Alta	No
<i>Schistosoma</i> spp.	Alta	Corta	Moderada	Alta	Sí

Nota: La transmisión por el agua de los agentes patógenos incluidos en el cuadro ha sido confirmada mediante estudios epidemiológicos e historias clínicas. La comprobación de la patogenicidad se basa, en parte, en la reproducción de la enfermedad en hospedadores adecuados. El valor de la información de estudios experimentales en los que se expone a voluntarios a concentraciones conocidas de agentes patógenos es relativo; como la mayoría de los estudios se realizan con voluntarios adultos sanos, la información obtenida sólo es aplicable a una parte de la población expuesta y la extrapolación a grupos más vulnerables debe estudiarse más a fondo.

<sup>a</sup> Período de detección del estado infeccioso en agua a 20 °C: persistencia corta: hasta 1 semana; moderada: de 1 semana a 1 mes; larga: más de 1 mes.

<sup>b</sup> Estando el estado infeccioso en suspensión libre en agua tratada con dosis y tiempos de contacto convencionales. La resistencia es «moderada» si es posible que el agente no sea destruido completamente.

<sup>c</sup> Determinada en experimentos con voluntarios o basándose en información epidemiológica.

<sup>d</sup> Incluye los tipos enteropatógenos, enterotoxígenos y enteroinvasivos.

<sup>e</sup> La vía de infección principal es por contacto con la piel, pero puede infectar a enfermos de cáncer o personas inmunodeficientes por vía oral.

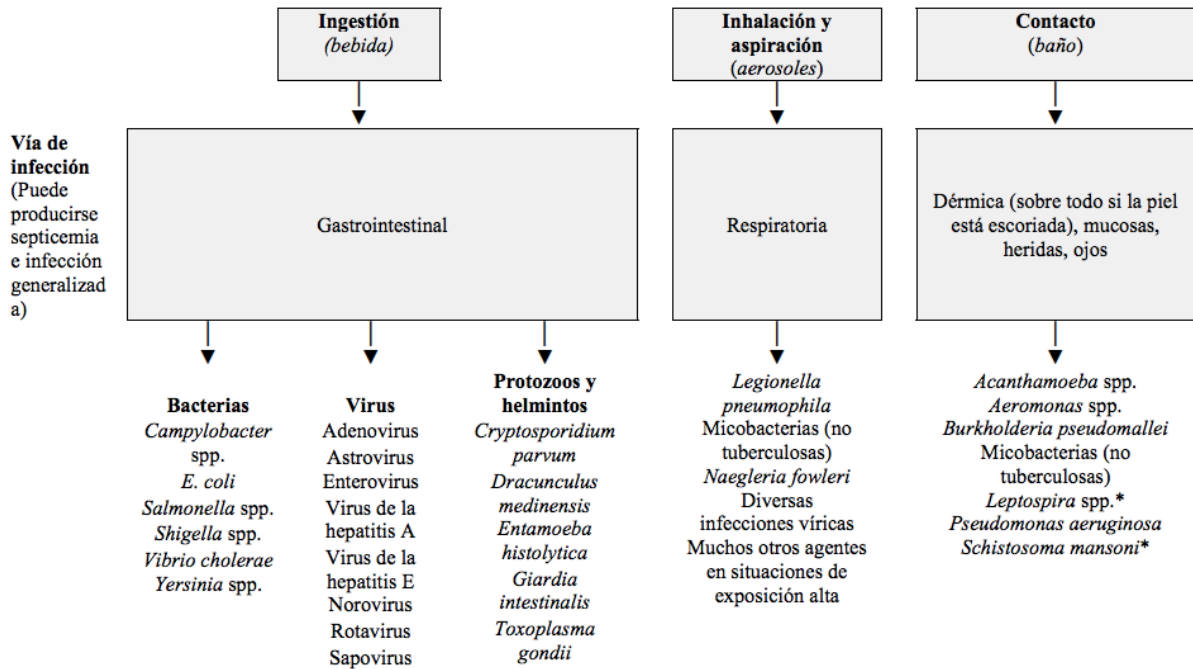
<sup>f</sup> En agua templada.

Fuente: (22)

Se ha visto que la gama de agentes patógenos cambia en función de factores variables como lo son: aumento de las poblaciones de personas y animales, incremento del uso de aguas residuales, cambios de los hábitos de la población o de las intervenciones médicas, migraciones y viajes de la población.

Existen diferentes formas o vías de transmisión de los agentes patógenos relacionados con el agua, los cuales se muestran en la siguiente figura:

**Figura N° 2. Vías de transmisión y ejemplos de agentes patógenos relacionados con el agua**



\* Principalmente por contacto con aguas superficiales muy contaminadas.

Fuente: (22)

- **Saneamiento inseguro**

Cuando se habla de saneamiento se refiere a aquellas condiciones de ambientación que deben tener un lugar (terreno, casas o edificios) que se desee habilitar y sea concurrido por las personas. Es una mejora de un lugar, que se desee mantener en condiciones sanitarias adecuadas, controlando la eliminación, sin riesgo, de la orina y heces.

También fue definido por el Equipo de Tareas del Proyecto del Milenio como: “el saneamiento implica el acceso y la utilización de servicios de instalaciones para la

eliminación de excretas y aguas residuales que aseguren la privacidad y la dignidad, y que garanticen un ambiente limpio y saludable para todos” (23).

Se dice que muchas de las personas afectadas por la falta de saneamiento, aproximadamente el 60%, pertenecen a los sectores más pobres de la sociedad.

Abarca desde el saneamiento ambiental básico hasta mantener el buen flujo de las aguas residuales, la eliminación y control de los desechos sólidos (agrícolas, industriales, comerciales, domésticos y hospitalarios) y recolección de basura.

Los sistemas de saneamiento inadecuados constituyen una causa de morbilidad importante en las personas. Es por esto que un correcto control del saneamiento genera un impacto positivo en la salud de las personas, tanto en sus hogares como en la comunidad.

Al ser un asunto tan importante, y teniendo este impacto en la salud de las personas, las mejoras en el saneamiento fue uno de los temas también incorporados en los Objetivos de Desarrollo del Milenio, objetivos que tenían como fin disminuir la pobreza extrema en el mundo, desde el año 2000 hasta el 2015.

A pesar de los esfuerzos realizados, para el 2015 no se logró la meta, y 2.400 millones de personas aún carecen de acceso a instalaciones de saneamiento mejoradas.

En el 2013, debido a esta falta en el cumplimiento de la meta sobre saneamiento, se hizo un llamado, por parte de la Organización de Naciones Unidas (ONU), donde se

dio un nuevo plazo, para el 2025, para acabar con la defecación al aire libre y fortalecer las asociaciones que podrían ayudar a hacerla realidad.

Es importante afrontar el tema del saneamiento para garantizar una buena salud, la limpieza del medio ambiente y la dignidad de todos los seres humanos.

### **Implicaciones en la salud de las personas**

La falta de saneamiento, incluyendo la recolección, tratamiento y eliminación de excretas y aguas residuales domésticas, pueden llevar a las personas a la afectación grave de su salud, además de un impacto de la dignidad y el medio ambiente <sup>(24)</sup>.

La eliminación segura de las excretas es uno de los factores determinantes de la supervivencia infantil, presentándose en los niños no solo casos de diarrea, sino que cuadros más graves, como las infecciones respiratorias severas y desnutrición. Los niños más afectados son los menores de 5 años <sup>(24)</sup>.

Además de los problemas mencionados anteriormente, también existen otros riesgos en la salud de los niños, al estar frente a la exposición de excretas, como lo son impedimentos para el desarrollo físico, discapacidades mentales e infecciones intestinales parasitarias, que impiden el aprendizaje y su desarrollo.

Al ser las mujeres en su mayoría las encargadas del hogar, son las que más se ven afectadas al no poder contar con estos servicios. Ellas sufren más la humillación de

defecar al aire libre, exponiéndose al riesgo de ser atacadas y violadas, así como problemas de higiene en relación con la menstruación <sup>(24)</sup>.

### **Cómo se puede mejorar**

El tema del saneamiento no solo es un tema de mejorar la higiene de las personas o el ambiente físico donde se desenvuelven las personas, ni tampoco de su mejora para evitar las enfermedades, sino que es un tema de dignidad. Todas las personas en esta Tierra tienen derecho a una vida saludable y digna.

Los aspectos clave del saneamiento son: promoción de la higiene, manipulación de excretas y remoción de aguas residuales, desechos sólidos y aguas pluviales <sup>(24)</sup>.

En cuanto a la promoción de la higiene y educación sanitaria, se debe enfatizar en realizar buenas prácticas e higiene. Dentro de estas, se pueden resaltar el lavado de manos con jabón, la adecuada higiene anal/genital luego de utilizar el sanitario, así como el adecuado mantenimiento de la limpieza de los baños y del área que los rodea <sup>(24)</sup>.

En relación con la manipulación de excretas, comprende lo que es recolección de estas por medio de letrinas, ya sea de cubo o pozo simple, o por medio de saneamiento ecológico o fosas sépticas. También comprende lo que es el transporte, tratamiento y eliminación y reciclado de las mismas. Por lo general,

estos son procedimientos que abarcan un alto costo económico, y que en su mayoría deben obtener apoyo del Gobierno <sup>(24)</sup>.

En lo que respecta a la remoción de aguas residuales, desechos sólidos y aguas pluviales, representa un problema principalmente en zonas urbanas, donde la evacuación del agua utilizada para la limpieza, cocina o manos no se manipula de manera correcta. En el caso de los residuos sólidos, deben desecharse de manera correcta. En el caso de las aguas residuales y pluviales, representan un aspecto negativo en cuanto a la salud de las personas, debido a la falta de sistemas apropiados de drenaje, la cual genera el estancamiento de agua; esto atenta contra la posibilidad de que las personas puedan llevar una vida digna, se contamine el medio ambiente y se vuelva poco seguro <sup>(24)</sup>.

- **Lavado de manos sin jabón**

Luego de los Objetivos de Desarrollo del Milenio mencionados en temas relacionados con el agua y saneamiento, se establecen, en el 2015, los Objetivos del Desarrollo Sostenible, dentro de los cuales se contempla el porcentaje de población con instalaciones para el lavado de manos con jabón y agua en el hogar.

Esto destaca la importancia de la promoción del lavado de manos, ya que es una de las maneras más sencillas y efectivas de prevenir enfermedades diarreicas y respiratorias. Siempre debe asociarse al lavado de manos con el uso de jabón, porque de lo contrario no será efectivo.

El lavado de manos debe hacerse un hábito de todas las personas, siendo este un recurso rápido y económico que tiene un impacto positivo sobre su salud, al prevenir la propagación de enfermedades.

Se debe tener claro en cuáles situaciones se tiene que realizar el lavado de manos con jabón, porque solo así se logrará disminuir la propagación de enfermedades.

Dentro de las indicaciones más comunes y recomendadas están:

- Antes o después de manipular alimentos (crudos o cocidos).
- Antes y después de amamantar.
- Antes y después de consumir alimentos.
- Antes y después de manipular desechos sólidos (basura o desperdicios).
- Después de ir al baño, sonarse la nariz, toser o estornudar, y luego de cambiarle los pañales al bebé.
- Luego de manipular objetos sucios, como llaves, dinero y pasamanos.
- Al llegar a la casa de la calle, el trabajo o la escuela.
- Después de haber estado en contacto con animales.

Pasos para una técnica correcta del lavado de manos, según la OMS:

### Figura N° 3. ¿Cómo desinfectarse las manos?



Fuente: (25)

### Implicación en la salud el no lavarse las manos con jabón de forma adecuada

Desde etapas tempranas del nacimiento, los niños son expuestos a diferentes virus, que pueden ser transmitidos por las manos de las madres o sus cuidadores. Dentro de esta etapa de lactantes y las sucesivas, se exponen a virus respiratorios principalmente, los cuales afectan su salud.

Otras de las enfermedades que son transmitidas por contacto con las manos son las diarreas, algunas enfermedades cutáneas, infecciones intestinales parasitarias, como ascariasis.

Todas estas son causadas por el contacto de la piel de las manos con materia fecal, objetos de la vida diaria contaminados y secreciones. Dentro de los microorganismos patógenos se pueden mencionar E. Coli, Salmonella spp, Shigella spp, Clostridium perfringens, Giardia lamblia, huevos de Taenia y virus de Hepatitis A.

- **Contaminación del aire**

La contaminación en general es definida como “cualquier modificación indeseable del ambiente, causada por la introducción a este de agentes físicos, químicos o biológicos (contaminantes) en cantidades superiores a las naturales, que resulta nociva para la salud humana, daña los recursos naturales o altera el equilibrio ecológico” <sup>(26)</sup>.

La contaminación del aire es actualmente uno de los problemas ambientales más severos a nivel mundial. Es una condición o afectación que no respeta nivel de desarrollo socioeconómico y que afecta a todos los seres humanos, afectando su salud.

Dicho problema se ve desencadenado por el crecimiento económico y la urbanización, asociado a algunas actividades como la industria petrolera, los servicios, la agroindustria, el incremento de unidades automotoras, que traen como resultado un consumo elevado de combustibles fósiles. También el medio ambiente se ve afectado por distintas prácticas agropecuarias que pueden afectar la salud humana, los ecosistemas y los recursos materiales.

La contaminación del aire se puede clasificar, según su origen, en causas naturales (siempre han existido) y antropogénicas (causadas por las actividades del ser humano).

Entre las principales fuentes de contaminación atmosférica están: naturales (partículas ambientales, esporas, polen y bacterias), fuentes agrícolas (insecticidas y herbicidas que son utilizados por los agricultores) y fuentes tecnológicas (procesos industriales, consumo industrial y doméstico de combustibles fósiles y vehículos de motor).

Los contaminantes de la atmósfera se pueden clasificar, por su forma física, en gases o aerosoles, y por su origen en primarios y secundarios. Los primarios se tratan de partículas sólidas y líquidas en suspensión, gases y vapores. Por su parte, los secundarios son ácido sulfúrico y sulfatos, ozono y otros contaminantes químicos.

En términos generales, su principal daño a la salud es en el sistema respiratorio, afectando a aquellas personas asmáticas, o desencadenando la misma en ellas.

- **Contaminación por partículas ambientales**

Es bien sabido que en la atmósfera hay una gran cantidad de contaminantes que afectan tanto al medio ambiente, así como la salud de las personas. Parte de estos contaminantes son las partículas, también conocidas como partículas suspendidas, aeropartículas, material particulado y aerosoles. Todos estos términos son utilizados para nombrar una mezcla de compuestos microscópicos, en forma de líquidos o sólidos suspendidos en el aire; por ejemplo: hollín, polvo, neblina y humo.

También se define al material particulado como “el conjunto de partículas sólidas y/o líquidas presentes en suspensión en la atmósfera, que se originan a partir de una gran variedad de fuentes naturales o antropogénicas y poseen un amplio rango de propiedades morfológicas, físicas, químicas y termodinámicas” (27).

### **Clasificación de las partículas**

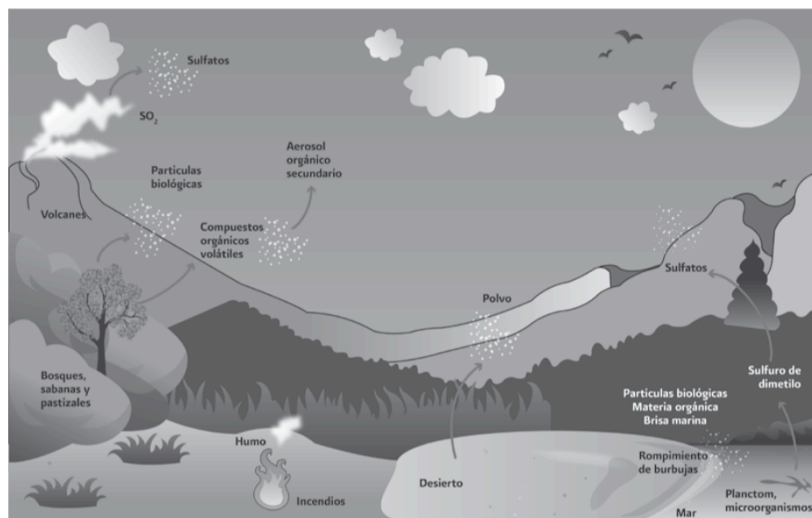
Las partículas se pueden clasificar de muchas maneras; todo va a depender de diferentes criterios. Dentro de la clasificación más común se encuentra la que las agrupa dependiendo de su origen, y el otro grupo por su tamaño.

Al depender de su origen, es una de las clasificaciones más comunes: en partículas primarias y partículas secundarias.

Las partículas primarias son aquellas que son emitidas directamente a la atmósfera por diferentes fuentes, entre ellas el humo oscuro que se observa en los escapes de carros y camiones y el polvo de las calles.

En el caso de las partículas secundarias, hace referencia a aquellas que se forman en la atmósfera como resultado de reacciones químicas a partir de materiales gaseosos, llamados precursores. Dentro de los principales precursores se encuentra el dióxido de azufre ( $SO_2$ ), los óxidos de nitrógeno ( $NO_x$ ), los compuestos orgánicos volátiles y el amoníaco ( $NH_3$ ). Estos precursores forman principalmente partículas de sulfatos y nitratos.

**Figura N° 4. Ejemplo del proceso químico de formación de partículas secundarias**



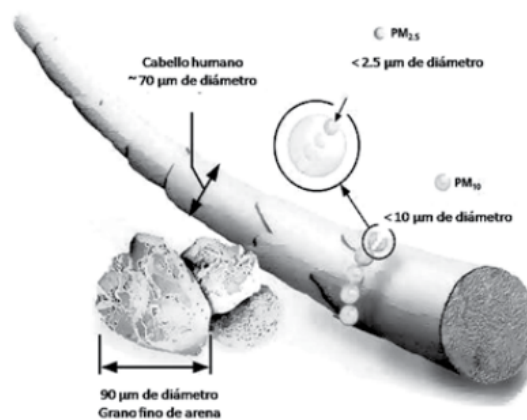
Fuente: (28)

La otra forma de clasificarlas, y una de las más importantes en cuanto a la afectación de la salud de las personas es por su tamaño, porque, cuanto más pequeño sea el tamaño de la partícula, mayor será su capacidad de penetrar en zonas profundas del sistema respiratorio.

Para medir el tamaño de las partículas lo que se utiliza es el diámetro aerodinámico; este indicador se utiliza debido a la infinidad de formas de las partículas. “Este indicador es igual al diámetro de una partícula esférica de densidad unitaria que tiene la misma velocidad terminal que la partícula considerada, independiente de su forma, tamaño o densidad bajo condiciones de temperatura, presión y humedad existentes” (28).

Básicamente, se han ido clasificando según la capacidad inhalable o fracción respirable, que son aquellas que tienen un diámetro aerodinámico menor a 10  $\mu\text{m}$  (PM 10). Por lo tanto, se clasifican en partículas gruesas las que presentan un diámetro aerodinámico entre 2,5 y 10  $\mu\text{m}$  ( $PM_{2.5-10}$ ), las partículas finas comprenden las que poseen diámetro aerodinámico menor a 2,5  $\mu\text{m}$  ( $PM_{2.5}$ ), y las ultra finas se refieren a las partículas menores a 1  $\mu\text{m}$  ( $PM_1$ ).

**Figura N° 5. Diferencia en los tamaños de las partículas**



Fuente: (28)

Todas estas partículas, independientemente de su tamaño, pueden provenir de fuentes primarias o secundarias. Sin embargo, se considera que las partículas finas son mayoritariamente secundarias; esto quiere decir que son formadas en la atmósfera por un proceso químico.

### **Cómo afectan la salud de las personas**

Las partículas que más se han estudiado recientemente son las finas y ultra finas, ya que estas son las que más capacidad tienen de penetrar en zonas profundas del sistema respiratorio, y así afectar la salud de las personas. En el caso de las partículas ultra finas, pueden llevar a la muerte a personas por problemas como enfermedad isquémica del corazón o arritmia letal, por el paso de estas partículas al

torrente sanguíneo. También se han relacionado a las partículas finas con el aumento de la frecuencia cardiaca, y secundaria a esto alguna arritmia.

En el caso de las partículas gruesas, tienen la capacidad de llegar un poco mas allá de la garganta; en el caso de las partículas finas, pueden llegar hasta los pulmones, y las partículas ultra finas tienen la capacidad de llegar hasta los alveolos pulmonares y pasar a la sangre.

Es por esto que la principal afectación en la salud por estas partículas es a nivel del sistema respiratorio y cardiovascular. La exposición a concentraciones bajas de dichas partículas se ha visto que puede afectar los pulmones, tanto de niños como adultos. Además, un aspecto a considerar es que dicha exposición a partículas ambientales se relaciona con una disminución de meses en la media de esperanza de vida de las personas.

