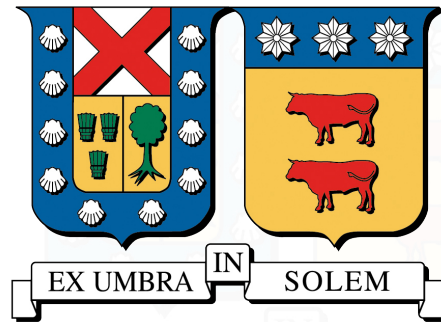


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA  
DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS  
VITACURA - CHILE



**IMPACTO DEL GASTO TOTAL EN SALUD SOBRE LA  
ESPERANZA DE VIDA: PROPUESTAS PARA OPTIMIZAR  
POLÍTICAS DE SALUD EN CHILE.**

**CATALINA ALEXANDRA MANCILLA HUANCHICAY**

TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL INDUSTRIAL

PROFESOR GUÍA : DRA MARÍA ELISA FARÍAS GORDON - UTFSM  
PROFESOR CORREFERENTE : DRA MARÍA PILAR GÁRATE CHATEAU - UTFSM

JULIO 2025



## CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

### 1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

**Tipo de monografía (marcar una opción):**  Memoria o trabajo de título;  Tesis de Postgrado;

**Título del trabajo:** IMPACTO DEL GASTO TOTAL EN SALUD SOBRE LA ESPERANZA DE VIDA: PROPUESTAS PARA OPTIMIZAR POLÍTICAS DE SALUD EN CHILE

**Nombre del candidato(a):** CATALINA ALEXANDRA MANCILLA HUANCHICAY

**Carrera / Grado:** INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL

**Campus:** Santiago Vitacura ; **Departamento:** INDUSTRIAS

### 2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, MARÍA ELISA FARÍAS GORDON, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución

### 3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL

El trabajo **NO contiene información que amerite confidencialidad** y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por:

6 meses;  12 meses;  2 años;  3 años;  5 años;  10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

### 4.- FIRMAS

**Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:**

**Fecha:** 19-08-2025

**Firma:**

**Estudiante o Candidato(a):**

**Fecha:** 19-08-2025

**Firma:**

*Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.*

## Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por darme la fuerza necesaria para seguir adelante cada día. El camino fue difícil, pero nunca me abandonó y siempre me sostuvo en los momentos más complejos.

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a mi familia, en especial a mis padres, Yesica Huanchicay y Orlando Mancilla, por su esfuerzo constante, su amor incondicional y por brindarme la oportunidad de estudiar. Gracias por ser los pilares fundamentales que han forjado a la persona que soy hoy.

A mi Benjamín Vallejos, el amor de todos mis días, mi mejor amigo y testigo cercano de cada etapa universitaria: gracias por sostenerme en todos los aspectos de la vida, por tus abrazos y palabras de aliento cuando el camino se tornaba cuesta arriba. Te amo profundamente.

A Rodrigo Cancino y Alejandra Riquelme, mis padres putativos, quienes me brindaron el calor familiar que muchas veces necesité estando lejos de casa. Gracias por tanto cariño; les estaré eternamente agradecida por acogerme como parte de su familia. Los quiero con todo mi corazón.

A Matías Cancino, por escucharme, hacerme reír y ser familia incondicional. Eres el hermano menor que siempre soñé tener.

A mis amigos y compañeros de universidad, en especial a Francisco Aceituno, apoyo fundamental en cada ramo que cursamos juntos. Gracias por cada viaje en auto camino a casa, por las conversaciones, las risas y las quejas compartidas sobre los ramos.

A mi profesora guía, quien no solo me brindó apoyo constante durante esta investigación, sino que también fomentó mi aprendizaje y alimentó mi pasión por el área de la economía. Su dedicación y orientación fueron claves tanto para el desarrollo de este trabajo como para mi crecimiento académico y personal.

Finalmente, quiero reconocer mi propio esfuerzo y perseverancia a lo largo de este camino. Me agradezco por no haberme rendido, por confiar en mis capacidades y por la valentía de dejar Antofagasta para emprender el desafío de estudiar en Santiago. Y a esa Catalina de 18 años que comenzaba este viaje: lo logramos.

## Resumen Ejecutivo

Este estudio analiza la relación entre el gasto total en salud per cápita y la esperanza de vida en Chile durante el período 2005–2023. El objetivo es evaluar si una mayor inversión en salud se traduce en mejores resultados sanitarios, considerando además factores de riesgo como el consumo de alcohol y eventos críticos como la pandemia de COVID-19.

Se estimaron dos modelos econométricos: un modelo log-log con variables tradicionales y un modelo basado en componentes principales (PCA). Ambos fueron evaluados mediante pruebas de diagnóstico exhaustivas (VIF, Breusch-Pagan, Breusch-Godfrey, Durbin-Watson, RESET y Shapiro-Wilk), y se aplicó el estimador de Newey-West para corregir heterocedasticidad y autocorrelación.

Los resultados muestran que la esperanza de vida en Chile responde de manera positiva a mejoras en salud, con un efecto estimado que se sitúa entre un 0.0223% y un 0.204% dependiendo del modelo utilizado. En el Modelo 1, un aumento del 1% en el gasto total en salud per cápita se asocia con un incremento de aproximadamente 0.0223% en la esperanza de vida. En el Modelo 2, el componente PC1 —que agrupa factores como gasto en salud, PIB per cápita, urbanización, infraestructura hospitalaria, acceso a saneamiento y nutrición— también presenta un efecto positivo y altamente significativo, alcanzando efectos proporcionales de hasta 0.204% en las variables originales más relevantes. En cambio, el componente PC2, dominado por el desempleo, no resultó significativo, lo que indica que el mercado laboral no fue un determinante relevante en este contexto.

Además, se comprobó la existencia de causalidad bidireccional entre el gasto en salud y la esperanza de vida mediante un modelo VAR(2), lo que sugiere un mecanismo de retroalimentación positiva entre ambas variables a lo largo del tiempo.

Estos hallazgos respaldan la necesidad de fortalecer el financiamiento sanitario, reducir factores de riesgo como el alcohol, diseñar respuestas resilientes ante crisis sanitarias y fomentar políticas intersectoriales de salud pública, como las impulsadas por la Ley Elige Vivir Sano.

A pesar del tamaño reducido de la muestra (19 observaciones) y de limitaciones metodológicas asociadas al uso de componentes principales, el estudio ofrece evidencia sólida y replicable para futuras investigaciones sobre salud y políticas públicas.

**Palabras clave:** Gasto en salud, Esperanza de vida, Chile, Regresión log-log, Análisis de Componentes Principales (PCA), Pruebas de diagnóstico, Políticas públicas.

# Abstract

This study analyzes the relationship between total per capita health expenditure and life expectancy in Chile during the period 2005–2023. The objective is to assess whether greater investment in health translates into better health outcomes, also considering risk factors such as alcohol consumption and critical events such as the COVID-19 pandemic.

Two econometric models were estimated: a log-log model with traditional variables and a model based on principal components analysis (PCA). Both were evaluated using comprehensive diagnostic tests (VIF, Breusch-Pagan, Breusch-Godfrey, Durbin-Watson, RESET, and Shapiro-Wilk), and the Newey-West estimator was applied to correct for heteroscedasticity and autocorrelation.

The results show that life expectancy in Chile responds positively to improvements in health, with an estimated effect ranging from 0.0223 % to 0.204 % depending on the model used. In Model 1, a 1 % increase in total per capita health expenditure is associated with an increase of approximately 0.0223 % in life expectancy. In Model 2, the PC1 component—which groups factors such as health expenditure, GDP per capita, urbanization, hospital infrastructure, access to sanitation, and nutrition—also has a positive and highly significant effect, reaching proportional effects of up to 0.204 % in the most relevant original variables. In contrast, the PC2 component, dominated by unemployment, was not significant, indicating that the labor market was not a relevant determinant in this context.

In addition, the existence of bidirectional causality between health expenditure and life expectancy was verified using a VAR(2) model, suggesting a positive feedback mechanism between the two variables over time.

These findings support the need to strengthen health financing, reduce risk factors such as alcohol, design resilient responses to health crises, and promote intersectoral public health policies, such as those promoted by the Choose to Live Healthy Act.

Despite the small sample size (19 observations) and methodological limitations associated with the use of principal components, the study provides solid and replicable evidence for future research on health and public policy.

