



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

FACULTAD DE CIENCIAS

**Análisis de supervivencia de las principales causas de enfermedad y muerte de tabaquismo en México mediante el modelo de Kaplan Meier**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**ACTUARIO**

PRESENTA

**DANIEL BARRIOS VELASCO**

TUTOR:

MTRO. JOSÉ FERNANDO CENTENO SIERRA

2021

CIUDAD UNIVERSITARIA, CDMX





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



1. Datos del alumno

Barrios  
Velasco  
Daniel  
55 8232 0158  
Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Ciencias  
Actuaría  
310101141

2. Datos del tutor

M. en A. P.  
José Fernando  
Centeno  
Sierra

3. Datos del sinodal 1

Dra.  
María del Pilar  
Alonso  
Reyes

4. Datos del sinodal 2

M. en EMSyS  
María Teresa  
Velázquez  
Uribe

5. Datos del sinodal 3

M. en I.  
Karen  
Lanzguerrero  
Obeid

6. Datos del sinodal 4

M. en C.  
Graciela  
Martínez  
Sánchez

7. Datos del trabajo escrito.

Análisis de supervivencia de las principales causas de enfermedad y muerte de tabaquismo en México, mediante el modelo de Kaplan Meier  
71 páginas  
2021



## Agradecimientos

Le doy gracias a Dios por haberme permitido estudiar la carrera de mis sueños, por fortalecerme en mis momentos de debilidad, llenándome en todo momento de felicidad y aprendizaje.

Le doy gracias a mis padres Martha Velasco y Margarito Barrios por apoyarme en todo momento, siendo un ejemplo para alcanzar mis metas personales, gracias por darme la oportunidad de estudiar. A mis queridos hermanos Margarita y Maximiliano agradezco por su apoyo, siempre mostrando el amor más sincero, llenando mi vida de amor familiar y alegría. Este trabajo nunca hubiera sido posible sin su apoyo.

Agradezco al Maestro José Fernando Centeno Sierra por brindarme su apoyo, confianza y conocimientos para desarrollar mi tesis. Gracias por el tiempo dedicado a este proyecto, dándome la oportunidad de crecer profesionalmente.

A mis amigos agradezco por los momentos de felicidad y apoyo otorgado durante todos estos años de carrera.

A todos, un abrazo donde quiera que estén, muchas gracias.



# Índice

<b>Introducción</b> .....	1
<b>Capítulo I. Marco Teórico</b> .....	4
I.1 Panorama general del tabaquismo en la población mundial .....	4
I.2 Consumo de tabaco en la población y sus principales problemáticas .....	7
I.3 Importancia del análisis del tabaquismo en México.....	8
I.4 La atención del tabaquismo a través de los servicios de salud del país .....	9
I.5 Aspectos y cifras relevantes sobre tabaquismo en México .....	11
I.5.a. Consumo en hombres y mujeres .....	13
I.5.b. Enfermedades relacionadas con el consumo de tabaco .....	15
I.5.c. Prohibición en la venta.....	16
<b>Capítulo II. Análisis estadístico del tabaquismo para la aplicación del modelo de supervivencia Kaplan Meier</b> .....	18
II.1 Introducción al análisis de supervivencia .....	18
II.2 Teoría de la función supervivencia.....	18
II.3 Metodología Kaplan Meier .....	20
II.4 Análisis de las defunciones .....	21
II.4.a Por patología.....	26
II.4.b Por edad .....	29
II.4.c Por sexo.....	30
II.4.d Por fecha de defunción .....	33
II.5 Probabilidad de defunción asociada por consumo tabaco .....	34
II.6 Descripción de la población de estudio.....	35
II.7 Población de estudio .....	43
<b>Capítulo III. Modelo de supervivencia</b> .....	45
III.1 Aplicación del método Kaplan Meier a la población en riesgo.....	45
III.2 Asociación del costo con los resultados obtenidos .....	53
III.3 Resultados .....	57
<b>Conclusión y recomendaciones</b> .....	65
<b>Anexo 1 Enfermedades a las que se les pueden asociar una defunción relacionada con el consumo de tabaco según el estudio Carga de enfermedad atribuible al tabaquismo en México</b> .....	68
<b>Bibliografía</b> .....	70



## Índice de gráficas

<b>Capítulo I. Marco Teórico</b> .....	4
Gráfica I.1 Porcentaje de muertes anuales a nivel mundial asociadas y no asociadas al consumo de tabaco 2017 .....	4
Gráfica I.2 Porcentaje de población mundial Fumadora vs No Fumadora 2016 .....	5
Gráfica I.3 Porcentaje de la población mundial con aplicación de al menos una campaña contra el Tabaco.....	6
Gráfica I.4 Inicio de consumo de tabaco en estudiantes de 13 a 15 años 2019.....	12
Gráfica I.5 Porcentaje de población mexicana de 15 y más años Fumadora vs No Fumadora.....	13
Gráfica I.6 Porcentaje de población mexicana fumadora por sexo .....	13
Gráfica I.7 Porcentaje de población mexicana que consume tabaco de manera diaria vs de manera ocasional.....	14
Gráfica I.8 Porcentaje de tipos de fumadores en México 2015.....	16
<b>Capítulo II. Análisis estadístico del tabaquismo para la aplicación del modelo de supervivencia Kaplan Meier</b> .....	18
Gráfica II.1 Ejemplo típico del comportamiento de una función de supervivencia.....	19
Gráfica II.2 Número de defunciones anuales 2010- 2015.....	24
Gráfica II.3 Crecimiento de las defunciones anuales 2010-2015 .....	24
Gráfica II.4 Tendencia del total de defunciones anuales periodo 2010-2015 .....	25
Gráfica II.5 Tasa de mortalidad general de defunciones anuales 2010-2015.....	26
Gráfica II.6 Porcentaje promedio de defunciones anuales por grupo de enfermedad Periodo 2010-2015.....	28
Gráfica II.7 Número de defunciones no especificadas por edad periodo 2010 a 2015...30	
Gráfica II.8 Porcentaje de defunciones por sexo en el periodo 2010-2015 .....	31
Gráfica II.9 Tendencia por sexo periodo 2010 a 2015 de la población Masculina.....	32
Gráfica II.10 Porcentaje de defunciones por mes del periodo 2010-2015.....	33
<b>Capítulo III. Modelo de supervivencia</b> .....	45
Gráfica III.1 Probabilidad de sobrevivir al periodo $pt$ .....	47
Gráfica III.2 Función de supervivencia $S(t)$ .....	48
Gráfica III.3 Función de distribución acumulativa $F(t)$ .....	50
Gráfica III.4 Función de densidad $f(t)$ .....	51
Gráfica III.5 Función de riesgo $h(t)$ .....	53
Gráfica III.6 Defunciones a tiempo $k$ .....	56
Gráfica III.7 Costo acumulado por mes año 2015 y 2020 .....	62
Gráfica III.8 Función de supervivencia $S(t)$ .....	64



## Índice de tablas

<b>Capítulo II. Análisis estadístico del tabaquismo para la aplicación del modelo de supervivencia Kaplan Meier .....</b>	<b>18</b>
Tabla II.1 Conformación de los grupos de estudio.....	22
Tabla II.2 Tasa de mortalidad general de defunciones anuales 2010-2015 .....	25
Tabla II.3 Número de defunciones anuales por grupo de enfermedad 2010-2015.....	26
Tabla II.4 Porcentaje promedio de defunciones anuales por grupo de enfermedad 2010-2015 .....	27
Tabla II.5 Número de defunciones por edad 2010-2015 .....	29
Tabla II.6 Número de defunciones anuales por sexo periodo 2010 a 2015. ....	31
Tabla II.7 Número de defunciones por mes.....	33
Tabla II.8 Probabilidad de que la defunción sea por consumo de tabaco .....	34
Tabla II.9 Número de defunciones ocasionadas como consecuencia del consumo de tabaco, del grupo de enfermedad $i$ del año $j$ , periodo 2010-2015 .....	36
Tabla II.10 Estimación de defunciones .....	37
Tabla II.11 Número de defunciones por grupo de enfermedad $i$ del grupo de edad $f$ ....	39
Tabla II.12 Total de defunciones por grupo de edad $f$ .....	40
Tabla II.13 Porcentaje de defunciones ocurridas por mes $K$ .....	41
Tabla II.14 Número de defunciones ocurridas por mes $k$ del grupo de edad $f$ .....	42
Tabla II.15 Total de defunciones por mes $k$ .....	43
Tabla II.16 Población de estudio .....	44
<b>Capítulo III. Modelo de supervivencia .....</b>	<b>45</b>
Tabla III.1 Probabilidad de sobrevivir al periodo $t$ .....	46
Tabla III.2 La probabilidad de que un sujeto sobreviva más allá de un periodo de tiempo $y$ $S(t)$ .....	48
Tabla III.3 Función de distribución acumulativa $F(t)$ .....	49
Tabla III.4 Función de densidad $f(t)$ .....	50
Tabla III.5 Función de riesgo $h(t)$ .....	52
Tabla III.6 Costo promedio de atención por evento y grupo de enfermedad .....	54
Tabla III.7 Costo estimado de atención por evento.....	54
Tabla III.8 Defunciones por tiempo $k$ .....	55
Tabla III.9 Costo por mes $k$ .....	56
Tabla III.10 Costo acumulado por mes $k$ .....	57
Tabla III.11 Tasa de mortalidad de defunciones anuales asociadas al consumo de tabaco 2010-2015 .....	58
Tabla III.12 Tasa de mortalidad de defunciones anuales asociadas al consumo de	



---

tabaco 2010-2020 .....	59
Tabla III.13 Defunciones anuales asociadas al consumo de tabaco 2020 .....	59
Tabla III.14 Defunciones mensuales asociadas al consumo de tabaco 2020 .....	59
Tabla III.15 Costo promedio de atención de las enfermedades relacionadas al consumo de tabaco .....	60
Tabla III.16 Costo de atención 2020 mensual.....	61
Tabla III.17 Costo acumulado por mes año 2015 y 2020.....	62
Tabla III.18 Costo escenario catastrófico.....	63
Tabla III.19 Costo escenario eficiente medidas de prevención .....	64





## Introducción

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) el consumo de tabaco mata a más personas cada año que el VIH/Sida, la tuberculosis y el paludismo juntos, esto debido a que es uno de los principales factores de riesgo de varias enfermedades crónicas como: el cáncer, las enfermedades pulmonares y cardiovasculares, siendo una de las mayores amenazas para la salud pública. Según el centro de prensa de la OMS, en su sección de datos y cifras, el tabaco a nivel mundial es responsable de casi 7 millones de muertes al año, también detalla que existen en el mundo más de mil millones de fumadores y alrededor de 890,000 no fumadores expuestos al humo de tabaco ajeno.

De acuerdo con cifras publicadas por la *Encuesta Nacional de Adicciones*, en México el consumo de tabaco ocasiona más de 60,000 muertes al año, lo que se puede traducir en 165 muertes diarias provocadas por el tabaquismo. Actualmente hay 10.9 millones de fumadores en el país, de los cuales 8.1 millones son hombres y 2.8 millones son mujeres, cifras que no consideran a los menores de 15 años.

El tabaco es una sustancia adictiva, debido a su componente activo llamado nicotina, el cual actúa sobre el sistema nervioso central, causando una dependencia física y psicológica que genera un síndrome de abstinencia al dejar de fumar, denominado tabaquismo. La nicotina genera adicción, tiene efectos antidepresivos y de alivio sintomático de la ansiedad, pero, por otro lado, aumenta el factor de riesgo de mortalidad y causa problemas de cardiopatía isquémica, enfermedades cerebrovasculares, infecciones de las vías respiratorias, además de cáncer de tráquea, bronquios y pulmones, entre otros padecimientos. El humo de tabaco contiene más de 4,000 sustancias químicas, de las cuales se sabe que al menos 250 son nocivas y más de 50 cancerígenas.

El consumo de tabaco es responsable de aproximadamente el 90% de las muertes por cáncer de pulmón y aproximadamente el 80% de las muertes por enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y enfisema. El consumo de tabaco no sólo implica graves daños a la salud individual, también ocasiona pérdidas de productividad laboral, mortalidad prematura y elevados costos para los servicios de salubridad de cualquier país. De acuerdo



con el estudio *Carga de enfermedad atribuible al tabaquismo en México* publicado en el año 2013 por Instituto de Efectividad Clínica y Sanitaria (IECS), con sede en Buenos Aires, Argentina, el impacto económico que tiene la atención médica anual que se registra en México para la atención de las afecciones relacionadas por fumar es de aproximadamente 179 mil millones de pesos anuales, de ahí la importancia de aplicar eficazmente los programas de prevención para la reducción de costos al sector salud.

Por lo anterior y debido a la gran problemática que representa el consumo de tabaco en México, a través de este trabajo se busca realizar un estudio en el cual se destaca:

- La importancia de examinar por: edad, sexo, tipo de fumador, entre otras variables, a la población mexicana que consume tabaco, con el objetivo de generar políticas públicas enfocadas a la población de mayor riesgo de muerte.

Mediante un análisis de supervivencia, identificar, con las estadísticas registradas, las probabilidades de muerte de las principales enfermedades asociadas directamente con el consumo de tabaco en la población mexicana. Uno de los métodos más utilizados en el análisis de supervivencia es el modelo Kaplan Meier, el cual es un estimador no paramétrico de la función de supervivencia y es utilizado frecuentemente en la medicina para estudios de enfermedades crónicas con un desenlace fatal. La medición de la supervivencia de los pacientes se ha convertido en un importante criterio en la evaluación de la efectividad de las alternativas terapéuticas y seguimiento de los pacientes.

Y, finalmente, asociar los costos promedio del tratamiento de este tipo de enfermedades que terminan en fallecimiento (enfermedad pulmonar obstructiva crónica, cáncer de pulmón, enfermedades cardíacas, accidente cerebro vascular, neumonía y otros cánceres asociados al consumo de tabaco), con el fin de obtener una estimación del gasto de bolsillo o, en su caso, del gasto para el sector salud del país.

Adicionalmente, aplicar un escenario catastrófico supuesto, donde las muertes aumentan de forma drástica (como el caso actual de la pandemia por COVID-19), con el objetivo de observar las consecuencias económicas que el gobierno tendría que asumir, así como dar algunas recomendaciones para disminuir el gasto para el sector salud relacionado con el tratamiento de estas enfermedades.



A partir de lo anterior, este proyecto toma como base el modelo Kaplan Meier para realizar un análisis de supervivencia aplicado a un grupo de personas cuya muerte ocurrió durante un año y ésta pudo haber estado relacionada previamente con el consumo del tabaco, en un rango de edad desde los 15 años hasta los 100 años, es decir, se utilizará la probabilidad de ocurrencia de cada una de las enfermedades derivadas del tabaquismo y su mortalidad.

En el capítulo uno se presenta la situación mundial y nacional del consumo de tabaco y las principales problemáticas que esto causa, mostrando los aspectos y cifras relevantes sobre tabaquismo y su consumo y las consecuencias que esto ocasiona. En el capítulo dos se realiza un análisis descriptivo de las defunciones en México por patología, edad, sexo y fecha de defunción para obtener a la población de estudio. En el capítulo tres se aplica a la población de estudio el método Kaplan Meier y con los datos obtenidos se realiza una asociación de costo. Por último, se muestra en la conclusión la problemática que están generando las enfermedades originadas por el consumo del tabaco y se dan recomendaciones para la disminución de éstas.



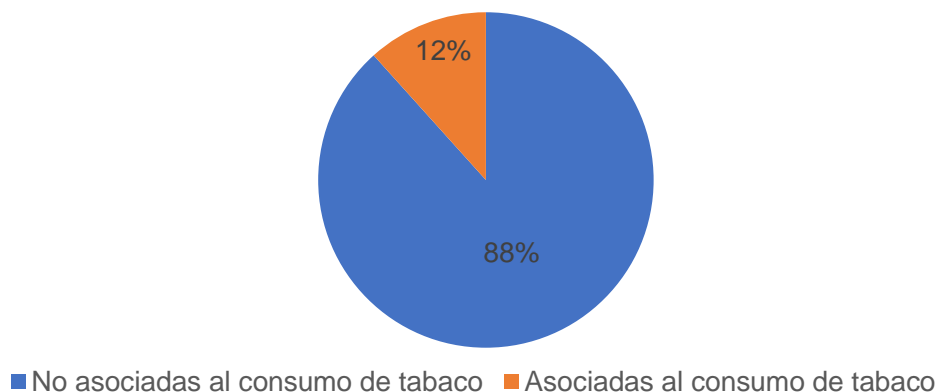
## Capítulo I. Marco Teórico

### I.1 Panorama general del tabaquismo en la población mundial

El consumo de tabaco en un país lleva consigo grandes consecuencias adversas, tanto para la población como para el gobierno, debido a que también es un obstáculo para el crecimiento económico y para el desarrollo del sector salud. De acuerdo con un estudio publicado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Instituto Nacional de Cáncer de los Estados Unidos, por sus siglas en inglés (NCI), se calcula que el costo generado por el tabaquismo representa el 1.8% del producto interno bruto, que es aproximadamente un billón de dólares anuales; y que éste matará a 10 millones de personas en 2020 a nivel mundial.

Según los datos más recientes de la OMS presentados en el 2017, el consumo de tabaco provoca la muerte de más de 7 millones de personas cada año, de las cuales el 80% de las muertes provocadas por el consumo de tabaco se registran en países de ingresos bajos y medianos. Mata prematuramente a los consumidores que pierden cerca de 15 años de vida, no obstante, es la principal causa prevenible de muerte en todo el mundo. Si se habla del número anual de muertes a nivel mundial que es aproximadamente de 60 millones, 53 millones son muertes no asociadas al tabaco y 7 millones lo son, en la gráfica siguiente se observan los porcentajes de estas cifras (Gráfica I.1).

**Gráfica I.1 Porcentaje de muertes anuales a nivel mundial asociadas y no asociadas al consumo de tabaco 2017**



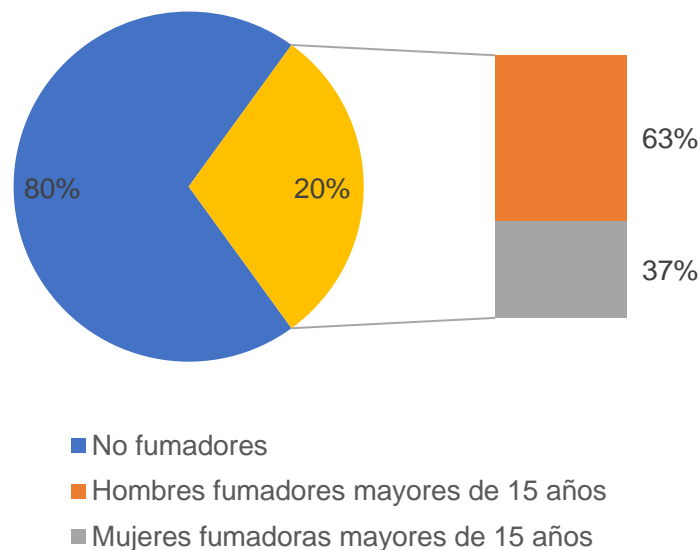
**Fuente:** Cálculos propios con información de la OMS.



Considerando las cifras del párrafo anterior, el 12% de las muertes a nivel mundial están relacionadas de alguna manera con el consumo de tabaco, del 100% de muertes relacionadas con el consumo de tabaco a nivel mundial, un 14% se relaciona con enfermedades no transmisibles como cáncer, diabetes, cardiopatías y neuropatías, y un 5% de las muertes por enfermedades transmisibles como tuberculosis e infecciones respiratorias está relacionada con el consumo de tabaco.

Actualmente el tabaquismo es una adicción que afecta al entorno inmediato de quien lo padece. La OMS refiere que existen 1,300 millones de fumadores en el mundo, lo cual significa que aproximadamente el 20% de la población es fumadora. El 80% de éstos viven en países de ingresos bajos o medios, donde es mayor la carga de morbilidad y mortalidad asociada al tabaco (OMS, 2016). De la población fumadora a nivel mundial existen aproximadamente 820 millones de hombres fumadores mayores de 15 años y 480 millones de mujeres fumadoras mayores de 15 años, es decir, de la población mundial fumadora el 63% son hombres mayores de 15 años y el 37% son mujeres mayores de 15 años los que consumen tabaco (Gráfica I.2).

**Gráfica I.2 Porcentaje de población mundial Fumadora vs No Fumadora 2016**



**Fuente:** Cálculos propios con información de la OMS.

Un dato importante de una publicación del año 2015 del Sistema de Vigilancia de Factores de Riesgo asociados a Enfermedades no transmisibles de Madrid, España (SIVFRENT), en

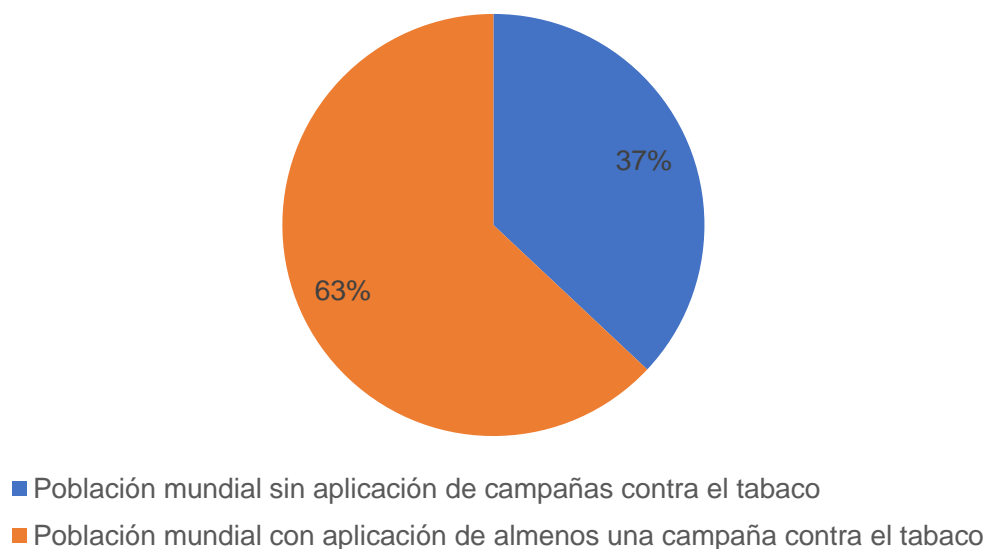


la cual se analiza a los fumadores de acuerdo con su nivel socioeconómico y educativo, se observó en los hombres un aumento en el consumo de tabaco al disminuir el nivel educativo, desde el 21.9% de fumadores entre los de mayor nivel educativo, pasando por el 28.9% y el 32% en los de nivel medio-alto y medio-bajo, respectivamente, hasta el 34.5% en los de nivel educativo más bajo, del total de la población masculina.