**Figura N° 6. Principales características de la composición de las partículas ultra finas, finas y gruesas**

	Tipo de Partículas		
	Ultrafinas ( $PM_{0.1}$ )	Finas ( $\leq PM_{2.5}$ )	Gruesas ( $PM_{2.5}$ - $PM_{10}$ )
Composición	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sulfato</li> <li>• Carbón elemental</li> <li>• Compuestos metálicos</li> <li>• Compuestos orgánicos con baja saturación de presión de vapor a temperatura ambiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sulfato, nitrato, amonio, iones de hidrógeno</li> <li>• Carbón elemental</li> <li>• Gran variedad de compuestos orgánicos</li> <li>• Metales: compuestos de Pb, Cd, V, Ni, Cu, Zn, Mn, Fe, etc.</li> <li>• Agua ligada a las partículas</li> <li>• Bacterias, virus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nitratos, cloruros, sulfatos de reacciones de <math>HNO_3</math>, HCl y <math>SO_2</math> con partículas gruesas</li> <li>• Óxidos de elementos de la corteza terrestre (Si, Al, Ti, Fe)</li> <li>• <math>CaCO_3</math>, <math>CaSO_4</math>, NaCl, sal marina</li> <li>• Bacterias, polen, moho, esporas de hongos, detritos de plantas y animales</li> </ul>

Fuente: (28)

**Figura N° 7. Principales fuentes de emisión de la fracción de partículas**

Especies	<PM <sub>2.5</sub>		>PM <sub>2.5</sub>	
	Naturales	Antrópicas	Naturales	Antrópicas
Sulfatos (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	Aerosoles marinos	Quema de combustibles fósiles	Aerosoles marinos	-----
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	--	Tubos de escape de vehículos	—	—
Minerales	Erosión y re-suspensión	Polvos fugitivos de caminos pavimentados y no pavimentados, agricultura, construcción, demolición	Erosión y re-suspensión	Polvos fugitivos de caminos pavimentados y no pavimentados, agricultura, construcción, demolición
Amonio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	---	Tubos de escape de vehículos	—	—
Carbón orgánico	Incendios naturales	Quema de madera, tubos de escape de vehículos, cocinar, desgaste de llantas y procesos industriales	Materia húmica del suelo	Desgaste de llantas y pavimento, polvo de caminos pavimentados y no pavimentados
Carbón elemental	Incendios naturales	Quema de madera, tubos de escape de vehículos (principalmente diésel), cocinar	—	Desgaste de llantas y pavimento, polvo de caminos pavimentados y no pavimentados
Metales	Actividad volcánica	Combustión de combustibles fósiles, procesos metalúrgicos, desgaste de frenos de vehículos	Erosión y re-suspensión	—
Aerosoles biológicos	Bacterias y virus	—	Fragmentos de plantas e insectos, polen, esporas y bacterias	—

Fuente: (28)

### **Contaminación ambiental doméstica del aire por residuos sólidos**

Los residuos sólidos son aquellos materiales que son desechados por los seres humanos porque ya cumplieron su vida útil y carecen de algún valor económico

para ellos. Son aquellos materiales sólidos que se desechan de los hogares, oficinas o tiendas. Algunos ejemplos de algunos residuos sólidos son: una hoja de papel usado, una botella de plástico o de vidrio y un envase de cartón <sup>(29)</sup>.

Los residuos sólidos se pueden clasificar, ya sea en residuos sólidos peligrosos y residuos sólidos no peligrosos, o también en residuos sólidos orgánicos e inorgánicos <sup>(29)</sup>.

Los residuos sólidos peligrosos son aquellos que, como su palabra lo dice, representan algún peligro para las personas o el medio ambiente, por sus propiedades corrosivas, explosivas o tóxicas.

Por su parte, los residuos no peligrosos no representan ningún peligro tanto para los ciudadanos como para el medio ambiente. Estos residuos, a su vez, se pueden clasificar en <sup>(28)</sup>:

- Ordinarios: son todos aquellos que son generados durante la rutina diaria del hogar, escuelas, oficinas u hospitales.
- Biodegradables: este tipo de material tiene la característica que se puede degradar o desintegrar de forma rápida, y convertirse en otro tipo de materia orgánica. Algunos ejemplos son los restos de comida, frutas y verduras.
- Inertes: son aquellos residuos que no se degradan o desintegran fácilmente, sino que tardan bastante tiempo en descomponerse; es el caso del cartón o algunas clases de papel.

- Reciclables: son los materiales que se pueden someter a procesos para ser utilizados nuevamente. Por ejemplo, el vidrio, telas y algunos tipos de plásticos y papeles.

Por su parte también se mencionó que se podían clasificar en residuos orgánicos e inorgánicos. Los residuos orgánicos incluyen lo que son los residuos biodegradables. Por su parte, los inorgánicos son aquellos que, por sus características químicas, sufren una desintegración natural muy lenta. Algunos pueden ser reciclables, como lo son latas, algunos plásticos, vidrios o gomas. Pero hay casos donde no es posible su reciclaje, por su peligrosidad y por ser altamente contaminantes, como es el caso de las pilas <sup>(29)</sup>.

### **Principales problemas en la salud por mal manejo**

Uno de los grandes problemas a los que se enfrentan todas las personas es al mal manejo de los desechos sólidos. En Costa Rica “para el año 2006 se estimaba que se generaban 3784 toneladas de residuos ordinarios por día, lo que equivale a un aumento de 2,7 veces lo que se producía en 1991”. <sup>(30)</sup>

Debido a este mal manejo de residuos, uno de los principales efectos negativos es su afectación en la salud de las personas y, además, la afectación del medio ambiente. Existen una serie de enfermedades que son estudiadas como consecuencia de dichos desechos, incluyendo epidemias y enfermedades, como la

proliferación de mosquitos que transmiten enfermedades, moscas, aves de carroña, entre otras.

También se da una gran contaminación tanto del agua, como del aire y del suelo, lo cual tiene un impacto negativo en la salud de las personas y del medio ambiente. También se contribuye a lo que es el calentamiento global, a causa de las emisiones de metano y dióxido de carbono provenientes de descomposición anaerobia.

- **Contaminación ambiental por ozono**

El ozono es un gas incoloro e inodoro, compuesto por tres átomos de oxígeno ( $O_3$ ). Es un poderoso oxidante que, unido a otros compuestos, reacciona rápidamente. También es inestable cuando se encuentra en altas concentraciones.

El ozono es un componente natural de la atmósfera, que se encuentra en bajas concentraciones y es vital para la vida. La mayor parte del ozono se encuentra en la estratosfera (parte superior de la atmósfera), específicamente en una región llamada ozonósfera, donde se concentra el 90% del ozono atmosférico, y forma una capa que limita el ingreso de radiación ultravioleta proveniente del sol.

La mayor parte del ozono en la troposfera se produce cuando los óxidos de nitrógeno ( $NO_x$ ), el monóxido de carbono (CO) y los componentes orgánicos volátiles (COV) reaccionan en la atmósfera en presencia de luz solar.

Las fuentes antropogénicas más importantes de precursores de ozono son las emisiones vehiculares, las emisiones industriales y los solventes químicos.

### **Afectación en la salud de las personas**

El ozono ejerce su acción en el organismo por diferentes mecanismos. Las diferentes reacciones que pueden presentar es que algunas moléculas biológicas pueden llevar a la formación de radicales libres.

El ozono no es capaz de penetrar a través de membranas celulares o las capas surfactantes de las células, por lo que sus efectos biológicos son provocados por intermediarios como radicales libres, aldehídos y peróxido de hidrógeno.

Uno de los sistemas más afectados es el sistema respiratorio. Cuando el tracto respiratorio se ve expuesto al ozono, su daño va a depender de la concentración del ozono, duración de la exposición, patrones de exposición y la ventilación. Se ve afectada tanto la limpieza mucociliar, la cual decrece por la exposición, como los macrófagos alveolares, que pueden disminuir su fagocitosis y su actividad metabólica antimicrobial, incrementan la liberación de prostaglandinas y alteran su cantidad. Estos efectos hacen que aumente la susceptibilidad a las infecciones respiratorias.

En el caso de las personas asmáticas que se exponen diariamente al ozono, se ha reportado un incremento en las crisis asmáticas y síntomas respiratorios, porque el

ozono reduce la función pulmonar y hace más difícil la respiración profunda y vigorosa <sup>(31)</sup>.

La exposición a concentraciones elevadas de ozono puede agravar el asma, pero, además, puede empeorar enfermedades pulmonares crónicas, como el enfisema y la bronquitis, y reducir la capacidad del sistema inmunológico para defenderse de las infecciones bacterianas.

- **Contaminación por radón residencial**

El radón fue descubierto en 1900 por Friedrich Ernst Dorn <sup>(32)</sup>. Es un gas noble procedente del radio y que es radioactivo, que proviene de las rocas y suelos, los cuales se acumulan en lugares cerrados, como son las casas de habitación y minas subterráneas. El radón aumenta la radiación ionizante a la que esta expuesta la población de manera natural.

Estimaciones sobre la proporción del cáncer de pulmón atribuible al radón varían entre un 3% y un 14%, según la concentración media de radón en el correspondiente país <sup>(33)</sup>.

Existen tres isótopos (uranio 238, uranio 235 y torio 232), que producen radio y dan lugar al radón. El de mayor importancia en la salud es el radón 222 (Rn 222) que proviene del uranio 238, ya que es un factor de riesgo de cáncer broncopulmonar, y representa más del 80% del radón ambiental y del 50% de la radiación que recibe el ser humano a lo largo de su vida <sup>(34)</sup>.

Es un gas incoloro, inodoro, insípido e invisible; es más pesado que el aire y soluble en agua, con una vida media de 3.8 días. Las concentraciones varían dependiendo de la estación, siendo mayores en invierno que en verano. Otro factor que modifica las concentraciones son el material de construcción, y el empleo de piedra puede participar entre 15-20% de concentración total. La principal fuente de radón en el interior de los hogares es por medio de la infiltración de gases del suelo.

### **Implicaciones en la salud**

La afectación en la salud de las personas se da por la radioactividad del radón. Se han visto estudios donde se relaciona la exposición al radón con cáncer de pulmón. Se dice que el radón es la segunda causa de cáncer de pulmón después del tabaco, los cuales en la mayor parte se combinan, aumentando la probabilidad de desarrollar cáncer de pulmón. El radón es considerado un potente agente cancerígeno, y el cáncer aparece al cabo de varios años de exposición.

Las radiaciones ionizantes pueden afectar las células de forma directa o indirecta. De forma directa, puede absorberse la energía de la radiación directamente sobre macromoléculas, como el ADN, cromosomas, proteínas, causando ionizaciones, excitaciones y llevando consigo daño celular. En el caso de la afectación de forma indirecta, la absorción se hace por moléculas de agua que se disocian, originando iones y radicales libres muy radioactivos, alterando las propiedades físicas y químicas del medio celular.

## **Formas de disminuir la concentración de radón en el hogar**

Una de las primeras medidas a tomar es aumentar la ventilación del hogar, pero este no disminuirá un gran porcentaje, siendo menos del 20% de la concentración total.

Otra de las medidas es sellar las fisuras y grietas, así como controlar la aeración del sótano, donde se acumula el gas, para luego difundirlo a los pisos superiores.

- **Exposición al plomo**

El plomo es un metal blando, gris-azulado, que se encuentra en pequeñas cantidades en todas partes del ambiente, el cual es tóxico. En el 2013, la OMS indica que cada año la exposición a dicho químico se estima que contribuye a 600.000 nuevos casos de niños con discapacidad intelectual <sup>(35)</sup>. Los niños que se ven más afectados por la exposición al plomo son aquellos que habitan en países de bajos y medianos ingresos.

Se estima que 143.000 muertes al año son resultado de envenenamiento por plomo, siendo uno de los agentes causales más importantes la pintura con plomo.

Se puede encontrar plomo en la fabricación de municiones, baterías, compuestos químicos, explosivos, cristalería y productos metálicos. Otra fuente, donde se puede encontrar plomo, es en algunas pinturas utilizadas en los puentes de acero para evitar la corrosión, así como en contenedores y tubos.

En los trabajos en que se encuentran o se exponen al plomo están la construcción, la minería e industrias manufactureras, además de trabajos de demolición, remoción de pintura de casas viejas y edificios viejos, reparación de autos.

### **Implicación en la salud**

La población que más se ve afectada con la exposición al plomo son los niños, sobre todo aquellos hasta los 10 años, debido a la susceptibilidad y vulnerabilidad de su organismo, por su peso corporal, metabolismo y grado de desarrollo de sus órganos y tejidos.

Estudios indican que la absorción del plomo se da principalmente por el aparato respiratorio y digestivo, siendo estos los que retienen la mayor proporción del plomo absorbido. En los niños puede causar problemas severos en el aprendizaje, así como en la conducta infantil, efectos que se creen son irreversibles.

Otro grupo importante que se ve afectado por esto son las mujeres embarazadas, quienes, si se exponen al plomo, este puede repercutir sobre el feto de forma negativa, e inclusive llegar a perder el bebé.

El plomo puede afectar el cerebro, nervios, riñones y células de la sangre. El hombre no se escapa de tener problemas en su reproducción, ya que puede causar infertilidad <sup>(36)</sup>.

La exposición prolongada al plomo puede causar: anemia, presión arterial alta, enfermedad renal, problemas de funcionamiento mental, como pérdida de memoria. En la sangre se puede realizar la medición de plomo, y con esta ver el nivel y, así, la repercusión sobre la salud de las personas.

**Figura N° 8. Rangos de los efectos de salud asociados con varios rangos de los niveles de plomo en sangre**

Problemas de Salud	Nivel del plomo en la sangre	Efectos al cuerpo
Los efectos de salud <u>severos</u> pueden suceder rápidamente y ser permanentes	110	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daños cerebrales</li> <li>• Reducción peligrosa en la capacidad de la sangre para llevar oxígeno.</li> </ul>
	100	
Efectos <u>serios</u> de la salud pueden ocurrir	90	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de la producción de la sangre.</li> <li>• Infertilidad masculina.</li> <li>• Daño a los nervios</li> </ul>
	80	
	70	
El plomo puede tener efectos <u>sin</u> síntomas	60	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución en la audición</li> <li>• Alta presión</li> <li>• Efectos en el niño durante el embarazo</li> </ul>
	50	
El plomo empieza a <u>acumularse</u> en su sistema	40	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efectos en el niño durante el embarazo</li> </ul>
	30	
Los niveles de plomo en la sangre están normales	20	
	10	
	3	
	0	

Fuente: (37)

Algunos factores protectores son el consumo de pescado y de lácteos, estos últimos ayudan a disminuir la absorción de plomo en el tubo digestivo; por ende, disminuye la acumulación en los huesos.

Otras consideraciones a tomar, para evitar o disminuir el contacto con el plomo, son el no ingerir ni comer alimentos en áreas donde se trabaja con plomo, lavarse las manos antes de comer, beber o fumar, bañarse y cambiarse la ropa después de haber trabajado con plomo o productos que lo contengan, lavar la ropa separada de la del resto de la familia y no consumir remedios tradicionales o medicinas de otros países, sin conocer sus componentes.

**CAPÍTULO III:**  
**MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1 ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN**

El enfoque de esta investigación es de tipo cuantitativo, ya que se estudiarán los datos importantes acerca de la mortalidad atribuible a factores ambientales según edad y sexo, mediante la recolección de datos, para probar la hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer patrones de comportamiento y probar teorías <sup>(38)</sup>. También se utiliza este enfoque, ya que es una investigación empírico-analista, la cual basa sus estudios en números estadísticos para dar respuesta a unas causas-efectos concreto <sup>(39)</sup>.

### **3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El tipo de la investigación es de tipo descriptivo, ya que consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno o suceso con establecer su estructura o comportamiento <sup>(40)</sup>. Es así como se caracterizará la mortalidad atribuible en Costa Rica debido a factores ambientales.

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

### **3.3.1 Área de estudio**

El estudio se realizará en Costa Rica, donde se analizará la mortalidad atribuible a factores de riesgo ambiental desde el año 1990 al 2015, según sexo y grupo etario.

### **3.3.2 Fuentes de información**

#### **Primarias**

Debido a las características del estudio, no se requieren muestras primarias, ya que en este estudio se utilizará una base de datos.

#### **Secundarias**

Se utilizarán datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos de Costa Rica, Organización Mundial de la Salud, Ministerio de Salud, CCSS, libros de texto, Instituto de Métricas y Evaluación de la Salud (IHMB), artículos y páginas web relacionadas con el tema.

### **3.3.3 Población**

La población de investigación corresponde a la totalidad de personas fallecidas asociadas a factores ambientales en Costa Rica, desde 1990 al 2015, según sexo y grupo etario.

### **3.3.4 Muestra**

Debido a las características del estudio, no se requiere muestra.

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

Debido a las características del estudio no se requieren criterios de inclusión ni de exclusión.

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

En esta investigación no se utiliza instrumento alguno para la recolección de datos, ya que se investigan bases de datos ya existentes, cuya información se organizará en una hoja de recolección de datos, para su posterior tabulación.

### 3.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño para este tipo de investigación es observacional, descriptivo, transversal y ecológico-temporal.

Los estudios observacionales corresponden a diseños de investigación, cuyo objetivo es "la observación y registro" de acontecimientos sin intervenir en el curso natural de estos <sup>(41)</sup>.

Los estudios descriptivos tienen como objetivo la descripción de variables en un grupo de sujetos por un periodo de tiempo (habitualmente corto), sin incluir grupos de control.

Se refiere al transversal, debido a que su característica fundamental es que todas las mediciones se hacen en una sola ocasión, por lo que no existen periodos de seguimiento. Dicho de otras palabras, con este diseño se efectúa el estudio en un momento determinado de la evolución de la enfermedad o evento de interés; en este caso, estudiando la mortalidad atribuible a factores ambientales desde 1990 hasta el 2015.

Los estudios ecológicos se caracterizan por estudiar grupos, más que individuos por separado, y este es el caso de este estudio, el cual incluye la población de Costa Rica en su totalidad. Comúnmente, las unidades de observación son de diferentes áreas geográficas o diferentes periodos de tiempo en una misma área, a partir de las cuales se comparan las tasas de enfermedad y algunas otras características del

grupo <sup>(42)</sup>, como es en este caso, que se estudia desde el año 1990 al 2015, y se comparan las tasas de mortalidad atribuibles a factores ambientales.

Se refiere a ecológico-temporal, ya que se comparan las tasas de enfermedad a lo largo del tiempo en una misma zona geográfica <sup>(43)</sup>, como es este caso, donde se analizará toda la población de Costa Rica desde 1990 hasta el 2015.

### 3.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla N° 2. Operacionalización de variables

<b>Objetivo específico</b>	<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Instrumento</b>
Identificar la tasa de mortalidad, debido a factores de riesgo ambientales en Costa Rica, de 1990-2015.	Mortalidad debido a factores de riesgo ambientales.	Número de defunciones en cierto grupo de personas en determinado período.	Revisión estadística nacional e internacional de 1990-2015.	Tasa de mortalidad atribuible a factores ambientales.	Institute for Health Metrics and Evaluation GBD.
Identificar la tasa de mortalidad atribuible a factores de riesgo ambientales en Costa Rica de 1990-2015, según enfermedad.	Mortalidad según enfermedad.	Enfermedad o lesión que desencadenó la sucesión de eventos patológicos, que condujeron directamente a la	Revisión estadística nacional e internacional de 1990-2015.	Condición de salud.	Institute for Health Metrics and Evaluation GBD.



Costa Rica de 1990-2015.					
-----------------------------	--	--	--	--	--

Fuente:

Elaboración

propia.

### **3.7 METODOLOGIA**

Para la realización de esta investigación, se procedió a buscar datos por medio de varias fuentes de datos estadísticos, tanto nacionales como internacionales: Organización Mundial de la Salud (OMS), Instituto de Métricas y Evaluación de la Salud, GBD y C.C.S.S.

Los datos utilizados fueron recolectados durante febrero y marzo del 2019; la última actualización del GBD se presentó en noviembre del 2018; es por esto que dicho estudio presenta datos actualizados y recientes sobre la mortalidad atribuible a factores ambientales, y las diferentes enfermedades causadas por la exposición a dichos factores.

El GBD son sus siglas en inglés, que hacen referencia al Estudio de la Carga Global de la Enfermedad. Este es un programa de investigación global y regional sobre la carga de la enfermedad, que evalúa la mortalidad y la discapacidad por enfermedades, lesiones y factores de riesgo importantes. GBD se basa en el Instituto de Métricas y Evaluación de la Salud (IHME) de la Universidad de Washington.

Se decidió utilizar el GBD para la recolección de datos, debido a su actualización reciente y la gran cantidad de datos que se pueden obtener, y compararlos con diferentes países.