**Keywords:** Health expenditure, Life expectancy, Chile, Log-log regression, Principal Component Analysis (PCA), Diagnostic tests, Public policy.

# Índice de Contenidos

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Objetivos</b>	<b>2</b>
2.1. Objetivo General . . . . .	2
2.2. Objetivos específicos . . . . .	2
<b>3. Marco teórico</b>	<b>3</b>
3.1. Evolución del Sistema de Salud en Chile . . . . .	3
3.2. Impacto del Gasto Total en Salud en la Esperanza de Vida . . . . .	4
3.3. Desigualdades en el Acceso a la Salud en Chile . . . . .	6
3.4. Políticas Públicas en Salud en Chile . . . . .	8
3.5. Impacto del Gasto Total en Salud en el Crecimiento Económico . . . . .	10
3.5.1. Fundamentos Teóricos: Salud como Capital Humano . . . . .	10
3.5.2. Evidencia Internacional . . . . .	11
3.5.3. Caso de Estudio: Chile . . . . .	12
3.5.4. Eficiencia y Umbrales Económicos . . . . .	12
3.5.5. Riesgos Asociados a la Ineficiencia . . . . .	12
3.5.6. Lecciones Internacionales y Aplicaciones para Chile . . . . .	13
<b>4. Metodología</b>	<b>14</b>
4.1. Enfoque del Estudio . . . . .	14
4.2. Instrumentos y Herramientas de Análisis . . . . .	14
4.3. Procedimiento de Producción de Información . . . . .	15
4.4. Unidad de Análisis . . . . .	16
4.5. Procedimientos, Modelos y Herramientas de Análisis . . . . .	17
4.5.1. Modelo 1: Modelo Log-Log Tradicional . . . . .	17
4.5.2. Modelo 2: Modelo con Componentes Principales . . . . .	17
4.6. Regresiones Exploratorias . . . . .	18
4.7. Herramientas de evaluación de los modelos . . . . .	18
4.8. Herramientas de comparación de modelos . . . . .	18
4.9. Test para evaluar requisitos del Modelo . . . . .	19
4.10. Justificación de la Metodología . . . . .	20
4.11. Reproducibilidad . . . . .	20
<b>5. Alcance</b>	<b>21</b>
<b>6. Resultados</b>	<b>22</b>
6.1. Tablas de Regresión antes de Newey-West . . . . .	22
6.2. Pruebas de Diagnóstico . . . . .	23
6.3. Tablas de Regresión con errores de Newey-West . . . . .	23
6.4. Evaluación Gráfica de los Modelos . . . . .	25
<b>7. Conclusiones y recomendaciones</b>	<b>28</b>
7.0.1. Impacto positivo y significativo del gasto en salud sobre la esperanza de vida . . . . .	28
7.0.1.1. Modelo 1 . . . . .	28
7.0.1.2. Modelo 2 . . . . .	29
7.0.2. Control por factores de riesgo y eventos exógenos . . . . .	30

7.0.3. Evidencia de causalidad entre gasto en salud y esperanza de vida . . . .	30
7.0.4. Robustez de los modelos y validación estadística . . . . .	30
7.0.5. Evaluación del ajuste y comparabilidad entre modelos . . . . .	31
7.1. Recomendaciones de Política Pública . . . . .	31
7.2. Implicaciones Finales . . . . .	32
<b>8. Limitaciones</b>	<b>33</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>34</b>



# Índice de Tablas

6.1. Resultados del Modelo 1: Regresión lineal. . . . .	22
6.2. Resultados del Modelo 2: Regresión con Componentes Principales (PCA). . . . .	22
6.3. Comparación de Estadísticas de Ajuste: Modelo 1 vs. Modelo 2 . . . . .	22
6.4. Comparación de Pruebas de Diagnóstico: Modelo 1 vs. Modelo 2 . . . . .	23
6.5. Modelo 1: Regresión log-log con errores de Newey-West . . . . .	23
6.6. Modelo 2: Regresión con Componentes Principales con errores de Newey-West . . . . .	24
6.7. Cargas de las variables originales sobre el Componente Principal 1 (PC1) y su interpretación porcentual . . . . .	24
6.8. Comparación de Estadísticas del Modelo 1 y Modelo 2 (Newey-West) . . . . .	24



# Índice de Figuras

3.1. Gasto en salud como porcentaje del PIB, 2022. Fuente: OCDE, 2022. . . . .	5
3.2. Evolución del gasto en salud en América Latina y el Caribe. Período 2000-2019. Fuente: Organización Panamericana de la Salud, 2023. . . . .	5
3.3. Distribución de la población según sistema previsional, 2022. Fuente: Encuesta Casen 2022. . . . .	6
3.4. Distribución de la población según sistema previsional y tramos de edad, 2022. Fuente: Encuesta Casen 2022. . . . .	8
3.5. Implementación gradual del GES en Chile. Período 2005-2013. Fuente: CEPAL, 2014. . . . .	9
3.6. Tasas de crecimiento del gasto GES versus No GES y promedios de ambos períodos. Fuente: CEPAL, 2014. . . . .	10
3.7. Gasto total en salud (% del PIB): Canadá, Finlandia y Chile (2021-2022). Fuente: OCDE y Banco Mundial. . . . .	13
6.1. Esperanza de Vida en Chile ( <code>ln_life_expectancy</code> ) vs. Predicción del Modelo 1.	25
6.2. Relación entre <code>ln(total_health_exp)</code> y <code>ln(life_expectancy)</code> . . . . .	25
6.3. Esperanza de Vida en Chile ( <code>ln_life_expectancy</code> ) vs. Predicción del Modelo 2.	26
6.4. <code>ln(life_expectancy)</code> vs. PC1 (Factor Desarrollo). . . . .	26
6.5. <code>ln(life_expectancy)</code> vs. PC2 (Factor Mercado Laboral). . . . .	27
6.6. Evolución de la esperanza de vida en Chile ( <code>ln_life_expectancy</code> ) con efecto de la Pandemia sobre la tendencia temporal . . . . .	27

# 1 | Introducción

La relación entre el gasto en salud y la esperanza de vida ha sido ampliamente documentada en la literatura internacional [1, 2, 3]. Chile, en particular, ha experimentado un aumento en la esperanza de vida de aproximadamente 3 años durante el período 2010-2023 [4]. Sin embargo, a pesar de estos avances, persisten desafíos considerables. Estudios recientes indican que la relación entre el gasto en salud y los indicadores de bienestar no es necesariamente lineal ni proporcional, lo que plantea interrogantes sobre la efectividad de las inversiones en salud pública en diferentes contextos[5].

A nivel internacional, se ha identificado una correlación positiva entre el gasto en salud y la esperanza de vida, aunque los efectos pueden variar entre países y según el tipo de gasto. Un estudio de la Organización Mundial de la Salud [6] reveló que el incremento en el gasto público en salud contribuye significativamente a la reducción de la mortalidad infantil y al aumento de la esperanza de vida en países de ingresos bajos y medios. De manera particular, en América Latina y el Caribe, un análisis reciente [7] muestra que un incremento del 1 % en el gasto público en salud está asociado con un aumento del 0,019 % en la esperanza de vida, mientras que el gasto privado tiene un impacto positivo solo sobre la esperanza de vida sin efectos significativos en la mortalidad infantil. Este hallazgo sugiere que las inversiones en salud juegan un papel clave en la mejora de los resultados de salud de la población.

En regiones como América Latina, la infraestructura sanitaria y el acceso a servicios tienen efectos acumulativos, y países con sistemas de salud bien desarrollados alcanzan mejoras sostenidas en la esperanza de vida y calidad de vida [8]. A pesar de los avances en las últimas décadas, en América Latina aún enfrenta distintos problemas económicos que obstaculizan una atención eficiente y equitativa en los servicios de salud, en especial en poblaciones vulnerables [9]. Chile ha seguido esta tendencia global, pero con desafíos particulares. A pesar de los aumentos en el presupuesto de salud y su adhesión a la OCDE en 2010, el país sigue enfrentando inequidades en el acceso a servicios, especialmente en zonas rurales y entre grupos vulnerables. Dado este contexto, surgen las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuál es la relación entre el gasto total en salud y la esperanza de vida en Chile? ¿Cómo influye la estructura mixta del sistema de salud chileno en los resultados de salud y esperanza de vida de la población? ¿Qué áreas de inversión en salud tienen el mayor potencial para optimizar la esperanza de vida en diferentes sectores de la población.