La OMS ha hecho campañas y puesto en marcha diferentes actividades para frenar el tabaquismo a nivel mundial, pero según las estadísticas los países orientales son los que menos conocimiento tienen sobre los daños relacionados con el tabaquismo. Este hábito está ampliamente extendido y las cifras se elevan a nivel mundial. En los países occidentales el tabaco es consumido por 3 de cada 10 adultos, que pueden ser hombres o mujeres.

Según cifras de la OMS, el 63% de la población mundial, que es de aproximadamente 4,700 millones de personas, está protegida por al menos una campaña contra el tabaquismo en los últimos dos años (Gráfica I.3). Entre las que se encuentran advertencias gráficas contundentes, el establecimiento de lugares públicos sin humo e impuestos. El alza en los impuestos al tabaco es una forma eficaz de disminuir el consumo entre los jóvenes y las personas de escasos recursos.

**Gráfica I.3 Porcentaje de la población mundial con aplicación de al menos una campaña contra el Tabaco**



**Fuente:** Cálculos propios con información de la OMS.



Según la OMS un 10% de aumento de esos impuestos reduce el consumo de tabaco aproximadamente un 4% en los países de ingresos altos y un 5% en los países de ingresos bajos o medios. De los 164 países miembros de la OMS, sólo 33 de ellos, que representan el 10% de la población mundial, tienen impuestos sobre el tabaco (OMS, 2016).

En cifras publicadas por la OMS en el marco del convenio para el control del tabaco se detalla que aproximadamente 700 millones de niños en el mundo respiran aire contaminado por humo de tabaco ajeno, lo cual es responsable de 600,000 muertes prematuras.

## **I.2 Consumo de tabaco en la población y sus principales problemáticas**

Según “*El Informe sobre la epidemia mundial de tabaquismo*” publicado por la OMS, en el año 2017, los costos de atención en salud y en pérdida de productividad ascienden a más de \$1.4 billones de dólares.

Actualmente la mayoría de los fumadores a nivel mundial vive en condiciones de pobreza, siendo el tabaco causante de desigualdad médica y sanitaria. Esto debido a que muchos hogares gastan sus recursos en compra de cigarros y no en necesidades básicas como alimentos, educación y vivienda, lo cual genera en el futuro, adicionalmente, gastos en atención medica del consumidor y su familia.

Pese al esfuerzo de declarar al tabaquismo como un *enemigo público* por sus repercusiones en la salud y un mayor costo que deben afrontar los sistemas sanitarios para tratar las diferentes enfermedades provocadas por el mismo, los fumadores pocas veces están informados de los riesgos que conlleva este hábito.

El consumo de tabaco está asociado con la mayor parte de tipos de cáncer, por ejemplo: cáncer de esófago, laringe, pulmón, boca y garganta, vejiga, riñón, páncreas, cuello uterino, así como enfermedades coronarias y cardiovasculares; enfermedades respiratorias crónicas, así como con efectos nocivos sobre el aparato reproductivo con una disminución de la fertilidad y numerosos trastornos odontológicos. Las evidencias son específicas y claras: fumar interrumpe una buena calidad de vida a largo plazo, genera discapacidad, disminuye los años de vida y en el largo plazo mata. Según la OMS el tabaco es la primera causa de invalidez y muerte prematura del mundo.

La mitad de las personas que fuman actualmente en el mundo morirán por algún daño causado por el tabaco, se estima que para el año 2020 matará a 10 millones de personas.



El tabaquismo es un factor de riesgo relacionado directamente con las principales causas de muerte en el mundo: enfermedades cardiovasculares, accidentes cerebrovasculares, el aneurisma de aorta y la enfermedad coronaria, así como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC), de acuerdo con la OMS. Estas enfermedades se presentan a cualquier escala socioeconómica, tampoco importa el género ni la edad. Como un referente, en España según el Comité Nacional para Prevención del tabaquismo (CNPT), por ejemplo, el coste sanitario y social del tabaco es de \$433 euros por adulto al año, lo que equivale aproximadamente a \$10,050 pesos mexicanos. Lo anterior muestra una realidad que se debe considerar, la cual es que no sólo paga un fumador y su familia las consecuencias del tabaquismo, sino cada uno de los habitantes de su región demográfica con los impuestos que se usan para costear los servicios sanitarios utilizados para su atención (CNPT, 2008).

### **I.3 Importancia del análisis del tabaquismo en México**

Actualmente en México se realizan diversas encuestas o estudios, tales como la *Encuesta Global de Tabaquismo en Adultos México (GATS)*, *Encuesta Mundial de Tabaquismo en Jóvenes en México (GYTS)* y la *Encuesta Nacional de Adicciones (ENA)* con el propósito de conocer y detectar las tendencias del consumo de tabaco en la población mexicana.

Los últimos datos recolectados en la encuesta GYTS arrojaron que el 60% de los encuestados, niños y niñas entre 13 y 15 años, probaron su primer cigarrillo antes de los 10 años. En otra investigación realizada por el Instituto para la Atención y Prevención de las Adicciones (IAPA) se menciona que el 20% de los fumadores comenzaron a consumir tabaco entre los 12 y 15 años, pero más del 90% antes de los 20 años. Lo que significa que en la adolescencia y la niñez se es más propenso a caer en este hábito y se duplican las posibilidades de morir por una enfermedad relacionada con el tabaquismo en caso de continuar con su consumo.

Es claro que los niños y adolescentes tienen fácil acceso a los cigarrillos por medio de los padres, la presión de las amistades y la venta a menores de edad que, a pesar de estar regulada, muchas veces no funciona de manera adecuada, porque los establecimientos con tal de vender entregan estos productos a menores que pueden ir en nombre de sus padres. En este caso los padres de familia juegan un papel muy importante, porque son ellos los que abren la curiosidad de los niños o adolescentes, que ven y conviven con padres fumadores y es un hábito común en casa.





Según datos de la ENA, los efectos del tabaquismo pasivo afectan a más del 50% de la población. Siendo los niños y las mujeres los grupos más vulnerables, fomentando el inicio temprano del consumo de tabaco en adolescentes, ya que posteriormente, el 12.3% de la población mexicana de jóvenes entre 12 y 17 años, que es aproximadamente de 1.7 millones de personas, se convierten en fumadores activos.

En México esta adicción también es una de las principales causas evitables de muerte. Se realizan programas de apoyo para las personas que intentan dejar de fumar y, sin embargo, los esfuerzos parecen en vano. Esto en alusión a las cifras actuales sobre el número de fumadores que hay en el territorio nacional.

En el caso de los fumadores pasivos menores de edad, el humo del tabaco genera depresión y trastorno por déficit de atención (TDA). Se considera que esta población infantil tendría un inicio en el consumo de tabaco en su juventud. Actualmente, se calcula que el 50% de los niños que acuden a un servicio de consulta externa en un centro de salud mental de primer nivel de atención busca tratamiento para este trastorno. Los niños con TDA son más vulnerables a presentar trastornos de aprendizaje, de conducta, depresión y trastorno de Tourette (TICS) (Secretaría de Salud, 2001).

#### **I.4 La atención del tabaquismo a través de los servicios de salud del país**

En el año 1943 en México se fundó la Secretaría de Salud (SSa), así se inició la extensión de los servicios médicos a través de la red de clínicas, sanatorios y hospitales. Se implementaron campañas para prevenir y combatir las principales enfermedades que aquejaban a la población. Y fue hasta 1984, cuando la Ley General de Salud consideró por primera vez a las adicciones como un problema de salubridad general, que se incluyó la atención de pacientes por fármaco dependencia, alcoholismo y tabaquismo. Así se sentaron las bases para crear el Consejo Nacional contra las Adicciones, el 8 de julio de 1986, en la Secretaría de Salud, ubicado en el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias (INER).

Ese mismo año fue nombrado sede del programa contra el tabaquismo por el Ministro de Salud y los miembros del Consejo Nacional contra las Adicciones. Además, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) de México hizo entrega de la medalla “Tabaco o Salud” al INER por las acciones realizadas en contra del tabaquismo.



Durante el periodo de 1940 a 1990 se redujo la tasa de mortalidad. El cuidado de la salud, así como los avances de la medicina contribuyeron a que se elevara la esperanza de vida en el país, que ahora es de 70 años y no de 41 como lo era en 1940. Las campañas preventivas de higiene y salud pública que se fueron extendiendo en la República Mexicana comenzaron a rendir frutos con el control de diversas enfermedades (Vázquez, Gómez, Lugo, 2004; 344).

El contexto anterior sugiere que México se ha integrado a los diferentes convenios porque el tabaquismo se ha convertido en uno de los mayores problemas a nivel mundial. Así, la República Mexicana fue el primer país en refrendar el Convenio Marco para el Control del Tabaco. Se ha legislado para tener espacios libres de humo. El artículo 4° de la Constitución Políticamenciona que toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar, entre otras, lo cual permitió fortalecer las medidas en la lucha contra el tabaquismo.

México ha disminuido la producción del tabaco desde los años 2000, ya que se ha ocupado de la lucha contra el tabaco, implementando entre las Secretarías de Salud y de Agricultura, en conjunto con los gobiernos estatales y municipales, medidas que mejoran las oportunidades de los productores no destinados al tabaco, que han dado como resultado una menor superficie de cultivo. En el año 2007 se produjeron 12,412 toneladas de tabaco en 6,597 hectáreas. Los Estados dedicados a su cultivo son: Veracruz, Oaxaca, Chiapas, Jalisco, Puebla, Guerrero, Tabasco, pero el principal es Nayarit, que produce 82% del tabaco total.

Desde el 2002 se ejecutó el programa “las escuelas libres de humo de tabaco” en 130,000 planteles a cualquier nivel educativo, con lo que se benefició a un millón de maestros y a 20.5 millones de alumnos entre 6 y 15 años. Más de 532 edificios han logrado su reconocimiento como “Libres de Humo de Tabaco”, lo que influye directamente en la salud en más de 50,000 trabajadores federales y estatales.

A partir del año 2004, en la Ciudad de México, antes llamada Distrito Federal, se instauró la Ley de Protección de Salud. Los consumidores dejaron de fumar en espacios como el transporte público, locales cerrados, bancos, oficinas de gobierno, centros comerciales o de servicios, auditorios, bibliotecas, instituciones médicas y de enseñanza. También se destinó el 40% de las mesas en restaurantes y bares para zonas de no fumar y un número



determinado de habitaciones de hotel. La Ley antitabaco de México, vigente desde abril del 2008, y su última modificación en julio del 2009, es la regulación que se sigue actualmente.

Además, se ha fortalecido la vigilancia epidemiológica de las adicciones, una de las herramientas que se han utilizado para esto es la Encuesta Nacional de Adicciones (ENA). Un comparativo realizado en 2002 arrojó que no hay disminución de los fumadores activos, por el contrario, de 5 millones aumentaron a 9, por lo que 14 millones de mexicanos son fumadores, lo que se debe, en gran medida, a que el rango poblacional ahora es más amplio por el aumento demográfico y la forma que va tomando la pirámide poblacional de los últimos años.

De acuerdo con el Instituto de Efectividad Clínica y Sanitaria (IECS) de Argentina, el Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) y el Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (CENETEC) de México, el costo aproximado de las afecciones relacionadas directamente con el tabaco asciende a 61 mil 252 millones de pesos anuales, que representa el doble de lo que se invertía en el programa social llamado Prospera. Es preciso decir que la Comisión Nacional contra las Adicciones (CONADIC) estima que cada fumador activo consume en promedio 7 cigarros diarios, lo que equivale a 127 cajetillas de 20 cigarros cada una en el año.

## **I.5 Aspectos y cifras relevantes sobre tabaquismo en México**

Según la Encuesta Nacional de Consumo de Drogas, Alcohol y Tabaco, publicada por la Secretaría de Salud en el año 2016, menciona que la edad promedio de inicio del consumo del tabaco en la población mexicana es de 16 años para los hombres y de 18 años para las mujeres, en promedio las mujeres fuman 6.3 cigarros diarios, mientras que los hombres fuman en promedio 7.7.

La ENA revela que los estados con mayor prevalencia de consumo de tabaco en México son: la Ciudad de México, Zacatecas, Aguascalientes, Jalisco, Colima, Nayarit, Nuevo León, Tamaulipas y San Luis Potosí.

En la edición 44 de la *Revista Salud Pública de México, suplemento 1*: “La epidemia del tabaquismo”, publicada en el año 2002, se registró que a partir de una comparación de los indicadores estadísticos de 1988 y 2002, si bien hay una disminución del 16% en el número



de fumadores diarios, las reducciones más significativas ocurrieron en personas mayores de 45 años, posiblemente por ya haber desarrollado un padecimiento relacionado con el consumo del tabaco o, bien, por haber muerto como consecuencia del consumo de tabaco.

En el documento *Tabaquismo: grave problema de salud*, publicado por el doctor Horacio Rubio, quien es director de Atención Médica de la Dirección General de Atención a la Salud (DGSM) y especialista en Neumología del Consejo Nacional de Neumología, menciona que fumar más de 25 cigarrillos al día duplica el riesgo de padecer diabetes, además de que produce osteoporosis y aumenta la probabilidad de fracturas. Incluso las mujeres pueden presentar menopausia precoz<sup>1</sup> y los hombres suelen desarrollar problemas con su aparato reproductor. La estomatitis por nicotina<sup>2</sup>, la enfermedad periodontal<sup>3</sup>, caries, halitosis<sup>4</sup>, leucoplasia y disminución del olfato y del gusto, son otras consecuencias del consumo de tabaco.

Según la Encuesta de Tabaquismo en Jóvenes (ETJ) publicada en el año 2009 menciona que entre el 8% y 15%, de los estudiantes en México ha probado el cigarro antes de los 13 años, iniciando el consumo de tabaco antes de los 15 años. En la misma encuesta se encontró que el porcentaje de estudiantes entre 13 y 15 años que más fuman por ciudad a nivel nacional es Toluca (27.5%), Puebla (27.5%) y Ciudad de México (27.8%). (Gráfica I.4).

**Gráfica I.4 Inicio de consumo de tabaco en estudiantes de 13 a 15 años 2009**



**Fuente:** Cálculos propios con información de la encuesta ETJ.

<sup>1</sup> El consumo de tabaco, debido a que cuando una persona fuma se altera la flora bacteriana de la mucosa oral y se reduce la producción de saliva, produciendo mal aliento.

<sup>2</sup> La estomatitis nicotínica es un trastorno benigno de la mucosa del paladar los síntomas incluyen lesiones intensas del paladar e inflamación de las glándulas salivales.

<sup>3</sup> La enfermedad periodontal es una patología crónica, que abarca brotes con una sintomatología mínima y puede conducir a la pérdida de soporte de sujeción de los dientes, es decir, a la destrucción de las encías y el hueso que sujeta los dientes.

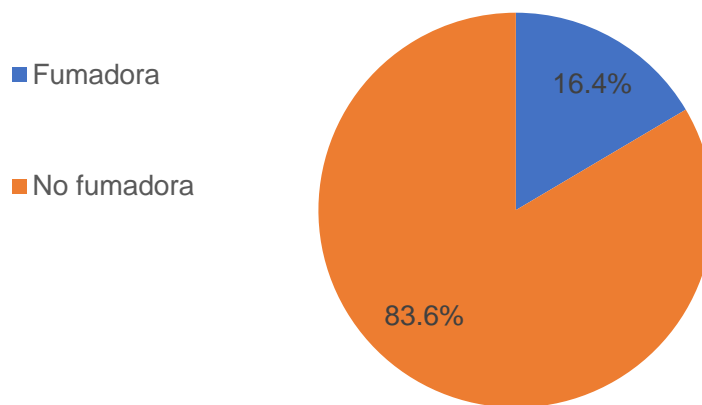
<sup>4</sup> Halitosis o mal aliento es provocado por el consumo de tabaco, debido a que cuando una persona fuma se altera la flora bacteriana de la mucosa oral y se reduce la producción de saliva, produciendo mal aliento.



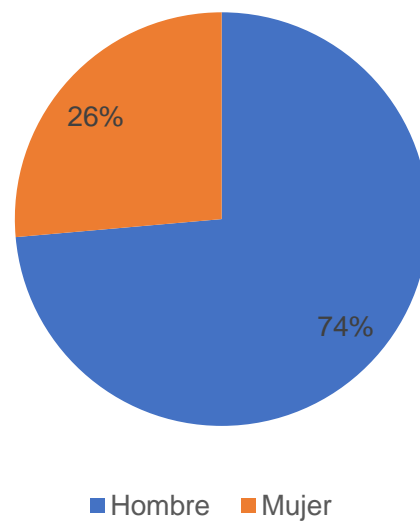
### I.5.a. Consumo en hombres y mujeres

En México, según la GATS, publicada en el año 2015, muestra que más del 16.4% de la población mexicana mayor de 15 años, aproximadamente 14.3 millones de mexicanos, fuman actualmente tabaco (Gráfica I.5), de los cuales 10.6 millones son hombres y 3.8 millones son mujeres (Gráfica I.6).

**Gráfica I.5 Porcentaje de población mexicana de 15 y más años Fumadora vs No Fumadora**



**Gráfica I.6 Porcentaje de población mexicana fumadora por sexo**



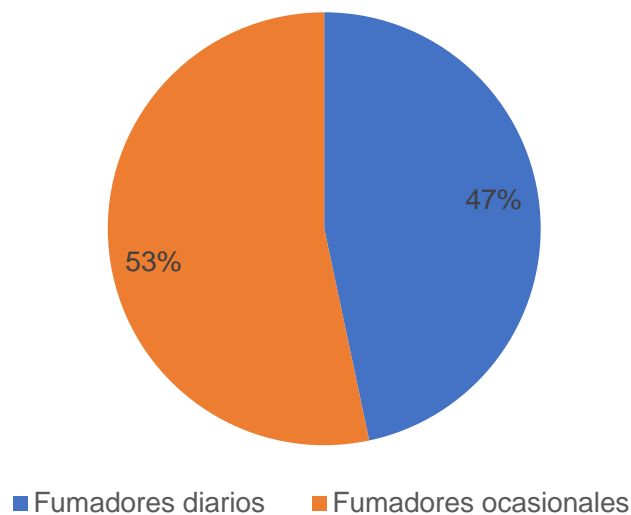
**Fuente:** Cálculos propios con información de la encuesta GATS.



En la misma encuesta GATS se menciona que el promedio de los cigarros que consume un fumador en México es de 7.25 cigarros diarios, 7.7 los hombres y 6.8 las mujeres. Como se mencionó anteriormente la edad de inicio de consumo de tabaco para los hombres es de 16.4 años y de 17.1 años para las mujeres, y 16.5 años como edad promedio de la población en general.

De los más de 14.3 millones de consumidores actuales de tabaco entre 15 años y más, sólo 6.6 millones consume de manera diaria tabaco, mientras que 7.6 millones lo realizan de manera ocasional (Gráfica I.7).

**Gráfica I.7 Porcentaje de población mexicana que consume tabaco de manera diaria vs de manera ocasional**



**Fuente:** Cálculos propios con información de la encuesta GATS.

Según la encuesta GATS, el gasto promedio mensual en cigarros de una persona mexicana que consume tabaco de forma diaria es de \$297.2 pesos, con un costo promedio de \$46.7 pesos por una caja de 20 cigarros. La OMS, a través del estudio *La economía del tabaco y los impuestos al tabaco en México*, publicado en el 2013, señaló que esto implica que una persona en México debe trabajar 22 minutos para poder comprar una cajetilla de 20 cigarros, lo cual es poco tiempo si se considera que para tal fin en Reino Unido una persona debe trabajar 35 minutos y en China 42 minutos, esto debido a los impuestos aplicados al tabaco en cada país.

Datos mostrados en la ENA, publicados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía



(INEGI), indican que entre los años 2003 y 2012 se han registrado un total de 5.33 millones de defunciones en el país, de las cuales, aproximadamente 702 mil, que representan el 13% de las defunciones. periodo, se asocian con un tipo de cáncer, de las cuales 35% están vinculadas con el consumo del tabaco, es decir, 247 mil. De igual forma, dentro del mismo estudio se tienen registradas 453 mil defunciones entre los años 2003 a 2012 debidas a enfermedades respiratorias agudas, de las cuales, un 30%, que aproximadamente representan 135 mil defunciones, se relaciona con el tabaquismo.

### **I.5.b. Enfermedades relacionadas con el consumo de tabaco**

Los tumores malignos de labios, cavidad bucal y laringe matan a 959 personas en promedio anualmente, mientras que el promedio de cáncer de esófago es de 908 defunciones. Le sigue el tumor maligno de laringe, que tiene 813 personas; pero los cánceres con mayor frecuencia son el de pulmón, tráquea y bronquios que inciden en la mortalidad de seis mil 758 individuos.

El doctor Horacio Rubio, señala en el artículo *Impacto de las políticas antitabaco en México*, publicado por la revista de la Facultad de Medicina de la UNAM, que hay un promedio de 165 muertes diarias en México relacionadas con el tabaco. Según datos del mismo artículo, atribuyen el 20% de los casos de cáncer de estómago, el 25% de los casos de cáncer de páncreas y un 50% de los casos de cáncer de vejiga y riñón al consumo de tabaco.