En dicha investigación se utilizan los factores de riesgo ambientales, los cuales se agrupan en tres grandes grupos:

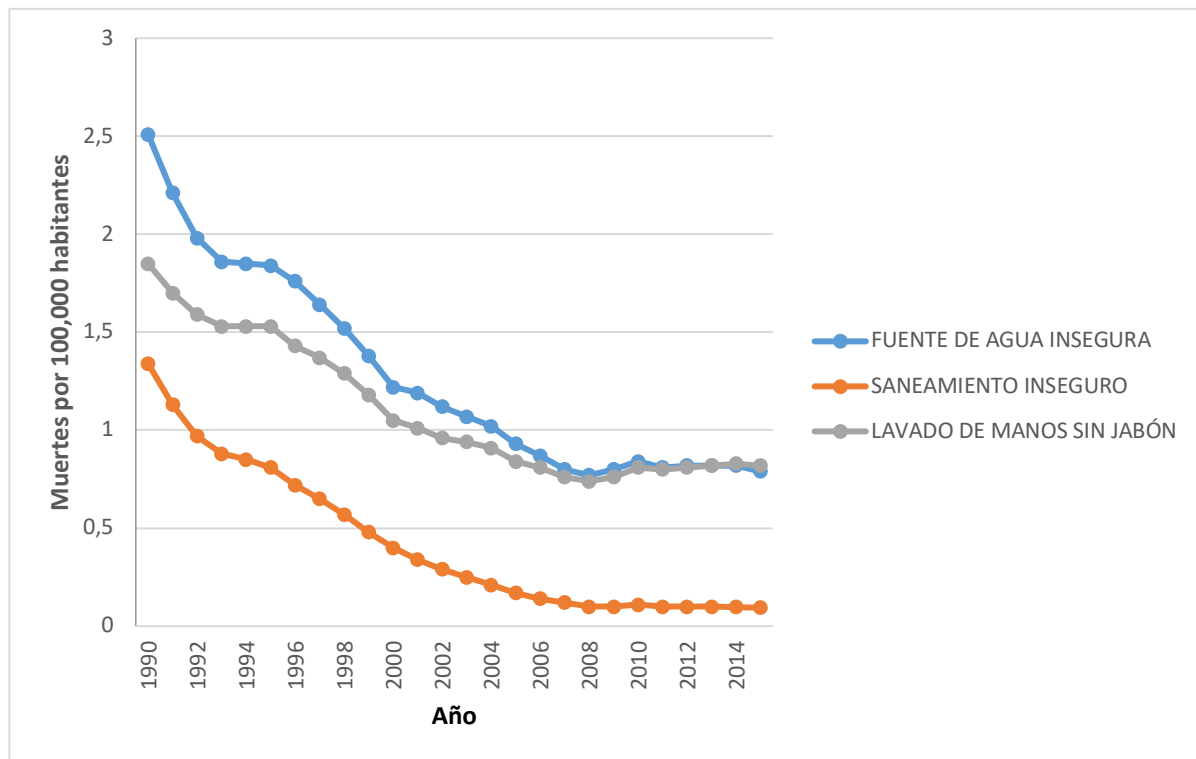
1. Agua, saneamiento inseguro y lavado de manos sin jabón.
2. Contaminación del aire.
3. Otros riesgos ambientales.

En el GBD, los factores ambientales se encuentran en conjunto con los factores de riesgo ocupacionales, por lo que se debe buscar uno por uno cada factor de riesgo ambiental, para no generar error al obtener tasas de mortalidad totales en el grupo. Debido a dicha agrupación, se decide excluir los factores de riesgo ocupacionales, pues que no tienen relevancia en esta investigación, y son factores más concretos o específicos.

Con la información recolectada, se realizarán gráficos o figuras, en las cuales se utilizarán tasas estandarizadas, principalmente la tasa de mortalidad.

**CAPÍTULO IV:**  
**PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

**Gráfico N° 1. Evolución de las tasas de mortalidad atribuible a factores de riesgo ambientales (contaminación del agua, saneamiento inseguro y lavado de manos sin jabón) en Costa Rica, en el período de 1990-2015 (tasas por 100,000 habitantes)**



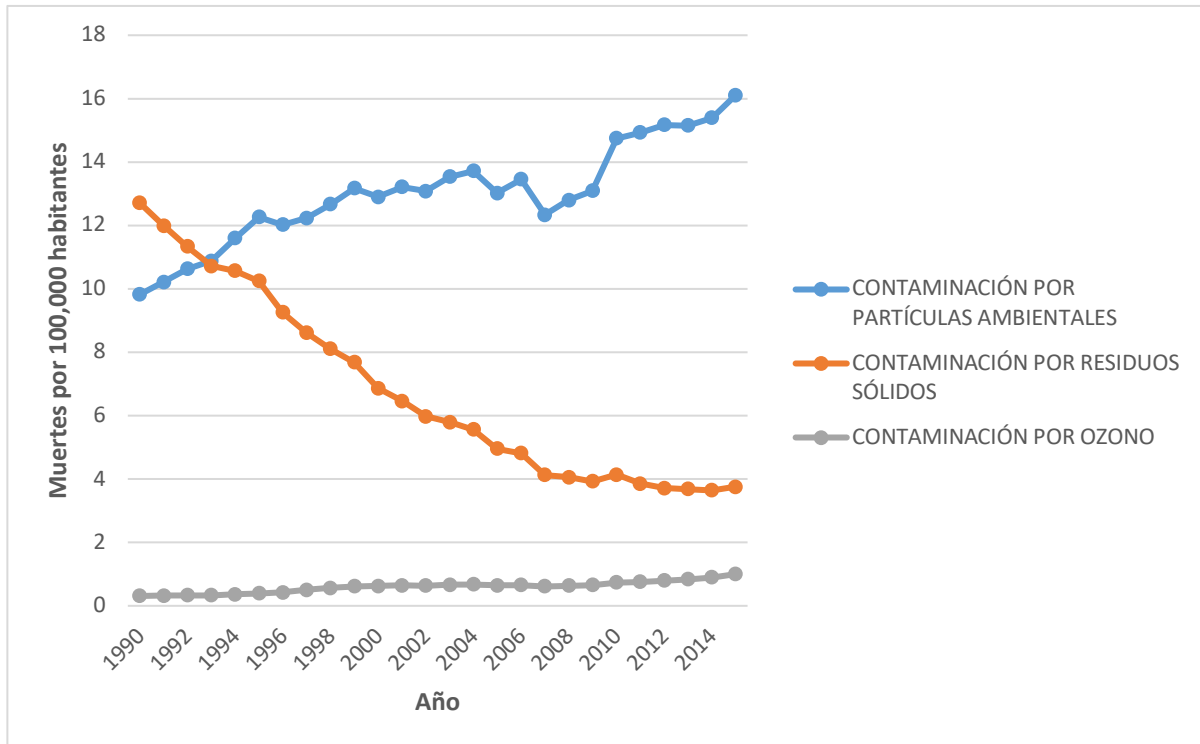
Fuente: Elaboración propia, con datos de <sup>(13)</sup>.

En el gráfico N° 1 se evidencia una disminución en los tres factores de riesgo con el paso de los años. En el caso de fuente de agua insegura, es el que presenta la mayor tasa de mortalidad en 1990, de 2,51 muertes por cada 100,000 habitantes, siendo este mismo año el que presenta las mayores tasas de mortalidad en los otros factores ambientales.

Para el 2008, tanto para fuente de agua insegura como para lavado de manos sin jabón, presentaron la tasa de mortalidad más baja, siendo de 0,77 y 0,74 muertes por cada 100,000 habitantes respectivamente, y en el caso de saneamiento inseguro, la tasa más baja es de 0,094 muertes por cada 100,000 habitantes en el 2015.

El saneamiento inseguro es el factor de riesgo ambiental que presenta menor mortalidad en general, en comparación con los otros factores ambientales.

**Gráfico N° 2. Evolución de las tasas de mortalidad atribuible a la contaminación del aire como factor de riesgo ambiental en Costa Rica en el período de 1990-2015 (tasas por 100,000 habitantes)**



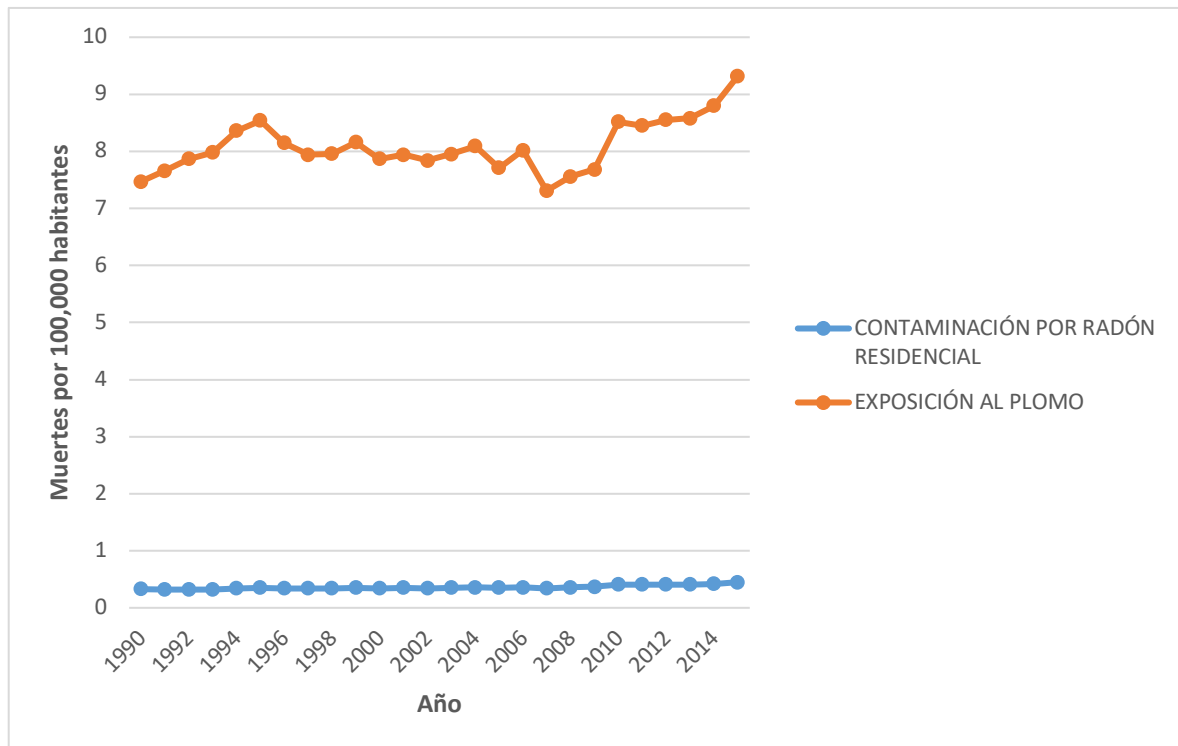
Fuente: Elaboración propia, con datos de <sup>(13)</sup>.

En el caso de la tasa de mortalidad por contaminación por partículas ambientales, ha ido en aumento, pasando de una tasa de 9,82 muertes por cada 100,000 habitantes en 1990 a una tasa de 16,11 muertes por cada 100,000 habitantes en el 2015.

Por el contrario, en el caso de la contaminación doméstica del aire por residuos sólidos, esta ha venido en descenso con el paso de los años, llegando hasta una tasa de 3,75 muertes por cada 100,000 habitantes en el 2015.

Con respecto a la contaminación ambiental por ozono, esta se ha mantenido en el tiempo, con una tasa entre 0 y 1 de muertes por cada 100,000 habitantes.

**Gráfico N° 3. Evolución de las tasas de mortalidad atribuible a contaminación por radón residencial y exposición al plomo como factor de riesgo ambiental en Costa Rica en el período de 1990-2015 (tasas por 100,000 habitantes)**

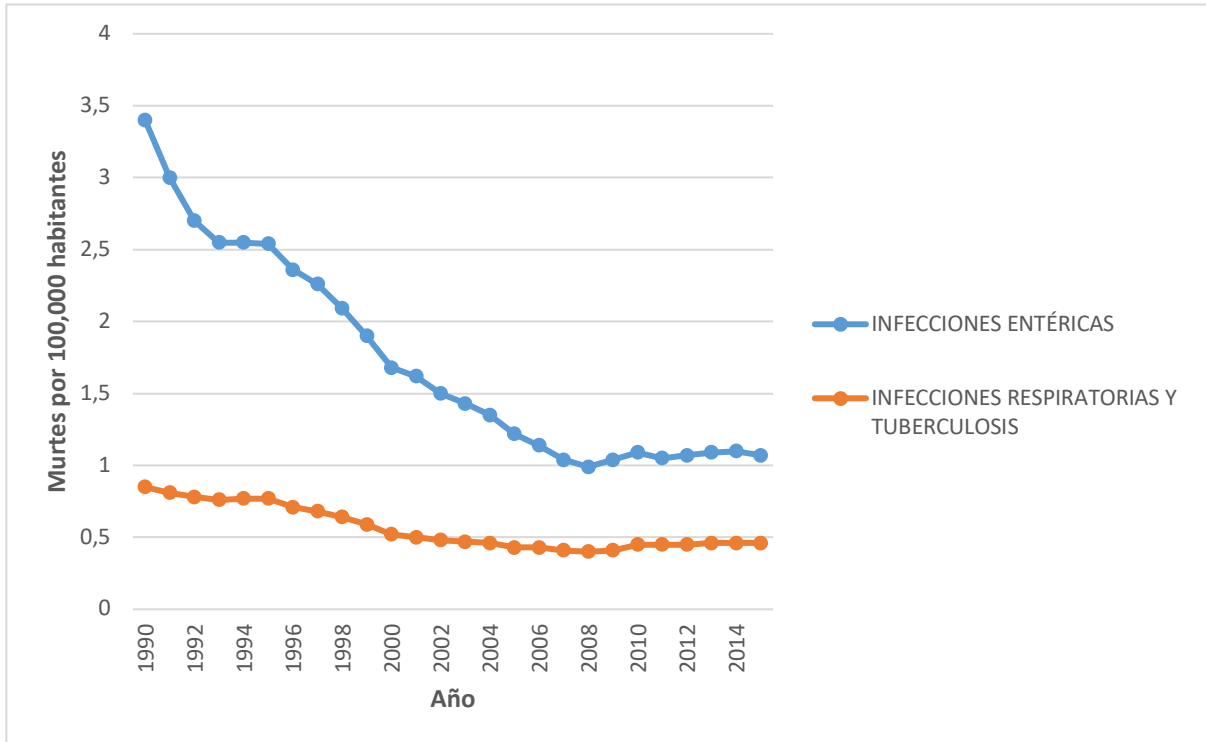


Fuente: Elaboración propia, con datos de <sup>(13)</sup>.

En el gráfico N° 3 se muestra cómo la exposición al plomo tiene tasas de mortalidad más altas, con respecto a la contaminación por radón residencial.

La exposición al plomo presenta un pico en 1996 y un descenso en el 2007, llegando a su tasa más alta para el 2015, con 9,32 de muertes por cada 100,000 habitantes.

**Gráfico N° 4. Evolución de las tasas de mortalidad atribuible a fuente de agua insegura, saneamiento inseguro y lavado de manos sin jabón como factor de riesgo ambiental en Costa Rica, según enfermedad en el período de 1990-2015 (tasas por 100,000 habitantes)**



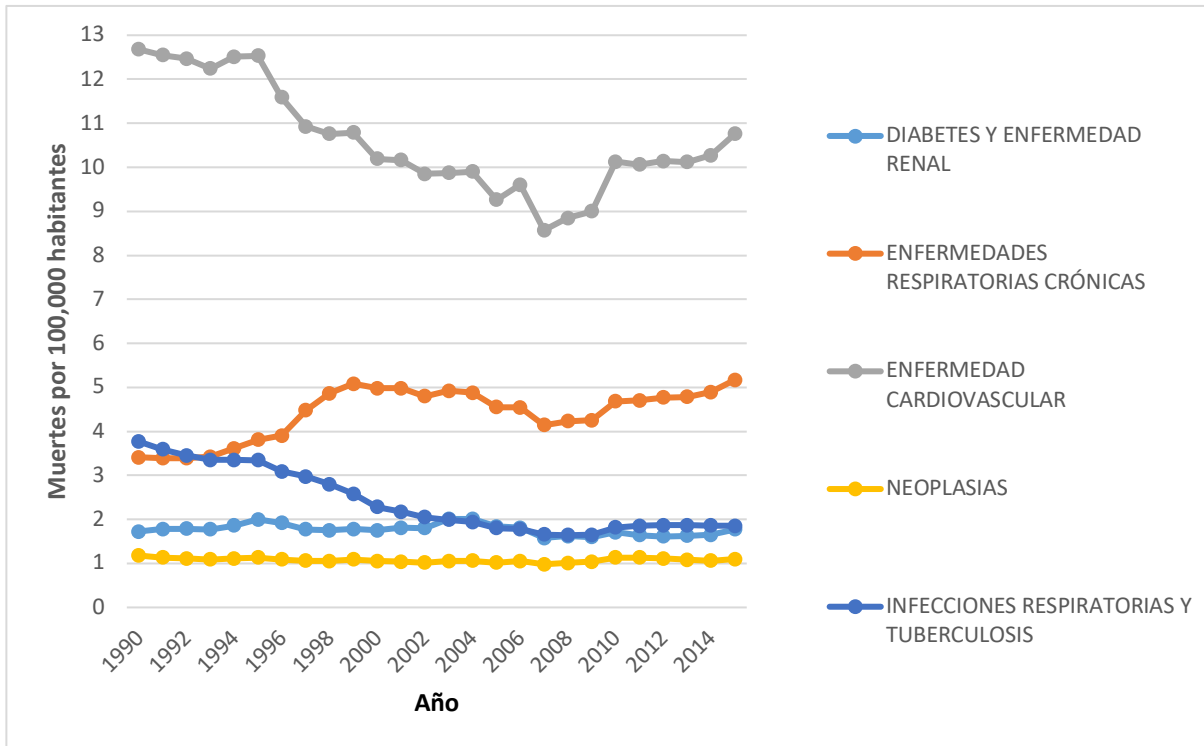
Fuente: Elaboración propia, con datos de <sup>(13)</sup>.

En el gráfico N° 4 se muestra cómo las enfermedades relacionadas con factores ambientales, como fuente de agua insegura, saneamiento inseguro y lavado de manos sin jabón son: las infecciones entéricas, las infecciones respiratorias y tuberculosis.

En el caso de las infecciones entéricas, presentan una disminución con el paso de los años muy importante, pasando de tasas de 3,4 muertes por 100,000 habitantes en Costa Rica para el año 1990, a 1,07 muertes por 100,000 habitantes para el 2015.

En el caso de las infecciones respiratorias y tuberculosis, estas se han mantenido en tasas que van entre 0 y 1 muertes por cada 100,000 habitantes.

**Gráfico N° 5. Evolución de las tasas de mortalidad atribuible a contaminación del aire como factor de riesgo ambiental en Costa Rica, según enfermedad en el período de 1990-2015 (tasas por 100,000 habitantes)**



Fuente: Elaboración propia, con datos de <sup>(13)</sup>.

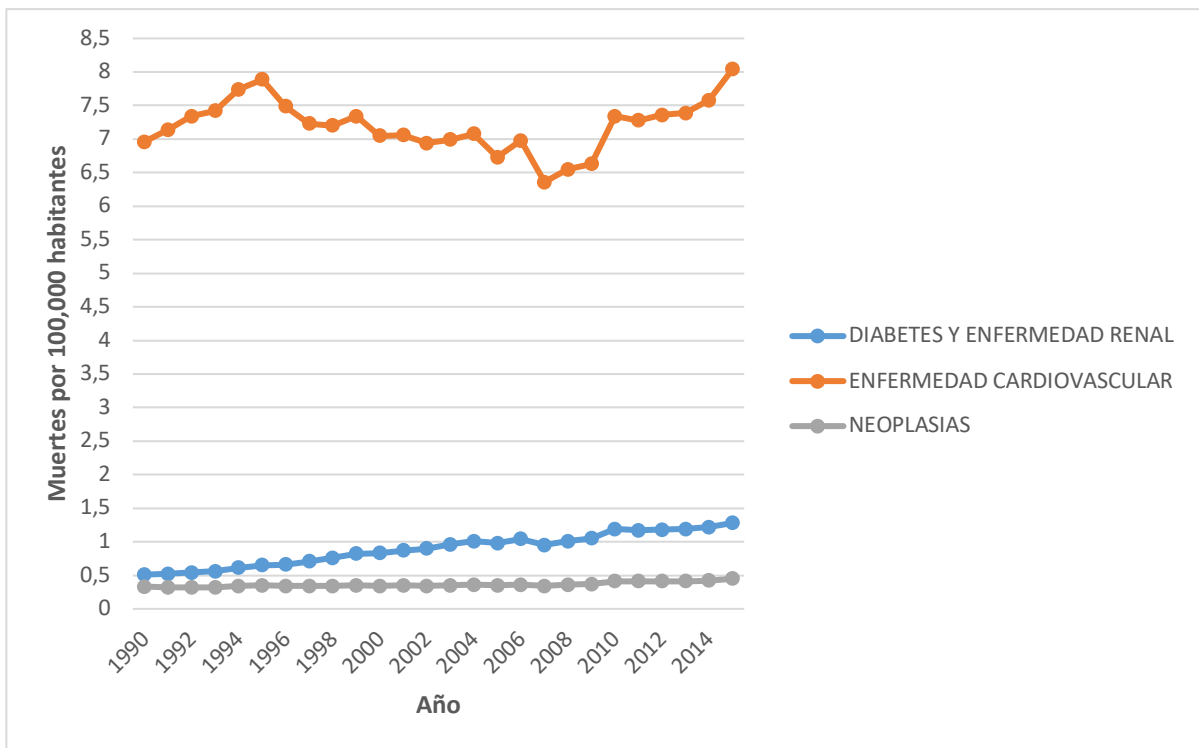
En el gráfico N° 5, con respecto a las enfermedades atribuibles a la contaminación del aire, se muestra que las 5 principales enfermedades relacionadas con dicho factor son la diabetes y enfermedad renal, las enfermedades respiratorias crónicas, enfermedad cardiovascular, neoplasias e infecciones respiratorias y tuberculosis.