Por lo tanto, el presente estudio tiene como objetivo determinar la relación entre el gasto total en salud y la esperanza de vida de la población, con el fin de formular políticas de salud más efectivas que contribuyan a mejorar la calidad de vida de la población chilena. A través de un análisis de los datos nacionales, se busca identificar las áreas clave en las que las políticas públicas pueden tener un impacto más efectivo.

## 2 | Objetivos

### 2.1. Objetivo General

El objetivo general de esta tesis es analizar el impacto del gasto total en salud sobre la esperanza de vida en Chile, mediante una revisión de la literatura y el estudio de experiencias internacionales exitosas, con el propósito de evaluar la efectividad del modelo utilizado y, a partir de ello, proponer mejoras en las políticas públicas que optimicen los resultados en salud y fomenten el desarrollo sostenible del país.

### 2.2. Objetivos específicos

- Identificar y analizar las principales teorías y modelos desarrollados para estudiar el impacto del gasto total en salud en la esperanza de vida en Chile.
- Analizar las políticas públicas en salud implementadas en Chile, revisando documentos formales y datos de organismos nacionales e internacionales, para evaluar la efectividad del modelo.
- Desarrollar un análisis cuantitativo de la relación entre el gasto total en salud y la esperanza de vida en Chile, utilizando datos empíricos y modelos estadísticos, para identificar los factores que contribuyen de manera más efectiva a mejorar la esperanza de vida y proponer recomendaciones sobre la asignación de recursos en el sistema de salud.
- Aplicar dos modelos econométricos en Stata utilizando variables dependientes e independientes relevantes, con el fin de evaluar el impacto del gasto en salud pública y privada sobre la esperanza de vida en Chile

# 3 | Marco teórico

## 3.1. Evolución del Sistema de Salud en Chile

La evolución del sistema de salud en Chile ha estado influenciada por varios cambios estructurales y reformas que reflejan las prioridades sociales y políticas de cada época. La historia del sistema de salud en Chile comienza a principios del siglo XX, cuando se establecieron los primeros programas de salud pública para controlar enfermedades infecciosas y mejorar las condiciones sanitarias en un país mayoritariamente rural. Durante estos años, la salud pública en Chile estaba marcada por la atención en hospitales de beneficencia y asistencia social, dirigida principalmente a personas sin recursos [4].

A mediados del siglo XX, la creación del Servicio Nacional de Salud en 1952 fue un hito significativo, ya que consolidó los servicios de salud en un sistema nacional que ofrecía atención médica gratuita o subsidiada para gran parte de la población chilena. Este sistema se enfocó en mejorar la salud materno-infantil y en controlar enfermedades transmisibles, lo que representó un avance importante en términos de cobertura y acceso a servicios básicos de salud, siendo el primer eslabón de desarrollo para el sistema de salud en Chile.

En 1969, durante el gobierno de Eduardo Frei Montalva, se implementó una reforma sanitaria que aumentó significativamente la inversión en infraestructura, personal y recursos para la atención primaria. Esta reforma fue crucial para expandir la cobertura de salud en zonas rurales y establecer programas de prevención y promoción de la salud. Sin embargo, el sistema seguía enfrentando dificultades en cuanto a recursos y capacidad para atender a toda la población [10].

En la década de 1980, bajo la dictadura militar que gobernaba el país, el sistema de salud fue descentralizado y la administración de los servicios de salud pública fue transferida a los municipios. Además, se implementó un sistema de financiamiento a través de FONASA (Fondo Nacional de Salud) y se promovió el desarrollo del sector privado de salud, dando origen al sistema de las Instituciones de Salud Previsional (Isapres). Esta reforma introdujo un modelo de salud mixto, en el cual coexisten servicios públicos y privados, financiados mediante aportes de los trabajadores y del Estado [11]. Aunque el modelo permitió una expansión en la cobertura, también generó una segmentación en el acceso a servicios de salud, favoreciendo a aquellos que podían costear un seguro de salud privado.

Desde entonces, el sistema de salud chileno ha seguido una trayectoria dual, en la que coexisten FONASA e Isapres. A partir del año 2005, se implementó el Régimen de Garantías en Salud (AUGE), una política pública destinada a garantizar la cobertura para un conjunto de patologías prioritarias, independientemente de la capacidad de pago del paciente. Este

programa buscaba reducir las brechas de acceso y mejorar la equidad dentro del área de la salud, aunque todavía perduran desafíos en cuanto a su implementación y financiamiento sostenible.

En la actualidad, Chile enfrenta el gran desafío de mejorar la equidad y eficiencia en el sistema de salud. La membresía de Chile en la OCDE desde 2010 ha impulsado la comparación con otros países desarrollados, revelando que el gasto en salud como porcentaje del PIB es todavía inferior al promedio de la OCDE, y que persisten diferencias abismales en el acceso a servicios de calidad, especialmente en zonas rurales y entre grupos de bajos ingresos [12]. La presión por aumentar la inversión en salud y reducir las desigualdades sigue siendo una prioridad, y varios estudios sugieren que Chile debe seguir incrementando su gasto en salud para disminuir estas brechas y mejorar los indicadores de esperanza de vida en la población.

### **3.2. Impacto del Gasto Total en Salud en la Esperanza de Vida**

El gasto total en salud —que incluye tanto el gasto público como el privado— es ampliamente reconocido como un determinante clave de la esperanza de vida. Diversos estudios han mostrado una correlación positiva entre el nivel de gasto sanitario agregado y los indicadores de salud poblacional, particularmente en lo que respecta a la longevidad. Un mayor gasto total en salud permite mejorar la cobertura, la calidad de los servicios y el acceso a tratamientos tanto preventivos como curativos, lo cual repercute directamente en el bienestar de la población.

Según Wagstaff y Cleason [1], los países que invierten más en su sistema de salud, siempre que la asignación de recursos sea eficiente y equitativa, tienden a lograr mejoras significativas en esperanza de vida y reducción de la mortalidad infantil. En el caso de Chile, el sistema de salud se caracteriza por una estructura mixta con una fuerte participación tanto del sector público como del privado, lo que genera una segmentación en la provisión de servicios y una disparidad en los resultados de salud entre distintos grupos socioeconómicos.

A pesar de que el gasto total en salud ha aumentado en las últimas décadas, Chile aún se ubica por debajo del promedio de la OCDE en gasto como porcentaje del PIB [12]. Esto sugiere que hay margen para mejorar tanto la inversión como la eficiencia del sistema de salud en su conjunto. Estudios regionales, como el de Ayala-Beas y Rodríguez Minaya [7], muestran que un aumento del 1% en el gasto total en salud está asociado con un incremento del 0,019% en la esperanza de vida en países de ingresos medios y bajos, lo cual indica un efecto positivo pero moderado.

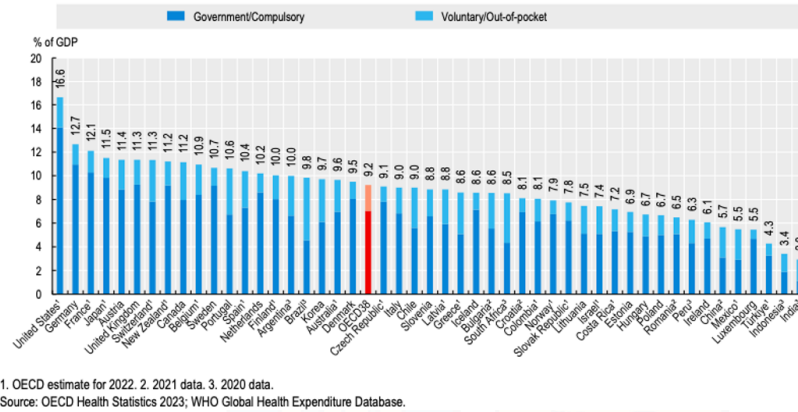


Figura 3.1: Gasto en salud como porcentaje del PIB, 2022. Fuente: OCDE, 2022.

A pesar de los avances, subsisten desafíos importantes en la asignación del gasto. En Chile, una proporción significativa del gasto total se concentra en prestaciones de alta complejidad, mientras que la atención primaria y preventiva sigue recibiendo una fracción menor del presupuesto. Esta distribución limita el potencial del gasto total en salud para incidir más profundamente en la esperanza de vida, ya que la prevención y la promoción de la salud son fundamentales para evitar enfermedades crónicas y detectar condiciones de salud de forma temprana [13].