El cáncer en la cavidad oral se desarrolla y afecta el suelo de la boca, la base de la lengua, el área retro molar y el arco palatino. Se necesitan de 15 a 20 años fumando una cantidad de 20 cigarrillos al día. Se estima que el 92% de este tipo de cáncer en hombres es gracias a este hábito y el 61% en mujeres.

Al tabaquismo se le atribuye el 82% de casos de cáncer de laringe. Se genera en las cuerdas vocales. Comienza con tos, hemoptisis y disfonía. El riesgo de tener esta enfermedad es 10 veces mayor en los fumadores de cigarros y 8 veces en fumadores que consumen puros o tabaco en pipas. El alcohol aumenta la probabilidad en un 75%.

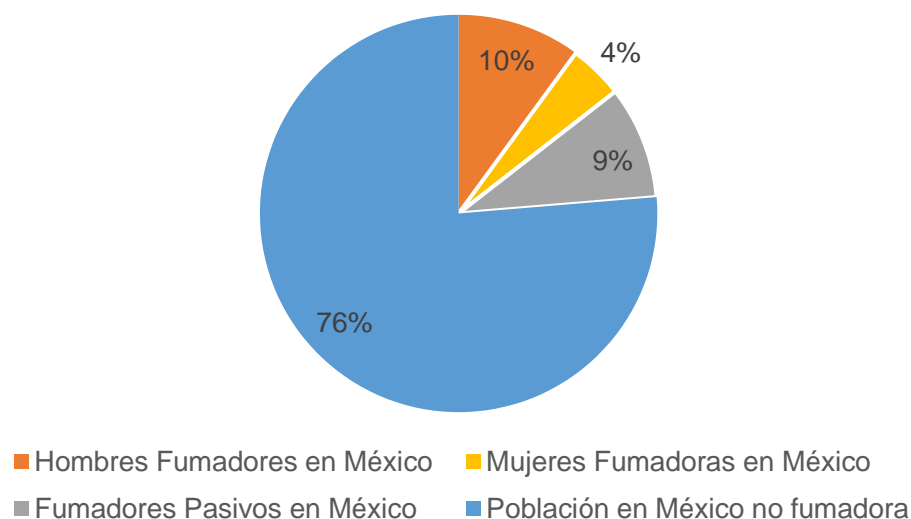
Por su parte, el cáncer de esófago aparece en la membrana superficial y lo obstruye, produciendo dolor retro esternal, el 80% de los casos está involucrado el tabaco; mientras que los fumadores tienen el doble de posibilidades de sufrir cáncer de páncreas. Las personas que fuman más de 40 cigarrillos al día poseen un riesgo 5 veces mayor que los



que no lo hacen. La alimentación, la ingesta de café y alcohol también son factores de riesgo.

En la *Encuesta Intercensal* del 2015 realizada por el INEGI, se estimaron 119 millones 530 mil habitantes en México. De esta cifra, hay aproximadamente 17.3 millones de fumadores que consumen tabaco de manera directa, 12 millones son hombres y 5.3 millones son mujeres, y, adicionalmente, hay otros 11 millones fumadores que son pasivos (Gráfica I.8).

**Gráfica I.8 Porcentaje de tipos de fumadores en México 2015**



**Fuente:** Cálculos propios con información de INEGI.

Es alarmante esta cifra dado que representa aproximadamente un cuarto de la población que se encuentra en riesgo por los daños producidos por el tabaquismo. Los fumadores pasivos consumen el humo del cigarro ajeno, desarrollan afecciones que van desde asma, cuadros de bronquitis, afecciones respiratorias o diferentes tipos de cáncer también.

### I.5.c. Prohibición en la venta

El 73.4% de los encuestados vio un letrero que prohibía la venta de cigarrillos a menores, sin embargo, al 65.1% no les negaron la compra. El 7.9% dijo que fumaba en su casa; 11.2% en casa de sus amigos, 29.9% en los lugares públicos y 24.5% en eventos sociales.

Un 33 % de los encuestados dijo tener acceso libre a cigarrillos o tabaco en casa. Por lo hay una probabilidad muy alta de ser fumadores pasivos desde pequeños y desarrollar este





hábito. Convirtiéndose en una estadística más sobre enfermedades relacionadas con el tabaquismo.

Con todo lo anterior es fácil notar las dimensiones actuales del problema que presenta en la población mundial y, en específico, en la población mexicana, ya que las personas que actualmente consumen tabaco posiblemente mueran por alguna enfermedad relacionada con su consumo, generando un gran costo al sistema de salud nacional y a la población en general, que soportará dicho costo con impuestos, generados por el incremento en el gasto del sistema en salud por la atención de enfermedades prevenibles.

Como se menciona en este capítulo, se han puesto en marcha diversos planes a nivel mundial para intentar disminuir el consumo de tabaco en la población, por su parte México ha formado parte de estas campañas mundiales para intentar combatir el tabaquismo, implementando principalmente impuestos, lugares libres de humo y campañas de prevención anunciando los daños que ocasiona el consumo de tabaco.

A partir de la información histórica presentada en este capítulo y con base en los diferentes artículos, encuestas y estudios mencionados, se observa que México está lejos de erradicar el consumo del tabaco y la tendencia mundial, como lo menciona la OMS, es creciente, ya que para el año 2020 se espera que haya en el mundo 10 millones de muertes relacionadas con el consumo de tabaco, de aquí la importancia de estimar el impacto financiero en el Sector Salud de México, desde la etapa en la que inicia una enfermedad relacionada con el tabaco hasta su muerte.

En el año 2020 se vivió un fenómeno catastrófico, los padecimientos cuyo desenlace es el fallecimiento de las personas ocasionadas por el consumo de tabaco aumentaron, caso como la influenza atípica que se incrementó de forma considerable, estos eventos han intensificado la importancia de un estudio de este tipo, para poder analizar los problemas económicos que generan en el sector salud.



## Capítulo II. Análisis estadístico del tabaquismo para la aplicación del modelo de supervivencia Kaplan Meier

### II.1 Introducción al análisis de supervivencia

La aplicación de métodos de supervivencia es muy utilizada en estudios clínicos, ya que es una herramienta que sirve para medir el tiempo que transcurre desde un momento en el tiempo o periodo de vida de un objeto y hasta el momento de la ocurrencia del evento que se desea estudiar, es decir, la supervivencia estudia eventos relacionados con el periodo de vida de un objeto de estudio hasta su muerte y/o falla, según sea el caso. Por ejemplo, en enfermedades como el cáncer los estudios de supervivencia miden la probabilidad de permanecer vivo durante un periodo de tiempo determinado desde el momento en que se diagnostica la enfermedad hasta su defunción.

Dentro de los estudios de supervivencia existen los métodos no paramétricos de estimación como el modelo Kaplan Meier, Log Rank y los métodos paramétricos de estimación, como la distribución exponencial negativa, distribución de Weibull y el modelo de regresión de COX de riesgos proporcionales.

El modelo Kaplan Meier se basa en la observación de cada paciente, al iniciar el periodo de estudio (tiempo = 0) y continuar hasta su muerte o hasta que el tiempo de seguimiento se interrumpa.

Para aplicar el modelo de supervivencia de Kaplan Meier se necesita una población determinada (población de estudio), número de muertes al momento  $t_i$  (muertes por mes) y el número de pacientes en riesgo justo antes de  $t_i$ .

En este trabajo se considera como premisa importante que el total de defunciones generan un gasto ya sea público o privado.

### II.2 Teoría de la función supervivencia

El tiempo de supervivencia se define como una variable aleatoria  $T$  y los valores que puede tomar tienen una distribución acumulativa de probabilidad  $F(t)$ :

$$F(t) = P(T \leq t) = \int_0^t f(u) du$$



La función de supervivencia representa la probabilidad de que un individuo en estudio sobreviva un tiempo  $t$ , es decir:

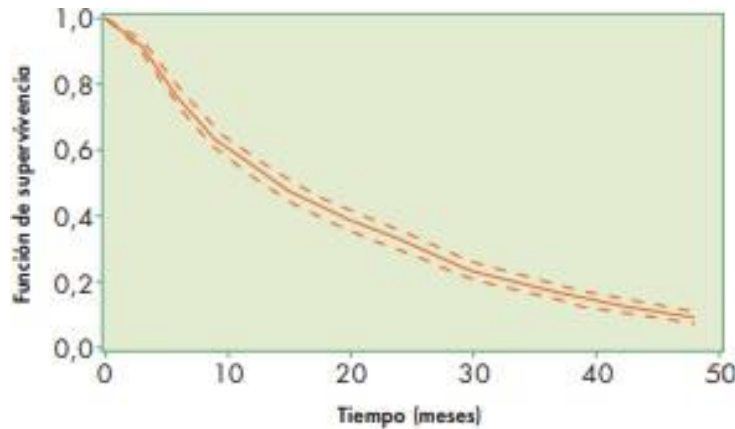
$$S(t) = P(T > t) = 1 - F(t)$$

Considerando que:

$$S(0) = 1, S(t) = 0 \text{ si } t \rightarrow \infty, S(t_1) \geq S(t_2) \text{ si } t_1 < t_2$$

Con el fin de tener una idea gráfica del comportamiento típico de una función de supervivencia, en la gráfica II.1 se muestra un ejemplo de éste.

Gráfica II.1 Ejemplo típico del comportamiento de una función de supervivencia



**Fuente:** Guadalupe Gómez Y Erik Cobo. (Julio-agosto 2004). Hablemos de Análisis de supervivencia. GH CONTINUADA, Vol. 3 No 4, 187.

La función de riesgo  $h(t)$  es la probabilidad de que el individuo en estudio muera en el intervalo  $(t, t + \delta t)$ , esto condicionado a que el individuo haya sobrevivido hasta el momento  $t$ , lo que permitirá ver la intensidad de muertes a tiempo  $t$ . La función de riesgo  $h(t)$  también es utilizada para determinar la tasa instantánea de muerte a tiempo  $T = t$ , siempre que el individuo haya sobrevivido instantes antes del tiempo  $t$ , es decir:

$$h(t) = \lim_{\delta t \rightarrow 0} \frac{P(t \leq T < t + \delta t | T > t)}{\delta t}$$

Otra forma de observar a la función de riesgo  $h(t)$  es:

$$h(t) = \frac{f(t)}{S(t)}$$



Donde:

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt}$$

El método Kaplan Meier es la metodología de estimación que se usará en este estudio, ya que se desconoce si las defunciones se ajustan a alguna distribución de probabilidad y no se hará dicho supuesto, apoyada únicamente de métodos descriptivos y de frecuencia. Así se estimará la función de supervivencia que se ajusta desde el inicio del año en un grupo de pacientes, hasta el momento de su defunción.

La información utilizada en este estudio, con el propósito de cumplir con el Estándar de Práctica Actuarial publicado en la y página de la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas (CNSF), específicamente el ANEXO 5.2.1-a número 1, será la obtenida de la Dirección General de Información en Salud (DGIS), ya que es una fuente de información conocida, comprobable y veraz al ser publicada por una institución reconocida a nivel nacional; contiene suficiente información para la estimación de la función de supervivencia en el periodo 2010 a 2015. Para los años posteriores no se cuenta con la información completa para todas las enfermedades, debido a que la publicación de ésta presenta un atraso y, con el objetivo de mantener la información homogénea, sólo se usará el periodo señalado; y, finalmente, es importante señalar que los datos se desglosan por sexo, edad y clasificación de enfermedad.

### II.3 Metodología Kaplan Meier

Como se mencionó anteriormente, el método Kaplan Meier es de tipo no paramétrico, es decir, que no asume ninguna función de probabilidad y se basa en la máxima verisimilitud de la muestra de tamaño  $n$ .

La probabilidad de sobrevivir al periodo  $t$  se estima como el cociente de los sobrevivientes al final del período  $t$  entre los sobrevivientes al inicio del período  $t$ :

$$P_t = \frac{n_t - d_t}{n_t} = 1 - \frac{d_t}{n_t}$$

Donde

$n_t$ : Es el número de sobrevivientes al inicio del período  $t$ .



$d_t$  : Es el número de muertes en el período  $t$ .

$n_t - d_t$  : Son los sobrevivientes al final del período  $t$ .

Si  $P$  es la probabilidad de sobrevivir hasta el período  $t$ , entonces la función de supervivencia

$S(t)$  está dada por:

$$S(t) = P_1 P_2 \dots \dots \dots P_t = \prod_{i=1}^t P_i = \prod_{i=1}^t \left(1 - \frac{d_t}{n_t}\right)$$

De manera general, ésta es la forma de describir el análisis de supervivencia. Para continuar con la aplicación del modelo, previamente es necesario realizar el análisis de la información con el fin de identificar la forma en la que deberán ser considerados los datos, dependiendo de las características que éstos presentan, así como del orden en el que deberán aparecer, considerando la relación o no que pueda existir entre las variables que componen el tabaquismo y las personas o individuos a estudiar.

A continuación, se analizarán de manera descriptiva las defunciones en México por enfermedades a las que se le puede asociar como fuente de origen el consumo del tabaco. La información se obtuvo del año 2010 al año 2015, debido a que los datos anteriores que se encuentran en los cubos de Servicios de Salud de la DGIS no se registraron para todas las enfermedades, por lo cual no se tendría homogeneidad de la información y se obtendrían resultados inconsistentes.

En la siguiente sección se analizarán las variables más importantes: enfermedad, edad, sexo y fecha de la defunción, para examinar las tendencias, el crecimiento y la composición por afección. Posteriormente, se buscará asociar la probabilidad de defunción por consumo de tabaco a cada intervención en el mismo periodo de tiempo, con el propósito obtener el grupo de defunciones a partir de las cuales se aplicará el método Kaplan Meier.

#### II.4 Análisis de las defunciones

Como ya se ha mencionado, el consumo de tabaco tiene diferentes repercusiones en la salud, según el estudio *Carga de enfermedad atribuible al tabaquismo en México*. En el Anexo 1 se enlistan todas las enfermedades a las que se les pueden asociar una defunción relacionada con el consumo de tabaco.



A partir de la información disponible de la DGIS se formarán 15 grupos de análisis, conformados por 10 tipos de cáncer: Boca y de Faringe, Esófago, Estómago, Páncreas, Laringe, Tráquea y Pulmón, Cuello Uterino, Riñón y Pelvis Renal, Vejiga y Leucemia Mieloide Aguda, y 5 diferentes tipos de enfermedades: Infarto Agudo de Miocardio, Accidente Cerebrovascular, Neumonía e Influenza, Obstrucción de las vías aéreas y otras muertes cardiovasculares. La conformación de los grupos de análisis se realizará según la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10), (Tabla II.1).

**Tabla II.1 Conformación de los grupos de estudio**

Número	Grupo	Clave CIE-10	Enfermedad
1	Cáncer de boca y faringe	C00	Tumor maligno del labio.
2		C14	Tumor maligno de otros sitios y de los mal definidos del labio, de la cavidad bucal y de la faringe.
3	Cáncer de Esófago	C15	Tumor maligno del esófago.
4	Cáncer de Estómago	C16	Tumor maligno del estómago.
5	Cáncer de Páncreas	C25	Tumor maligno del páncreas.
6	Cáncer de Laringe	C32	Tumor maligno de la laringe.
7	Cáncer de Tráquea y Pulmón	C33X	Tumor maligno de la tráquea.
8		C34	Tumor maligno de los bronquios y del pulmón.
9	Cáncer de cuello uterino	C53	Tumor maligno del cuello del útero.
10	Cáncer de Riñón y pelvis renal	C64X	Tumor maligno del riñón, excepto de la pelvis renal.
11		C65X	Tumor maligno de la pelvis renal.
12	Cáncer de Vejiga	C67	Tumor maligno de la vejiga urinaria.
13	Leucemia Mieloide Aguda	C92	Leucemia mieloide.
14	Infarto Agudo de Miocardio	I21	Infarto agudo de miocardio.
15	Accidente Cerebrovascular	I60	Hemorragia subaracnoidea.
16		I61	Hemorragia intraencefálica.
17		I62	Otras hemorragias intracraneales no traumáticas.
18		I63	Infarto cerebral.
19		I67	Otras enfermedades cerebrovasculares.
20		I69	Secuelas de enfermedad cerebrovascular.
21	Neumonía e Influenza	J11	Influenza debida a virus no identificado.
22		J12	Neumonía viral, no clasificada en otra parte.
23		J13X	Neumonía debida a Streptococcus pneumoniae.
24		J14X	Neumonía debida a Haemophilus influenzae.
25		J15	Neumonía bacteriana, no clasificada en otra parte.
26		J16	Neumonía debida a otros microorganismos infecciosos, no clasificados en otra parte.
27		J18	Neumonía, organismo no especificado.



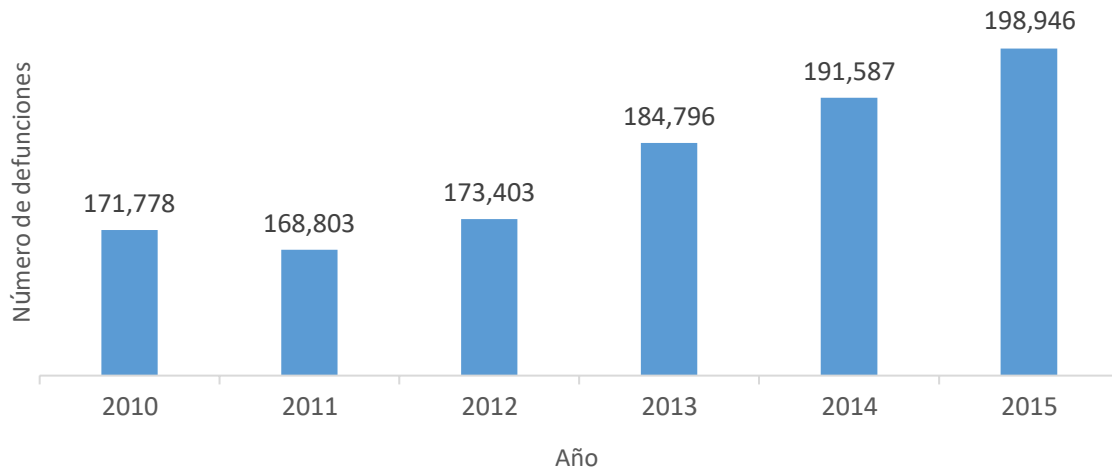
28	Obstrucción de las vías aéreas	J44	Otras enfermedades pulmonares obstructivas crónicas.
29	Otras muertes Cardiovasculares	I01	Fiebre reumática con complicación cardíaca.
30		I02	Corea reumática.
31		I05	Enfermedades reumáticas de la válvula mitral.
32		I06	Enfermedades reumáticas de la válvula aórtica.
33		I07	Enfermedades reumáticas de la válvula tricúspide.
34		I08	Enfermedades valvulares múltiples.
35		I09	Otras enfermedades reumáticas del corazón.
36		I11	Enfermedad cardíaca hipertensiva.
37		I26	Embolia pulmonar.
38		I27	Otras enfermedades cardiopulmonares.
39		I28	Otras enfermedades de los vasos pulmonares.
40		I30	Pericarditis aguda.
41		I31	Otras enfermedades del pericardio.
42		I33	Endocarditis aguda y subaguda.
43		I34	Trastornos no reumáticos de la válvula mitral.
44		I35	Trastornos no reumáticos de la válvula aórtica.
45		I36	Trastornos no reumáticos de la válvula tricúspide.
46		I37	Trastornos de la válvula pulmonar.
47		I38X	Endocarditis, válvula no especificada
48		I40	Miocarditis aguda.
49		I42	Cardiomiopatía.
50		I44	Bloqueo auriculoventricular y de rama izquierda del haz.
51		I45	Otros trastornos de la conducción.
52		I46	Paro cardíaco.
53		I47	Taquicardia paroxística.
54		I48X	Fibrilación y aleteo auricular.
55		I49	Otras arritmias cardíacas.
56		I50	Insuficiencia cardíaca.
57		I51	Complicaciones y descripciones mal definidas de enfermedad cardíaca.
58		I70	Aterosclerosis.
59		I71	Aneurisma y disección aórticos.
60		I72	Otros aneurismas.
61		I73	Otras enfermedades vasculares periféricas.
62		I74	Embolia y trombosis arteriales.
63		I77	Otros trastornos arteriales o arteriolas.
64		I78	Enfermedades de los vasos capilares.

**Fuente:** Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados (CIE-10), Décima Revisión, 1998



El número de defunciones en el año 2010 alcanzó la cifra de 171,778 anuales, en 2011 de 168,803, en 2012 de 173,403, en 2013 de 184,796, en 2014 de 191,946 y en 2015 alcanzó el número de 198,946 (Gráfica II.2).

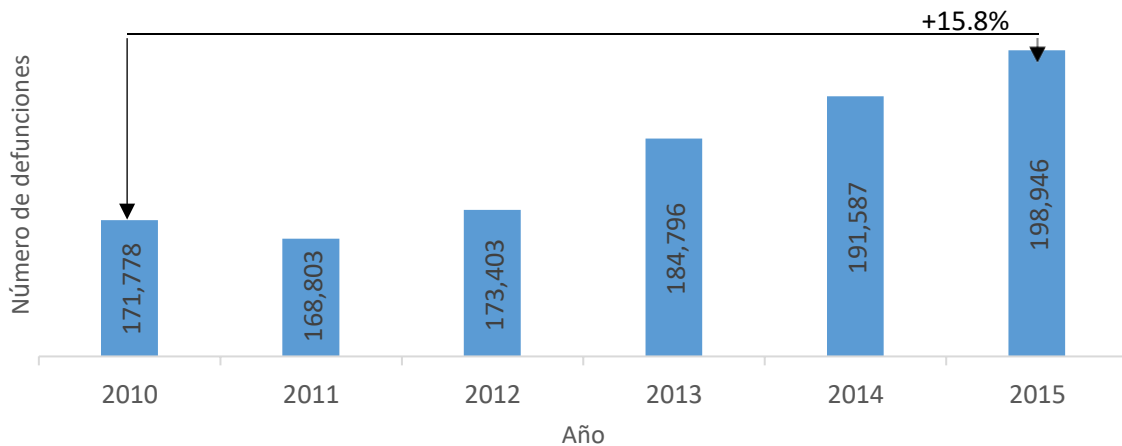
**Gráfica II.2 Número de defunciones anuales 2010- 2015**



**Fuente:** Cálculos propios con información de los cubos de Servicios para la Salud de la DGIS.

El número de defunciones en el periodo 2010-2015 se incrementó un 15.8%, alcanzando el máximo número de defunciones en el año 2015 con 198,946 y el menor número de defunciones en el año 2011 con 168,803 (Gráfica II.3).