La enfermedad con mayores tasas de mortalidad atribuibles a la contaminación del aire es la enfermedad cardiovascular, con una tasa máxima de 12,68 muertes por cada 100,000 habitantes.

Luego le siguen las enfermedades respiratorias crónicas, con tasas entre 3,41 y 5,17 muertes por cada 100,000 habitantes en Costa Rica, de 1990 al 2015.

La enfermedad con las tasas más bajas son las neoplasias, que se encuentran con tasas entre 1 y 2 muertes por cada 100,000 habitantes.

**Gráfico N° 6. Evolución de las tasas de mortalidad atribuibles a contaminación por radón residencial y exposición al plomo como factores de riesgo ambiental en Costa Rica, según enfermedad en el período de 1990-2015 (tasas por 100,000 habitantes)**

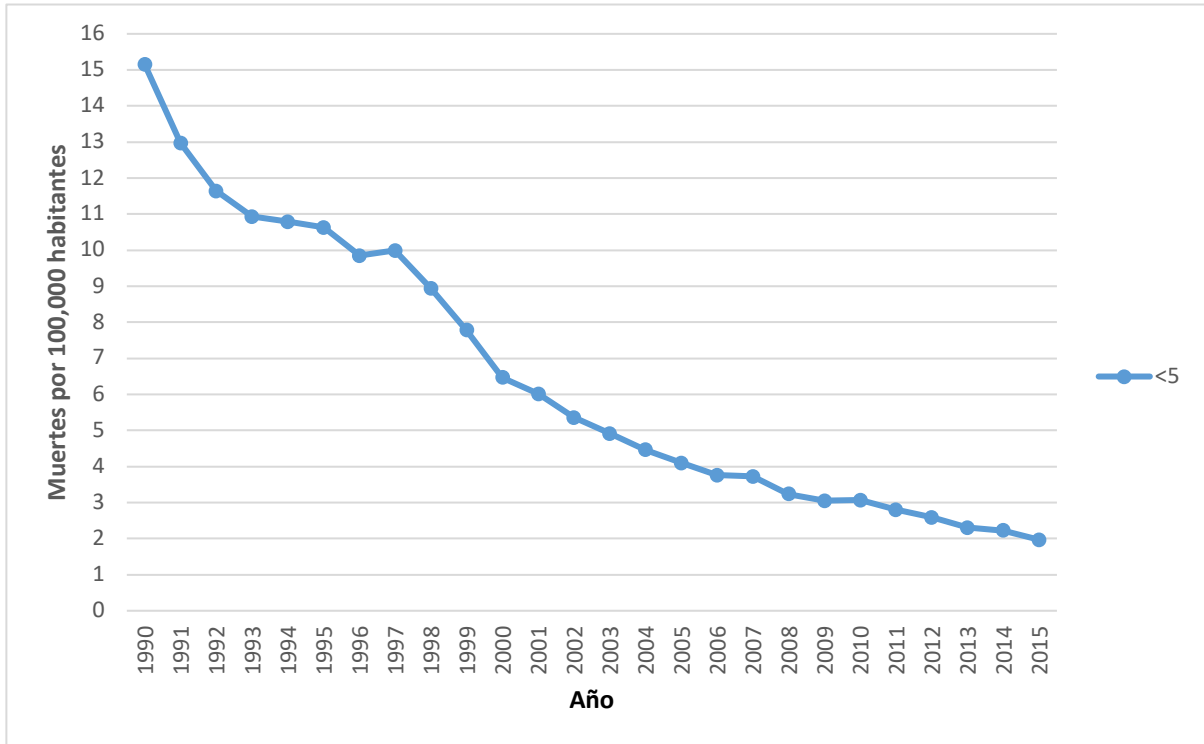


Fuente: Elaboración propia, con datos de <sup>(13)</sup>.

En el caso del gráfico N° 6, la enfermedad con mayor mortalidad atribuible a dichos factores es la enfermedad cardiovascular, con una tasa máxima de 8,04 muertes por cada 100,000 habitantes en Costa Rica, para el 2015.

Luego se encuentran la diabetes y enfermedad renal, así como las neoplasias, las cuales son similares en cuanto a la mortalidad atribuible a dichos factores, y relativamente bajas comparadas con la enfermedad cardiovascular.

**Gráfico N° 7. Evolución de las tasas de mortalidad atribuible a fuente de agua insegura, saneamiento inseguro y lavado de manos sin jabón como factores de riesgo ambiental en Costa Rica, según grupo etario (menores 5 años) en el período de 1990-2015 (tasas por 100,000 habitantes)**



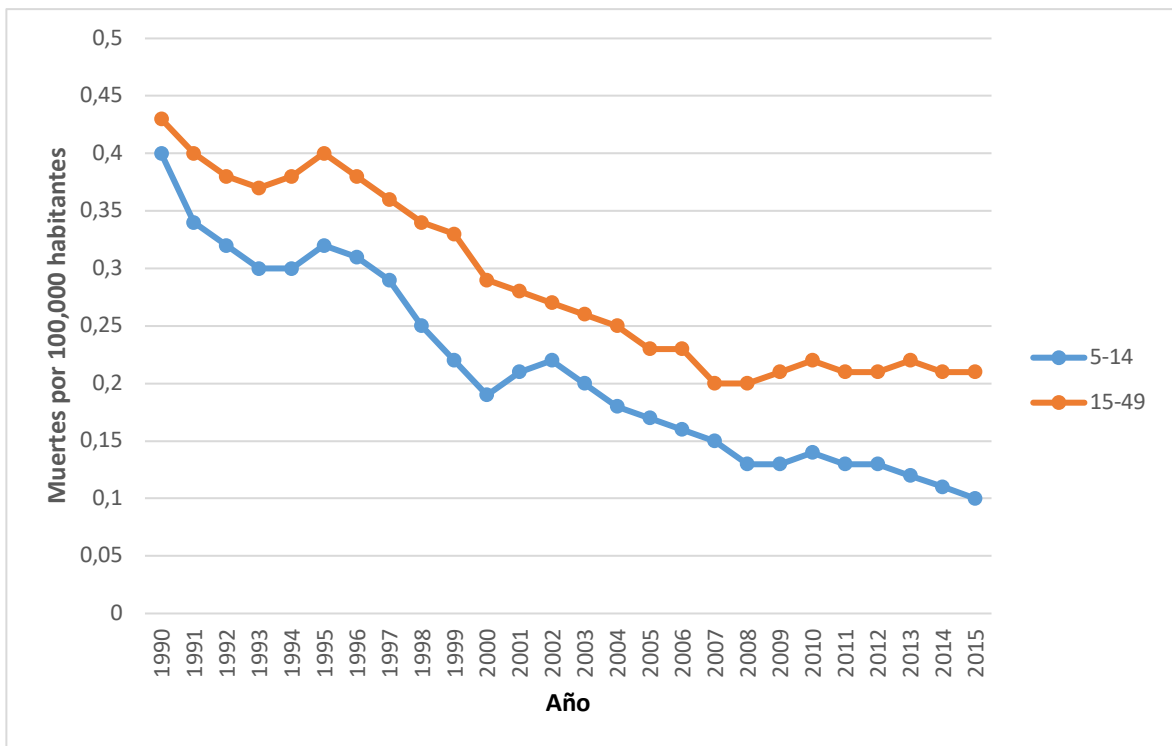
Fuente: Elaboración propia, con datos de <sup>(13)</sup>.

En el gráfico N° 7 se evidencia cómo los menores de 5 años tienen una alta mortalidad atribuible a dichos factores de riesgo.

Se puede observar cómo, con el paso de los años, las tasas de mortalidad han ido en descenso. La mayor tasa de mortalidad se presenta en 1990, con una de 15,15 muertes por cada 100,000 habitantes. A partir de 1990 presenta un descenso

progresivo, hasta llegar al 2015, donde se encuentra la tasa más baja, siendo esta de 1,97 muertes por cada 100,000 habitantes.

**Gráfico N° 8. Evolución de las tasas de mortalidad atribuible a fuente de agua insegura, saneamiento inseguro y lavado de manos sin jabón como factores de riesgo ambiental en Costa Rica, según grupo etario (de 5-14 y de 15-49 años) en el período de 1990-2015 (tasas por 100,000 habitantes)**



Fuente: Elaboración propia, con datos de <sup>(13)</sup>.

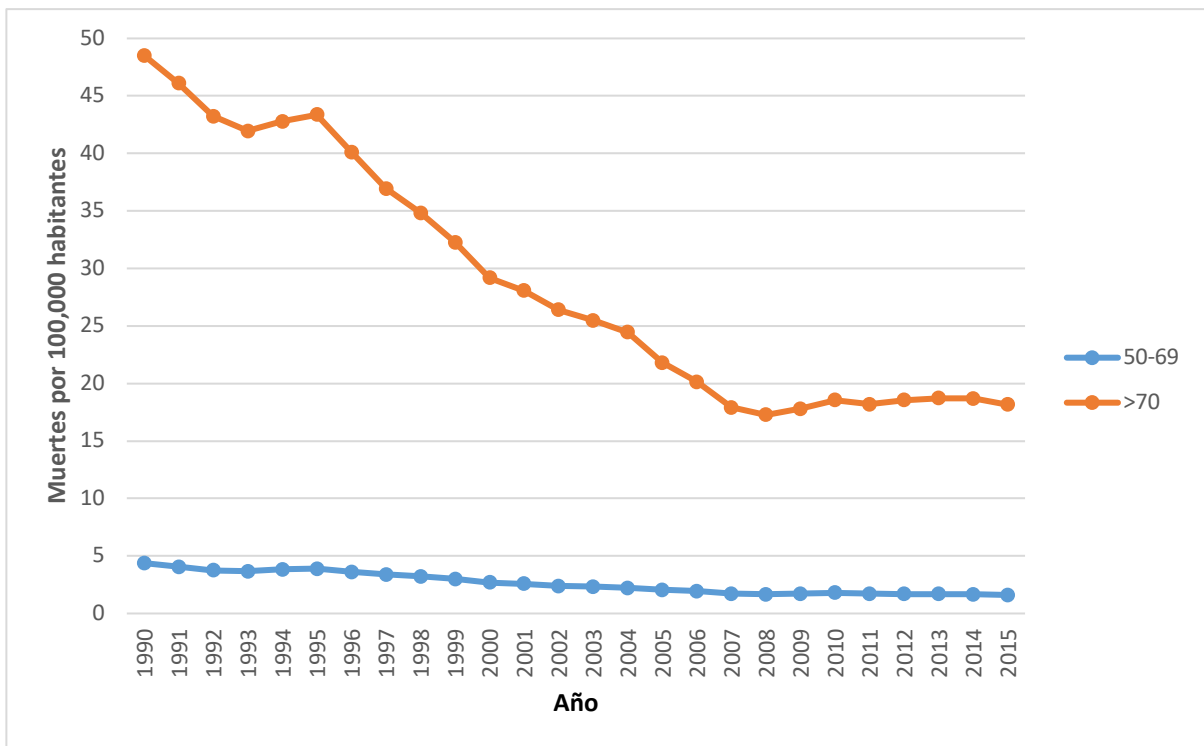
En el gráfico N° 8, ambos grupos etarios han ido en descenso con el paso de los años, manteniéndose el grupo de 5-14 años con tasas de mortalidad inferiores a los de 15-49 años.

Las tasas más altas en ambos grupos etarios se presentan en 1990. En el caso del grupo entre 5-14 años, es de 0,4 muertes por cada 100,000 habitantes, y el de 15-49 años presenta una tasa de 0,43 muertes por cada 100,000 habitantes.

Con respecto a las tasas más bajas, sí difieren una de otra con respecto al año, siendo para el grupo de 5-14 años en el 2015, con una tasa de 0,1 muertes por cada 100,000 habitantes, y para el grupo de 15-49 en el 2007, con una tasa de 0,2 muertes por cada 100,000 habitantes.

Al comparar estos dos grupos etarios con el anterior, que eran los menores de 5 años, se encuentran con tasas menores.

**Gráfico N° 9. Evolución de las tasas de mortalidad atribuible a fuente de agua insegura, saneamiento inseguro y lavado de manos sin jabón como factores de riesgo ambiental en Costa Rica, según grupo etario (de 50-69 y mayores de 70 años) en el período de 1990-2015 (tasas por 100,000 habitantes)**

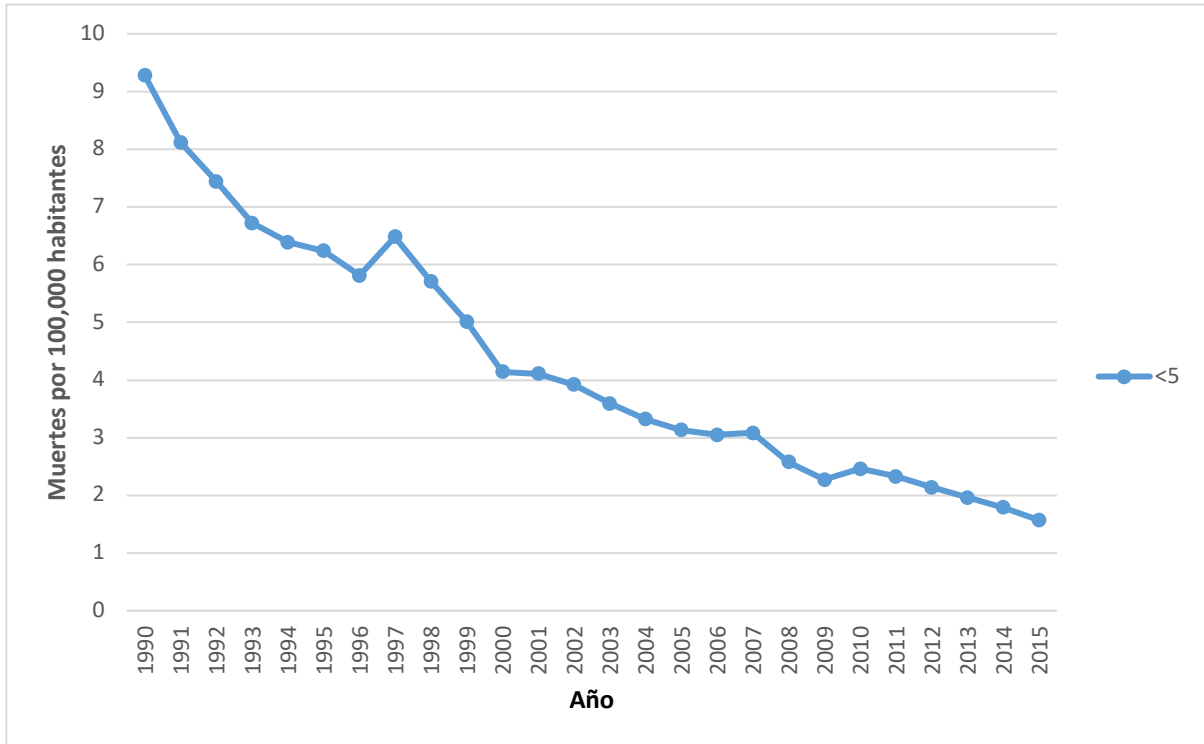


Fuente: Elaboración propia, con datos de <sup>(13)</sup>.

En este gráfico se muestra cómo el grupo etario de mayores de 70 años tiene tasas de mortalidad muy altas, relacionadas con una fuente de agua insegura, saneamiento inseguro y lavado de manos sin jabón, presentando la tasa de mortalidad más alta en 1990, con 48,52 muertes por cada 100,000 habitantes, y la tasa más baja en el 2008, con 17,26 muertes por cada 100,000 habitantes.

En el grupo de 50-69 años son tasas muy bajas comparadas con los demás grupos.  
Presenta la tasa más alta en 1990, con 4,38 muertes por cada 100,000 habitantes.

**Gráfico N° 10. Evolución de las tasas de mortalidad atribuible a contaminación del aire como factor de riesgo ambiental en Costa Rica, en menores de 5 años en el período de 1990-2015 (tasas por 100,000 habitantes)**

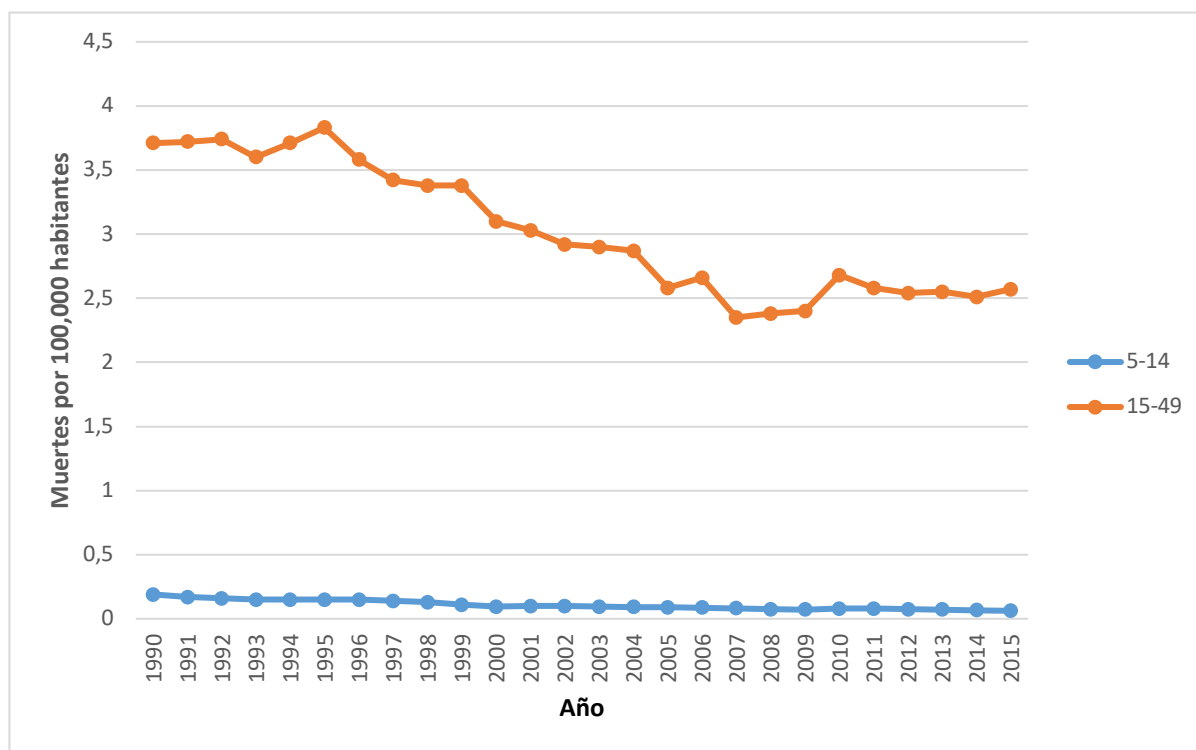


Fuente: Elaboración propia, con datos de <sup>(13)</sup>.

En el gráfico N° 10 se ve cómo hay una disminución en la mortalidad atribuible a contaminación del aire en menores de 5 años en Costa Rica, de 1990-2015.

Se demuestra cómo esta ha ido en descenso, y en 1997 hace un leve pico en la mortalidad, presentando una tasa de 6,48 muertes por cada 100,000 habitantes.

**Gráfico N° 11. Evolución de las tasas de mortalidad atribuible a contaminación del aire como factor de riesgo ambiental en Costa Rica, según grupo etario en el período de 1990-2015 (tasas por 100,000 habitantes)**



Fuente: Elaboración propia, con datos de <sup>(13)</sup>.