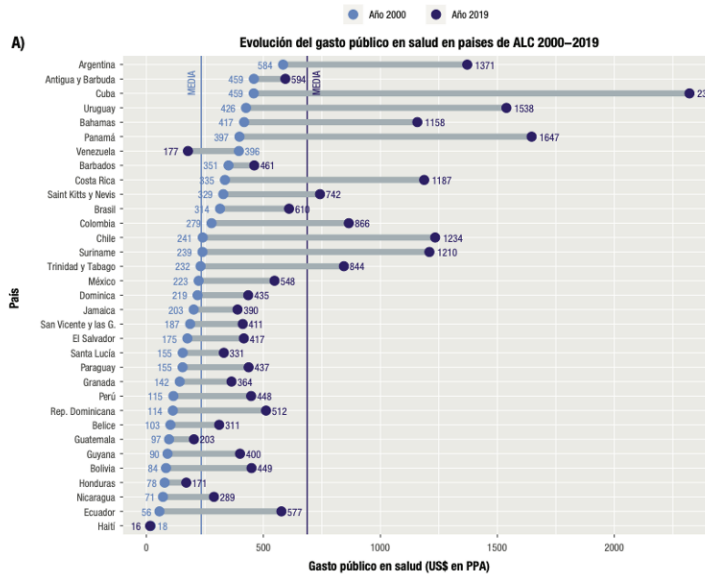


Figura 3.2: Evolución del gasto en salud en América Latina y el Caribe. Período 2000-2019. Fuente: Organización Panamericana de la Salud, 2023.

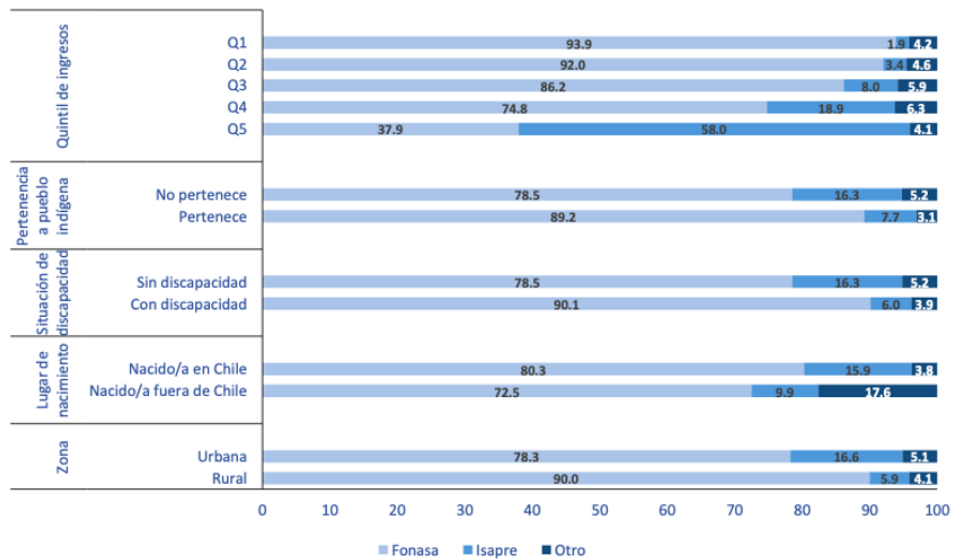
La Figura 3.2 muestra la evolución positiva del gasto en salud en América Latina y el Caribe, evidenciando el rol que este ha tenido en el fortalecimiento de los sistemas sanitarios regionales. En el caso de Chile, si bien se han logrado avances relevantes en indicadores de salud, la relación entre el gasto total y la esperanza de vida no ha sido lineal. Esto refuerza

la necesidad de no solo aumentar la inversión en salud, sino también mejorar la eficiencia, la equidad y la orientación del gasto hacia áreas estratégicas —como la atención primaria— que generen un mayor impacto sobre la esperanza de vida.

### 3.3. Desigualdades en el Acceso a la Salud en Chile

A pesar de los aumentos en el gasto en salud y de los avances en políticas públicas, Chile sigue enfrentando importantes desigualdades en el acceso a los servicios de salud, lo cual impacta directamente en la calidad de vida y en los indicadores de esperanza de vida de la población. Estas desigualdades se manifiestan en términos socioeconómicos, geográficos y de cobertura. En general, la coexistencia de un sistema mixto de salud, donde operan tanto el sistema público (FONASA) como el privado (Isapres), ha contribuido a segmentar el acceso a la atención médica, creando diferencias sustanciales en la calidad y oportunidad de los servicios recibidos [11]

El sistema de salud chileno, financiado a través de aportes obligatorios de los trabajadores, ha permitido una expansión en la cobertura de los servicios, pero también ha perpetuado desigualdades. Las personas con mayores ingresos tienden a optar por el sistema privado de Isapres, que ofrece acceso rápido y directo a especialistas y a centros de salud de mayor calidad. En cambio, los afiliados a FONASA, que representan la mayor parte de la población y suelen pertenecer a sectores de menores ingresos, enfrentan listas de espera prolongadas y acceso limitado a atención especializada, especialmente en regiones más alejadas de los centros urbanos [14].



**Figura 3.3:** Distribución de la población según sistema previsional, 2022. Fuente: Encuesta Casen 2022.

De acuerdo con la Figura 3.3, se observan claras disparidades en la elección del sistema

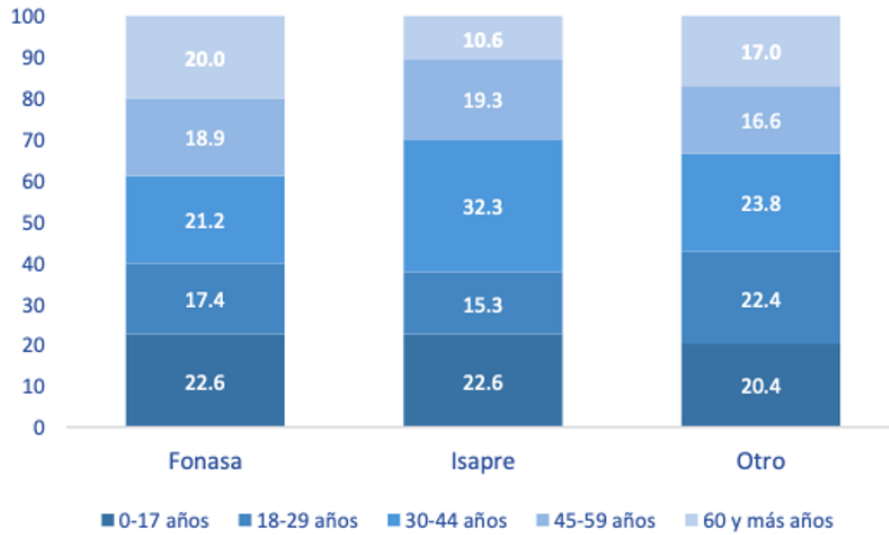
de salud entre diferentes quintiles de ingresos. En los quintiles más bajos (Q1 y Q2), la mayoría de la población está afiliada a FONASA, con porcentajes del 94.5 % y 88.1 %, respectivamente. Esta cifra demuestra cómo los sectores con menores ingresos dependen casi exclusivamente del sistema público, lo cual limita sus opciones de acceso a servicios de salud de alta calidad. En contraste, en el quintil más alto (Q5), la proporción de afiliados a ISAPRE asciende al 46.1 %, mientras que solo el 50.8 % de este grupo está cubierto por FONASA. Este patrón evidencia que las personas con mayores ingresos tienden a optar por el sistema privado, el cual les proporciona ventajas en términos de acceso, tiempo de espera y disponibilidad de especialistas.

Además, se revelan otras disparidades significativas en el acceso a la salud según características demográficas y geográficas. Por ejemplo, en zonas rurales, el porcentaje de afiliados a FONASA es del 88.2 %, en comparación con el 76.6 % en zonas urbanas, lo cual indica que los habitantes de áreas rurales dependen en gran medida del sistema público. Esta diferencia geográfica agrava la brecha en el acceso a la salud, ya que los residentes de zonas rurales enfrentan mayores barreras para acceder a servicios de salud de calidad en comparación con sus contrapartes urbanas.