**Gráfica II.3 Crecimiento de las defunciones anuales 2010-2015**

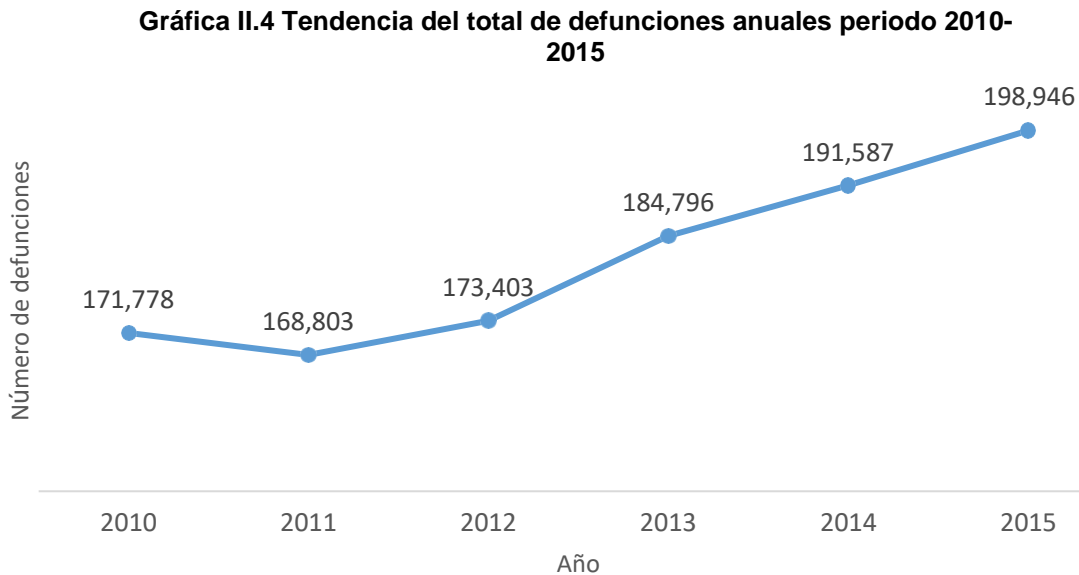


**Fuente:** Cálculos propios con información de los cubos de Servicios para la Salud de la DGIS.





Pese a la disminución del número de defunciones anuales en la población del año 2011, el número total de defunciones tiene una tendencia creciente, lo cual se puede observar en la siguiente grafica (Gráfica II.4).



**Fuente:** Cálculos propios con información de los cubos de Servicios para la Salud de la DGIS.

Si se compara el número de defunciones ocurridas del periodo 2010-2015 de las enfermedades a las que se les pueden asociar una defunción relacionada con el consumo de tabaco en México, contra la población total por año en el país obtenida de las cifras publicadas por el (INEGI) para obtener una tasa de mortalidad general (Tabla II.2).

**Tabla II.2 Tasa de mortalidad general de defunciones anuales 2010-2015**

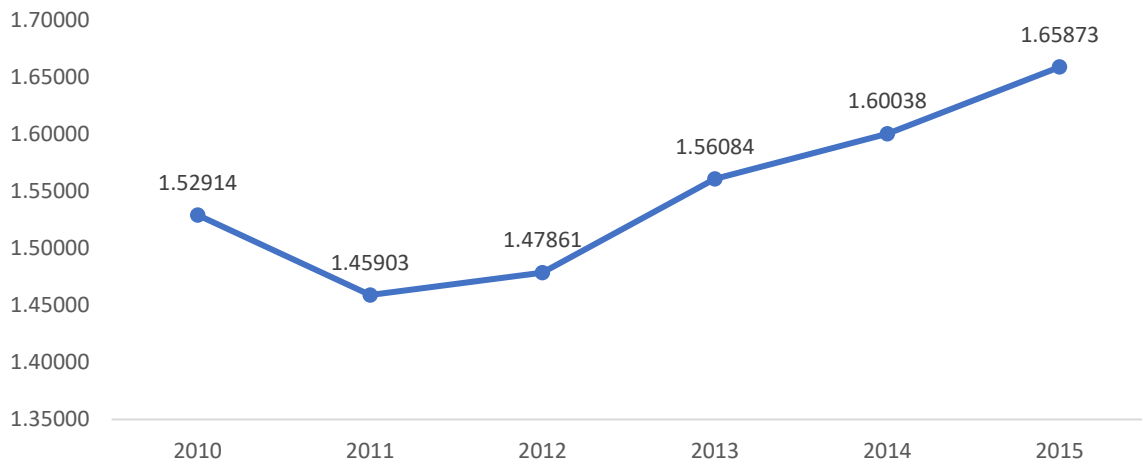
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Defunciones anuales	171,778	168,803	173,403	184,796	191,587	198,946
Población total en México	112,336,538	115,695,000	117,274,000	118,395,054	119,713,204	119,938,473
Tasa de mortalidad general	1.5291‰	1.4590‰	1.4786‰	1.5608‰	1.6003‰	1.6587‰

**Fuente:** Cálculos propios con información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Se puede identificar que la tasa de mortalidad tiene una tendencia creciente para el periodo 2010-2015, esta tiene su mínimo en el año 2011 con una tasa de mortalidad de 1.4590‰ y su máximo en el año 2015, siendo congruente con las defunciones ocurridas para este periodo (Grafica II.5).



**Gráfica II.5 Tasa de mortalidad general de defunciones anuales 2010-2015**



Fuente: Tabla II.2 expresada en tanto por mil (‰).

#### II.4.a Por patología

En el periodo 2010-2015 el número de defunciones de los 15 grupos de estudio se comportó de la siguiente manera (Tabla II.3). Las defunciones en dicho periodo tuvieron una tendencia creciente; sin embargo, en el año 2011 fueron a la baja; por su parte, el grupo de enfermedad con mayor número de defunciones es infarto agudo de miocardio, con un promedio del 38% del total de las defunciones por año, seguido de accidente cerebrovascular con un promedio del 14% de las defunciones por año, el grupo de enfermedad con menor número de defunciones en el periodo es cáncer de boca y de faringe con un promedio de 0.125% de las defunciones por año.

**Tabla II.3 Número de defunciones anuales por grupo de enfermedad 2010-2015**

	Grupo de enfermedad\ Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	Infarto Agudo de Miocardio	62,057	62,308	65,555	70,967	74,635	79,706
2	Accidente Cerebrovascular	25,742	24,760	25,283	25,760	25,966	26,574
3	Otras Muertes Cardiovasculares	23,510	22,561	22,996	23,980	24,269	25,028
4	Obstrucción de las vías aéreas	19,468	18,487	18,532	20,490	19,715	21,057
5	Neumonía e Influenza	15,310	14,977	15,487	17,395	19,892	18,847



	Grupo de enfermedad\ Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015
6	Cáncer de Tráquea y Pulmón	6,795	6,748	6,400	6,735	6,781	6,903
7	Cáncer de Estómago	5,599	5,557	5,578	5,605	5,822	6,065
8	Cáncer de cuello uterino	3,959	3,927	3,840	3,880	4,076	4,009
9	Cáncer de Páncreas	3,631	3,613	3,829	3,885	4,053	4,184
10	Cáncer de Riñón y pelvis renal	1,868	1,949	1,848	2,060	2,272	2,354
11	Leucemia Mieloide Aguda	965	950	963	956	981	1,024
12	Cáncer de Esófago	955	911	994	1,025	1,039	1,093
13	Cáncer de Vejiga	919	1,013	1,000	964	1,090	1,053
14	Cáncer de Laringe	791	800	862	875	778	820
15	Cáncer de boca y de faringe	209	242	236	219	218	229
	Total general	171,778	168,803	173,403	184,796	191,587	198,946

Fuente: Cálculos propios con información de los cubos de Servicios para la Salud de la DGIS.

Los porcentajes de las defunciones por grupo de enfermedades en el periodo 2010-2015 se comportan de manera homogénea, el número acumulado de defunciones en este periodo se distribuye como se muestra a continuación por enfermedad (Tabla II.4).

**Tabla II.4 Porcentaje promedio de defunciones anuales por grupo de enfermedad 2010-2015**

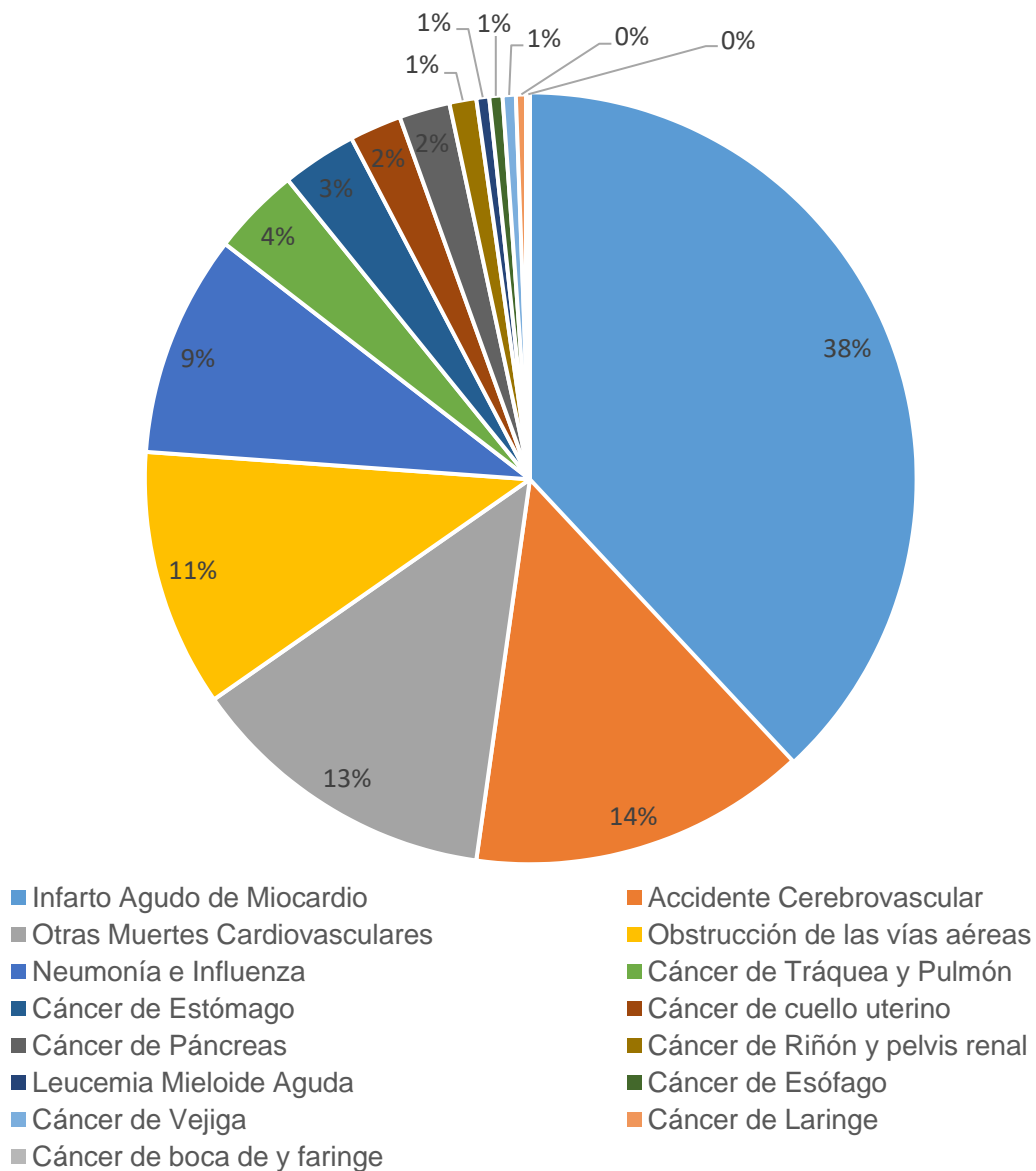
Grupo de enfermedad	Porcentaje defunciones en el periodo 2010-2015
Infarto Agudo de Miocardio	38.04
Accidente Cerebrovascular	14.18
Otras Muertes Cardiovasculares	13.09
Obstrucción de las vías aéreas	10.82
Neumonía e Influenza	9.33
Cáncer de Tráquea y Pulmón	3.72
Cáncer de Estómago	3.15
Cáncer de cuello uterino	2.18
Cáncer de Páncreas	2.13
Cáncer de Riñón y pelvis renal	1.13
Leucemia Mieloide Aguda	0.54
Cáncer de Esófago	0.55
Cáncer de Vejiga	0.56
Cáncer de Laringe	0.45
Cáncer de boca y faringe	0.12
<b>Total general</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Cálculos propios con información de los cubos de Servicios para la Salud de la DGIS.



A continuación, se muestra en la siguiente gráfica cómo se distribuye el promedio del número de defunciones por enfermedad del periodo 2010-2015. Se observa que el 38% de las defunciones promedio por grupo de enfermedad se acumula en infarto agudo de miocardio, 14% de las defunciones promedio son por accidente cerebrovascular y el 13% de las defunciones promedio ocurren por otras muertes cardiovasculares, por lo que el 65% de las defunciones se acumula en estos 3 grupos de enfermedad (Gráfica II.6).

**Gráfica II.6 Porcentaje promedio de defunciones anuales por grupo de enfermedad Periodo 2010-2015**



Fuente: Tabla II.3.



## II.4.b Por edad

El número de defunciones por edad del periodo 2010-2015 se encuentra entre los menores de un año hasta los 100 y más (Tabla II.5).

**Tabla II.5 Número de defunciones por edad 2010-2015**

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015
0-4 años	2441	2398	2332	2412	2056	1836
5-9 años	263	233	237	230	233	220
10-14 años	280	270	288	300	316	275
15-19 años	521	499	501	498	522	504
20-24 años	793	715	717	808	841	881
25-29 años	1,098	1,076	1,022	1,147	1,205	1,217
30-34 años	1,594	1,413	1,580	1,564	1,786	1,701
35-39 años	2,459	2,407	2,432	2,465	2,779	2,615
40-44 años	3,379	3,378	3,437	3,634	4,021	4,106
45-49 años	5,062	4,872	4,966	5,402	5,878	5,814
50-54 años	7,035	7,022	7,277	7,518	7,954	8,136
55-59 años	9,077	9,001	9,444	10,074	10,681	10,803
60-64 años	11,565	11,505	11,876	12,524	13,330	13,712
65-69 años	14,445	14,400	14,845	15,649	16,330	16,729
70-74 años	18,627	18,163	18,461	19,156	20,021	20,679
75-79 años	22,716	21,640	22,455	23,562	24,160	25,151
80-84 años	24,251	24,321	24,449	26,741	27,641	28,545
85-89 años	22,732	22,220	22,722	24,254	24,934	26,679
90-94 años	13,320	13,768	14,677	16,564	17,874	19,422
95-99 años	6,641	5,925	6,010	6,386	6,507	7,223
100 y más	2,019	2,040	2,011	2,134	2,191	2,341
No especificado	1,460	1,537	1,664	1,774	327	357
Total	171,778	168,803	173,403	184,796	191,587	198,946

**Fuente:** Cálculos propios con información de los cubos de Servicios para la Salud de la DGIS.

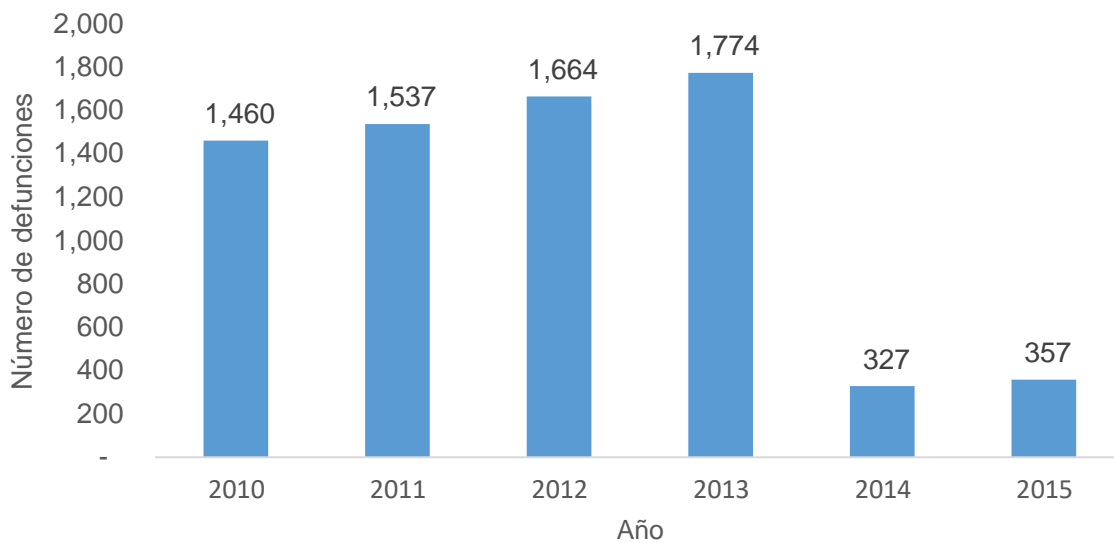
En la tabla anterior se aprecia que, para el periodo 2010-2015, el 63% de número de defunciones se acumula en la población de 70-99 años, teniendo el mínimo número de defunciones en el intervalo de edad 5-9 años y el máximo número de defunciones en el intervalo de 80-84 años.

La población total que no tiene una edad de defunción asociada para el periodo 2010-2015 se comporta de la siguiente manera (Gráfica II.7). La tendencia de las defunciones no especificadas entre los años 2010-2013 se comporta de manera creciente a razón de un 7% anual, en el año 2014 hay un cambio en la tendencia de las defunciones no



especificadas decreciendo un 82% con respecto al año anterior, del periodo 2014 a 2015 el número de defunciones no especificadas aumenta un 9%, el año 2013 es el de mayor número de defunciones no especificadas con 1,774, el 2014 es el año con menos número de defunciones no especificadas con 327.7. Analizando el comportamiento de las defunciones no especificadas se puede concluir que ha mejorado la forma de registro a nivel nacional de las defunciones, siendo cada vez menor el número de defunciones sin una edad asociada.

**Gráfica II.7 Número de defunciones no especificadas por edad periodo 2010 a 2015**



Fuente: Tabla II.4.

#### II.4.c Por sexo

La población total se acumula en tres grupos de sexo, los cuales son femenino, masculino y no especificado. Dado que el grupo de defunciones con sexo no especificado solo representa el 0.00799% de la población total, éste se eliminará para el análisis por sexo. La distribución de defunciones en el periodo 2010-2015 es de 48% de las defunciones anuales con sexo femenino y 52% de las defunciones anuales con sexo masculino (Gráfica II.8). El año 2011 tiene el menor número de defunciones anuales por sexo masculino y femenino con 88,287 y 80,509 para cada uno. Y el año 2015 tiene el mayor número de defunciones por sexo del periodo 2010-2015 con 104,919 defunciones de sexo masculino y 94,014 defunciones de sexo femenino (Tabla II.6).

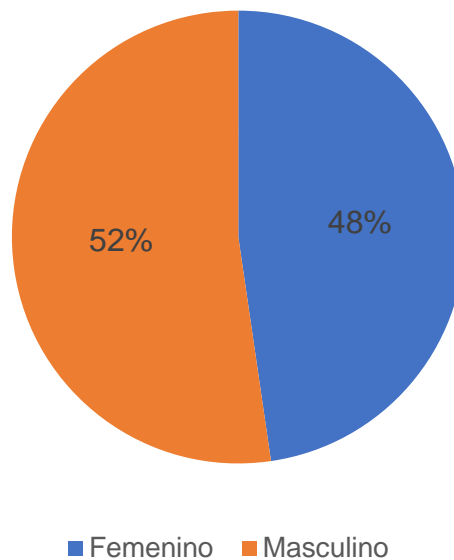


**Tabla II.6 Número de defunciones anuales por sexo periodo 2010 a 2015**

Sexo	Año					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Femenino	82,062	80,509	82,285	87,831	90,750	94,014
Masculino	89,699	88,287	91,098	96,944	100,828	104,919
Sexo no especificado	17	7	20	21	9	13
Total	171,778	168,803	173,403	184,796	191,587	198,946

**Fuente:** Cálculos propios con información de los cubos de Servicios para la Salud de la DGIS.

**Gráfica II.8 Porcentaje de defunciones por sexo en el periodo 2010-2015**

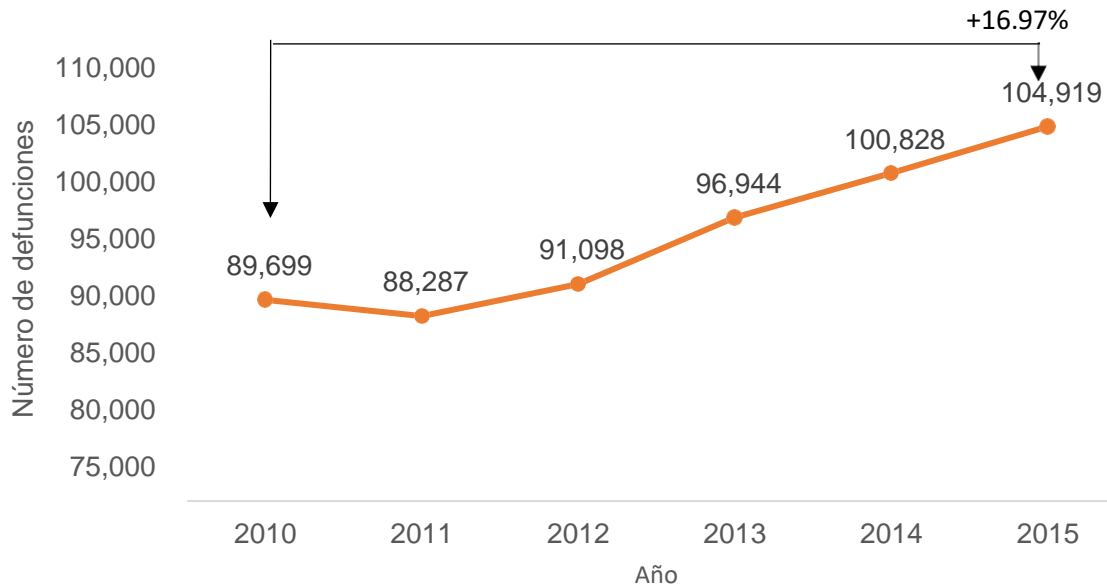


**Fuente:** Cálculos propios con información de los cubos de Servicios para la Salud de la DGIS.

La tendencia de las defunciones anuales por sexo masculino y femenino es creciente para el periodo 2010-2015, las defunciones del sexo masculino sufrieron un incremento de 16.97% en el periodo y el número de defunciones femeninas tuvieron un incremento del 14.56%. Los dos grupos tienen un comportamiento idéntico en el periodo 2010-2015, con una disminución del 2% en el año 2011 con respecto del año anterior para los dos sexos e incrementos en los años posteriores para los dos sexos (Gráfica II.9).