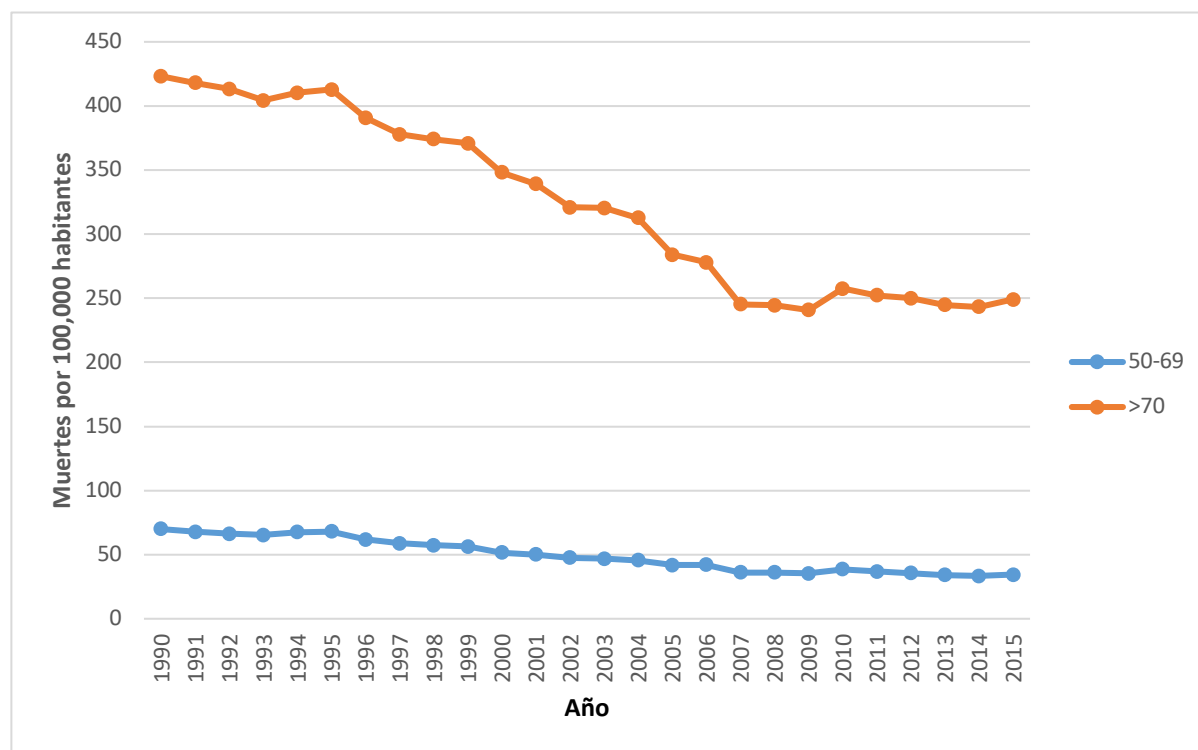
En el gráfico N° 11 se ve cómo el grupo etario entre 15-49 posee tasas más altas de mortalidad, comparadas con el que se encuentra entre los 5-14 años de edad.

Las personas con edades entre 15-49 años, si bien es cierto, las tasas de mortalidad han ido en descenso, presentan varios picos en los años 1995, 1999,

2004 y 2010, con tasas de 3,83, 3,38, 2,87 y 2,68 muertes por cada 100,000 habitantes, respectivamente.

En el grupo de 5-14 años de edad prácticamente son tasas muy bajas, con tasas inferiores a 0,5 muertes por cada 100,000 habitantes, desde 1990 hasta el 2015.

**Gráfico N° 12. Evolución de las tasas de mortalidad atribuible a contaminación del aire como factor de riesgo ambiental en Costa Rica, según grupo etario en el período de 1990-2015 (tasas por 100,000 habitantes)**



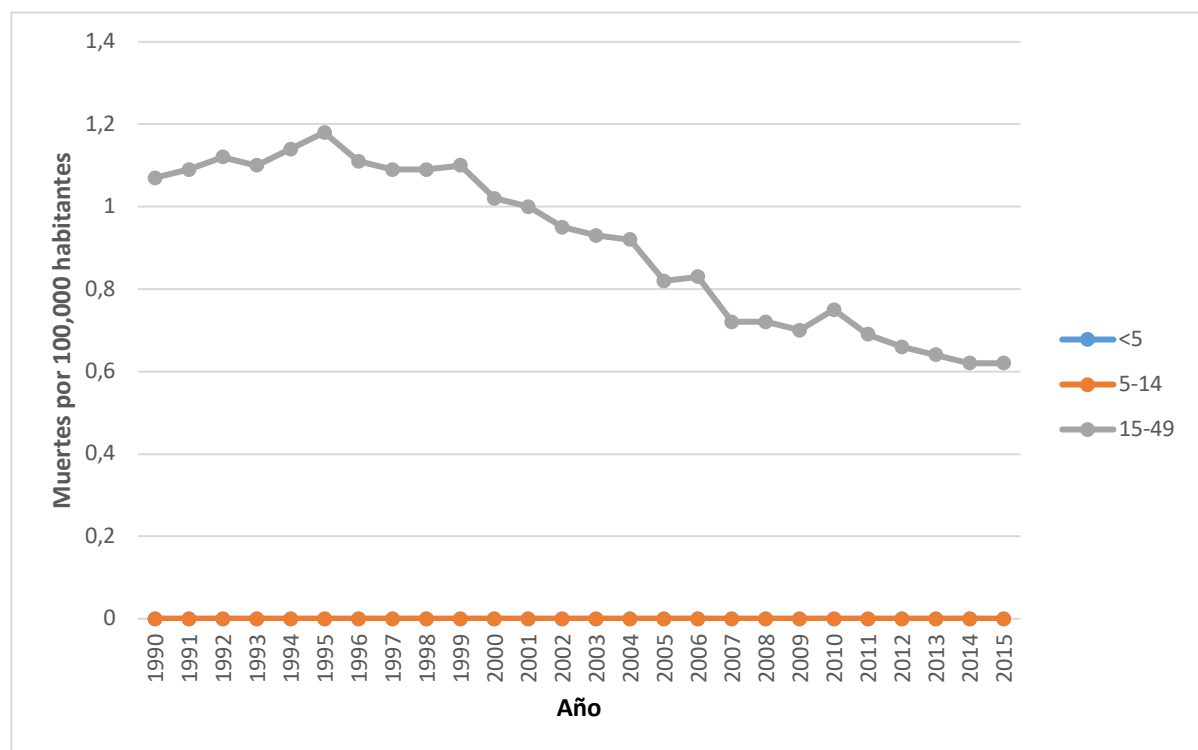
Fuente: Elaboración propia, con datos de <sup>(13)</sup>.

En el gráfico anterior se muestra cómo uno de los grupos etarios con mayor mortalidad atribuible a la contaminación del aire es el de los mayores de 70 años.

Sin embargo, ha venido en descenso con el paso de los años, de una tasa de mortalidad de 423,17 muertes por cada 100,000 habitantes en 1990, a 249,06 muertes por cada 100,000 habitantes para el 2015.

En el caso de la mortalidad atribuible a contaminación del aire, en el grupo etario de 50-69, las tasas son mucho más bajas, comparadas con las de los mayores de 70 años, siendo la más alta de 69,94 muertes por cada 100,000 habitantes en 1990, y con tendencia al descenso con el paso de los años.

**Gráfico N° 13. Evolución de las tasas de mortalidad atribuible a otros factores de riesgo ambientales en Costa Rica, según grupo etario en el período de 1990-2015 (tasas por 100,000 habitantes)**



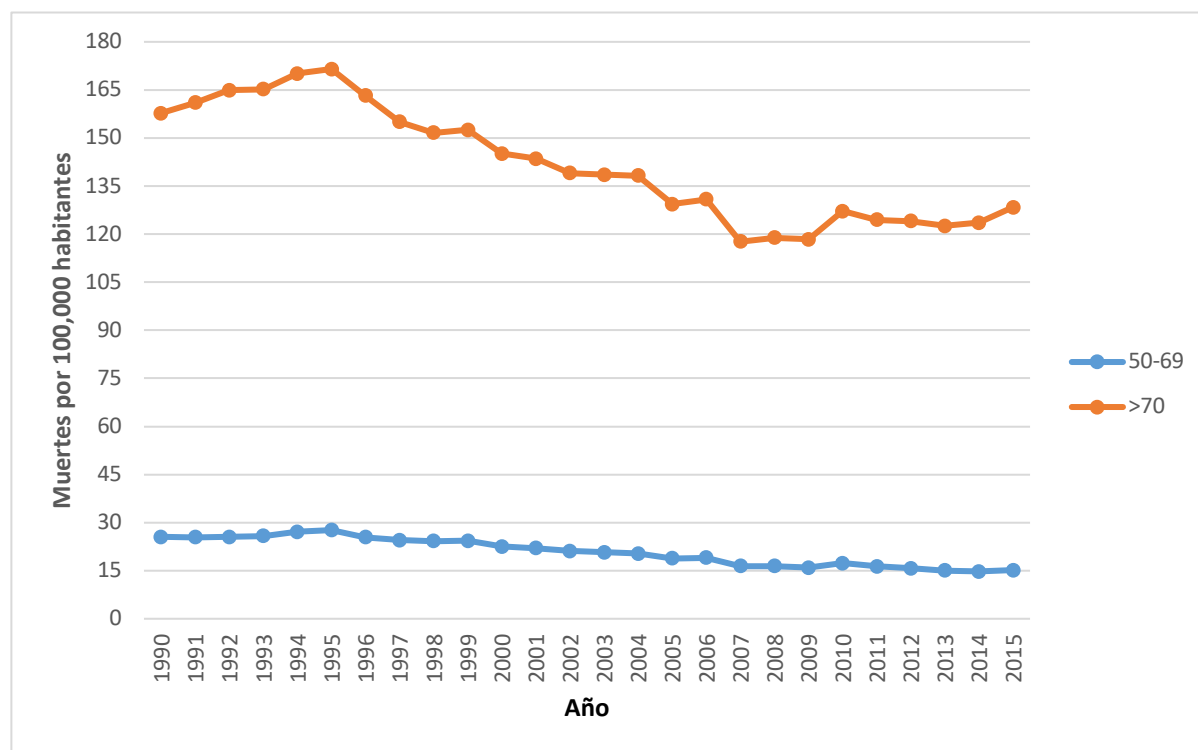
Fuente: Elaboración propia, con datos de <sup>(13)</sup>.

En el caso de los dos grupos etarios menores, donde están los menores de 5 años y los de 5 a 14 años, estos no tienen ningún registro de mortalidad atribuible a dichos factores.

No así es el caso de los habitantes entre 15-49 años, donde ya hay registro de mortalidad atribuible a dicho factor. La tasa mayor se registra en 1995, con una tasa

de 1,18 muertes por cada 100,000 habitantes. Posterior a dicha fecha, comienzan en descenso las tasas de mortalidad, presentando la menor tasa en el 2015, con 0,62 muertes por cada 100,000 habitantes.

**Gráfico N° 14. Evolución de las tasas de mortalidad atribuible a otros factores de riesgo ambientales en Costa Rica, según grupo etario en el período de 1990-2015 (tasas por 100,000 habitantes)**



Fuente: Elaboración propia, con datos de <sup>(13)</sup>.

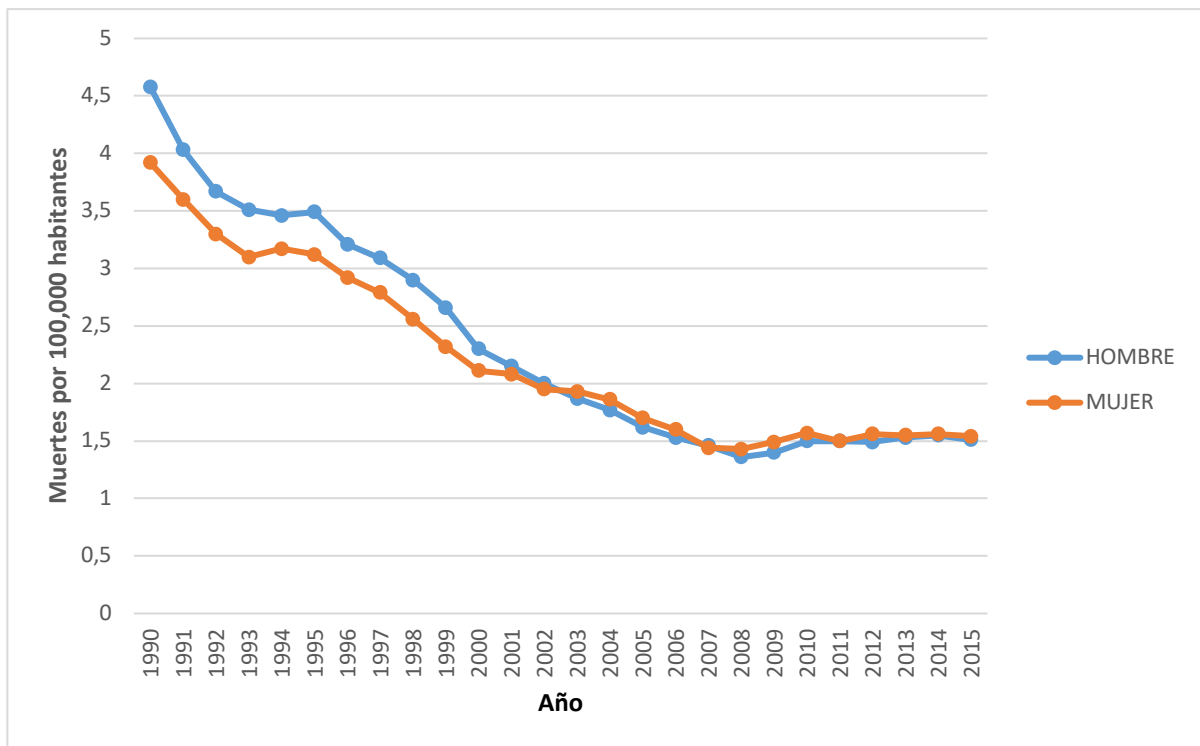
En este gráfico se muestra cómo los grupos etarios mayores son los más afectados, en cuanto a la contaminación por radón residencial y a la exposición del plomo.

Las mayores tasas se encuentran en el grupo etario de los mayores de 70 años, teniendo un pico en 1995, con una tasa de 171,52 muertes por cada 100,000 habitantes en Costa Rica. A partir de dicha fecha va en descenso, hasta el 2015.

La menor tasa de mortalidad que se presenta en el grupo etario de los mayores de 70 años se registra en el 2007, con una tasa de 117,64 muertes por cada 100,000 habitantes.

En el caso del grupo etario entre los 50-69 años de edad, tiene tasas de mortalidad mucho más bajas, comparadas con los mayores de 70 años, estando estas por debajo de 30 muertes por cada 100,000 habitantes desde 1990 hasta el 2015. La mayor tasa de mortalidad de dicho grupo se encuentra en 1995, con una tasa de 27,66 muertes por cada 100,000 habitantes. Con respecto a la menor tasa registrada en el grupo etario de los 50-69 años, se presenta en el 2014, con una tasa de 14,78 muertes por cada 100,000 habitantes.

**Gráfico N° 15. Evolución de las tasas de mortalidad atribuible a fuente de agua insegura, saneamiento inseguro y lavado de manos sin jabón como factores de riesgo ambientales en Costa Rica, según sexo en el período de 1990-2015 (tasas por 100,000 habitantes)**



Fuente: Elaboración propia, con datos de <sup>(13)</sup>.

En el gráfico N° 15 se ve cómo, al inicio, entre los años 1990 y el 2001, hay una leve diferencia en cuanto a las tasas de mortalidad entre ambos sexos, siendo relativamente mayor en los hombres.

A partir del 2001 estas tasas de mortalidad son muy similares en ambos sexos, continuando en descenso hasta el 2015.

**Gráfico N° 16. Evolución de las tasas de mortalidad atribuible a contaminación del aire como factor de riesgo ambiental en Costa Rica, según sexo en el período de 1990-2015 (tasas por 100,000 habitantes)**

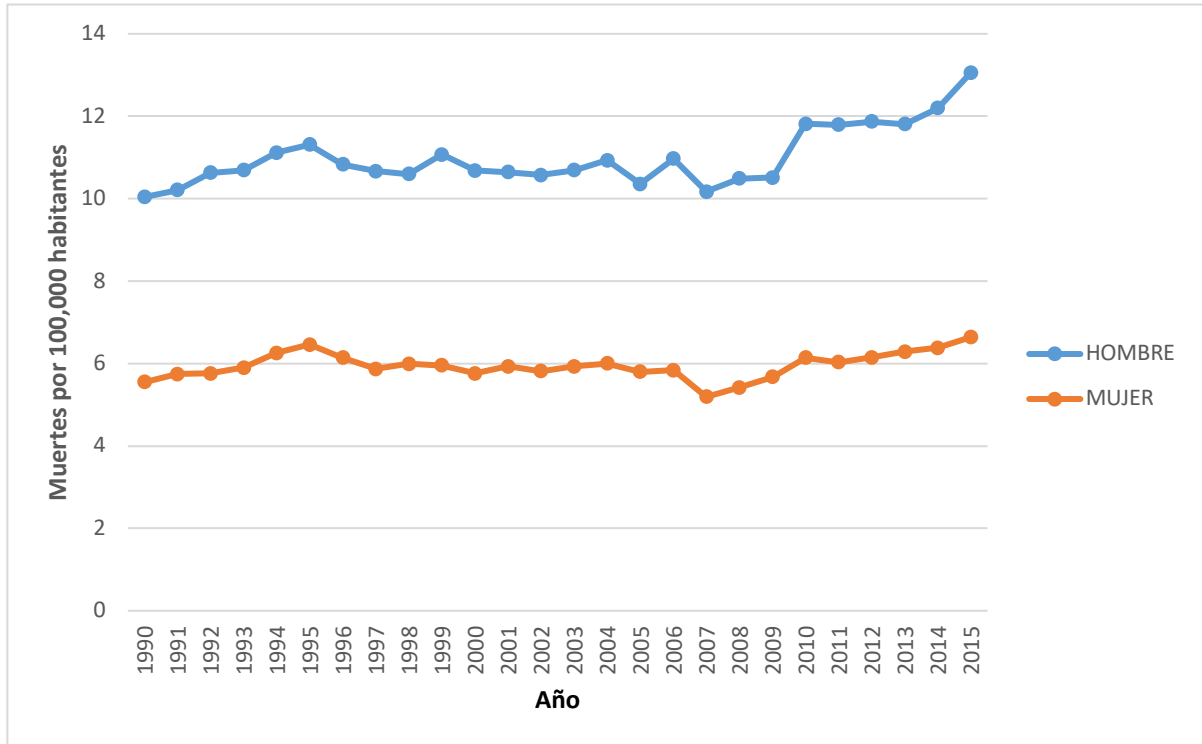


Fuente: Elaboración propia, con datos de <sup>(13)</sup>.

En cuanto a la comparación de la mortalidad atribuible a la contaminación del aire en Costa Rica según sexo, es evidente cómo el hombre posee tasas mayores con el paso de los años, presentando la mayor tasa de 25,07 muertes por cada 100,000 habitantes en el 2015.

En ambos casos se da una leve disminución de las tasas de mortalidad en el 2007, pero, sin embargo, vuelven a elevarse en los años posteriores.

**Gráfico N° 17. Evolución de las tasas de mortalidad atribuible a otros factores de riesgo ambientales en Costa Rica, según sexo en el período de 1990-2015 (tasas por 100,000 habitantes)**



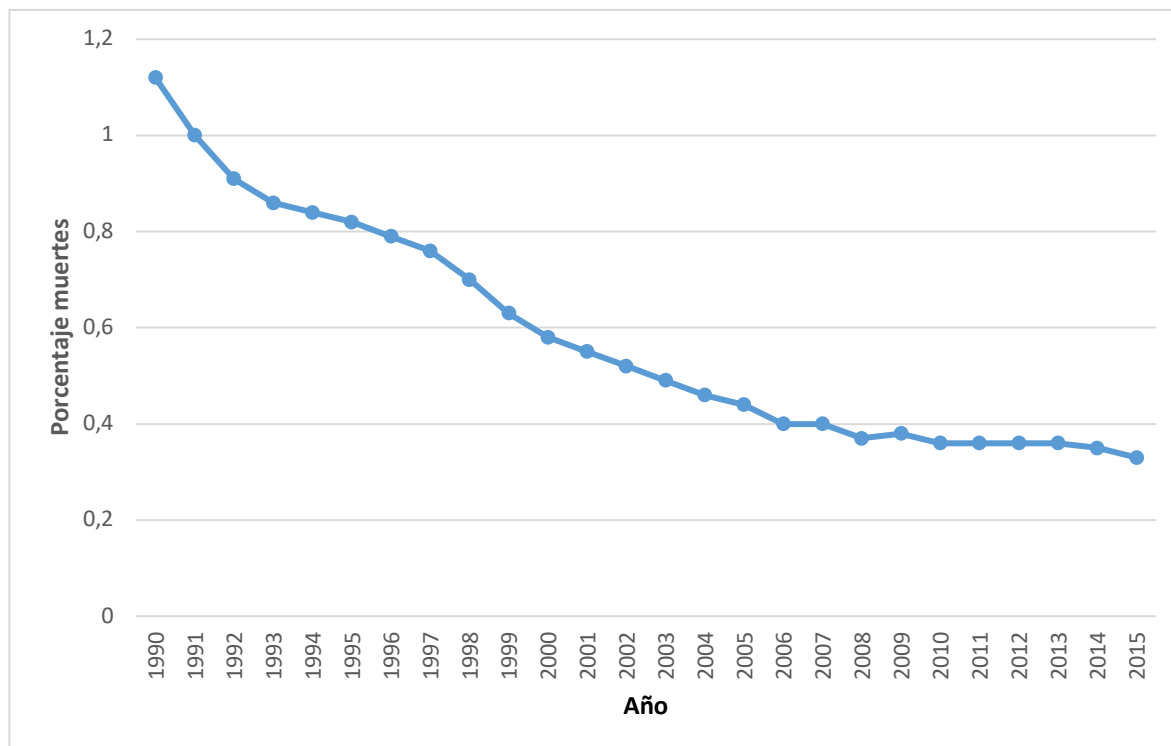
Fuente: Elaboración propia, con datos de <sup>(13)</sup>.