También se observan desigualdades relacionadas con la nacionalidad y la discapacidad. La mayoría de las personas con discapacidad (85.3 %) y de quienes nacieron fuera de Chile (76.6 %) están afiliadas a FONASA, lo que sugiere que los grupos vulnerables, como personas con discapacidades y migrantes, tienen un acceso limitado al sistema de salud privado, lo cual afecta negativamente su acceso a una atención médica oportuna y de calidad.

Por otra parte, destacando importantes diferencias en la afiliación a FONASA e ISAPRE en función de la edad. La mayor parte de la población afiliada a FONASA se encuentra en los grupos etarios más jóvenes (0-17 años y 18-29 años) y en los adultos mayores (60 años y más), con porcentajes del 20.0 % y 22.6 % para los niños y adolescentes, y un 20.0 % para los adultos mayores. Esto sugiere que FONASA es el sistema predominante para la cobertura de salud en los grupos de edad con necesidades específicas, como los menores y la tercera edad, quienes requieren una amplia variedad de servicios médicos, desde cuidados preventivos hasta atención continua.

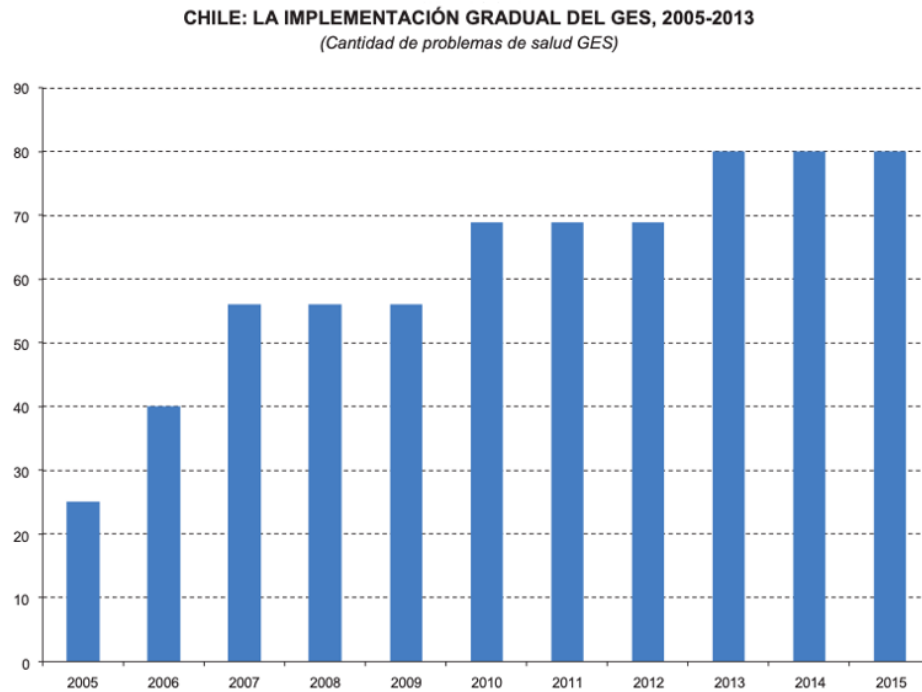
El sistema privado de ISAPRE tiene una mayor proporción de afiliados en los tramos de edad laboralmente activos, particularmente entre los 30-44 años (32.3 %) y 45-59 años (22.6 %). Esta distribución refleja una tendencia en la que los trabajadores de mediana edad, generalmente con ingresos más altos y estabilidad laboral, prefieren optar por el sistema privado, que ofrece mayores beneficios en términos de acceso y rapidez en la atención médica. Sin embargo, la afiliación a ISAPRE disminuye significativamente en los extremos etarios, probablemente debido a los costos elevados y las limitaciones de cobertura para los adultos mayores y los menores, quienes suelen requerir más atención médica.



**Figura 3.4:** Distribución de la población según sistema previsual y tramos de edad, 2022. Fuente: Encuesta Casen 2022.

### 3.4. Políticas Públicas en Salud en Chile

Desde los años noventa, Chile ha desarrollado políticas públicas enfocadas en mejorar la cobertura y calidad de los servicios de salud, promoviendo la salud como un derecho fundamental. Uno de los mayores avances en esta dirección ha sido la creación del Régimen de Garantías en Salud (AUGE), también conocido como Garantías Explícitas en Salud (GES). AUGE y GES son términos intercambiables que refieren a un mismo sistema implementado en 2005 para asegurar la cobertura de enfermedades críticas, como ciertos tipos de cáncer, enfermedades cardiovasculares y diabetes. Esta política permite que cualquier persona, independientemente de su capacidad de pago, acceda a tratamiento para estas enfermedades prioritarias, reduciendo la desigualdad en el acceso a servicios esenciales de salud. Sin embargo, algunos estudios cuestionan el impacto directo del AUGE en la esperanza de vida, sugiriendo que persisten limitaciones en cuanto a la calidad y oportunidad de los servicios [15].

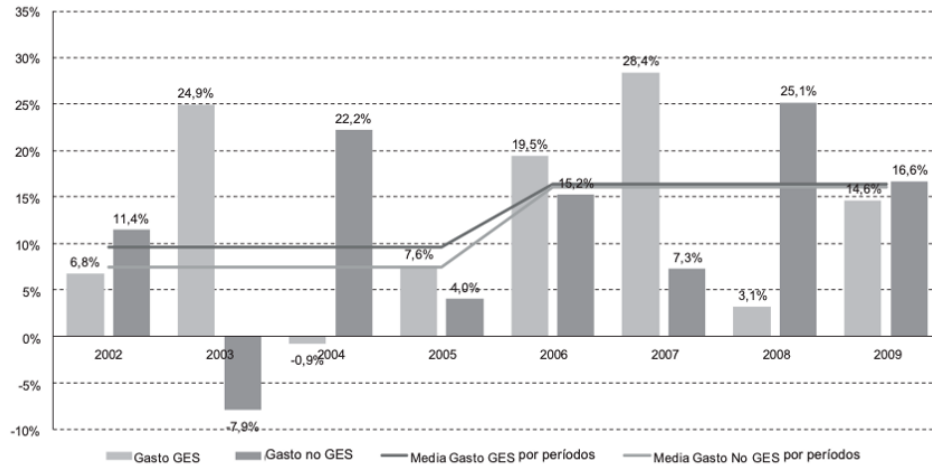


**Figura 3.5:** Implementación gradual del GES en Chile. Período 2005-2013. Fuente: CEPAL, 2014.

En 2005, el plan cubría 40 enfermedades, y esta cifra aumentó gradualmente hasta superar las 80 en 2013. Este aumento evidencia el esfuerzo del sistema chileno por abarcar una mayor cantidad de enfermedades y brindar protección a una población más amplia, especialmente a los sectores más vulnerables. La expansión del GES ha sido un componente clave para mejorar la equidad en el acceso a servicios de salud.

Además del AUGE/GES, Chile ha impulsado políticas de fortalecimiento de la atención primaria, priorizando intervenciones que faciliten la detección temprana y el manejo de enfermedades crónicas no transmisibles, como la hipertensión y la diabetes, que son causas importantes de mortalidad en el país. Estas políticas incluyen la promoción de estilos de vida saludables, campañas de vacunación y la creación de redes de atención en comunidades urbanas y rurales. Sin embargo, como se ilustra en la figura 3.6, el gasto en patologías cubiertas por el GES ha crecido a un ritmo mayor que el de las no cubiertas, lo cual plantea retos en términos de sostenibilidad y equidad en la asignación de recursos.

### 3.5. IMPACTO DEL GASTO TOTAL EN SALUD EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO<sup>10</sup>



**Figura 3.6:** Tasas de crecimiento del gasto GES versus No GES y promedios de ambos períodos.  
Fuente: CEPAL, 2014.

A pesar de estos avances, el sistema de salud chileno enfrenta grandes desafíos en cuanto a la equidad y la eficiencia del gasto, especialmente para los sectores de menores ingresos. La segmentación entre el sistema público (FONASA) y el sistema privado (ISAPRE) continúa generando disparidades en la calidad de la atención, afectando desproporcionadamente a los habitantes de zonas rurales que tienen menos acceso a servicios especializados. Esto subraya la necesidad de optimizar aún más el gasto en salud y fortalecer las redes de atención primaria para asegurar una cobertura equitativa y eficaz en el país.