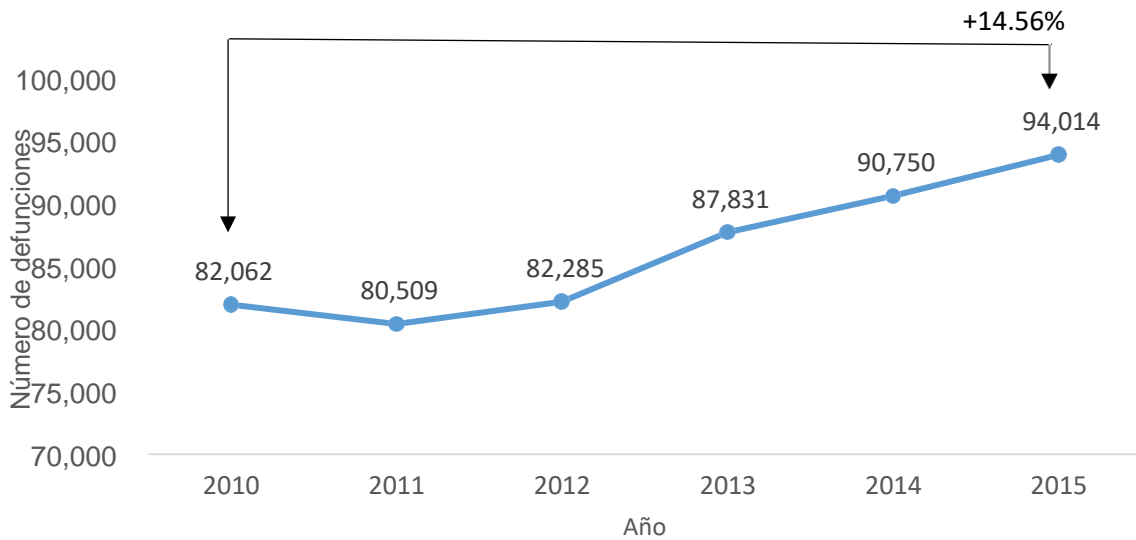


**Grafica II.9 Tendencia por sexo periodo 2010 a 2015 de la población Masculina**



Fuente: Tabla II.5.

**Gráfica II.9 Tendencia por sexo periodo 2010 a 2015 de la población Femenina**



Fuente: Tabla II.5.





#### II.4.d Por fecha de defunción

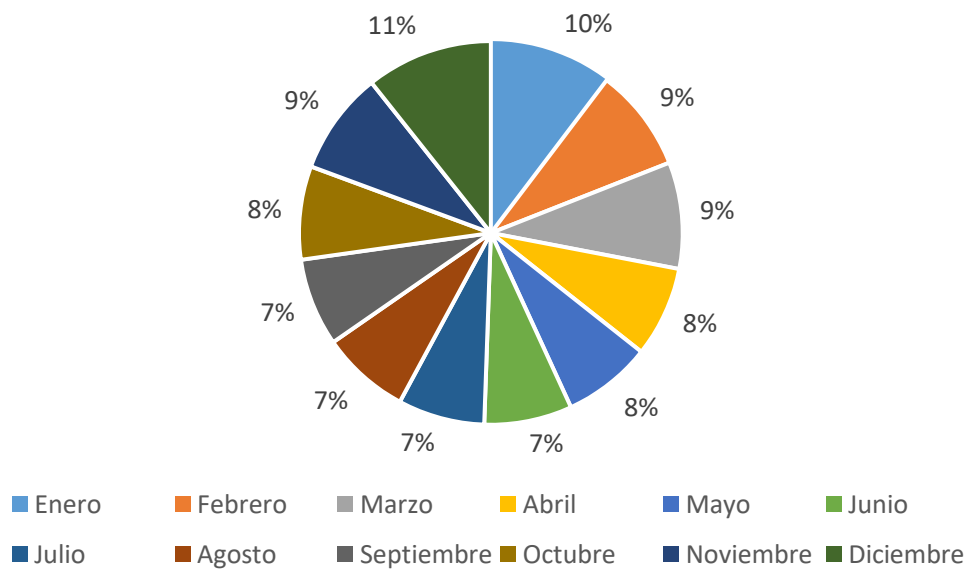
El número de defunciones en el periodo 2010-2015 es el que se muestra a continuación (Tabla II.7). El número acumulado de defunciones por mes para el periodo 2010-2015 en el mes de enero es de 11%, febrero 9%, marzo 9%, abril 8%, mayo 8%, junio 7%, julio 8%, agosto 8%, septiembre 8%, octubre 8% noviembre 8% y diciembre 10% (Gráfica II.10).

**Tabla II.7 Número de defunciones por mes**

Mes	Año					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Enero	17,734	18,595	17,660	19,818	22,574	21,481
Febrero	14,942	14,862	15,458	16,114	16,656	17,741
Marzo	15,445	14,507	14,597	15,663	16,052	17,827
Abril	13,098	13,010	13,114	15,473	14,735	15,827
Mayo	12,894	13,838	13,880	14,681	14,854	14,935
Junio	12,718	12,766	12,923	13,249	14,169	15,162
Julio	12,576	12,532	13,514	14,274	14,949	15,380
Agosto	12,849	13,416	13,779	13,929	14,333	15,368
Septiembre	12,740	12,926	12,982	13,758	14,424	15,287
Octubre	13,511	13,036	14,559	15,111	15,115	16,159
Noviembre	14,928	13,733	14,864	15,215	15,440	15,836
Diciembre	18,343	15,582	16,073	17,511	18,286	17,943
Total	171,778	168,803	173,403	184,796	191,587	198,946

Fuente: Cálculos propios con información de los cubos de Servicios para la Salud de la DGIS.

**Gráfica II.10 Porcentaje de defunciones por mes del periodo 2010-2015**



Fuente: Cálculos propios con información de los cubos de Servicios para la Salud de la DGIS.



Se puede notar que los meses con mayor número de defunciones son enero, febrero, noviembre y diciembre, lo cual es congruente, ya que en esos meses las enfermedades respiratorias se complican debido al clima.

## II.5 Probabilidad de defunción asociada por consumo tabaco

A nivel nacional se realizó la investigación *Carga de enfermedad atribuible al tabaquismo en México* entre el Instituto de Efectividad Clínica y Sanitaria (IECS), en colaboración con el Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), y el Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud (CENETEC), que fue de gran importancia debido a que se estimaron las probabilidades de que una persona que falleció por alguna enfermedad a la que se le puede asociar el consumo de tabaco haya sido ocasionada realmente por el consumo de tabaco, y también el costo promedio en México que genera la atención de las principales causas de muerte relacionadas el consumo de tabaco. Las probabilidades obtenidas en la investigación (IECS) se detallan en la siguiente tabla (Tabla II.8).

**Tabla II.8 Probabilidad de que la defunción sea por consumo de tabaco**

Numero	Grupos de análisis	Probabilidad de que la defunción sea ocasionada por consumo de tabaco
1	Cáncer de boca y faringe	54%
2	Cáncer de Esófago	58%
3	Cáncer de Estómago	16%
4	Cáncer de Páncreas	16%
5	Cáncer de Laringe	76%
6	Cáncer de Tráquea y Pulmón	73%
7	Cáncer de cuello uterino	5%
8	Cáncer de Riñón y pelvis renal	24%
9	Cáncer de Vejiga	34%
10	Leucemia Mieloide Aguda	13%
11	Infarto Agudo de Miocardio	14%
12	Accidente Cerebrovascular	9%
13	Neumonía e Influenza	13%
14	Obstrucción de las vías aéreas	69%
15	Otras muertes Cardiovasculares	8%

**Fuente:** Cálculos propios con información de la investigación *Carga de enfermedad atribuible al tabaquismo en México* entre Instituto de Efectividad Clínica y Sanitaria (IECS)



Estas probabilidades servirán de referencia para asociar las defunciones ocurridas en nuestro país durante el periodo de estudio y la enfermedad atribuible al consumo de tabaco.

## II.6 Descripción de la población de estudio

Partiendo de la población total se obtiene la población de estudio que serán las defunciones de la población mexicana mayores de 15 años del periodo 2010-2015 a las que se les puede asociar como origen el consumo de tabaco y que fueron ocasionadas por el consumo de tabaco. Utilizando las probabilidades del estudio *Carga de Enfermedad Atribuible al Tabaquismo en México* y aplicándola a la población total, se consigue el número de defunciones por grupo de enfermedad ocasionadas por el consumo de tabaco por año (Tabla II.9).

Sean:

$\mu_{ij}$ : El número de defunciones por grupo de enfermedad  $i$ , con  $i = 1$  hasta  $i = 15$ , del año  $j$  con  $j = 2010$  hasta  $j = 2015$  ( $j$  de conformidad con la información disponible. No está acotado a poder ampliar el número de años).

$P_i$ : La probabilidad de que la defunción sea ocasionada por el consumo de tabaco del grupo de enfermedad  $i$ , con  $i=1$  hasta  $i=15$ .

$\mathcal{Y}_{ij}$ : El número de defunciones ocasionadas como consecuencia del consumo de tabaco, del grupo de enfermedad  $i$ , con  $i=1$  hasta  $i=15$ , del año  $j$  con  $j=2010$  hasta  $j=2015$ .

Donde:

$$\mathcal{Y}_{ij} = P_i * \mu_{ij}$$



**Tabla II.9 Número de defunciones ocasionadas como consecuencia del consumo de tabaco, del grupo de enfermedad i del año j, periodo 2010-2015**

	Grupo de enfermedad i	Probabilidad de que la defunción sea ocasionada por el consumo de tabaco P	Año j					
			2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	Infarto Agudo de Miocardio	14%	8,688	8,723	9,178	9,935	10,449	11,159
2	Accidente Cerebrovascular	9%	2,317	2,228	2,275	2,318	2,337	2,392
3	Otras Muertes Cardiovasculares	8%	1,881	1,805	1,840	1,918	1,942	2,002
4	Obstrucción de las vías aéreas	69%	13,433	12,756	12,787	14,138	13,603	14,529
5	Neumonía e Influenza	13%	1,990	1,947	2,013	2,261	2,586	2,450
6	Cáncer de Tráquea y Pulmón	73%	4,960	4,926	4,672	4,917	4,950	5,039
7	Cáncer de Estómago	16%	896	889	892	897	932	970
8	Cáncer de cuello uterino	5%	198	196	192	194	204	200
9	Cáncer de Páncreas	16%	581	578	613	622	648	669
10	Cáncer de Riñón y pelvis renal	24%	448	468	444	494	545	565
11	Leucemia Mieloide Aguda	13%	125	124	125	124	128	133
12	Cáncer de Esófago	58%	554	528	577	595	603	634
13	Cáncer de Vejiga	34%	312	344	340	328	371	358
14	Cáncer de Laringe	76%	601	608	655	665	591	623
15	Cáncer de boca y faringe	54%	113	131	127	118	118	124
	Total		37,098	36,252	36,730	39,525	40,006	41,849

**Fuente:** Cálculos propios con información de Estudio carga de enfermedad atribuible al tabaquismo en México INSP 2013.



Una vez obtenido el número de defunciones como consecuencia del consumo de tabaco del periodo 2010-2015, se estima el comportamiento de un año de las defunciones ocasionadas por el consumo de tabaco mediante la obtención de un promedio del periodo 2010-2015, por grupo de enfermedad (Tabla II.10).

Se considera este estimador debido a que representa la media de la tendencia y por las características de la información es el mejor estimador debido a que conserva todas las propiedades de la población total.

Sean:

$\bar{x}_i$  : El promedio de defunciones por grupo de enfermedad  $i$  del periodo 2010-2015, con  $i=1$ , hasta  $i=15$ .

$n = 15$

Donde:

$$\bar{x}_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_i}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

**Tabla II.10 Estimación de defunciones**

	<b>Grupo de enfermedad i</b>	<b>Año <math>\bar{x}_i</math></b>
1	Infarto Agudo de Miocardio	9,689
2	Accidente Cerebrovascular	2,311
3	Otras Muertes Cardiovasculares	1,898
4	Obstrucción de las vías aéreas	13,541
5	Neumonía e Influenza	2,208
6	Cáncer de Tráquea y Pulmón	4,911
7	Cáncer de Estómago	913
8	Cáncer de cuello uterino	197
9	Cáncer de Páncreas	619
10	Cáncer de Riñón y pelvis renal	494
11	Leucemia Mieloide Aguda	127
12	Cáncer de Esófago	582
13	Cáncer de Vejiga	342
14	Cáncer de Laringe	624
15	Cáncer de boca y faringe	122
	Total	38,576

**Fuente:** Cálculos propios con información de los cubos de Servicios para la Salud de la DGIS.

Como se señaló previamente en el capítulo uno, la edad promedio en la que la población mexicana comienza a consumir tabaco es de 13 a 15 años, por lo que se reducirá el grupo de estudio a partir de esta edad. Suponiendo que las defunciones de la población mexicana



del periodo 2010-2015 causadas como consecuencia del tabaco comienzan a partir de los 15 años.

Sean:

Grupo de enfermedad <i>i</i>			
1	Infarto Agudo de Miocardio	9	Cáncer de Páncreas
2	Accidente Cerebrovascular	10	Cáncer de Riñón y pelvis renal
3	Otras Muertes Cardiovasculares	11	Leucemia Mieloide Aguda
4	Obstrucción de las vías aéreas	12	Cáncer de Esófago
5	Neumonía e Influenza	13	Cáncer de Vejiga
6	Cáncer de Tráquea y Pulmón	14	Cáncer de Laringe
7	Cáncer de Estómago	15	Cáncer de boca y faringe
8	Cáncer de cuello uterino		

Fuente: Cálculos propios

$\eta_i$  : Número de defunciones de la población estimada por grupo de enfermedad *i* con  $i=1$ , hasta  $i=15$ .

$\omega_f$  : Sea el porcentaje de defunciones por grupo de edad *f* con  $f=1$ , hasta  $f=18$ .

$\beta_{if}$  : Número de defunciones por grupo de enfermedad *i*, con  $i=1$ , hasta  $i=15$ , del grupo de edad *f*, con  $f=1$ , hasta  $f=18$ .

Donde:

$$\beta_{if} = \eta_i * \omega_f$$

Aplicando esta fórmula a la población estimada de defunciones obtenida anteriormente se consiguen los siguientes resultados (Tabla II.11).



**Tabla II.11 Número de defunciones por grupo de enfermedad i del grupo de edad f**

Grupo de edad f	Grupo de edad	Porcentaje de defunciones por grupo de edad	Grupo de enfermedad i														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	15-19	0.28%	27	6	5	38	6	14	3	1	2	1	-	2	1	2	-
2	20-24	0.44%	42	10	8	59	10	21	4	1	3	2	1	3	1	3	1
3	15-20	0.62%	60	14	12	84	14	31	6	1	4	3	1	4	2	4	1
4	20-25	0.88%	86	20	17	120	20	43	8	2	5	4	1	5	3	6	1
5	15-21	1.39%	135	32	26	189	31	68	13	3	9	7	2	8	5	9	2
6	20-26	2.01%	195	47	38	273	44	99	18	4	12	10	3	12	7	13	2
7	15-22	2.94%	284	68	56	397	65	144	27	6	18	15	4	17	10	18	4
8	20-27	4.13%	400	95	78	559	91	203	38	8	26	20	5	24	14	26	5
9	15-23	5.42%	525	125	103	734	120	266	49	11	34	27	7	32	19	34	7
10	20-28	6.84%	662	158	130	926	151	336	62	13	42	34	9	40	23	43	8
11	15-24	8.48%	822	196	161	1,149	187	417	77	17	52	42	11	49	29	53	10
12	20-29	10.58%	1,025	244	201	1,432	234	519	97	21	65	52	13	62	36	66	13
13	15-25	12.83%	1,243	297	244	1,738	283	630	117	25	79	63	16	75	44	80	16
14	20-30	14.31%	1,387	331	272	1,938	316	703	131	28	89	71	18	83	49	89	17
15	15-26	13.17%	1,276	305	250	1,784	291	647	120	26	81	65	17	77	45	82	16
16	20-31	8.74%	847	202	166	1,183	193	429	80	17	54	43	11	51	30	55	11
17	15-27	3.55%	344	82	67	481	78	175	32	7	22	18	4	21	12	22	4
18	100 y mas	1.17%	113	27	22	158	26	57	11	2	7	6	1	7	4	7	1
	Total		9,473	2,259	1,856	13,242	2,160	4,802	893	193	604	483	124	572	334	612	119

Fuente: Cálculos propios con información de los cubos de Servicios para la Salud de la DGIS.



De este análisis se obtuvo la población que murió como consecuencia del consumo de tabaco en México por grupo de edad, esto se obtiene sumando el total de defunciones por grupo de enfermedad  $i$  del grupo de edad  $f$  (Tabla II.12).

Ahora, sean:

$i$  = Grupo de enfermedad, con  $i=1$ , hasta  $i=15$ .

$f$  = Grupo de edad, con  $f=1$ , hasta  $f=18$ .

Donde:

$$B_f = \text{Total de defunciones del grupo de edad } f = \sum_{i=1}^{15} \beta_i$$

**Tabla II.12 Total de defunciones por grupo de edad f**

Grupo de edad f	Grupo de edad	Total de defunciones por grupo de edad i
1	15-19	108
2	20-24	169
3	15-20	241
4	20-25	341
5	15-21	539
6	20-26	777
7	15-22	1,133
8	20-27	1,592
9	15-23	2,093
10	20-28	2,637
11	15-24	3,272
12	20-29	4,080
13	15-25	4,950
14	20-30	5,522
15	15-26	5,082
16	20-31	3,372
17	15-27	1,369
18	100 y mas	449
	Total	37,726

**Fuente:** Cálculos propios con información de los cubos de Servicios para la Salud de la DGIS.

Retomando el número promedio de defunciones por mes de ocurrencia de la defunción, analizado en la sección II.4.e de este capítulo (Tabla II.13). Aplicando este resultado al total de defunciones por grupo de edad. Se obtiene el siguiente resultado (Tabla II.14).





**Tabla II.13 Porcentaje de defunciones ocurridas por mes K**

Mes k	Mes	Porcentaje de defunciones ocurridas por mes
1	Enero	11%
2	Febrero	9%
3	Marzo	9%
4	Abril	8%
5	Mayo	8%
6	Junio	7%
7	Julio	8%
8	Agosto	8%
9	Septiembre	8%
10	Octubre	8%
11	Noviembre	8%
12	Diciembre	10%
	Total	100%

**Fuente:** Cálculos propios con información de los cubos de Servicios para la Salud de la DGIS.

Sean:

$B_f$  : Total de defunciones del grupo de edad  $f$ , con  $f=1$ , hasta  $f=18$ .

$\omega_k$  : Porcentaje de defunciones por mes de ocurrencia  $k$  con  $k=1$ , hasta  $k=12$ .

$\tau_{fk}$  : Número de defunciones ocurridas por mes  $k$ , con  $k=1$ , hasta  $k=12$  del grupo de edad  $f$ , con  $f=1$ , hasta  $f=18$ .

Entonces:

$$\tau_{fk} = B_f * \omega_k$$



**Tabla II.14 Número de defunciones ocurridas por mes k del grupo de edad f**

Grupo de edad f	Grupo de edad	Mes k											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	15-19	12	9	9	8	8	8	8	8	8	9	9	10
2	20-24	18	15	15	13	13	13	13	13	13	14	14	16
3	15-20	26	21	21	19	19	18	18	19	18	19	20	23
4	20-25	37	30	29	27	27	25	26	26	26	27	28	33
5	15-21	58	47	47	42	42	40	41	41	41	43	45	51
6	20-26	84	68	67	61	61	58	59	60	59	62	64	74
7	15-22	122	100	98	89	89	84	86	87	85	91	94	108
8	20-27	172	140	137	124	124	118	122	122	120	128	132	152
9	15-23	226	184	181	164	164	156	160	161	158	168	173	200
10	20-28	285	232	228	206	206	196	201	203	199	212	218	251
11	15-24	354	288	283	256	256	243	250	251	247	263	271	312
12	20-29	441	359	352	319	319	303	311	314	307	328	338	389
13	15-25	535	435	428	387	387	368	378	380	373	397	410	472
14	20-30	597	485	477	432	432	411	421	424	416	443	457	527
15	15-26	549	447	439	397	397	378	388	391	383	408	421	485
16	20-31	364	296	291	264	264	251	257	259	254	271	279	322
17	15-27	148	120	118	107	107	102	104	105	103	110	113	131
18	100 y más	49	39	39	35	35	33	34	35	34	36	37	43
	Total	4,077	3,315	3,259	2,950	2,950	2,805	2,877	2,899	2,844	3,029	3,123	3,599

**Fuente:** Cálculos propios con información de los cubos de Servicios para la Salud de la DGIS.



Agrupando los resultados obtenemos el número de defunciones ocurridas por mes  $k$  del grupo de edad  $f$  por el mes en el que ocurrieron (Tabla II.15).