En el gráfico anterior se muestra cómo hay una marcada diferencia entre la mortalidad atribuible a la contaminación por radón residencial y la exposición al plomo entre hombres y mujeres.

Son los hombres quienes presentan una mayor mortalidad atribuible a la contaminación por radón residencial y la exposición al plomo, presentando la mayor tasa en el 2015, con 13,06 muertes por cada 100,000 habitantes.

En el caso de las mujeres, alcanzan la mayor tasa de mortalidad en el 2015, con 6,64 muertes por cada 100,000 habitantes.

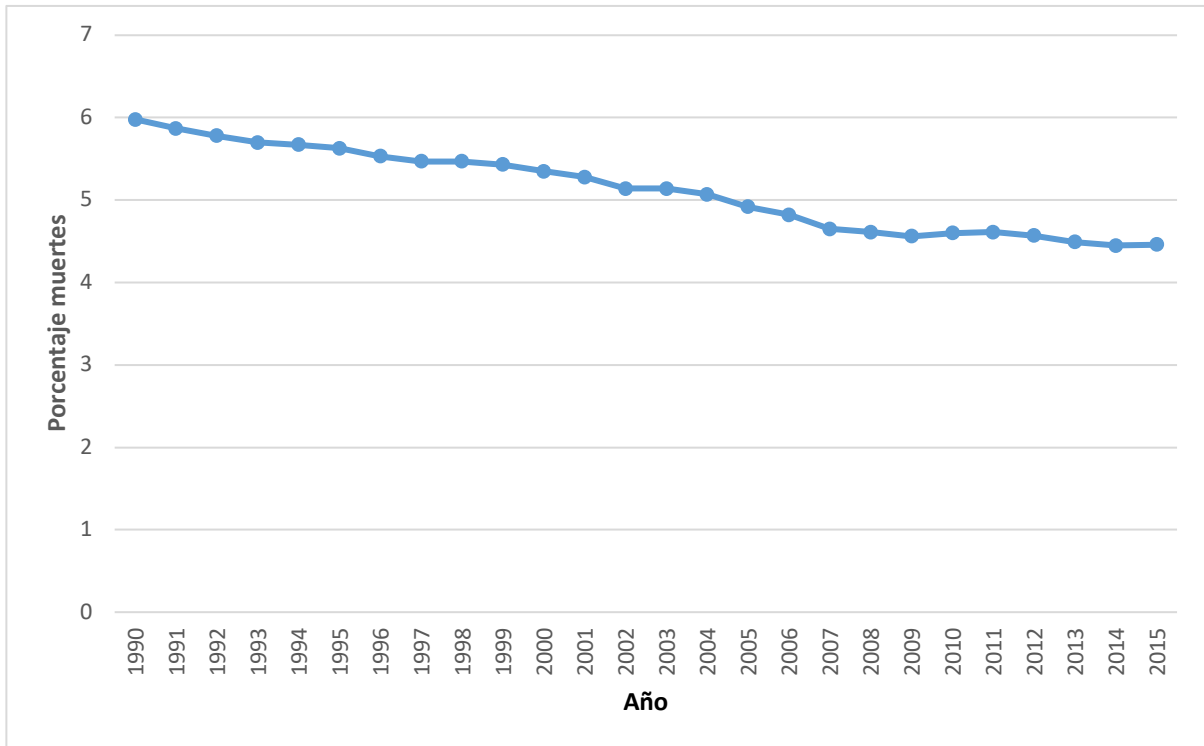
**Gráfico N° 18. Tendencia del valor porcentual de mortalidad atribuible a fuente de agua insegura, saneamiento inseguro y lavado de manos sin jabón como factores de riesgo ambientales en Costa Rica en el período de 1990-2015**



Fuente: Elaboración propia, con datos de <sup>(13)</sup>.

Es notorio cómo, con el paso de los años, el porcentaje de muertes atribuible a fuente de agua insegura, saneamiento inseguro y lavado de manos sin jabón ha ido en descenso, pasando de 1,12% de muertes en 1990 a 0,33% de muertes en el 2015.

**Gráfico N° 19. Tendencia del valor porcentual de mortalidad atribuible a la contaminación del aire como factor de riesgo ambiental en Costa Rica en el período de 1990-2015**

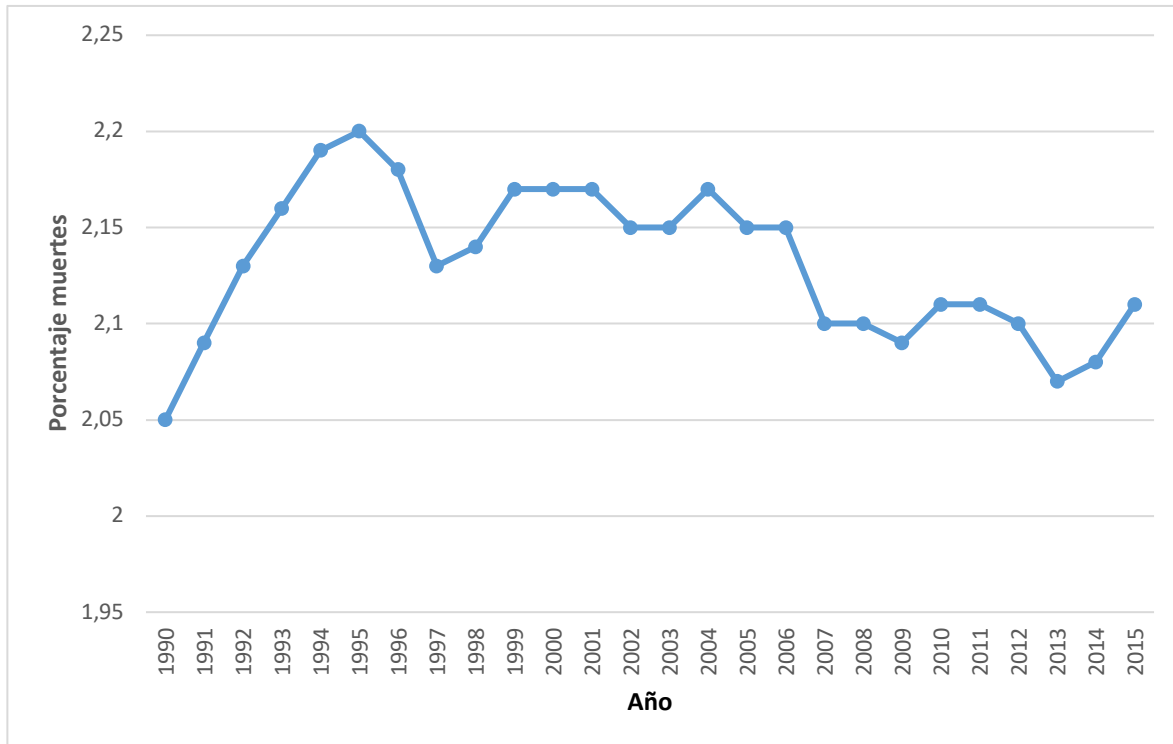


Fuente: Elaboración propia, con datos de <sup>(13)</sup>.

En dicho gráfico se observa cómo el porcentaje de muertes atribuible a contaminación del aire se ha mantenido, con el paso de los años, entre un 4% y un 5%.

Su disminución ha sido poca con el paso de los años; sin embargo, es importante que no ha aumentado, presentando el menor porcentaje de mortalidad en el 2015, con 4,46%.

**Gráfico N° 20. Tendencia del valor porcentual de mortalidad atribuible a otros factores de riesgo ambientales en Costa Rica en el período de 1990-2015**



Fuente: Elaboración propia, con datos de <sup>(13)</sup>.

En el gráfico anterior, se evidencia que los porcentajes por contaminación por radón residencial y exposición al plomo han variado considerablemente con el paso de los años.

Para 1990 había un 2,05% de muertes, presentando un pico en 1995, con 2,2% de muertes, siendo este año en el cual se registra el mayor porcentaje.

A partir de 1995 continúa muy variable, presentando picos de descenso y ascenso, reportando en el 2013 el porcentaje más bajo, con 2,07%.



**CAPÍTULO V:**  
**DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**



## **5.1 DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN O EXPLICACIÓN DE LOS RESULTADOS**

Los resultados de esta investigación revelan que la mortalidad atribuible a factores de riesgo ambientales en Costa Rica va en descenso con el paso de los años, con excepción de la mortalidad atribuible a la contaminación por partículas ambientales, que va en aumento conforme avanzan los años.

En cuanto a las tasas de mortalidad atribuible a factores ambientales, en lo que respecta a fuente de agua insegura, saneamiento inseguro y lavado de manos sin jabón, la mayor tasa de mortalidad se registra en 1990, siendo de 2,51 muertes por cada 100,000 habitantes. En el caso de la contaminación del aire, la tasa más elevada es para el 2015, siendo específicamente de la contaminación por partículas ambientales una tasa de 16,11 muertes por cada 100,000 habitantes. Y en el caso de otros factores ambientales, la mayor tasa se presenta para el 2015, específicamente por contaminación con radón residencial, con una tasa de 9,32 muertes por cada 100,000 habitantes.

La mayor tasa de mortalidad atribuible a factores de riesgo ambientales en Costa Rica la obtiene la contaminación del aire, específicamente la contaminación por partículas ambientales, siendo esta de 16,11 muertes por cada 100,000 habitantes.

La evolución de la mortalidad a lo largo de los años ha ido en descenso en general, con excepción de la contaminación del aire por partículas ambientales y la contaminación por radón residencial, que ha ido en aumento. En el caso de la

contaminación del aire sí ha sido más marcado su aumento, pasando de una tasa de 9,82 muertes por cada 100,000 habitantes para 1990, a una tasa de 16,11 muertes por cada 100,000 habitantes para el 2015.

En cuanto a las tasas de mortalidad según enfermedad, estas varían según el factor de riesgo ambiental. En el caso de fuente de agua insegura, saneamiento inseguro y lavado de manos sin jabón, tanto las infecciones entéricas como las infecciones respiratorias y tuberculosis presentan un descenso con el paso de los años. Sin embargo, es más notorio el descenso marcado que se da desde 1990 hasta el 2008, pasando de una tasa de 3,4 muertes por cada 100,000 habitantes a 0,99 muertes por cada 100,000 habitantes respectivamente.

En el caso de la contaminación del aire, son 5 las enfermedades atribuibles, entre ellas: diabetes y enfermedad renal, enfermedades respiratorias crónicas, enfermedad cardiovascular, neoplasias y enfermedades respiratorias y tuberculosis.

De estas enfermedades, la que mayor tasa de mortalidad presenta es la cardiovascular, presentando la mayor tasa de mortalidad en 1990, siendo de 12,68 muertes por cada 100,000 habitantes. A partir de dicho año se da un ligero descenso, llegando a una tasa de 10,76 muertes por cada 100,000 habitantes en el 2015. La menor tasa de mortalidad atribuible a dicha enfermedad se da en el 2007, con una tasa de 8,57 muertes por cada 100,000 habitantes.

La segunda enfermedad con tasas de mortalidad más elevadas atribuibles a la contaminación del aire son las enfermedades respiratorias crónicas, las cuales, con

el paso de los años, han ido en aumento, pasando de una tasa de mortalidad de 3,41 muertes por cada 100,000 habitantes en 1990, a una tasa de mortalidad de 5,17 muertes por cada 100,000 habitantes en el 2015.

En el caso de las infecciones respiratorias, la tuberculosis, la diabetes y la enfermedad renal presentan una diferencia en cuanto a las tasas de mortalidad en los años de 1990 hasta el 2002; a partir de este año prácticamente se igualan. Las tasas de mortalidad para los años de 1990, según infecciones respiratorias, tuberculosis, diabetes y enfermedad renal respectivamente, son de 3,77 muertes por cada 100,000 habitantes, y 1,72 muertes por cada 100,000 habitantes.

Las menores tasas de mortalidad atribuibles a la contaminación del aire son para las neoplasias, las cuales se han mantenido con el paso de los años.

En cuanto a las enfermedades atribuibles a la contaminación por radón residencial y la exposición al plomo, la enfermedad con mayores tasas de mortalidad es la cardiovascular, siendo esta muy fluctuante con el paso de los años. La mayor tasa de mortalidad por enfermedad cardiovascular se presentó en el 2015, con una tasa de 8,04 de muertes por cada 100,000 habitantes. Hubo una disminución en el 2007, con una tasa de 6,36 muertes por cada 100,000 habitantes.

Las otras dos enfermedades atribuibles a la mortalidad por otros factores ambientales son la diabetes y enfermedad renal, así como las neoplasias. Estas presentan tasas similares en los primeros años, pero a partir de 1996 se comienzan a distanciar un poco, siendo mayores las tasas de mortalidad por diabetes y

enfermedad renal. La tasa de mortalidad más alta por diabetes y enfermedad renal se registra en el 2015, con una tasa de 1,28 muertes por cada 100,000 habitantes.

Si se comparan las tasas de mortalidad atribuible a los grandes grupos de factores de riesgo ambientales según grupo etario, estas varían según cada factor, y dependiendo de este, así se ve reflejado cuál grupo etario presenta las tasas de mortalidad más bajas, así como las más altas.

En el caso de fuente de agua insegura, saneamiento inseguro y lavado de manos sin jabón, el grupo etario con las tasas de mortalidad más altas son los menores de 5 años y los mayores de 70 años. Entre los 5 y 69 años las tasas de mortalidad atribuibles a dicho factor son muy bajas y poco significativas, comparadas con los otros dos grupos.

La tasa de mortalidad más alta atribuible a fuente de agua insegura, saneamiento inseguro y lavado de manos sin jabón se presenta en 1990, con una tasa de 48,52 muertes por cada 100,000 habitantes, en el grupo etario de los mayores de 70 años.

A pesar de estas tasas de mortalidad, en todos los grupos etarios han ido en descenso con el paso de los años.

Por otra parte, están las tasas de mortalidad atribuibles a la contaminación del aire, las cuales, en todos los grupos etarios, han disminuido con el paso de los años. Las tasas de mortalidad más altas se encuentran en el grupo etario de los mayores de 70 años, siendo la más alta en 1990, con una tasa de 423,17 muertes por cada 100,000 habitantes.

El grupo etario con las tasas de mortalidad más bajas comprende aquel que se encuentra entre los 5 y 14 años, reportándose la tasa más baja en el 2015, con una tasa de 0,062 muertes por cada 100,000 habitantes.

En el caso de otros factores de riesgo ambientales, no es la excepción que se presentan las mayores tasas de mortalidad en los mayores de 70 años. La mayor tasa de mortalidad se registra en 1995, con una tasa de 171,52 muertes por cada 100,000 habitantes. En el caso de los grupos etarios menores de 5 años y de 5 a 14 años, no se registran tasas de mortalidad atribuibles a dichos factores.

En dicho grupo etario, que presenta las tasas de mortalidad más altas, estas tienden a disminuir con el paso de los años, de igual forma que los demás grupos que, aunque presentan tasas de mortalidad mucho más bajas, aun así tienen la misma tendencia a disminuir con el paso de los años.

Si se hace referencia a la mortalidad atribuible a factores ambientales según sexo, en todos los casos las tasas de mortalidad son más altas en los hombres. Solo en el caso de fuente de agua insegura, saneamiento inseguro y lavado de manos sin jabón se igualan las tasas en el 2001, y se mantienen muy similares hasta el 2015. La tasa más alta de mortalidad la tienen los hombres en el 2015, con una tasa de 25,07 muertes por cada 100,000 habitantes, la cual es atribuible a la contaminación del aire.

Con respecto al comportamiento de dichas tasas de mortalidad según sexo, se ve que, en el caso de fuente de agua insegura, saneamiento inseguro y lavado de

manos sin jabón, tienen una tendencia a disminuir con el paso de los años, no así en el caso de la contaminación del aire y otros factores de riesgo ambientales, los cuales, si bien es cierto, presentan algún grado de descenso con el paso de los años, estos tienden a aumentar en los últimos 5 años aproximadamente.

Si se compara la tendencia con el paso de los años en todos los casos, hay un descenso de las tasas de mortalidad. Sin embargo, en el caso de la contaminación por radón residencial y la exposición al plomo, este ha sido fluctuante con el paso de los años, presentando picos de descensos y aumentos, pero, a pesar de esto, sí hay disminución en los últimos años.

En Costa Rica existe la ley N° 7554, denominada Ley Orgánica del Ambiente, promulgada en 1996, la cual lo que busca es dotar de instrumentos necesarios para conseguir un ambiente sano y ecológicamente equilibrado <sup>(44)</sup>. En el artículo 49 se habla de lo que respecta el aire, haciendo referencia a que el aire es patrimonio común, y debe utilizarse sin lesionar el interés general de los habitantes de la nación. El capítulo 50 está relacionado con el agua, haciendo mención de que “el agua es de dominio público, su conservación y uso sostenible son de interés social”.

(45)

En Costa Rica, la Ley General de Salud establece, en su artículo 295, la prohibición a toda persona, física o jurídica, sobre la descarga, emisión o emanación de contaminantes atmosféricos de naturaleza y en proporciones prohibidas, resultantes de sus actividades personales, domésticas, industriales, comerciales o de cualquier otra índole, que cause o contribuya a la contaminación atmosférica.

Además, el país cuenta actualmente con el Reglamento sobre inmisión de contaminantes atmosféricos (Decreto N° 30221-S); este regula los contaminantes tanto primarios como secundarios, categorizados como contaminantes criterio <sup>(46)</sup>.

En el siguiente cuadro se muestran los límites máximos admisibles registrados en este decreto, como también las normativas de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA, por sus siglas en inglés), la Comisión Europea, y el criterio que tiene la OMS referente a estos contaminantes.

**Tabla N° 3. Estándares nacionales e internacionales de contaminantes, criterio de calidad del aire**

Contaminante	Escala temporal	<sup>a</sup> Norma Costa Rica	<sup>b</sup> Norma USEPA	<sup>c</sup> Norma Europea	<sup>d</sup> Criterio OMS
Partículas PM <sub>10</sub>	24 horas	150 µg/m <sup>3</sup>	150 µg/m <sup>3</sup>	50 µg/m <sup>3</sup>	50 µg/m <sup>3</sup>
	Promedio anual	50 µg/m <sup>3</sup>	-	40 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>
Partículas PM <sub>2.5</sub>	24 horas	No existe reglamentación	35 µg/m <sup>3</sup>	-	25 µg/m <sup>3</sup>
	Promedio anual		15 µg/m <sup>3</sup>	25 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>
Dióxido de nitrógeno NO <sub>2</sub>	1 hora	400 µg/m <sup>3</sup>	190 µg/m <sup>3</sup>	200 µg/m <sup>3</sup>	200 µg/m <sup>3</sup>
	Promedio anual	100 µg/m <sup>3</sup>	100 µg/m <sup>3</sup>	40 µg/m <sup>3</sup>	40 µg/m <sup>3</sup>
	10 minutos	-	-	-	500 µg/m <sup>3</sup>

Contaminante	Escala temporal	<sup>a</sup> Norma Costa Rica	<sup>b</sup> Norma USEPA	<sup>c</sup> Norma Europea	<sup>d</sup> Criterio OMS
Dióxido de azufre SO <sub>2</sub>	1 hora	-	980 µg/m <sup>3</sup>	350 µg/m <sup>3</sup>	-
	3 horas	1500 µg/ m <sup>3</sup>	650 µg/m <sup>3</sup>	-	-
	24 horas	365 µg/ m <sup>3</sup>	-	125 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>
	Promedio anual	80 µg/ m <sup>3</sup>	-	-	-
Monóxido de carbono CO	1 hora	40 µg/m <sup>3</sup>	40 µg/m <sup>3</sup>	-	-
	8 horas	10 mg/m <sup>3</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>	-
Ozono O <sub>3</sub>	1 hora	160 µg/m <sup>3</sup>	-	-	-
	8 horas	-	150 µg/m <sup>3</sup>	120 µg/m <sup>3</sup>	100 µg/m <sup>3</sup>
Plomo Pb	3 meses	-	0,15 µg/m <sup>3</sup>	-	-
	Promedio anual	0,5 µg/m <sup>3</sup>	-	0,5 µg/m <sup>3</sup>	-

<sup>a</sup> Reglamento sobre inmisión de contaminantes atmosféricos. Decreto N° 30221-S

<sup>b</sup> National Ambient Air Quality Standards (NAAQS), USEPA.