## 3.5. Impacto del Gasto Total en Salud en el Crecimiento Económico

El gasto total en salud, compuesto por las inversiones tanto del sector público como del privado, representa uno de los pilares fundamentales para el desarrollo económico sostenible. Su importancia va más allá de los efectos positivos sobre la salud de la población; se ha demostrado que una población sana incrementa la productividad laboral, reduce el ausentismo, disminuye los costos asociados a enfermedades y prolonga la vida activa de las personas. Todos estos factores inciden directamente sobre el Producto Interno Bruto (PIB) de un país, consolidando así una estrecha relación entre salud y crecimiento económico.

### 3.5.1. Fundamentos Teóricos: Salud como Capital Humano

Desde la perspectiva del capital humano, la salud se ha reconocido como un insumo esencial para el crecimiento económico. Una población saludable posee mayor capacidad de aprendizaje, adaptación y desempeño en el mercado laboral. Por ende, invertir en salud no debe

### 3.5. IMPACTO DEL GASTO TOTAL EN SALUD EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO<sup>11</sup>

entenderse únicamente como un acto de bienestar social, sino como una estrategia económica de largo plazo.

La hipótesis de crecimiento impulsado por la salud, también conocida como “Health-Led Growth”, sostiene que el gasto en salud genera retornos económicos mediante el fortalecimiento del capital humano. Esta relación ha sido teóricamente fundamentada por autores como Mushkin [16] y empíricamente desarrollada por Bloom, Canning y Sevilla [17], quienes demostraron que mejoras en el estado de salud de la población inciden positivamente en el PIB per cápita. Además, la relación entre salud y crecimiento económico se ve potenciada en países con sistemas de salud integrados, eficientes y con cobertura universal. No obstante, también depende de factores estructurales como el nivel de ingresos, la composición del gasto (curativo versus preventivo) y la presencia de condiciones económicas mínimas que permitan aprovechar el retorno de estas inversiones.

#### 3.5.2. Evidencia Internacional

Diversos estudios respaldan la existencia de una relación positiva entre el gasto total en salud y el crecimiento económico. Según datos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [18], en el año 2021 el gasto total en salud en los países miembros alcanzó un promedio del 9,7 % del PIB, impulsado en parte por los efectos de la pandemia. En 2022, este nivel se estabilizó en torno al 9,2 %, reflejando una consolidación del gasto como proporción estructural del ingreso nacional. Este comportamiento ha estado acompañado de mejoras sostenidas en los indicadores sanitarios y de incrementos en el crecimiento económico per cápita.

Estudios empíricos como el de Uslu [19] han estimado que un aumento del 1 % en el gasto per cápita en salud puede traducirse en una mejora de entre 0,26 % y 0,43 % en el ingreso per cápita, especialmente cuando dicho gasto se canaliza hacia la atención primaria, la prevención de enfermedades y la ampliación de la cobertura. En esta línea, países como Canadá y Finlandia, que destinan entre el 10 % y el 12 % de su PIB al sistema de salud, han logrado combinar eficiencia económica con resultados sanitarios notables, mediante una estructura de financiamiento mixto que prioriza la equidad y la sostenibilidad [12].

Por el contrario, también se ha advertido que un nivel elevado de gasto no necesariamente se traduce en mejoras económicas, si no existe una adecuada asignación de recursos. El caso de Estados Unidos es paradigmático en este sentido. A pesar de destinar más del 17 % de su PIB al gasto sanitario, su sistema se caracteriza por altos costos administrativos, segmentación en el acceso y una sobreactuación médica generalizada, lo que ha generado críticas sobre su eficiencia [20]. Esto evidencia que no solo importa cuánto se gasta, sino también cómo se gasta.

### 3.5.3. Caso de Estudio: Chile

En el contexto nacional, Chile ha experimentado un crecimiento sostenido en su gasto total en salud durante las últimas décadas. De acuerdo con el Banco Mundial [21], en 2021 el país destinó un 9,3 % de su PIB al gasto total en salud, cifra que lo sitúa en línea con el promedio de los países de la OCDE. De este total, aproximadamente un 4,9 % corresponde a gasto público, mientras que el resto proviene del gasto privado y de pagos de bolsillo efectuados por los hogares.

En términos de gasto per cápita, se observa un incremento relevante: de 1.271 dólares en 2020, Chile pasó a gastar 1.577 dólares en 2021 y alcanzó los 1.715 dólares en 2023 [21]. Este aumento ha permitido mejorar la infraestructura hospitalaria, ampliar la cobertura de servicios y fortalecer la respuesta ante emergencias sanitarias como la pandemia de COVID-19.

Desde una perspectiva sectorial, la salud tiene efectos multiplicadores sobre la productividad en ramas clave de la economía chilena, como la minería, la agricultura o los servicios. Sin embargo, aún persisten brechas significativas en el acceso y calidad de los servicios entre zonas urbanas y rurales, lo que evidencia la necesidad de una asignación más equitativa del gasto sanitario.

### 3.5.4. Eficiencia y Umbrales Económicos

La literatura más reciente ha señalado que el impacto del gasto en salud sobre el crecimiento económico depende de la existencia de ciertos umbrales estructurales. Investigaciones como las de Artekin y Konya [22] indican que para que el gasto en salud sea económicamente productivo, deben cumplirse condiciones previas como un nivel mínimo de consumo, salarios medios, inversión física y capacidad institucional. En países que no han alcanzado estos umbrales, el efecto del gasto puede ser limitado o incluso nulo.

En el caso chileno, aunque se han logrado avances en varias de estas dimensiones, todavía persisten disparidades importantes, especialmente en regiones con bajo desarrollo relativo. Además, se ha identificado que la composición del gasto influye considerablemente en su eficiencia. Sistemas que destinan gran parte del presupuesto a tratamientos de alta complejidad, dejando de lado la prevención y la atención primaria, tienden a obtener menores retornos económicos que aquellos que equilibran su estructura de gasto.

### 3.5.5. Riesgos Asociados a la Ineficiencia

El gasto en salud, si no está bien estructurado, puede convertirse en una carga fiscal sin efectos tangibles sobre la economía. El caso de Estados Unidos, como ya se ha mencionado, evidencia cómo un sistema con un gasto elevado y mal distribuido puede derivar en altos niveles de desigualdad, acceso segmentado y bajos resultados sanitarios en relación al nivel de inversión.

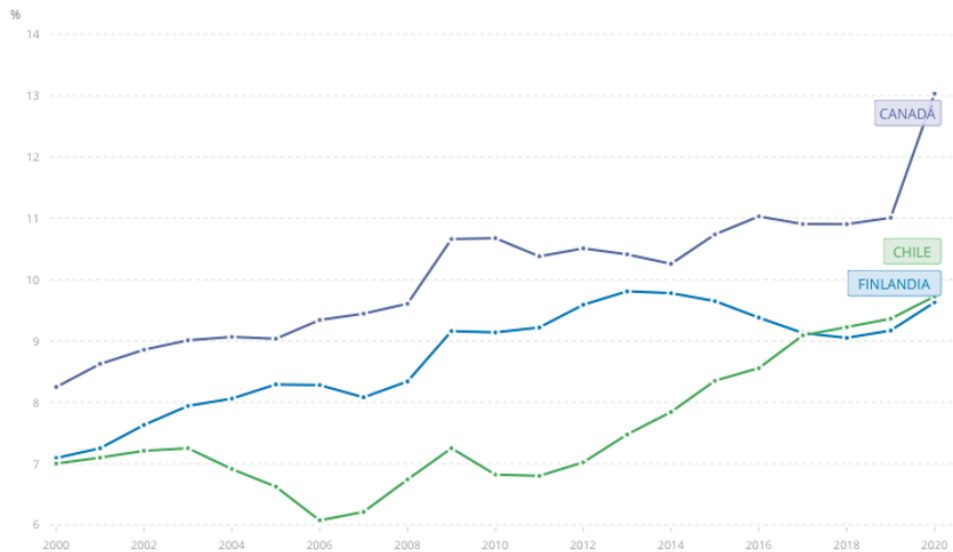
### 3.5. IMPACTO DEL GASTO TOTAL EN SALUD EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO 13

En Europa, el Reino Unido ha advertido sobre los costos de la inacción sanitaria. Según estimaciones del Institute for Public Policy Research [23], la inactividad laboral causada por problemas de salud genera pérdidas fiscales superiores a los 5.000 millones de libras esterlinas anuales, además de reducir el potencial productivo de la economía. Esto refuerza la idea de que la salud debe entenderse como una variable macroeconómica estratégica.