Sean:

$k$  = Mes de ocurrencia de la defunción, con  $k = 1$ , hasta  $k = 12$ .

$f$  = Grupo de edad, con  $f = 1$ , hasta  $f = 18$ .

Donde:

$$G_k = \text{Total de defunciones por mes } k = \sum_{f=1}^{18} \tau_f$$

**Tabla II.15 Total de defunciones por mes  $k$**

Mes $k$	Mes	Total de defunciones $G_k$
1	Enero	4,077
2	Febrero	3,315
3	Marzo	3,259
4	Abril	2,950
5	Mayo	2,950
6	Junio	2,805
7	Julio	2,877
8	Agosto	2,899
9	Septiembre	2,844
10	Octubre	3,029
11	Noviembre	3,123
12	Diciembre	3,599
	Total	37,727

**Fuente:** Cálculos propios con información de los cubos de Servicios para la Salud de la DGIS.

## II.7 Población de estudio

Para obtener la población de estudio se acumulará el total de defunciones ocurridas en el año y se restará el número de defunciones ocurridas por mes  $k$  (Tabla 2.15).

Sean:

$G_k$  = Total de defunciones en el mes  $k$ , con  $k = 1$ , hasta  $k = 12$ .

$U_K$  = La suma del número de defunciones  $G_k$  desde el mes 1 hasta el mes  $k$ .

$$U_K = \sum_{K=1}^k G_k$$



Con  $k=1$ , hasta  $k=12$

$G_k$  = Total de defunciones en el mes  $k$ , con  $k=1$ , hasta  $k=12$ .

$T_1$  = total de defunciones ocurridas en el año = 37,727.

Entonces:

El número de personas vivas al mes  $k$  con  $k \geq 2$  es igual a:

$$T_k = T_1 - U_k$$

**Tabla II.16 Población de estudio**

Mes $k$	Total de defunciones $G_k$	Suma de defunciones $U_k$	Número de personas vivas $T_k$
1	4,077	4,077	37,727
2	3,315	7,392	33,650
3	3,259	10,651	30,335
4	2,950	13,601	27,076
5	2,950	16,551	24,126
6	2,805	19,356	21,176
7	2,877	22,233	18,371
8	2,899	25,132	15,494
9	2,844	27,976	12,595
10	3,029	31,005	9,751
11	3,123	34,128	6,722
12	3,599	37,727	3,599
Total	37,727		-

**Fuente:** Cálculos propios con información de los cubos de Servicios para la Salud de la DGIS.

La población de estudio la conforma un año, donde la población de 37,727 personas vivas, al transcurrir 12 meses pasarán a ser 0 personas vivas; las defunciones tienen el mayor número en los meses 1, 2, y 12, el menor número en el mes 6, asociado posiblemente al clima de los meses de diciembre, enero y febrero que complican las enfermedades respiratorias.

Es importante destacar que la población de estudio consiste en una estimación de defunciones por mes y número de personas vivas a tiempo 0, y considera las siguientes suposiciones:

- La población es cerrada y el tiempo de entrada de una persona al estudio no afecta con la conclusión de éste.
- Todo egreso es un evento y generará un costo promedio.
- Las probabilidades de defunción y de egreso asociadas con el consumo de tabaco, utilizadas para obtener la población de estudio son una estimación.



## Capítulo III. Modelo de supervivencia

En este capítulo se aplicará el método de supervivencia Kaplan Meier a la población de estudio propuesta en el capítulo anterior, con el fin de encontrar la función de supervivencia de la población anual mexicana que morirá como consecuencia del consumo de tabaco. Con los datos obtenidos se proyectarán los parámetros de las funciones de sobrevivencia, para concluir con la estimación del gasto en el sector salud como consecuencia de estos padecimientos.

### III.1 Aplicación del método Kaplan Meier a la población de estudio

En los dos capítulos anteriores se realizó un análisis mediante el cual se pudieron observar las características de la población mexicana que murió como consecuencia del consumo de tabaco y analizando estos datos se estimó la población que morirá en los próximos meses por esta causa. Este comportamiento se estimó al final del capítulo anterior en la tabla II.15, misma que se muestra nuevamente para mayor referencia.

**Tabla II.16 Población de estudio**

Mes k	Total de defunciones G <sub>k</sub>	Suma de defunciones U <sub>k</sub>	Número de personas vivas T <sub>k</sub>
1	4,077	4,077	37,727
2	3,315	7,392	33,650
3	3,259	10,651	30,335
4	2,950	13,601	27,076
5	2,950	16,551	24,126
6	2,805	19,356	21,176
7	2,877	22,233	18,371
8	2,899	25,132	15,494
9	2,844	27,976	12,595
10	3,029	31,005	9,751
11	3,123	34,128	6,722
12	3,599	37,727	3,599
Total	37,727		-

**Fuente:** Cálculos propios con información de los cubos de Servicios para la Salud de la DGIS.

La población de estudio está conformada por 37,727 personas vivas que, al transcurrir 12 meses, morirán, las defunciones por mes son las que se desglosan en la tabla anterior, teniendo el mayor número de defunciones en los meses 1, 2, y 12, el menor número de defunciones ocurre en el mes 6, el tiempo de observación será de 12 meses. A continuación, se muestra la forma de calcular la probabilidad de  $P_t$  de la población final.



La probabilidad de sobrevivir al periodo  $t$  estimada con el método Kaplan Meier se obtiene de la siguiente manera (Tabla III.1):

$$P_t = \frac{n_t - d_t}{n_t} = 1 - \frac{d_t}{n_t}$$

Donde:

$n_t$ : El número de sobrevivientes al inicio del período  $t$ .

$d_t$ : El número de defunciones en el período  $t$ .

$n_t - d_t$ : Sobrevivientes al final del período  $t$ .

**Tabla III.1 Probabilidad de sobrevivir al periodo  $t$**

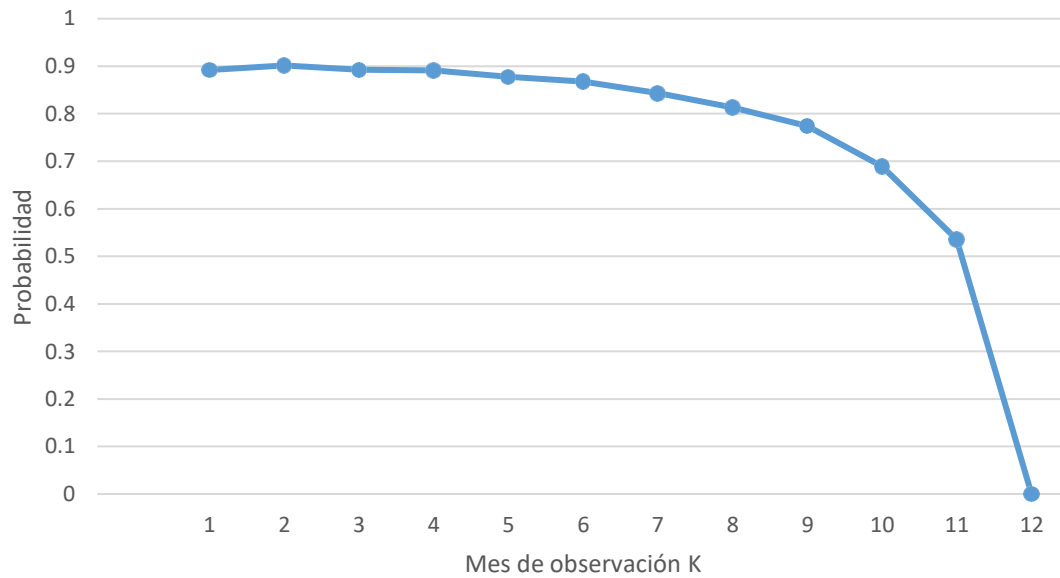
Mes k	Número de sobrevivientes al inicio del período $t$ $n_t$	Número de defunciones en el período $t$ $d_t$	$p_t$
1	37,727	4,077	0.89193416
2	33,650	3,315	0.90148588
3	30,335	3,259	0.89256634
4	27,076	2,950	0.89104742
5	24,126	2,950	0.87772528
6	21,176	2,805	0.86753872
7	18,371	2,877	0.84339448
8	15,494	2,899	0.81289531
9	12,595	2,844	0.77419611
10	9,751	3,029	0.68936519
11	6,722	3,123	0.53540613
12	3,599	3,599	0

**Fuente:** Cálculos propios con información de los cubos de Servicios para la Salud de la DGIS.

Analizando la probabilidad de supervivencia al periodo  $t$  ( $P_t$ ) de la población en estudio, se observa que entre la observación del mes 1 y 2 existe un incremento en la probabilidad de supervivencia del 1%, en las próximas observaciones se observa un decremento en la probabilidad de sobrevivir al periodo  $t$ , del 3er mes al mes 8 el decremento es del 1% al 5%, los decrementos de probabilidad más amplios ocurren en los siguientes meses de observación, lo cual se puede apreciar en la siguiente gráfica. (Gráfica III.1)



**Gráfica III.1 Probabilidad de sobrevivir al periodo pt**



**Fuente:** Tabla III.1.

La probabilidad de que un sujeto sobreviva más allá de un periodo de tiempo  $t$ , según el método Kaplan Meier, está dada por (Tabla III.2):

$$S(t) = P(T > t) = 1 - F(t)$$

Con

$$S(0) = 1, S(t) = 0 \text{ si } t \rightarrow \infty, S(t_1) \geq S(t_2) \text{ si } t_1 < t_2$$

Entonces:

$$S(t) = \prod_{i=1}^t \left(1 - \frac{d_t}{n_t}\right)$$

Donde:

$n_t$ : Número de sobrevivientes al inicio del período  $t$ .

$d_t$ : Número de muertes en el período  $t$ .

$n_t - d_t$ : Sobrevivientes al final del período  $t$ .



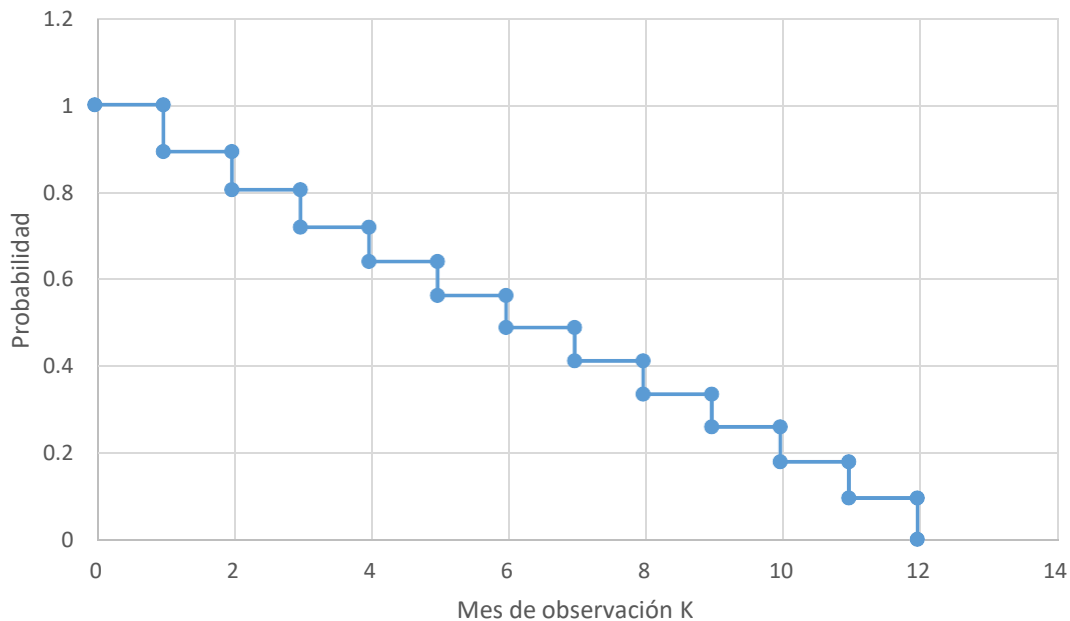
**Tabla III.2 La probabilidad de que un sujeto sobreviva más allá de un periodo de tiempo y S(t)**

Mes k	S(t)
0	1
1	0.891934
2	0.804066
3	0.717682
4	0.639489
5	0.561296
6	0.486946
7	0.410687
8	0.333846
9	0.258462
10	0.178175
11	0.095396
12	0

**Fuente:** Cálculos propios con información de los cubos de Servicios para la Salud de la DGIS.

El comportamiento de la función de supervivencia es decreciente, cumpliendo para toda  $t$  lo siguiente:  $S(t_1) \geq S(t_2)$  si  $t_1 < t_2$  y  $S(0) = 1, S(t) = 0$  si  $t \rightarrow 12$ . (Gráfica III.2).

**Gráfica III.2 Función de supervivencia S(t)**



**Fuente:** Cálculos propios con información de los cubos de Servicios para la Salud de la DGIS.





Para realizar un análisis más profundo del comportamiento de la función de supervivencia obtenida a través del método Kaplan Meier se definirán la función de distribución acumulativa  $F(t)$ , la función de densidad  $f(t)$  y la función de riesgo  $h(t)$ .

La función de distribución acumulativa  $F(t)$  calcula la probabilidad acumulada de un valor dado en  $x$ , es decir, determina la probabilidad de que una observación aleatoria que se toma de la población sea menor o igual a cierto valor.  $F(t)$  se obtiene de la siguiente manera (Tabla III.3):

$$F(t) = \int_0^t f(x)dx = \int_0^t e^{-x}dx = -e^{-x} \Big|_0^t = 1 - e^{-t}$$

**Tabla III.3 Función de distribución acumulativa  $F(t)$**

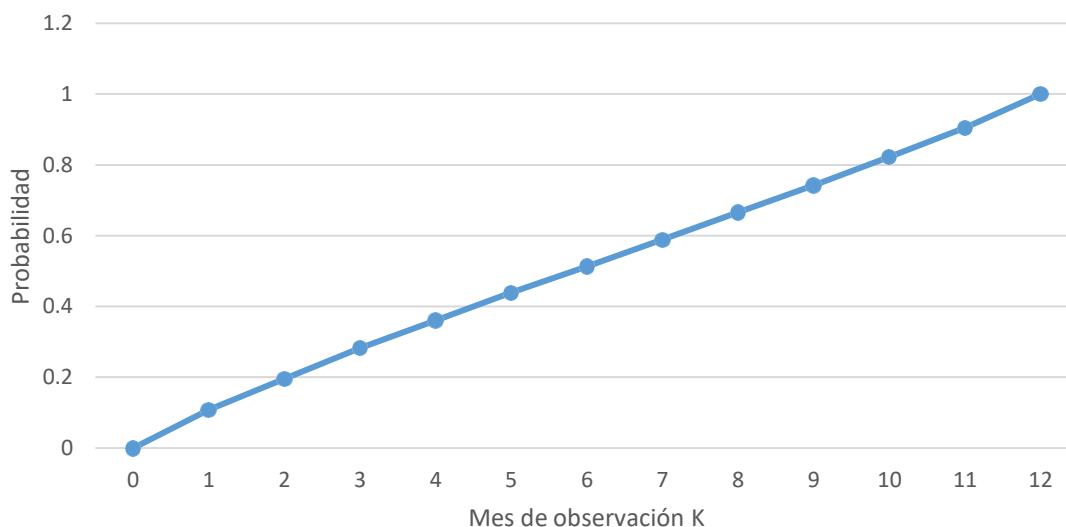
Mes k	$F(t)$
0	0
1	0.10806584
2	0.19593395
3	0.2823177
4	0.36051104
5	0.43870438
6	0.51305431
7	0.58931269
8	0.66615421
9	0.74153789
10	0.82182522
11	0.90460413
12	1

**Fuente:** Cálculos propios con información de los cubos de Servicios para la Salud de la DGIS.

El comportamiento de la función de distribución acumulativa  $F(t)$  para toda  $t$ ,  $0 \leq F(t) \leq 1$ , es no decreciente, ya que para toda  $t$  si  $t_1 < t_2 \Rightarrow F(t_1) \leq F(t_2)$ , por tal motivo se puede decir que entre más tiempo pasa desde que se realizan las observaciones de la población de estudio, mayor es la probabilidad de no sobrevivir al periodo  $t$ , este comportamiento se distingue en la gráfica (Gráfica III.3)



**Gráfica III.3 Función de distribución acumulativa  $F(t)$**



**Fuente:** Cálculos propios.

La función de densidad  $f(t)$  describe el comportamiento probable de una población, este se aproxima mediante la proporción de defunciones en el periodo  $t$  (Tabla III.4):

$$f(t) = \frac{d_t}{n}$$

Donde:

$n$  : Número de sobrevivientes al inicio del período  $t$ .

$d_t$  : Número de muertes en el período  $t$ .

**Tabla III.4 Función de densidad  $f(t)$**

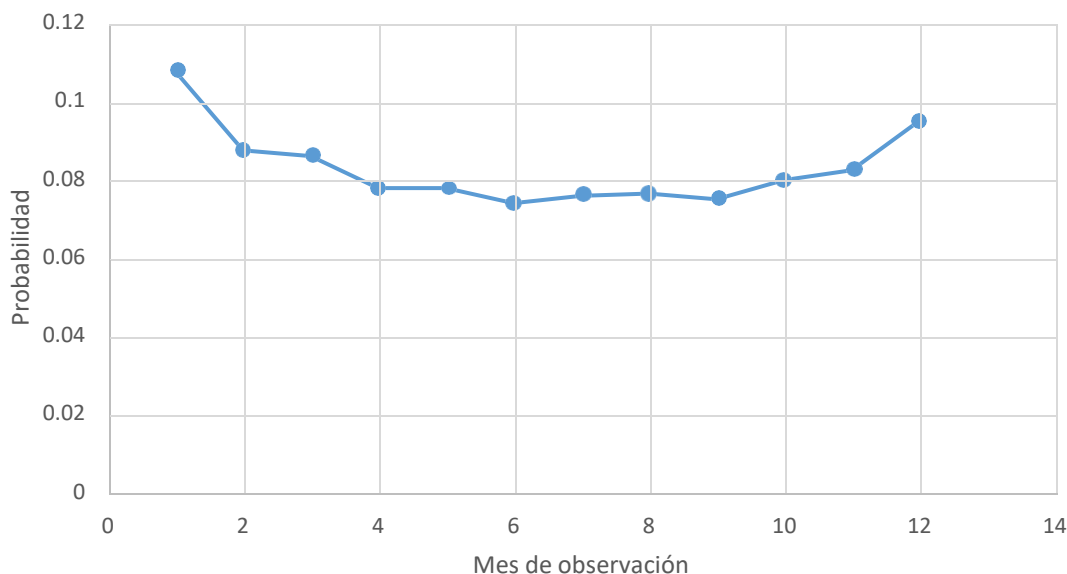
Mes k	$f(t)$
1	0.10806584
2	0.08786811
3	0.08638376
4	0.07819334
5	0.07819334
6	0.07434994
7	0.07625838
8	0.07684152
9	0.07538368
10	0.08028733
11	0.08277891
12	0.09539587

**Fuente:** Cálculos propios con información de los cubos de Servicios para la Salud de la DGIS.



El comportamiento de la función de densidad se puede observar en la gráfica III.4 (Gráfica III.4), es decir, la proporción de defunciones en el periodo  $t$  con respecto al total de defunciones, donde el mayor número de defunciones ocurre en el tiempo  $t = 1, 2, 3, 11$  y  $12$  que son los meses de enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre.

**Gráfica III.4 Función de densidad  $f(t)$**



**Fuente:** Cálculos propios con información de los cubos de Servicios para la Salud de la DGIS.

La función de riesgo  $h(t)$  es una función que mide la probabilidad de que a un individuo en estudio le ocurra el evento en estudio a lo largo del tiempo en el intervalo  $(t, t + \delta t)$ , condicionado a que el sujeto involucrado haya sobrevivido hasta el tiempo  $t$ . Esta función también se conoce como tasa de fallo, que se obtiene a través del siguiente límite:

Debido a que el sujeto de estudio está condicionado a haber sobrevivido al tiempo  $t$ , se sabe que:

$$P(t \leq T < t + \delta t | T > t)$$

$$h(t) = \lim_{\delta t \rightarrow 0} \frac{P(t \leq T < t + \delta t | T > t)}{\delta t}$$

Por otro lado, se sabe que:

$$P(t \leq T < t + \delta t | T > t) = \frac{P(t \leq T < t + \delta t)}{P(T > t)}$$

Expresando este resultado en función de  $F(t)$  y  $S(t)$  se tiene que:



$$\frac{P(t \leq T < t + \delta t)}{P(T > t)} = \frac{F(t + \delta t) - F(t)}{S(t)}$$

Por lo tanto,

$$h(t) = \lim_{\delta t \rightarrow 0} \frac{P(t \leq T < t + \delta t | T > t)}{\delta t} = \lim_{\delta t \rightarrow 0} \frac{F(t + \delta t) - F(t)}{S(t)\delta t}$$

Entonces,

$$\lim_{\delta t \rightarrow 0} \frac{F(t + \delta t) - F(t)}{S(t)\delta t} = \lim_{\delta t \rightarrow 0} \left\{ \frac{F(t + \delta t) - F(t)}{\delta t} \right\} \frac{1}{S(t)}$$

Analizando el siguiente límite:

$$\lim_{\delta t \rightarrow 0} \left\{ \frac{F(t + \delta t) - F(t)}{\delta t} \right\} = \frac{dF(t)}{dt} = f(t)$$

Por lo tanto,

$$h(t) = \lim_{\delta t \rightarrow 0} \left\{ \frac{F(t + \delta t) - F(t)}{\delta t} \right\} \frac{1}{S(t)} = \{f(t)\} \frac{1}{S(t)}$$

Entonces,

$$h(t) = \frac{f(t)}{S(t)}$$

Derivado de lo anterior,  $h(t)$  es igual al cociente de la función de densidad entre la función de supervivencia, y aplicando este resultado a la población de estudio se llega a lo siguiente (Tabla III.5).