<sup>c</sup> Air Quality Standards, European Commission.

<sup>d</sup> Guías de calidad del aire de la OMS, Actualización mundial 2005.

Fuente: (46)

En cuanto a lo que respecta al marco normativo vigente del sector de agua y saneamiento, está fundamentado en las siguientes leyes: <sup>(47)</sup>

- Ley de aguas (Ley N° 276), promulgada por el Congreso Constitucional en 1942, ha sido reformada por las leyes Nos. 2332 de 9 de abril de 1959, 5046 de 16 de agosto de 1972 y 5516 de 2 de mayo de 1974, la cual regula todo lo relacionado con las aguas de dominio público y privado; esta ley establece que las aguas de los ríos y sus afluentes directos e indirectos, desde el punto de la naciente hasta su desembocadura, son aguas de dominio público o de propiedad nacional.
- Ley General de Agua Potable (Ley N° 1634), promulgada por la Asamblea Legislativa en 1953, desde donde se dictan disposiciones respecto a obras de abastecimiento de agua potable.
- Ley Constitutiva del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (N° 2726), promulgada en 1961.
- Ley General de Salud (Ley N° 5395) promulgada por la Asamblea Legislativa en 1973, la cual define que le corresponde al Ministerio de Salud dictar las medidas para la planificación y coordinación de las actividades públicas referentes a la salud y, además, esta entidad dicta los principios de la sanidad de las aguas en relación con su calidad.
- La Ley de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP) (Ley N° 7593, 1996), norma que fue complementada por la Ley 8660 de 2008 y la Ley Orgánica del Ambiente (Ley N° 7554), promulgada por la Asamblea Legislativa en 1995.

- Decreto ejecutivo 33601-MINAE-S. Reglamento del Vertido y Reuso de Aguas Residuales (Decreto N° 33601, 2007). Establece los límites máximos permisibles de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para el vertido y reuso de aguas residuales de las diferentes actividades comerciales, industriales y de servicios existentes en el país.
- Decreto Ejecutivo 39887-S-MINAE. Reglamento de Aprobación de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales (Decreto 39887-S-MINAE, 2016). Establece los requisitos y requerimientos que deben cumplir los edificios, establecimientos e instalaciones que precisen un sistema de tratamiento de aguas residuales, para que se ajusten a las disposiciones del Reglamento de vertido y Reuso de Aguas Residuales.
- Decreto ejecutivo 34431-MINAE-S- Reglamento del Canon Ambiental por Vertidos (Decreto N° 34431, 2008). Es un instrumento económico de regulación ambiental, fundamentado en el principio de “quien contamina paga”.
- Decreto Ejecutivo 33903-MINAE-S. Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de los Cuerpos de Agua Superficiales (Decreto N° 33903, 2007). Su objetivo es reglamentar los criterios y la metodología a utilizar para evaluar la calidad de los cuerpos de agua superficiales con miras a clasificarlos para sus diferentes usos.
- Decreto Ejecutivo 32133-S. (Decreto N° 32133, 2004). Se declara de interés público y de necesidad social el diseño, financiamiento, ejecución, operación y mantenimiento de las obras requeridas para la recolección, el tratamiento y

disposición final de las aguas residuales de tipo ordinario generadas en los centros urbanos, donde las soluciones individuales para la disposición de las aguas residuales, técnica y ambientalmente, no son adecuadas.

- Decreto 30413-MP-MINAE-S-MEIC. Reglamento sectorial para la Regulación de los Servicios de Acueducto y Alcantarillado Sanitario (Decreto N° 30413, 2002). Este reglamento establece las condiciones generales en las que se aplicará la norma técnica y la metodología tarifaria, que regularán las actividades de los prestadores de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado sanitario, y las relaciones entre estos y la autoridad reguladora, conforme con lo establecido en la Ley de la ARESEP N° 7593 y su reglamento. También se definen algunas de las pautas de la calidad que debe tener el suministro de agua potable, la recolección y tratamiento de aguas residuales.

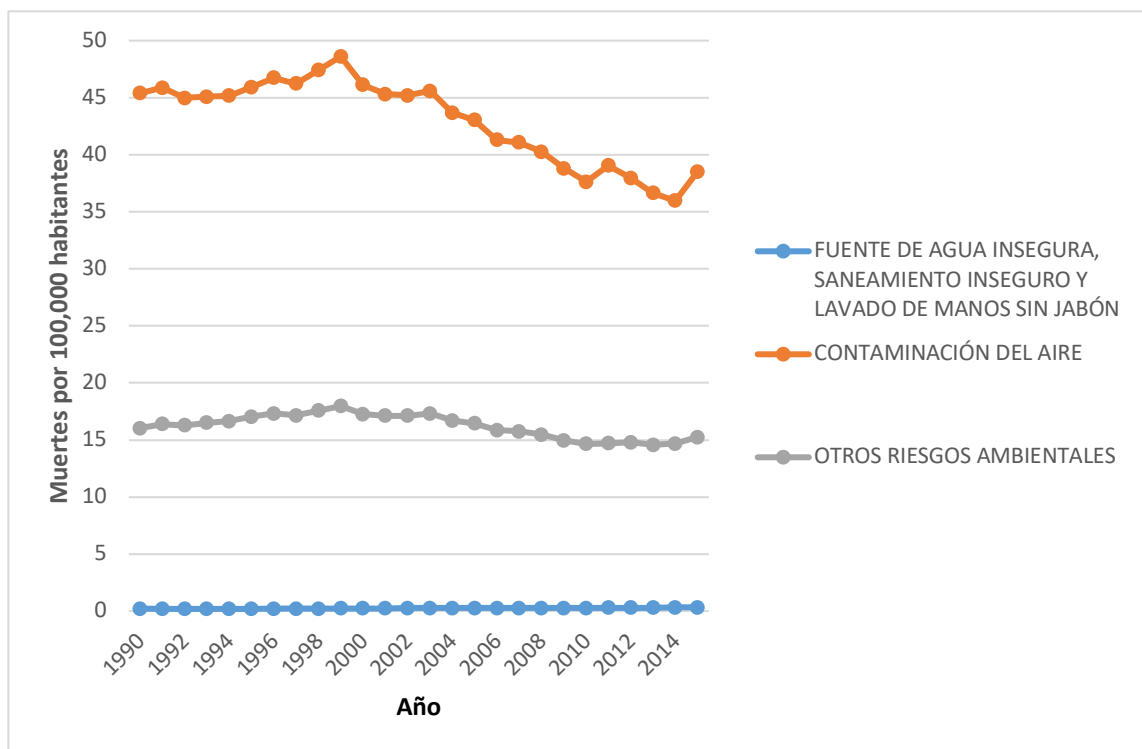
En España, la mortalidad atribuible a factores ambientales ha ido en descenso, afectando más a los hombres al igual que en Costa Rica, y con su tasa más alta en 1999. La principal enfermedad que reporta las tasas de mortalidad más altas es la cardiovascular, otro dato que es igual en la población costarricense.

Según datos de la OMS, en el 2014, “se estima que dos de las partículas materiales de diámetro inferior a 10 micras, el Ozono y Dióxido de Nitrógeno, fueron responsables de 1.800 y 8.900 muertes prematuras en España, respectivamente”<sup>(48)</sup>. También señalan que la PM 2,5 causaron 27.900 muertes. Además de dichas

cifras, también recalcan la afectación del sistema cardiovascular y del tracto respiratorio, tanto inferior como superior.

En el siguiente gráfico, se puede ver cómo ha sido el comportamiento de la mortalidad atribuible a los diferentes factores ambientales.

**Gráfico N° 21. Mortalidad atribuible a los tres grandes grupos de factores de riesgo ambientales en España de 1990-2015, ambos sexos y todas las edades**



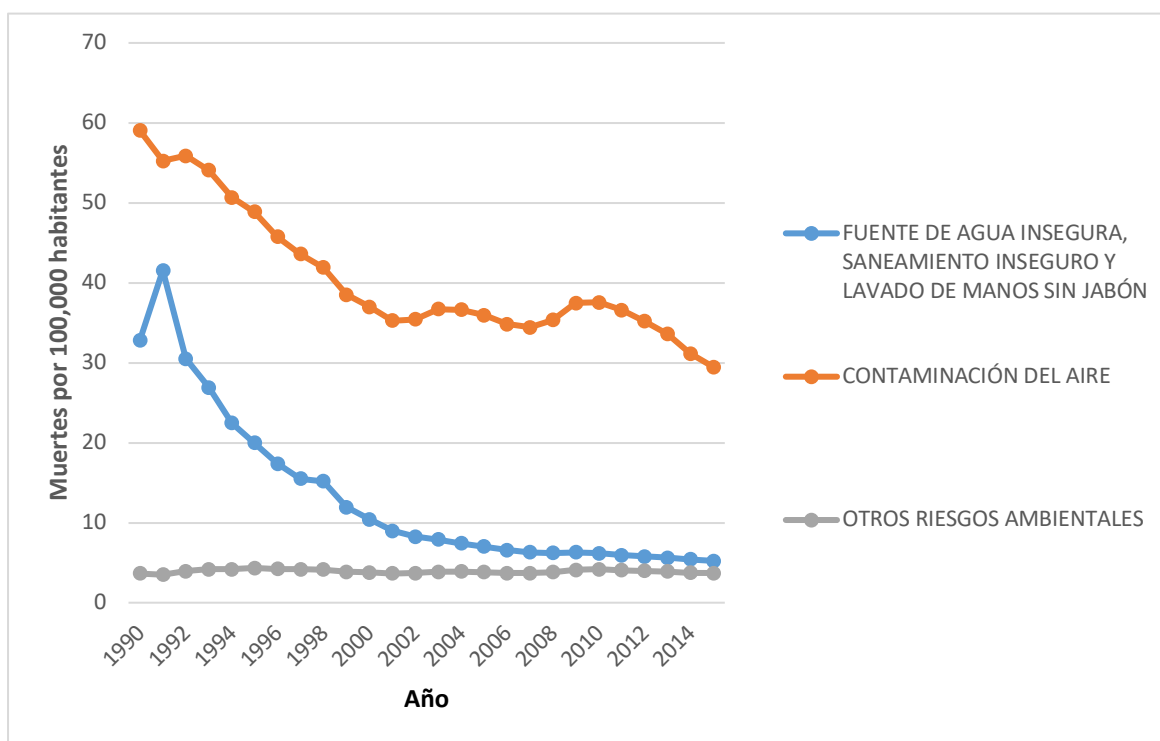
Fuente: Elaboración propia, con datos de <sup>(13)</sup>.

Perú, país perteneciente a América del Sur, comparado con Costa Rica, tiene tasas de mortalidad atribuibles a factores ambientales mucho mayores, las cuales, con el paso de los años, sí han ido en descenso. Según el último reporte sobre la calidad del aire en el 2018, este es el país de América Latina más contaminado, ubicado en la posición 21 <sup>(49)</sup>. Presenta una afectación mayor en los hombres, característica que sí es igual en Costa Rica. Dentro de las principales enfermedades que afectan a la salud de las personas relacionadas con dichos factores, están las infecciones respiratorias y tuberculosis, además de las infecciones entéricas provocadas por el mal manejo del agua. La tasa más alta se presenta para 1990, debido a la contaminación del aire, con una tasa de 59,03 muertes por cada 100,000 habitantes.

En un estudio realizado en el 2014 <sup>(50)</sup>, se establece que el acceso a agua potable y saneamiento es aún bajo en el ámbito rural. En cuanto a la calidad del aire, hacen referencia a que la PM 2,5, entre los años 2001-2011, ha tenido un promedio de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , cuando lo recomendado por la OMS es PM 2,5 menor de 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Este estudio también hace referencia a que las principales enfermedades asociadas son las enfermedades cardiovasculares, cerebrovasculares y pulmonares. En Perú, por muchos años, se utilizó el plomo en la gasolina, situación que fue prohibida más adelante por disposiciones legales, teniendo esto un impacto positivo en cuanto a la disminución del plomo en el aire y en la sangre de las personas <sup>(50)</sup>.

En el gráfico N° 22 se puede ver la tendencia de las tasas de mortalidad en Perú, según cada factor de riesgo ambiental.

**Gráfico N° 22. Mortalidad atribuible a los tres grandes grupos de factores de riesgo ambientales en Perú de 1990-2015, ambos sexos y todas las edades**



Fuente: Elaboración propia, con datos de <sup>(13)</sup>.

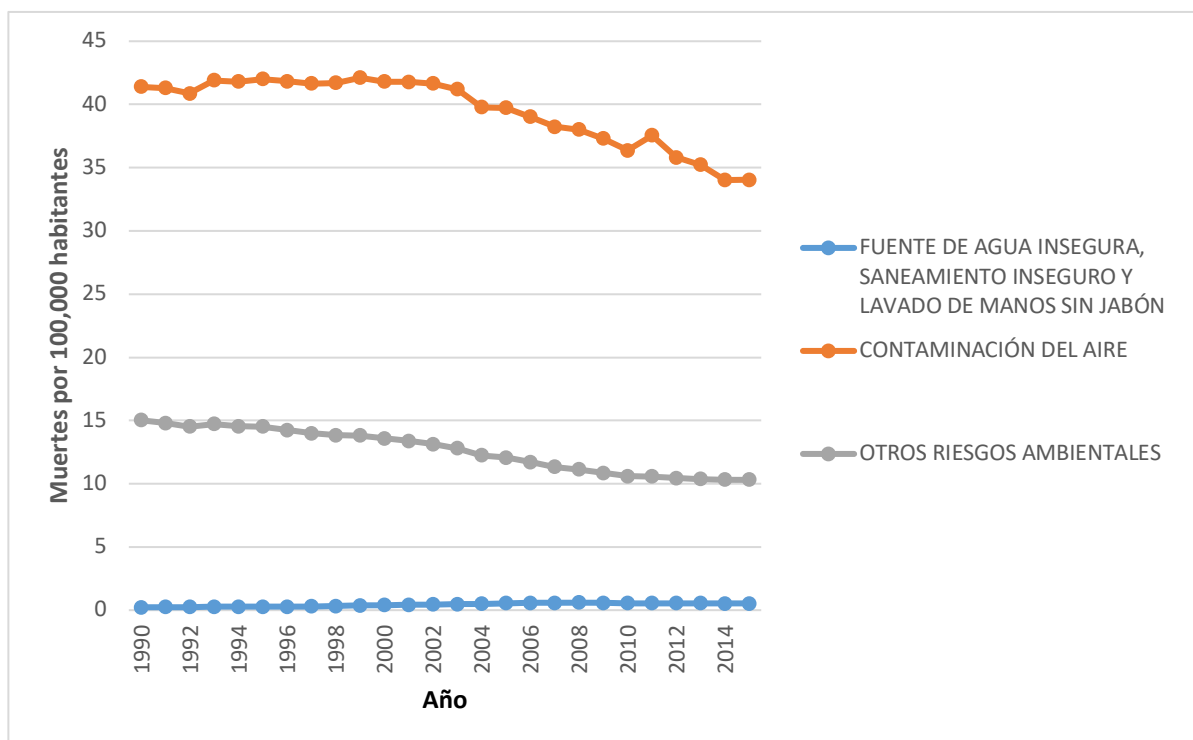
Otro de los países utilizado para la comparación es Estados Unidos de América, el cual sí presenta tasas de mortalidad más bajas en cuanto a fuente de agua insegura, saneamiento inseguro y lavado de manos sin jabón, pero no es el caso de

la contaminación del aire y de otros factores ambientales, ya que estos presentan tasas más elevadas, comparadas con las de Costa Rica.

La tasa de mortalidad más alta se presenta en 1999, con una tasa de 42,11 muertes por cada 100,000 habitantes, dicha tasa asociada a la contaminación del aire. En cuanto a la afectación por sexo, al igual que en Costa Rica, los hombres son los que presentan tasas de mortalidad mayores. La enfermedad con mayores tasas de mortalidad atribuible a factores de riesgo ambientales es la cardiovascular, dato semejante al de Costa Rica.

En el siguiente gráfico se comparan las tasas de mortalidad, dependiendo cada gran grupo del factor de riesgo ambientales.

**Gráfico N° 23. Mortalidad atribuible a los tres grandes grupos de factores de riesgo ambientales en Estados Unidos de América desde 1990-2015 ambos sexos y todas las edades**



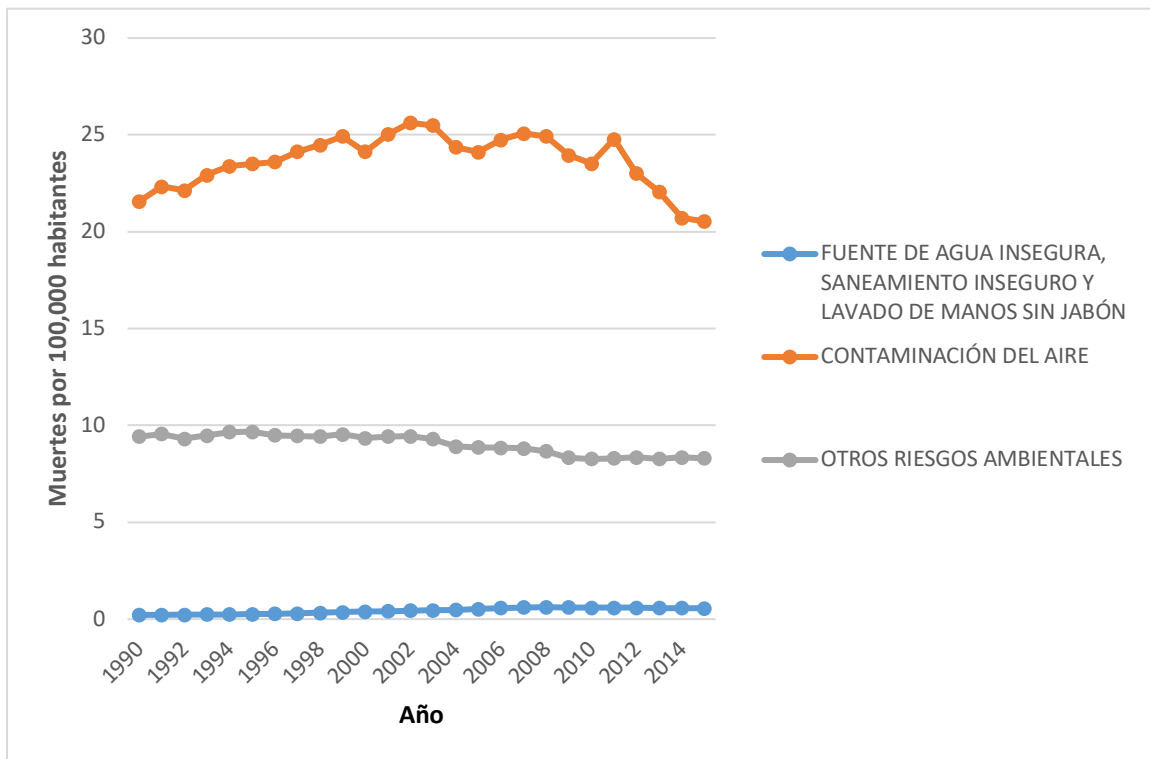
Fuente: Elaboración propia, con datos de <sup>(13)</sup>.

Un estado de Estados Unidos de América tomado en cuenta para la comparación es Nuevo México, por su conocida afectación del medio ambiente. Los factores ambientales, que superan las tasas de mortalidad a las de Costa Rica, son la contaminación del aire y otros factores ambientales en los primeros años. La mayor tasa de mortalidad se presenta para el 2002, con una tasa de 25,63 muertes por cada 100,000 habitantes, asociada a la contaminación del aire. El sexo con mayor afectación es el de los hombres, y las enfermedades con mayores tasas de

mortalidad atribuibles a factores de riesgo ambientales son las respiratorias crónicas y la enfermedad cardiovascular, esta última igual que en Costa Rica.

En el gráfico N° 24 se muestran las tasas de mortalidad según cada factor ambiental en Nuevo México desde 1990-2015, ambos sexos y todas las edades.