#### 3.5.6. Lecciones Internacionales y Aplicaciones para Chile

Los casos de Canadá y Finlandia ofrecen ejemplos de buenas prácticas en la gestión del gasto total en salud. Ambos países han estructurado sus sistemas bajo un enfoque mixto, garantizando cobertura universal y altos estándares de calidad, sin comprometer la sostenibilidad financiera. La clave ha sido orientar el gasto hacia áreas con alta rentabilidad social: atención primaria, medicina preventiva, salud comunitaria y sistemas de información eficientes.

Para Chile, adoptar un enfoque similar implicaría avanzar hacia un modelo donde el financiamiento del sistema de salud no solo asegure cobertura, sino también eficiencia y equidad. Esto requiere un rediseño progresivo de la asignación del gasto, privilegiando la inversión preventiva por sobre la curativa y cerrando las brechas territoriales y socioeconómicas en el acceso a servicios.



**Figura 3.7:** Gasto total en salud (% del PIB): Canadá, Finlandia y Chile (2021–2022). Fuente: OCDE y Banco Mundial.

# 4 | Metodología

## 4.1. Enfoque del Estudio

Para cumplir con el objetivo general de esta tesis, la investigación adopta un enfoque mixto que combina una revisión cualitativa con un análisis cuantitativo riguroso. El estudio parte de una revisión de la literatura y un análisis de experiencias internacionales para establecer el marco teórico y contextual sobre la relación entre el financiamiento de la salud y la longevidad.

La fase empírica del estudio es de carácter cuantitativo, no experimental y longitudinal. Se centra en analizar econométricamente los determinantes de la esperanza de vida en Chile durante el período 2005-2023. Este análisis cuantitativo no es un fin en sí mismo, sino una herramienta para evaluar la efectividad del modelo de gasto en salud chileno. Los resultados de los modelos se utilizan como base empírica para el propósito final de la tesis: proponer mejoras en las políticas públicas que optimicen los resultados sanitarios y contribuyan al desarrollo sostenible del país.

Se desarrollan dos modelos econométricos complementarios para asegurar la robustez de los hallazgos:

- **Modelo 1 (Regresión Múltiple):** Estima el impacto directo del gasto en salud y otros factores de riesgo sobre la esperanza de vida.
- **Modelo 2 (Componentes Principales):** Aborda la complejidad del desarrollo socio-económico al consolidar múltiples variables en factores latentes, permitiendo una visión más holística de los determinantes de la salud.

## 4.2. Instrumentos y Herramientas de Análisis

La fundamentación teórica y contextual de la tesis se construye a partir de la revisión sistemática de literatura académica y el estudio de casos internacionales. Para la fase empírica, el análisis cuantitativo se apoya en las siguientes herramientas y técnicas:

- **Software Estadístico:** Se utilizó STATA para la totalidad del procesamiento de datos, la estimación de modelos, la ejecución de pruebas de diagnóstico y la creación de las visualizaciones gráficas.
- **Regresiones lineales múltiples (forma log-log):** Para cuantificar el impacto de los determinantes, interpretando los coeficientes como elasticidades.

- **Modelo con errores estándar robustos (Newey-West):** Implementado como especificación final para corregir problemas de heterocedasticidad y autocorrelación, garantizando inferencias estadísticas válidas y fiables para la evaluación de políticas.
- **Variable dummy:** Para aislar y medir el impacto de shocks exógenos significativos, como la pandemia de COVID-19.
- **Análisis de Componentes Principales (PCA):** Técnica estadística empleada para sintetizar la información de un amplio grupo de variables socioeconómicas correlacionadas en un número reducido de factores no correlacionados, facilitando una interpretación más clara y evitando problemas de multicolinealidad.
- **Pruebas de Diagnóstico Econométrico:** Se aplicó un conjunto exhaustivo de pruebas para validar la robustez y la adecuación del modelo econométrico estimado:
  - **Multicolinealidad:** Test de Factor de Inflación de la Varianza (VIF), utilizado para evaluar la colinealidad entre regresores.
  - **Heterocedasticidad:** Test de Breusch–Pagan, con resultados significativos, indicando la presencia de varianza no constante en los residuos.
  - **Autocorrelación:** Test de Durbin–Watson y Test de Breusch–Godfrey (con tres rezagos), que evidenciaron la existencia de autocorrelación serial en los errores.
  - **Especificación del Modelo:** Test RESET de Ramsey, cuyos resultados no indicaron omisión de variables relevantes ni errores funcionales en la especificación.
  - **Normalidad de los Errores:** Test de Shapiro–Wilk aplicado a los residuos del modelo, el cual permitió rechazar la hipótesis nula de normalidad, lo que sugiere una distribución no normal de los errores.
  - **Relación Dinámica:** Se aplicó la prueba de causalidad de Granger en un modelo VAR(2), obteniendo evidencia estadísticamente significativa de causalidad bidireccional entre el gasto total en salud y la esperanza de vida.

### 4.3. Procedimiento de Producción de Información

El desarrollo de la investigación siguió una secuencia lógica de pasos, diseñada para cumplir con el objetivo general:

- **Revisión de la Literatura y Análisis Comparado:** Se inició con una revisión exhaustiva de la teoría económica y de salud pública sobre la relación entre gasto y resultados sanitarios. Se analizaron casos de éxito a nivel internacional para identificar políticas y estrategias efectivas que pudieran servir de referencia para Chile.
- **Recopilación y Preparación de Datos:** Se recolectaron datos de series temporales (2005-2023) para Chile de un conjunto de variables clave obtenidas desde World Bank Open Data. Estas fueron procesadas, transformadas a logaritmos para su correcta

interpretación económica, y se construyó la variable `dummy_pandemic` para controlar por el efecto de la crisis sanitaria.

- **Descripción de Variables:** Para el análisis econométrico, se utilizaron las siguientes variables principales, recolectadas y procesadas para el período de estudio:
  - **Esperanza de Vida (`ln_life_expectancy`):** Variable dependiente, transformada logarítmicamente.
  - **Gasto Total en Salud per cápita (`ln_total_health_exp`):** Gasto total en salud por persona, tanto pública como privada, transformado logarítmicamente.
  - **Consumo de Alcohol per cápita (`ln_alcohol_consumption`):** Consumo de alcohol por persona, transformada logarítmicamente.
  - **PIB per cápita (`ln_gdp_per_capita`):** Valor del Producto Interno Bruto por persona, transformado logarítmicamente.
  - **Porcentaje de Población Urbana (`ln_urban_pop_pct`):** Porcentaje de la población que reside en áreas urbanas, transformado logarítmicamente.
  - **Porcentaje de Retraso en el Crecimiento Infantil (`ln_child_stunting_pct`):** Porcentaje de niños con retraso en el crecimiento, transformado logarítmicamente.
  - **Camas de Hospital por cada mil habitantes (`ln_hospital_beds_per_k`):** Número de camas hospitalarias por cada 1000 personas, transformado logarítmicamente.
  - **Porcentaje de Desempleo (`ln_unemployment_pct`):** Porcentaje de la fuerza laboral desempleada, transformado logarítmicamente.
  - **Porcentaje de Acceso a Saneamiento (`ln_sanitation_access_pct`):** Porcentaje de la población con acceso a instalaciones de saneamiento mejoradas, transformado logarítmicamente.
  - **Variable Dummy para la Pandemia (`dummy_pandemic`):** Toma el valor de 1 en los años 2020, 2021, 2022 y 2023 y 0 en los demás años.

## 4.4. Unidad de Análisis

La unidad de análisis principal para este estudio es Chile, con observaciones anuales que abarcan el período entre 2005 y 2023.

## 4.5. Procedimientos, Modelos y Herramientas de Análisis

### 4.5.1. Modelo 1: Modelo Log-Log Tradicional

Se especificó un modelo de regresión lineal múltiple en forma logarítmica (log-log), con el objetivo de explicar la evolución de la esperanza de vida en función de variables sanitarias, de comportamiento y de eventos externos. La variable dependiente corresponde al logaritmo de la esperanza de vida, mientras que las variables explicativas incluyen el logaritmo del gasto total en salud per cápita (que considera tanto gasto público como privado), el logaritmo del consumo de alcohol per cápita, y una variable dummy para los años en que ocurrió la pandemia.