**Tabla III.5 Función de riesgo  $h(t)$**

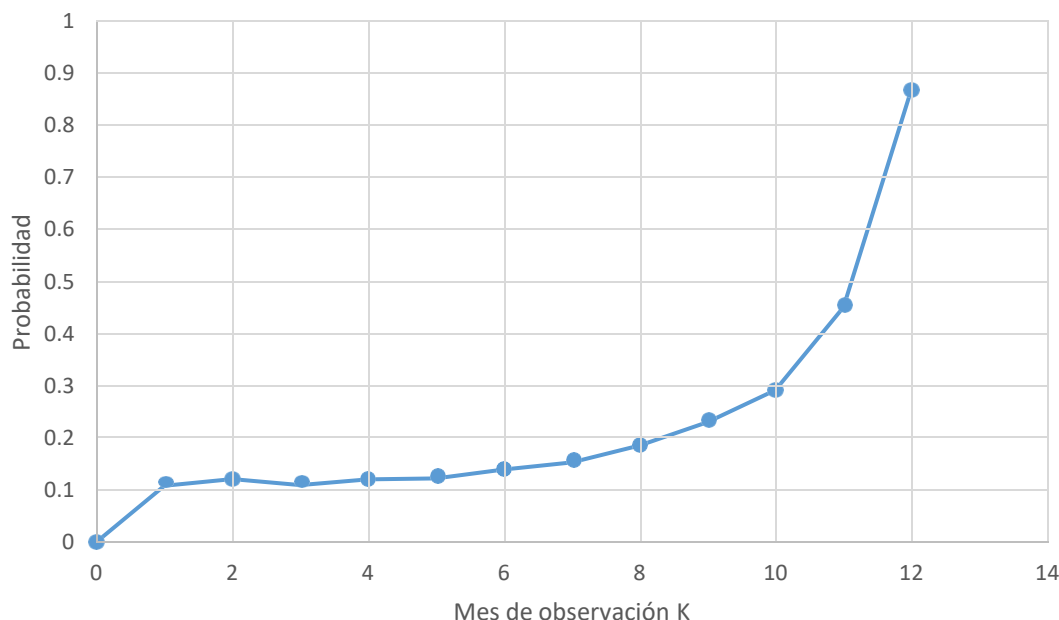
Mes $k$	$h(t)$
1	0.10806584
2	0.12115899
3	0.10927971
4	0.1203649
5	0.12227472
6	0.13930865
7	0.1526863
8	0.18568478
9	0.2301707
10	0.29166239
11	0.45060994
12	0.86774104

**Fuente:** Cálculos propios con información de los cubos de Servicios para la Salud de la DGIS.



El comportamiento de la función de riesgo se observa en la gráfica siguiente (Gráfica III.5), en la que la probabilidad de que ocurra la defunción a tiempo  $t$ , condicionada a que la defunción no haya ocurrido en el instante inmediato anterior, aumenta a partir de  $t = 7$ , teniendo la probabilidad más alta de defunción en  $t = 12$ .

**Gráfica III.5 Función de riesgo  $h(t)$**



**Fuente:** Cálculos propios con información de los cubos de Servicios para la Salud de la DGIS.

### III.2 Asociación del costo con los resultados obtenidos.

Como se mencionó en el capítulo anterior, en la investigación *Carga de enfermedad atribuible al tabaquismo en México* estimó el costo promedio que genera la atención en México para los grupos de estudio, mismo que muestra en la siguiente tabla (Tabla III.6) por grupo de enfermedad, a valor presente y considerando la inflación nacional obtenida a partir del Índice Nacional de Precios al Consumidor (IPC), proporcionada por el INEGI. La acumulada desde el periodo mayo del 2013a mayo del 2018 es de 21.21%.



**Tabla III.6 Costo promedio de atención por evento y grupo de enfermedad**

Número	Grupo de enfermedad	Cifras en miles de Pesos	Cifras actualizadas con inflación
1	Infarto Agudo de Miocardio	\$77.09	\$93.44
2	Accidente Cerebrovascular	\$65.49	\$79.38
3	Otras Muertes Cardiovasculares	\$4.76	\$5.77
4	Obstrucción de las vías aéreas	\$50.73	\$61.48
5	Neumonía e Influenza	\$20.83	\$25.24
6	Cáncer de Tráquea y Pulmón	\$219.29	\$265.80
7	Cáncer de Estómago	\$184.21	\$223.28
8	Cáncer de cuello uterino	\$76.06	\$92.20
9	Cáncer de Páncreas	\$149.12	\$180.75
10	Cáncer de Riñón y pelvis renal	\$157.89	\$191.38
11	Leucemia Mieloide Aguda	\$236.84	\$287.07
12	Cáncer de Esófago	\$184.21	\$223.28
13	Cáncer de Vejiga	\$149.12	\$180.75
14	Cáncer de Laringe	\$179.82	\$217.96
15	Cáncer de boca y faringe	\$157.89	\$191.38

**Fuente:** Estudio Carga De Enfermedad Atribuible Al Tabaquismo En México INSP 2013.

Ahora, para asociar el costo de atención con las defunciones por grupo de enfermedad a la función de supervivencia, se obtendrá el costo total de los grupos de enfermedad. (Tabla III.7).

Sean:

$C_i$  El costo promedio de atención por grupo de enfermedad  $i$ , con  $i=1$  hasta  $i=15$ .

$E_i$  El Número de defunciones por grupo de enfermedad  $i$ , con  $i=1$  hasta  $i=15$ .

Donde:

$$C = (C_1 * E_1) + (C_2 * E_2) + (C_3 * E_3) + \dots (C_{15} * E_{15})$$

**Tabla III.7 Costo total de atención**

Número	Grupo de enfermedad	Defunciones por enfermedad	Costo de atención actualizado con inflación	Costo total
1	Infarto Agudo de Miocardio	9,473	\$93.44	\$885,157.12
2	Accidente Cerebrovascular	2,259	\$79.38	\$179,319.42
3	Otras Muertes Cardiovasculares	1,856	\$5.77	\$10,709.12
4	Obstrucción de las vías aéreas	13,242	\$61.48	\$814,118.16
5	Neumonía e Influenza	2,160	\$25.24	\$54,518.40
6	Cáncer de Tráquea y Pulmón	4,802	\$265.8	\$1,276,371.60



Número	Grupo de enfermedad	Defunciones por enfermedad	Costo de atención actualizado con inflación	Costo total
7	Cáncer de Estómago	893	\$223.28	\$199,389.04
8	Cáncer de cuello uterino	193	\$92.2	\$17,794.60
9	Cáncer de Páncreas	604	\$180.75	\$109,173.00
10	Cáncer de Riñón y pelvis renal	483	\$191.38	\$92,436.54
11	Leucemia Mieloide Aguda	124	\$287.07	\$35,596.68
12	Cáncer de Esófago	572	\$223.28	\$127,716.16
13	Cáncer de Vejiga	334	\$180.75	\$60,370.50
14	Cáncer de Laringe	612	\$217.96	\$133,391.52
15	Cáncer de boca y faringe	119	\$191.38	\$22,774.22
			Total	\$4,018,836.08

Fuente: Cálculos propios. Cifras en miles de pesos.

Con los resultados obtenidos, utilizando la función de densidad  $f(t)$  que describe el número probable en tiempo  $k$  de defunciones y aplicándola a la población en estudio, se llega al número de defunciones por tiempo  $k$  (Tabla III.8).

Tabla III.8 Defunciones por tiempo  $k$

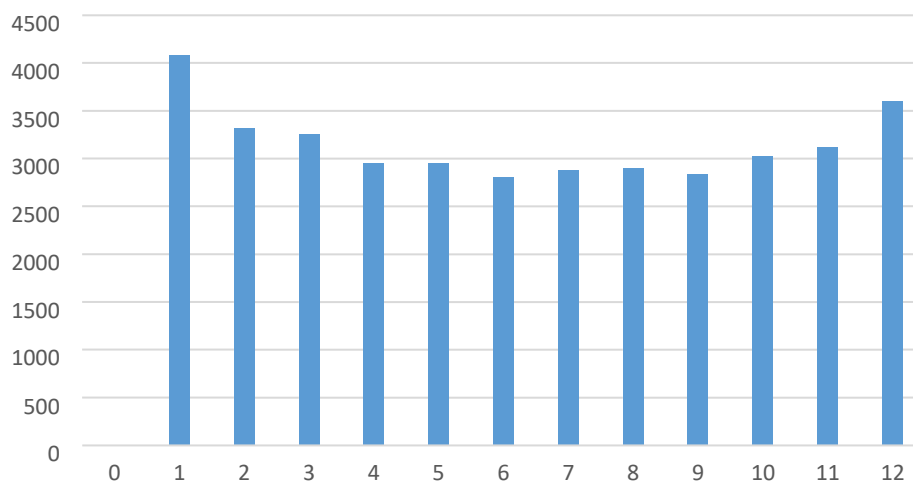
Número	Mes $k$	Defunciones a tiempo $k$
0	0.00000000	0
1	0.10806584	4,077
2	0.08786811	3,315
3	0.08638376	3,259
4	0.07819334	2,950
5	0.07819334	2,950
6	0.07434994	2,805
7	0.07625838	2,877
8	0.07684152	2,899
9	0.07538368	2,844
10	0.08028733	3,029
11	0.08277891	3,123
12	0.09539587	3,599
13	1.00000000	37,726

Fuente: Cálculos propios. Cifras en miles de pesos.

El comportamiento del número de defunciones se observa en la siguiente gráfica (Gráfica III.6), el mayor número de defunciones ocurren a tiempo 1 y 12, con 4,077 y 3,599 respectivamente, mientras que el menor número ocurre en el mes 6 con 2,805.



**Gráfica III.6 Defunciones a tiempo  $k$**



Fuente: Cálculos propios.

Con los resultados anteriores se puede obtener el costo de atención por mes aplicando la función de densidad  $f(t)$  al costo total (Tabla III.9), es decir.

Sea

$C =$  Costo asociado al consumo de tabaco de la población de estudio por mes  $k$

$D_t = f(t)$  a tiempo  $t$

$k =$  El costo total asociado a las defunciones ocasionadas por consumo de tabaco

Entonces:

$$C = D_t * k$$

**Tabla III.9 Costo por mes  $k$**

Mes $k$	Defunciones a tiempo $k$	Costo por mes $k$
0	0.00000000	\$-
1	0.10806584	\$434,298.90
2	0.08786811	\$353,127.53
3	0.08638376	\$347,162.17
4	0.07819334	\$314,246.22
5	0.07819334	\$314,246.22
6	0.07434994	\$298,800.22
7	0.07625838	\$306,469.93
8	0.07684152	\$308,813.47





Mes $k$	Defunciones a tiempo $k$	Costo por mes $k$
9	0.07538368	\$302,954.65
10	0.08028733	\$322,661.62
11	0.08277891	\$332,674.87
12	0.09539587	\$383,380.36
13	1.00000000	\$4,018,836.16

Fuente: Cálculos propios. Cifras en miles de pesos.

El costo de los doce meses en estudio asciende a \$4,018,836,160.38, con lo que se puede apreciar la importancia de realizar una buena planeación de los recursos para la atención de estas enfermedades. El mes con mayor costo es enero, con \$434.29 millones y el de menor costo es junio, con \$298.80 millones. Si se acumulan los costos por mes se obtiene el siguiente resultado (Tabla III.10).

Tabla III.10 Costo acumulado por mes  $k$

Mes $k$	Costo acumulado por tiempo $k$
1	\$434,298.90
2	\$787,426.43
3	\$1,134,588.60
4	\$1,448,834.81
5	\$1,763,081.03
6	\$2,061,881.25
7	\$2,368,351.18
8	\$2,677,164.65
9	\$2,980,119.31
10	\$3,302,780.93
11	\$3,635,455.80
12	\$4,018,836.16

Fuente: Cálculos propios. Cifras en miles de pesos.

### III.3 Resultados

Con todo el análisis anterior notamos la importancia y el impacto económico que el gobierno podría evitar con una buena estrategia que reduzca el consumo de tabaco y las consecuencias que éste trae, ya que el gasto generado con la población estimada es de \$4,018,836,160.38 del sector salud. Al examinar a la población que consume tabaco por patología que ocasiona la defunción, mes de ocurrencia de la muerte, sexo y grupo de edad, se identificó que no existe una tendencia por sexo, ya que, del 100% de consumidores, el



52% son hombres y el 48% mujeres, además de que el mayor número de muertes se acumulan en los meses de enero y diciembre, específicamente el 21% de las defunciones anuales. El 38% de las defunciones fueron originadas por infartos, considerando el total de las enfermedades. Por grupo de edad el 63% correspondieron a personas entre 70 y 99 años.

Debido a esto, se propone la creación de una política pública enfocada a estos grupos de población, con el objetivo de disminuir las defunciones y el gasto del sector público, así como que se penalice con mayor fuerza la venta ilegal del tabaco en escuelas secundarias y preparatorias, evitando el consumo de menores de edad. Como se mencionó anteriormente, el costo anual de tratamiento que termina en una defunción de personas que consumen tabaco es \$4,018,836,160.38, por lo que con la creación de una política enfocada en prevenir el consumo de esta sustancia se podría reducir considerablemente este gasto en salud.

Con el objetivo de visualizar el impacto que tendría sobre la población del año 2020 y la aplicación de este trabajo, usaremos los datos conocidos de la población total por año en el país obtenidos a partir de las cifras publicadas por el (INEGI), para calcular una tasa de mortalidad. (Tabla III.11).

**Tabla III.11 Tasa de mortalidad de defunciones anuales asociadas al consumo de tabaco 2010-2015**

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Defunciones anuales asociadas al tabaco	37,098	36,252	36,730	39,525	40,006	41,849
Población total en México	112,336,538	115,695,000	117,274,000	118,395,054	119,713,204	119,938,473
Tasa de mortalidad por miles (‰)	0.3302‰	0.3133‰	0.3132‰	0.3338‰	0.3342‰	0.3489‰

**Fuente:** Cálculos propios con información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Estas tasas de mortalidad serán usadas para estimar de forma lineal para el año 2020, la tasa asociada a las muertes ocasionadas por el consumo de tabaco, como se muestra a continuación. (Tabla III.12).



**Tabla III.12 Tasa de mortalidad de defunciones anuales asociadas al consumo de tabaco 2010-2020**

Año	Tasa de mortalidad
2010	0.3302‰
2011	0.3133‰
2012	0.3132‰
2013	0.3338‰
2014	0.3342‰
2015	0.3489‰
2016	0.3466‰
2017	0.3517‰
2018	0.3567‰
2019	0.3617‰
2020	0.3668‰

**Fuente:** Cálculos propios con información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

De acuerdo con cifras publicadas por el INEGI, la población total de México fue de 126,014,024 personas en 2020, aplicando la tasa de mortalidad estimada, las defunciones anuales asociadas al consumo de tabaco son 46,221, como se muestra a continuación (Tabla III.13)

**Tabla III.13 Defunciones anuales asociadas al consumo de tabaco 2020**

	2020
Defunciones anuales asociadas al tabaco	46,221
Población total en México	126,014,024
Tasa de mortalidad por miles (‰)	0.3668‰

**Fuente:** Cálculos propios con información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Asociando el resultado anterior con la función de densidad  $f(t)$  que describe el número probable de defunciones en tiempo  $k$ , se obtienen los siguientes resultados. (Tabla III.14).

**Tabla III.14 Defunciones mensuales asociadas al consumo de tabaco 2020**

Número	Mes $k$	Defunciones a tiempo $k$
0	-	-
1	0.10806584	4,994.87
2	0.08786811	4,061.32
3	0.08638376	3,992.71
4	0.07819334	3,614.15
5	0.07819334	3,614.15
6	0.07434994	3,436.50
7	0.07625838	3,524.71



Número	Mes $k$	Defunciones a tiempo $k$
8	0.07684152	3,551.66
9	0.07538368	3,484.28
10	0.08028733	3,710.93
11	0.08277891	3,826.09
12	0.09539587	4,409.26

Fuente: Cálculos propios con información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (poner de qué año).

Para asociar el costo con la información disponible se calculará un costo promedio de atención para las enfermedades originadas por el consumo de tabaco. (Tabla III.15).

**Tabla III.15 Costo promedio de atención de las enfermedades relacionadas al consumo de tabaco**

Número	Grupo de enfermedad	Defunciones por enfermedad	Costo de atención actualizado con inflación	Costo total	Participación en el grupo	Precio Ponderado
1	Infarto Agudo de Miocardio	9,473	\$93.44	\$885,157.12	25.11%	\$23.46
2	Accidente Cerebrovascular	2,259	\$79.38	\$179,319.42	5.99%	\$4.75
3	Otras Muertes Cardiovasculares	1,856	\$5.77	\$10,709.12	4.92%	\$0.28
4	Obstrucción de las vías aéreas	13,242	\$61.48	\$814,118.16	35.10%	\$21.58
5	Neumonía e Influenza	2,160	\$25.24	\$54,518.40	5.73%	\$1.45
6	Cáncer de Tráquea y Pulmón	4,802	\$265.80	\$1,276,371.60	12.73%	\$33.83
7	Cáncer de Estómago	893	\$223.28	\$199,389.04	2.37%	\$5.29
8	Cáncer de cuello uterino	193	\$92.20	\$17,794.60	0.51%	\$0.47
9	Cáncer de Páncreas	604	\$180.75	\$109,173.00	1.60%	\$2.89
10	Cáncer de Riñón y pelvis renal	483	\$191.38	\$92,436.54	1.28%	\$2.45
11	Leucemia Mieloide Aguda	124	\$287.07	\$35,596.68	0.33%	\$0.94
12	Cáncer de Esófago	572	\$223.28	\$127,716.16	1.52%	\$3.39
13	Cáncer de Vejiga	334	\$180.75	\$60,370.50	0.89%	\$1.60
14	Cáncer de Laringe	612	\$217.96	\$133,391.52	1.62%	\$3.54
15	Cáncer de boca y faringe	119	\$191.38	\$22,774.22	0.32%	\$0.60
		37,726	Total	\$4,018,836.08	Costo promedio	<b>\$106.53</b>

Fuente: Cálculos propios. Cifras en miles de pesos.



Este costo será asociado con el número de defunciones por mes, para posteriormente obtener el acumulado, como se muestra en la siguiente tabla (Tabla III.16).

**Tabla III.16 Costo de atención 2020 mensual**

Número	Mes $k$	Defunciones a tiempo $k$	Costo por mes	Porcentaje de costo por mes	Costo acumulado
0	0	-	\$0.00	0%	\$0.00
1	0.10806584	4,994.87	\$532,088.55	11%	\$532,088.55
2	0.08786811	4,061.32	\$432,640.09	9%	\$964,728.64
3	0.08638376	3,992.71	\$425,331.53	9%	\$1,390,060.17
4	0.07819334	3,614.15	\$385,004.00	8%	\$1,775,064.17
5	0.07819334	3,614.15	\$385,004.00	8%	\$2,160,068.17
6	0.07434994	3,436.50	\$366,080.08	7%	\$2,526,148.26
7	0.07625838	3,524.71	\$375,476.75	8%	\$2,901,625.01
8	0.07684152	3,551.66	\$378,347.98	8%	\$3,279,972.99
9	0.07538368	3,484.28	\$371,169.95	8%	\$3,651,142.95
10	0.08028733	3,710.93	\$395,314.27	8%	\$4,046,457.22
11	0.08277891	3,826.09	\$407,582.17	8%	\$4,454,039.39
12	0.09539587	4,409.26	\$469,704.86	10%	\$4,923,744.25

**Fuente:** Cálculos propios. Cifras en miles de pesos.

Se puede observar que el gasto mensual tiene un comportamiento similar para todos los meses, en promedio se estima que es de \$410,312,030 pesos, con un máximo de \$532,088,550 pesos en el mes de enero. Si bien, el gasto anual no tiene que realizarse de forma inminente, la importancia de este análisis radica en que, a partir de las probabilidades de defunción estimadas con el método Kaplan-Meier, se puede conocer cuál sería el gasto mensual esperado para la atención de las personas con este tipo de afecciones, a partir del cual sea viable reservar los recursos necesarios, en términos materiales, humanos y financieros. De esta forma, se lograría que el Sistema de Salud público esté preparado para brindar atención de mayor calidad a sus pacientes y que, incluso, no sólo sea por estas afecciones.

Además, al conocer el número de defunciones ocurridas por mes y los egresos hospitalarios, es posible estimar la ocupación hospitalaria mensual esperada de este grupo de enfermedades. En particular, los resultados obtenidos con el análisis realizado muestran que, en promedio, se requerirán 3,852 espacios hospitalarios mensuales, tomando aún más relevancia este grupo de pacientes en un escenario pandémico, en el que los lugares hospitalarios son aún más escasos.