**Gráfico N° 24. Mortalidad atribuible a los tres grandes grupos de factores de riesgo ambientales en Nuevo México desde el año 1990-2015, ambos sexos y todas las edades**



Fuente: Elaboración propia, con datos de <sup>(13)</sup>.

**CAPÍTULO VI:**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**



## 6.1 CONCLUSIONES

- En este estudio hubo un descenso de la mortalidad atribuible a factores de riesgo ambientales en Costa Rica, de 1990 al 2015, con excepción de la contaminación por partículas ambientales, que ha ido en aumento, y un ligero incremento en la exposición al plomo.
- La enfermedad que presentó las tasas más elevadas de mortalidad atribuible a factores de riesgo ambientales en Costa Rica, de 1990 al 2015, es la enfermedad cardiovascular, tanto en la contaminación del aire como en otros factores de riesgo ambientales.
- En el caso de la fuente de agua insegura, saneamiento inseguro y lavado de manos sin jabón, se observó que la enfermedad con mayores tasas de mortalidad es la de las infecciones entéricas.
- El grupo etario que presentó las mayores tasas de mortalidad es el de los mayores de 70 años, en los tres grandes grupos de factores de riesgo ambientales. El año que presentó las mayores tasas, tanto para fuente de agua insegura, saneamiento inseguro, lavado de manos sin jabón como contaminación del aire, fue 1990, con tasas de mortalidad de 48,52 y 423,17 muertes por cada 100,000 habitantes, respectivamente.
- En el caso de otros factores de riesgo ambientales, el año más significativo fue 1995, con una tasa de 171,52 muertes por cada 100,000 habitantes, en mayores de 70 años.
- Se observó que los hombres presentaron mayores tasas de mortalidad atribuible a factores de riesgo ambientales en comparación con las mujeres.

Estos tienden a presentar un descenso en el caso de fuente de agua insegura, saneamiento inseguro y lavado de manos sin jabón, siendo el año más significativo 1990, mas no así en el caso de la contaminación del aire y otros factores de riesgo ambientales, donde el año más significativo es el 2015.

- Se evidenció que la tendencia de la mortalidad ha ido en descenso con el paso de los años, lo cual es un avance positivo en la salud de las personas. Solo en el caso de otros riesgos ambientales, como la contaminación por radón residencial y exposición al plomo, ha sido fluctuante con picos de aumentos y descensos; sin embargo, el mayor pico se presentó en 1995, y a partir de ahí tiende a la disminución, para el año 2015.

## 6.2 RECOMENDACIONES

- Promover en el área de salud, o donde se desempeñe como profesional de la salud, la importancia del adecuado manejo de los desechos sólidos del hogar y del adecuado uso del agua, así como el impacto que tienen sobre la salud.
- Promover, en los centros de salud, el lavado correcto de las manos, y siempre insistir en el uso de jabón, para que este sea exitoso y así prevenir enfermedades.
- Evitar el uso de aerosoles que contienen CFCs, ya que estos son causantes de la destrucción de la capa de ozono.
- Realizar grupos en la comunidad, donde se promueva, y se realicen campañas de recolección de desechos sólidos, para así evitar la contaminación.
- Incentivar a los padres a educar a los niños en cuanto a la separación de los residuos, para que estos se puedan reciclar.
- Utilizar, en el hogar, aquellos materiales que se puedan reutilizar en lugar de utilizar aquellos de un solo uso, los cuales se desechan. Por ejemplo, utilizar servilletas de tela en lugar de servilletas de papel.
- Aprender a consumir frutas y verduras orgánicas o ecológicas, ya que en estas, durante su producción, no se utilizan fertilizantes ni otros productos contaminantes.
- Promover la utilización del transporte público, ya que la contaminación en las ciudades se da en gran medida por la gran cantidad de vehículos; por lo tanto, es una acción que ayudará a cuidar el medio ambiente.

- Llevar las propias bolsas reutilizables al supermercado, y así evitar el uso de bolsas plásticas, que son muy contaminantes y tardan más tiempo en degradarse.
- Promover la siembra de árboles; estos son de suma importancia, tanto en la producción de oxígeno como en la conservación de fuentes de agua.
- Regular el adecuado manejo de la filtración y purificación del agua, para garantizar la calidad del agua que se consume y evitar problemas en la salud.
- Vigilar el cumplimiento de las leyes y decretos del país.



## **BIBLIOGRAFÍA**



1. Ambientes saludables y prevención de enfermedades: hacia una estimación de la carga de morbilidad atribuible al medio ambiente. Genève (Suisse): Omc; 2007.
2. Vargas Marcos F. La contaminación ambiental como factor determinante de la salud. Rev Esp Salud Pública. abril de 2005;79(2):117-27.
3. VI INFORME DE CALIDAD DEL AIRE DE LA GAM 2013-2015 [Internet]. [citado 16 de mayo de 2019]. Disponible en: <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/noticias/noticias-2016/938-vi-informe-de-calidad-del-aire-de-la-gam-2013-2015>
4. 53.pdf [Internet]. [citado 18 de junio de 2019]. Disponible en: <https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/53.pdf>
5. Organización Panamericana de la Salud. Perfil de situación de salud Costa Rica. 2009;
6. Conicit IRP en la sección AGM en SP con É en G de la S en la U de CRG el PN de PC del. Medio ambiente enfermo causa 15% de muertes en Costa Rica [Internet]. La Nación, Grupo Nación. [citado 31 de enero de 2019]. Disponible en: <https://www.nacion.com/ciencia/salud/medio-ambiente-enfermo-causa-15-de-muertes-en-costa-rica/EJYZ45EUC5BNZP6PZTSBFJJYFY/story/>
7. London's Historic «Pea-Soupers» | EPA History | US EPA [Internet]. 2006

[citado 24 de abril de 2019]. Disponible en:  
<https://web.archive.org/web/20061002080012/http://www.epa.gov/history/topics/perspect/london.htm>

8. checharamirez6. La contaminación [Internet]. checharamirez. 2014 [citado 24 de abril de 2019]. Disponible en:  
<https://checharamirez.wordpress.com/2014/06/12/la-contaminacion/>

9. Carrillo C, María J. © MINISTERIO DE SALUD DEL PERÚ. :112.

10. Javier Nieto García F, Peruga Urrea A. Riesgo Atribuible: Sus Formas, Usos e Interpretación. Gac Sanit. 1990;4(18):112-7.

11. Indicadores de Salud | Observatorio [Internet]. [citado 21 de mayo de 2019]. Disponible en: <http://www.observatorio.unr.edu.ar/indicadores-de-salud/>

12. OMS | Mortalidad [Internet]. WHO. [citado 15 de febrero de 2019]. Disponible en: <http://www.who.int/topics/mortality/es/>

13. GBD Compare | IHME Viz Hub [Internet]. [citado 17 de febrero de 2019]. Disponible en: <http://vizhub.healthdata.org/gbd-compare>

14. OMS | Diarrea [Internet]. WHO. [citado 16 de abril de 2019]. Disponible en: <https://www.who.int/topics/diarrhoea/es/>

15. IOB. Cáncer de tráquea [Internet]. IOB Instituto Oncológico. 2017 [citado 19 de junio de 2019]. Disponible en: <https://iob-onco.com/cancer-de-traquea/>

16. Cáncer de pulmón [Internet]. [citado 19 de junio de 2019]. Disponible en: <https://www.aecc.es/es/todo-sobre-cancer/tipos-cancer/cancer-pulmon>
17. ¿Cuáles son los síntomas del cáncer de pulmón? | CDC [Internet]. 2019 [citado 19 de junio de 2019]. Disponible en: [https://www.cdc.gov/spanish/cancer/lung/basic\\_info/symptoms.htm](https://www.cdc.gov/spanish/cancer/lung/basic_info/symptoms.htm)
18. ¿Cómo se diagnostica y se trata el cáncer de pulmón? | CDC [Internet]. 2019 [citado 19 de junio de 2019]. Disponible en: [https://www.cdc.gov/spanish/cancer/lung/basic\\_info/diagnosis\\_treatment.htm](https://www.cdc.gov/spanish/cancer/lung/basic_info/diagnosis_treatment.htm)
19. Nosiglia DHV. Enfermedad hipertensiva del corazón. 2012;12.
20. Arroyo IOS. Manual de conceptos de Riesgos y Factores de Riesgo Para Análisis de Peligrosidad. :40.
21. OMS | Progresos en materia de agua potable y saneamiento [Internet]. [citado 17 de marzo de 2019]. Disponible en: [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/jmp-2015-update/es/](https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/jmp-2015-update/es/)
22. World Health Organization - 2006 - Guidelines for drinking-water quality first adden.pdf [Internet]. [citado 16 de marzo de 2019]. Disponible en: [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3\\_es\\_full\\_lowres.pdf?ua=1](https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf?ua=1)
23. Centre on Housing Rights and Evictions - 2008 - Sanitation a human rights imperative ; a document.pdf [Internet]. [citado 20 de marzo de 2019]. Disponible en: <http://alianzaporelagua.org/seminario/pdf/saneamiento%20un%20imperativo%20de>

%20derechos%20humanos.pdf

24. Centre on Housing Rights and Evictions, editor. Sanitation: a human rights imperative ; a document defining sanitation in human rights terms, describing the value of treating sanitation as a human rights issue and outlining priority actions for governments, international organisations and civil society. Geneva: COHRE; 2008. 41 p.

25. ES\_PSP\_GPSC1\_Higiene-de-las-Manos\_Brochure\_June-2012.pdf [Internet]. [citado 19 de marzo de 2019]. Disponible en: [https://www.who.int/gpsc/5may/tools/ES\\_PSP\\_GPSC1\\_Higiene-de-las-Manos\\_Brochure\\_June-2012.pdf?ua=1](https://www.who.int/gpsc/5may/tools/ES_PSP_GPSC1_Higiene-de-las-Manos_Brochure_June-2012.pdf?ua=1)

26. Placeres MR, Olite FD, Toste MÁ. La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud. Rev Cuba Hig Epidemiol. 2006;44(2):1-14.

27. DIAGNÓSTICO Y CONTROL DE MATERIAL PARTICULADO: PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES Y FRACCIÓN RESPIRABLE PM10. Luna Azul [Internet]. 8 de marzo de 2012 [citado 22 de marzo de 2019];(34). Disponible en: <http://lunazul.ucaldas.edu.co/index.php?option=content&task=view&id=703>

28. Que son, como son y como se originan las partículas. pdf [Internet]. [citado 22 de marzo de 2019]. Disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/695/queson.pdf>

29. Qué son los residuos sólidos y cómo se clasifican [Internet].

ecologiaverde.com. [citado 19 de junio de 2019]. Disponible en:  
<https://www.ecologiaverde.com/que-son-los-residuos-solidos-y-como-se-clasifican-1537.html>

30. Rica C. PLAN NACIONAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS 2016-2021. :80.

31. climate-change-and-ozone-pollution.pdf [Internet]. [citado 12 de abril de 2019]. Disponible en:  
[https://www.ucsusa.org/sites/default/files/legacy/assets/documents/global\\_warming/climate-change-and-ozone-pollution.pdf](https://www.ucsusa.org/sites/default/files/legacy/assets/documents/global_warming/climate-change-and-ozone-pollution.pdf)

32. Dios - El radón un problema de Salud Pública.pdf [Internet]. [citado 27 de mayo de 2019]. Disponible en: <http://www.elradon.com/web/wp-content/uploads/2014/05/El-radon-un-problema-de-salud-publica11.pdf>

33. 2015 - Manual de la OMS sobre el radón en interiores una.pdf [Internet]. [citado 12 de marzo de 2019]. Disponible en:  
[https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/161913/9789243547671\\_spa.pdf?sequence=1](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/161913/9789243547671_spa.pdf?sequence=1)

34. Ventoso García - 2017 - EL RADÓN UN PROBLEMA DE SALUD PÚBLICA IMPORTANCIA.pdf [Internet]. [citado 12 de marzo de 2019]. Disponible en:  
[https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2017/06/4\\_MAUQUETA-RAD%C3%93Nv2.pdf](https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2017/06/4_MAUQUETA-RAD%C3%93Nv2.pdf)

35. Mitchell C, <https://www.facebook.com/pahowho>. OPS/OMS | Detener la intoxicación por plomo en los niños [Internet]. Pan American Health Organization / World Health Organization. 2013 [citado 19 de marzo de 2019]. Disponible en: [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=9092:2013-stop-lead-poisoning-children&Itemid=135&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=9092:2013-stop-lead-poisoning-children&Itemid=135&lang=es)
36. Exposición de Plomo en el Trabajo: Un Aviso para los Trabajadores. pdf [Internet]. [citado 19 de marzo de 2019]. Disponible en: [https://www.ini.wa.gov/Safety/Research/files/lead\\_work\\_span.pdf](https://www.ini.wa.gov/Safety/Research/files/lead_work_span.pdf)
37. La exposición ocupacional al plomo y su salud. pdf [Internet]. [citado 19 de marzo de 2019]. Disponible en: <https://www.mountsinai.org/files/MSHealth/Assets/HS/Patient%20Care/Service-Areas/Occupational%20Medicine/Lead-Exposure-Spanish.pdf>
38. Summary Métodos Y Diseños De Investigación En Educación 25 Jul 2016 [Internet]. StuDocu. [citado 7 de febrero de 2019]. Disponible en: <https://www.studocu.com/en/document/universidad-de-guadalajara/metodos-de-investigacion-cuantitativa/summaries/definiciones-de-los-enfoques-cuantitativo-y-cualitativo/683766/view>
39. Enfoque y características del Método Cuantitativo | Sinnaps [Internet]. Gestor de proyectos. [citado 7 de febrero de 2019]. Disponible en: <https://www.sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/metodo-cuantitativo>
40. Arias FG. El Proyecto de Investigación. Guía para su elaboración 3ª Edición

[Internet]. Fidas G. Arias Odón; 1999. 69 p. Disponible en:  
[http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1688-04202012000300018&lng=es](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-04202012000300018&lng=es).

41. Manterola C, Otzen T. Estudios Observacionales: Los Diseños Utilizados con Mayor Frecuencia en Investigación Clínica. *Int J Morphol*. junio de 2014;32(2):634-45.

42. Borja-Aburto VH. Estudios ecológicos. *Salud Pública México*. noviembre de 2000;42:533-8.

43. Estudios ecológicos en Epidemiología [Internet]. [citado 7 de febrero de 2019]. Disponible en: <https://evidenciasenpediatria.es/articulo/6831/estudios-ecologicos-en-epidemiologia>

44. Sistema Costarricense de Información Jurídica [Internet]. [citado 13 de mayo de 2019]. Disponible en:  
[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=27738&nValor3=93505&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=27738&nValor3=93505&strTipM=TC)

45. Sistema Costarricense de Información Jurídica [Internet]. [citado 13 de mayo de 2019]. Disponible en:  
[http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm\\_texto\\_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=27738&nValor3=93505&strTipM=TC](http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=27738&nValor3=93505&strTipM=TC)

46. DPAH\_VI\_informe\_anual\_calidad\_aire\_GAM\_2013\_2014.pdf [Internet].

[citado 13 de mayo de 2019]. Disponible en:  
[https://www.ministeriodesalud.go.cr/images/stories/docs/DPAH/2016/DPAH\\_VI\\_informe\\_anual\\_calidad\\_aire\\_GAM\\_2013\\_2014.pdf](https://www.ministeriodesalud.go.cr/images/stories/docs/DPAH/2016/DPAH_VI_informe_anual_calidad_aire_GAM_2013_2014.pdf)

47. Política Nacional de Saneamiento en Aguas Residuales marzo 2017.pdf [Internet]. [citado 16 de mayo de 2019]. Disponible en:  
<https://www.aya.go.cr/Noticias/Documents/Politica%20Nacional%20de%20Saneamiento%20en%20Aguas%20Residuales%20marzo%202017.pdf>

48. Fernández CS. EFECTOS SOBRE LA SALUD DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL CON ESPECIAL REFERENCIA AL CASO DE MADRID. :12.

49. AirVisual launches groundbreaking report and interactive web ranking in review of 2018's global air quality status | Air pollution information | AirVisual [Internet]. [citado 19 de mayo de 2019]. Disponible en:  
<https://www.airvisual.com/blog/airvisual-launches-groundbreaking-report-and-interactive-web-ranking-in-review-of-2018-s-global-air-quality-status>

50. Gonzales GF, Zevallos A, Gonzales-Castañeda C, Nuñez D, Gastañaga C, Cabezas C, et al. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL, VARIABILIDAD CLIMÁTICA Y CAMBIO CLIMÁTICO: UNA REVISIÓN DEL IMPACTO EN LA SALUD DE LA POBLACIÓN PERUANA. Rev Peru Med Exp Salud Publica. 2014;31(3):547-56.



## **ANEXOS**

# DECLARACIÓN JURADA

## DECLARACION JURADA

Yo, Melany Badilla Barrantes , mayor de edad, portadora de la cédula de identidad número 1-1518-0543, egresada de la carrera de Medicina y Cirugía de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de este acto y debidamente apercibida y entendida de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de LICENCIATURA EN MEDICINA Y CIRUGÍA, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: **Mortalidad atribuible a factores de riesgo ambientales en Costa Rica, 1990-2015**, es una obra original que ha 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; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. 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, quedo advertida 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, a los treinta y un días del mes de mayo del año dos mil diecinueve



Melany Badilla Barrantes

1 1518 0543

# CARTAS DE APROBACIÓN

## CARTA DEL TUTOR

San José, 31 de mayo del 2019

Señores  
Departamento de Registro  
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

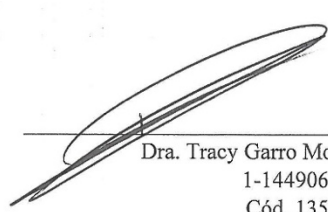
La estudiante **Melany Badilla Barrantes**, cédula de identidad número 1-1518-0543, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado **“MORTALIDAD ATRIBUIBLE A FACTORES DE RIESGO AMBIENTALES EN COSTA RICA 1990-2015.”**, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Licenciatura en Medicina y Cirugía. He verificado que se han incluido las observaciones y 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.

Los resultados obtenidos por el postulante implican la siguiente calificación:

A)	ORIGINAL DEL TEMA	10%	8%
B)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	18%
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%	20%
	TOTAL		92%

Por consiguiente, se avala el traslado de la tesis al proceso de lectura.

Atentamente,



Dra. Tracy Garro Mora  
1-14490655  
Cód. 13561

San José, 03 de Julio de 2019

Señores:  
Departamento de Registro  
Universidad Hispanoamericana

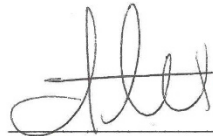
Estimados señores:

La estudiante Melany Badilla Barrantes; cédula número: 1-1518-0543, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: **"MORTALIDAD ATRIBUIBLE A FACTORES DE RIESGO AMBIENTALES EN COSTA RICA DE 1990 - 2015"**. 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 correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atentamente,



Dr. Alex R. Vargas  
Médico Cirujano  
Cédula: 15111

Dr. Alex R. Vargas Badilla.  
Ced. 1-1444-0324  
Cod. 15111

Licda. Zayda Ureña Araya  
Filóloga U.C.R.  
San Luis, Santo Domingo, Heredia Costa Rica. Teléfono 87526130  
Carné 0163849, Colegio de Licenciados y Profesores. E-mail zaylaud 1717@gmail.com

#### CONSTANCIA DE REVISION FILOLÓGICA DE TESIS

La suscrita, licenciada en Filología Española, Zayda Ureña Araya, hace constar que efectuó la revisión filológica del documento denominado **MORTALIDAD ATRIBUIBLE A FACTORES DE RIESGO AMBIENTALES EN COSTA RICA 1990-2015**. Este consiste en una TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIATURA EN LA CARRERA DE MEDICINA Y CIRUGÍA, de la UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA. La postulante es **Melany Badilla Barrantes**.

Al respecto, indica que luego de efectuadas las correcciones necesarias, el documento se encuentra listo para su presentación y disertación, pues se ajusta a las normas gramaticales y ortográficas establecidas por la Ortografía RAE (2010) y a la modalidad de discurso, correspondiente a su especialidad.

Dado en San Luis, Santo Domingo, Heredia, Costa Rica, el tres de julio del dos mil diecinueve, a solicitud de la persona interesada, y para los efectos administrativos pertinentes.

  
Licda. Zayda Ureña Araya

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

San José, 11 julio 2019

Señores:  
Universidad Hispanoamericana  
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Melany Badilla Barrantes con número de identificación ced.115180543 autor (a) del trabajo de graduación titulado "MORTALIDAD ATRIBUIBLE A FACTORES DE RIESGO AMBIENTALES EN COSTA RICA 1990-2015" presentado y aprobado en el año 2019 como requisito para optar por el título de Licenciatura en Medicina; (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,

 115180543.  
Firma y Documento de Identidad