A partir de los resultados obtenidos, es fundamental realizar un comparativo con la información disponible del año 2015 y los datos estimados del año 2020, para apreciar la



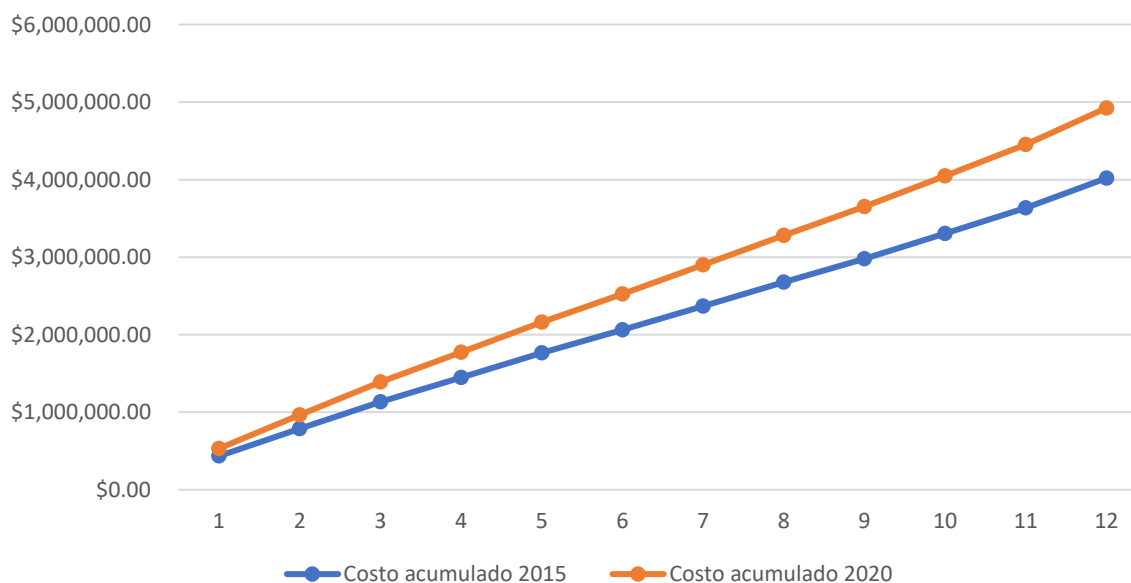
variación que hay en los mismos, en particular, el porcentaje de incremento del costo, que fue del 22.52%, es decir, \$904,908,087.82 pesos en tan solo 5 años, lo que refleja aún más la necesidad de que se tomen medidas preventivas desde ahora. Este comparativo mensual se detalla en la siguiente tabla (Tabla III.17) y gráfica (Gráfica III.7).

**Tabla III.17 Costo acumulado por mes año 2015 y 2020**

Mes	Costo acumulado 2015	Costo acumulado 2020
1	\$434,298.90	\$532,088.55
2	\$787,426.43	\$964,728.64
3	\$1,134,588.60	\$1,390,060.17
4	\$1,448,834.81	\$1,775,064.17
5	\$1,763,081.03	\$2,160,068.17
6	\$2,061,881.25	\$2,526,148.26
7	\$2,368,351.18	\$2,901,625.01
8	\$2,677,164.65	\$3,279,972.99
9	\$2,980,119.31	\$3,651,142.95
10	\$3,302,780.93	\$4,046,457.22
11	\$3,635,455.80	\$4,454,039.39
12	\$4,018,836.16	\$4,923,744.25

Fuente: Cálculos propios. Cifras en miles de pesos.

**Gráfica III.7 Costo acumulado por mes año 2015 y 2020**



Fuente: Tabla III.17.

Con el objetivo de visualizar el impacto económico que tendría un escenario catastrófico



como una pandemia causada por algún tipo de virus donde las defunciones relacionadas al consumo de tabaco aumenten un 300%, el costo anual sería \$16,075,344,320.00, por lo que para evitar que este tipo de escenarios se materialicen sería aún más necesaria la implementación de políticas públicas para mitigar los efectos económicos que podría generar en el sistema de salud (Tabla III. 18).

**Tabla III.18 Costo escenario catastrófico**

Numero	Grupo de enfermedad	Defunciones por enfermedad aumentado 300%	Costo de atención actualizado con inflación	Costo total
1	Infarto Agudo de Miocardio	37,892	\$93.44	\$3,540,628.48
2	Accidente Cerebrovascular	9,036	\$79.38	\$717,277.68
3	Otras Muertes Cardiovasculares	7,424	\$5.77	\$42,836.48
4	Obstrucción de las vías aéreas	52,968	\$61.48	\$3,256,472.64
5	Neumonía e Influenza	8,640	\$25.24	\$218,073.60
6	Cáncer de Tráquea y Pulmón	19,208	\$265.8	\$5,105,486.40
7	Cáncer de Estómago	3,572	\$223.28	\$797,556.16
8	Cáncer de cuello uterino	772	\$92.2	\$71,178.40
9	Cáncer de Páncreas	2,416	\$180.75	\$436,692.00
10	Cáncer de Riñón y pelvis renal	1,932	\$191.38	\$369,746.16
11	Leucemia Mieloide Aguda	496	\$287.07	\$142,386.72
12	Cáncer de Esófago	2,288	\$223.28	\$510,864.64
13	Cáncer de Vejiga	1,336	\$180.75	\$241,482.00
14	Cáncer de Laringe	2,448	\$217.96	\$533,566.08
15	Cáncer de boca y faringe	476	\$191.38	\$91,096.88
			Total	\$16,075,344.32

**Fuente:** Cálculos propios. Cifras en miles de pesos.

De aquí también la importancia de tomar medidas preventivas, con la finalidad de poder mitigar los gastos asociados a estas enfermedades que son prevenibles, con el simple hecho de no consumir o disminuir el consumo de tabaco y generar ahorros que permitan hacerle frente a otras enfermedades como la Obesidad y sus consecuencias en la salud de los mexicanos.

En el caso contrario al anterior el ahorro económico que podrían generar medidas de prevención eficientes, como el aumento de los precios en un 10% reduce en los países de ingresos medios y bajos el consumo un 10% de acuerdo con cifras del Banco Mundial, es decir, que con ellas se logre reducir un 10% las defunciones anuales como consecuencia del tabaquismo, el ahorro será de \$401,883,688.38, tal como se aprecia en la siguiente tabla, (Tabla III.19).



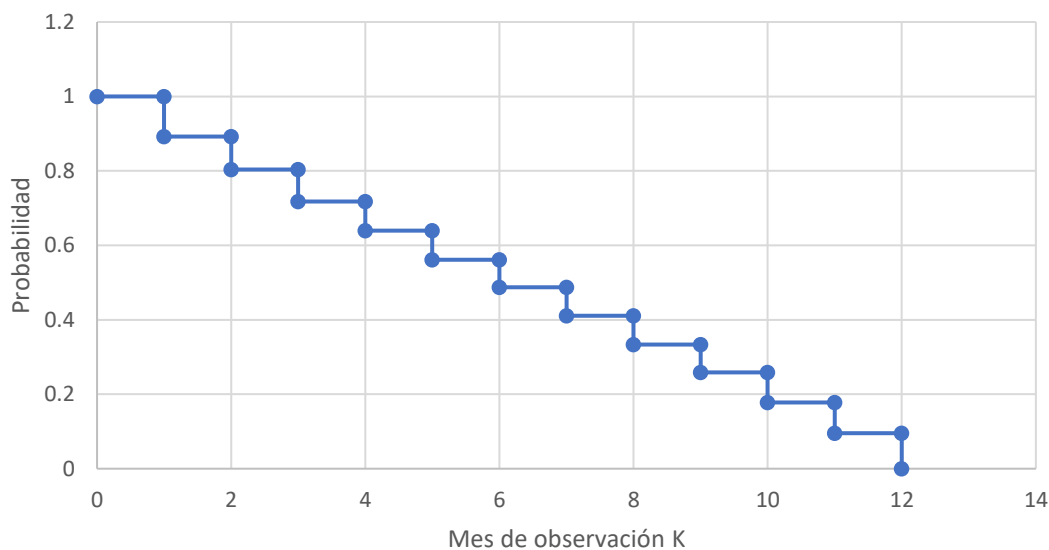
**Tabla III.19 Costo escenario eficiente medidas de prevención**

Numero	Grupo de enfermedad	Defunciones por enfermedad disminuido 10%	Costo de atención actualizado con inflación	Costo total
1	Infarto Agudo de Miocardio	8,526	\$93.44	\$796,641.41
2	Accidente Cerebrovascular	2,033	\$79.38	\$161,387.48
3	Otras Muertes Cardiovasculares	1,670	\$5.77	\$9,638.21
4	Obstrucción de las vías aéreas	11,918	\$61.48	\$732,706.34
5	Neumonía e Influenza	1,944	\$25.24	\$49,066.56
6	Cáncer de Tráquea y Pulmón	4,322	\$265.8	\$1,148,734.44
7	Cáncer de Estómago	803.7	\$223.28	\$179,450.14
8	Cáncer de cuello uterino	173.7	\$92.2	\$16,015.14
9	Cáncer de Páncreas	543.6	\$180.75	\$98,255.70
10	Cáncer de Riñón y pelvis renal	434.7	\$191.38	\$83,192.89
11	Leucemia Mieloide Aguda	111.6	\$287.07	\$32,037.01
12	Cáncer de Esófago	514.8	\$223.28	\$114,944.54
13	Cáncer de Vejiga	300.6	\$180.75	\$54,333.45
14	Cáncer de Laringe	550.8	\$217.96	\$120,052.37
15	Cáncer de boca y faringe	107.1	\$191.38	\$20,496.80
			Total	\$3,616,952.47

Fuente: Cálculos propios. Cifras en miles de pesos.

Por otra parte, se mostró anteriormente, la función de supervivencia, misma que se puede aplicar sobre la población de un año futuro, para observar cómo se comportan las defunciones de forma mensual, (Gráfica III.8).

**Gráfica III.8 Función de supervivencia  $S(t)$**



Fuente: Cálculos propios. Cifras en miles de pesos.





De esta forma, una vez que se publiquen las cifras actualizadas del sector salud, sería mucho más sencillo conocer las defunciones por mes, sin necesidad de realizar un estudio previo, lo que resultaría de gran utilidad ya que permite:

- Planear el presupuesto mensual del sector salud relacionados con estas enfermedades.
- Estimar cual es el presupuesto promedio mensual con el que debe contar de manera inmediata el sistema en salud.
- Estimación de ocupación hospitalaria por mes.
- Adicionalmente con los datos obtenidos en este estudio se pueden desarrollar análisis epidemiológicos, ya que conocemos cómo está estructurada la población en estudio tanto por edad, como por número de defunciones.

## Conclusión y recomendaciones

Como se ha analizado el consumo de tabaco es un problema mundial no solo de México, que tiene un gran impacto tanto social como económico, generando un gran costo en los sistemas de salud de cada país.

En este trabajo se realizó un análisis por edad, sexo, tipo de fumador, entre otras variables a la población mexicana que consume tabaco. Con el objetivo de identificar poblaciones de mayor riesgo; este análisis dio a conocer que una campaña de prevención tiene que estar enfocada en población mayor a 16 años, ya que ésta es la edad promedio de inicio de consumo, no se tiene una tendencia por género de consumo, ya que el 48% de las defunciones anuales se atribuyen al sexo femenino y 52% de las defunciones anuales se atribuye al sexo masculino, pese a las campañas de prevención y medidas tomadas por el gobierno en este estudio se observa que la población que consume tabaco en México tiene una tendencia creciente, incrementándose el número de defunciones en los meses de enero, noviembre y diciembre, asociado con la temporada invernal y que en estos meses se complican las enfermedades respiratorias. Lo anterior indica que las medidas tomadas por el gobierno para disminuir el consumo del tabaco no tienen un efecto favorable en la disminución del consumo a la fecha.

Es claro que de no implementar medidas diferentes y eficientes para evitar el consumo la tendencia actual seguirá.



Como se estimó, el gasto asociado a las defunciones relacionadas con el consumo de tabaco para el sistema de salud mexicano será de \$4,018,836,160.38 pesos anuales, bajo el supuesto de que todas las defunciones están asociadas con una atención médica, convirtiéndose en una problemática, ya que este gasto se podría evitar con las medidas adecuadas de prevención, como campañas de educación en escuelas que eviten el inicio temprano del tabaco, aumento en los precios de las cajetillas cigarros, aumentar las penalizaciones por venta de cigarro a menores de edad y dentro de escuelas.

El crecimiento de los casos es alarmante ya que se identificó que en solo 5 años el aumento de las defunciones relacionadas al consumo de tabaco será de 22.52%, incrementando el gasto relacionado con estas enfermedades en \$904,908,087.82 pesos anuales.

Este trabajo se realizó estimando a la población de estudio debido a que no se cuenta con la información desglosada a nivel nacional, por lo anterior se recomienda que se modifique la forma de registrar los datos del gobierno, ya que actualmente con la información disponible en las fuentes de información del gobierno no se puede saber cuándo un egreso hospitalario se originó a consecuencia del consumo de tabaco, es importante que el gobierno tome medidas adecuadas para contar con estos datos de forma oficial, incluyendo la fecha del ingreso hospitalario, fecha de defunción, años de consumo de tabaco, entidad federativa de ocurrencia de la defunción y años del paciente. Una vez que se modifiquen los datos este análisis se podría hacer de manera más precisa.

Como se mostró en este estudio el gasto anual es muy grande, convirtiéndose en una problemática, ya que este gasto se podría evitar con las medidas adecuadas de prevención como:

- Campañas de educación en escuelas que eviten el inicio temprano del tabaco.
- Aumento en los precios de las cajetillas cigarros.
- Aumentar las penalizaciones por venta de cigarro a menores de edad y dentro de escuelas.

Como se presentó en este trabajo una campaña antitabaco intensa que reduzca de forma considerable el consumo y las futuras defunciones relacionadas con esta adicción podría ahorrar al gobierno \$401,883,688.38 de pesos anuales, esta campaña antitabaco podría usar los medios de comunicación digitales para disminuir la prevalencia de consumo de cigarro en adolescentes o retrasar la edad de inicio de consumo en adolescentes, ya que la edad promedio de inicio del consumo del tabaco en la población mexicana es de 16 años



para los hombres y de 18 años para las mujeres.

Adicional al dinero que se podría ahorrar el sector salud y utilizarlo en diferentes enfermedades, toma relevancia la ocupación hospitalaria en una situación pandémica, donde cada lugar es limitado, el aplicar una campaña eficiente que disminuya el consumo de tabaco, ayudaría en este problema liberando camas en los hospitales.

Este proyecto toma como base el modelo Kaplan Meier para realizar un análisis de supervivencia debido a las deficiencias de la información disponible por el gobierno, los resultados obtenidos en este estudio han servido para estimar la probabilidad de sobrevivir al periodo  $t$ , lo cual podemos aplicar para estimar las defunciones por mes y los costos mensuales por la atención que generan estas. Este dato toma relevancia ya que tiene aplicaciones en logística y de presupuesto, el costo mensual que generara la atención de estas enfermedades es el dinero que debe tener el sector salud de manera inmediata, lo que una mala planeación pueda ocasionar, falta de recursos médicos, como medicamento, lugar hospitalario y doctores disponibles.

Se puede constatar que, aunque el gasto estimado mensual es muy similar entre enero y diciembre (los porcentajes oscilan entre el 7% y el 11% respecto al gasto total), debido a que se trata de enfermedades que se presentan en cualquier momento del año, independientemente de factores externos como el clima, en caso de una situación atípica, como lo es ahora la pandemia, es fundamental conocer con detalle los recursos mensuales necesarios para estar en condiciones de brindar la atención adecuada a los pacientes y prever que se cuente con la suficiente capacidad instalada con anticipación.

Estos resultados también tienen otras aplicaciones importantes, ya que se puede estimar el número de defunciones de la población que consume tabaco en México por mes, que puede ser de gran utilidad debido a que, como se menciona anteriormente, los datos que presenta el gobierno cuentan con un atraso importante y no tienen detalle de cuándo una defunción fue provocada por consumir tabaco.

Finalmente, es importante recalcar que las probabilidades que se obtuvieron tras la aplicación del modelo también pueden ser utilizadas para medir la eficacia de las campañas contra tabaco en México, ya que, si éstas tienen el impacto deseado para disminuir el consumo del mismo y sus enfermedades relacionadas, las probabilidades estimadas deben reducirse gradualmente.



## Anexo 1 Enfermedades a las que se les pueden asociar una defunción relacionada con el consumo de tabaco según el estudio Carga de enfermedad atribuible al tabaquismo en México.)

Clave CIE-10	Enfermedad
C00	Tumor maligno del labio.
C14	Tumor maligno de otros sitios y de los mal definidos del labio, de la cavidad bucal y de la faringe.
C15	Tumor maligno del esófago.
C16	Tumor maligno del estómago.
C25	Tumor maligno del páncreas.
C32	Tumor maligno de la laringe.
C33X	Tumor maligno de la tráquea.
C34	Tumor maligno de los bronquios y del pulmón.
C53	Tumor maligno del cuello del útero.
C64X	Tumor maligno del riñón, excepto de la pelvis renal.
C65X	Tumor maligno de la pelvis renal.
C67	Tumor maligno de la vejiga urinaria.
C92	Leucemia mieloide.
I01	Fiebre reumática con complicación cardíaca.
I02	Corea reumática.
I05	Enfermedades reumáticas de la válvula mitral.
I06	Enfermedades reumáticas de la válvula aórtica.
I07	Enfermedades reumáticas de la válvula tricúspide.
I08	Enfermedades valvulares múltiples.
I09	Otras enfermedades reumáticas del corazón.
I11	Enfermedad cardíaca hipertensiva.
I21	Infarto agudo de miocardio.
I26	Embolia pulmonar.
I27	Otras enfermedades cardiopulmonares.
I28	Otras enfermedades de los vasos pulmonares.
I30	Pericarditis aguda.
I31	Otras enfermedades del pericardio.
I33	Endocarditis aguda y subaguda.
I34	Trastornos no reumáticos de la válvula mitral.
I35	Trastornos no reumáticos de la válvula aórtica.
I36	Trastornos no reumáticos de la válvula tricúspide.



Clave CIE-10	Enfermedad
I37	Trastornos de la válvula pulmonar.
I38X	Endocarditis, válvula no especificada
I40	Miocarditis aguda.
I42	Cardiomiopatía.
I44	Bloqueo auriculoventricular y de rama izquierda del haz.
I45	Otros trastornos de la conducción.
I46	Paro cardíaco.
I47	Taquicardia paroxística.
I48X	Fibrilación y aleteo auricular.
I49	Otras arritmias cardíacas.
I50	Insuficiencia cardíaca.
I51	Complicaciones y descripciones mal definidas de enfermedad cardíaca.
I60	Hemorragia subaracnoidea.
I61	Hemorragia intraencefálica.
I62	Otras hemorragias intracraneales no traumáticas.
I63	Infarto cerebral.
I67	Otras enfermedades cerebrovasculares.
I69	Secuelas de enfermedad cerebrovascular.
I70	Aterosclerosis.
I71	Aneurisma y disección aórticos.
I72	Otros aneurismas.
I73	Otras enfermedades vasculares periféricas.
I74	Embolia y trombosis arteriales.
I77	Otros trastornos arteriales o arteriolares.
I78	Enfermedades de los vasos capilares.
J11	Influenza debida a virus no identificado.
J12	Neumonía viral, no clasificada en otra parte.
J13X	Neumonía debida a Streptococcus pneumoniae.
J14X	Neumonía debida a Haemophilus influenzae.
J15	Neumonía bacteriana, no clasificada en otra parte.
J16	Neumonía debida a otros microorganismos infecciosos, no clasificados en otra parte.
J18	Neumonía, organismo no especificado.
J44	Otras enfermedades pulmonares obstructivas crónicas.



## Bibliografía

- Bowers, JR., N., Hans U., G., James C, H., Donald A., J., & Cecil J., N. (1997). *Actuarial Mathematics*. Schaumburg, Illinois.: THE SOCIETY OF ACTUARIES.
- Collett, D. (2003). *Modelling Survival Data in Medicinal Research*. Florida: Hall/ CRC.
- Dirección General de Información en Salud. (17 de febrero de 2019). *DEFUNCIONES CIFRAS OFICIALES DEFINITIVAS*. Obtenido de [http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/bdc\\_defunciones\\_gobmx.html](http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/bdc_defunciones_gobmx.html)
- Dirección General de Información en Salud. (17 de febrero de 2019). *Sistema Automatizado de Egresos Hospitalarios de la Secretaría de Salud*. Obtenido de [http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/bdc\\_egresoshosp\\_gobmx.html](http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/bdc_egresoshosp_gobmx.html)
- Dirección General de Información en Salud. (17 de febrero de 2019). *Urgencias Médicas Cubos dinámicos*. Obtenido de [http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/bdc\\_urgencias\\_gobmx.html](http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/bdc_urgencias_gobmx.html)
- G. Kleinbaum, D. (2012). *SURVIVAL ANALYSIS*. New York: Springer.
- Hugh Waters, B. S. (2013). *La economía del tabaco y los impuestos al tabaco en México*. México: Mpower.
- Johnson, E. (1999). *Survival Models and Data Analysis*. New York: Wiley. Interscience Publication.
- Juez Martel, P. (1996). *Probabilidad y Estadística en Medicina*. España: Ediciones Díaz De Santos, S.A.
- Ministerio de salud. (30 de noviembre de 2020). *El tabaco, una amenaza para el desarrollo*. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/El-tabaco-una-amenaza-para-el-desarrollo-OMS.aspx>
- Narro Robles, J. (2016). *Encuesta Global de Tabaquismo en adultos México*. Ciudad de México: Comisión Nacional Contra las Adicciones.
- Organización Mundial de la Salud. (2005). *CONVENIO MARCO DE LA OMS PARA EL CONTROL DEL TABACO*. Washington DC: Organización Mundial de la Salud.
- Organización Mundial de la Salud. (2017). *INFORME OMS SOBRE LA EPIDEMIA MUNDIAL DE TABAQUISMO*. Washington DC: Organización Mundial de la Salud.
- Organización Mundial de la Salud. (26 de Julio de 2019). *Tabaco*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/tobacco>
- P. Klein, J. (2003). *Survival Analysis Techniques for Censored and Truncated Data*. New York: Springer.



Pichon-Riviere, A., Reynales Shigematsu, L., Bardach, A., Caporale, J., & Augustovski, F. (2013). *Carga de Enfermedad Atribuible al Tabaquismo en México. Documento Técnico IECS Número 10*. Buenos Aires, Argentina: Instituto de Efectividad Clínica y Sanitaria.

Rincón, L. (2017). *ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México: Facultad de ciencias.

Secretaría de Salud. (2001). *Programa de Acción: Adicciones Tabaquismo*. CDMX: Secretaría de Salud.

Wikipedia. (22 de noviembre de 2020). *Tabaquismo*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Tabaquismo>