La ecuación general del modelo es:

$$\begin{aligned} \ln(\text{life\_expectancy}_t) = & \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{total\_health\_exp}_t) \\ & + \beta_2 \ln(\text{alcohol\_consumption}_t) + \beta_3 \cdot \text{dummy\_pandemic}_t + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (4.1)$$

Donde:

- $\ln(\text{life\_expectancy}_t)$ : logaritmo natural de la esperanza de vida en el año  $t$ .
- $\ln(\text{total\_health\_exp}_t)$ : logaritmo del gasto total en salud per cápita en el año  $t$ .
- $\ln(\text{alcohol\_consumption}_t)$ : logaritmo del consumo de alcohol per cápita en el año  $t$ .
- $\text{dummy\_pandemic}_t$ : variable dicotómica que toma el valor 1 si el año  $t$  corresponde al periodo pandémico, y 0 en caso contrario.
- $\varepsilon_t$ : término de error aleatorio asociado al año  $t$ .

El modelo fue estimado en STATA, y se aplicaron pruebas de diagnóstico para evaluar el cumplimiento de los supuestos del modelo clásico. Ante la detección de heterocedasticidad y autocorrelación de orden superior, se utilizó el estimador de errores estándar robustos de Newey-West con un rezago de 1.

### 4.5.2. Modelo 2: Modelo con Componentes Principales

Para abordar la multicolinealidad presente entre diversas variables explicativas relacionadas con el desarrollo económico, la salud y el entorno social, se aplicó un Análisis de Componentes Principales (PCA). Las variables incluidas —transformadas previamente en logaritmos— abarcaron dimensiones como el gasto en salud, el PIB per cápita, la urbanización, el acceso a servicios básicos, la desnutrición infantil, la dotación de camas hospitalarias, la tasa de desempleo y el consumo de alcohol.

Se seleccionaron los dos primeros componentes principales ( $PC1$  y  $PC2$ ), y se estimó el siguiente modelo de regresión:

$$\ln(\text{life\_expectancy}_t) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{PC1}_t + \beta_2 \cdot \text{PC2}_t + \beta_3 \cdot \text{dummy\_pandemic}_t + \varepsilon_t \quad (4.2)$$

Donde  $\text{PC1}_t$  y  $\text{PC2}_t$  corresponden a combinaciones lineales ortogonales que capturan dimensiones latentes del desarrollo estructural. Este modelo también fue estimado con errores estándar robustos de Newey-West (lag 1), y fue sometido a las mismas pruebas de diagnóstico que el Modelo 1.

## 4.6. Regresiones Exploratorias

Se desarrollaron variantes alternativas en ambas estrategias, probando diferentes combinaciones de variables explicativas, transformaciones funcionales y métodos de ajuste. También se generaron valores predichos y residuos, y se construyeron gráficos de ajuste para evaluar la capacidad explicativa de los modelos a lo largo del tiempo.

## 4.7. Herramientas de evaluación de los modelos

- **Significancia de las variables:** Se evalúa mediante los p-valores asociados a los coeficientes estimados en la tabla de regresión. Un p-valor menor a 0.05 (o 0.1) indica que la variable es estadísticamente significativa, lo cual sugiere que tiene un efecto relevante sobre la variable dependiente.
- **Significancia del modelo completo:** El valor del estadístico F permite determinar si el conjunto completo de variables independientes tiene poder explicativo significativo. Un p-valor asociado menor a 0.05 implica que el modelo, como bloque, es estadísticamente significativo.

## 4.8. Herramientas de comparación de modelos

- **R<sup>2</sup> (Coeficiente de determinación):** Mide la proporción de la variabilidad total de la variable dependiente que es explicada por las variables independientes del modelo. Un R<sup>2</sup> más alto indica un mejor ajuste del modelo a los datos observados.
- **R<sup>2</sup> ajustado:** Similar al R<sup>2</sup>, pero ajusta su valor en función del número de variables independientes incluidas. Es especialmente útil para comparar modelos con diferente cantidad de predictores, ya que penaliza la inclusión de variables irrelevantes o poco significativas.
- **Root MSE (Error cuadrático medio raíz):** Este estadístico mide la magnitud promedio del error en las predicciones del modelo. Se expresa en las mismas unidades que la variable dependiente (o su transformación). Un Root MSE más bajo indica mayor precisión predictiva del modelo.

- **Estadístico F (F-statistic):** Evalúa si el conjunto completo de variables explicativas tiene un efecto significativo sobre la variable dependiente. Se utiliza para probar la hipótesis conjunta de que todos los coeficientes son iguales a cero. Un valor elevado indica que al menos una de las variables es relevante en la explicación del fenómeno.
- **Prob >F (Valor-p asociado al estadístico F):** Indica el nivel de significancia global del modelo. Un valor-p menor a 0.05 permite rechazar la hipótesis nula, lo que implica que el modelo, en su conjunto, es estadísticamente significativo.

## 4.9. Test para evaluar requisitos del Modelo

- **Test de multicolinealidad – VIF (Variance Inflation Factor):**

*Hipótesis nula ( $H_0$ ):* No hay multicolinealidad entre las variables independientes.

*Aplicación:* Esta prueba fue realizada en el Modelo 1 para comprobar si las variables explicativas presentan correlación lineal entre sí. En el Modelo 2, la aplicación de PCA elimina la posibilidad de colinealidad estructural al construir componentes ortogonales.

- **Test de heterocedasticidad – Breusch-Pagan:**

*Hipótesis nula ( $H_0$ ):* La varianza de los residuos es constante (homocedasticidad).

*Aplicación:* Estas pruebas fueron utilizadas para detectar la presencia de heterocedasticidad. Al encontrar evidencia de varianza no constante, se utilizaron errores estándar robustos en la estimación final.

- **Test de autocorrelación de primer orden – Durbin-Watson:**

*Hipótesis nula ( $H_0$ ):* No hay autocorrelación de primer orden.

*Aplicación:* Se utilizó para evaluar la independencia secuencial de los residuos. Un valor cercano a 2 indica ausencia de autocorrelación.

- **Test de autocorrelación de orden superior – Breusch-Godfrey:**

*Hipótesis nula ( $H_0$ ):* No existe autocorrelación hasta el rezago indicado.

*Aplicación:* Se aplicó esta prueba para detectar autocorrelación más allá del primer orden. Ante evidencia de autocorrelación, se utilizó el estimador robusto de Newey-West.

- **Test de especificación funcional – RESET de Ramsey:**

*Hipótesis nula ( $H_0$ ):* El modelo está bien especificado (no hay omisión de variables relevantes ni errores de forma funcional).

*Aplicación:* Se aplicó validar la forma log-log del modelo y PC. Un p-valor elevado sugiere que el modelo no presenta errores de especificación.

- **Test de normalidad – Shapiro-Wilk:**

*Hipótesis nula ( $H_0$ ):* Los residuos del modelo siguen una distribución normal.

*Aplicación:* Esta prueba fue aplicada a ambos modelos para evaluar la normalidad de los

errores.

- **Test de causalidad temporal – Prueba de Granger:**

*Hipótesis nula ( $H_0$ ):* No existe causalidad de Granger entre las variables.

*Aplicación:* Se estimó un modelo VAR(2) con las variables originales del Modelo 1 para analizar relaciones dinámicas entre el gasto total en salud y la esperanza de vida. En el caso del Modelo 2, esta prueba no se aplicó, ya que los componentes principales (PC1 y PC2) no representan variables con interpretación temporal directa.

## 4.10. Justificación de la Metodología

La estrategia metodológica utilizada permite abordar de forma integral los determinantes de la esperanza de vida. El Modelo 1 proporciona una interpretación clara mediante elasticidades, facilitando la lectura económica de los efectos proporcionales. Por su parte, el Modelo 2 aborda el problema de la multicolinealidad y sintetiza variables complejas en factores no correlacionados, lo que mejora la estabilidad estadística del modelo y permite capturar dimensiones latentes del desarrollo estructural. Ambos modelos fueron ajustados mediante métodos robustos y validados empíricamente con pruebas diagnósticas, asegurando la confiabilidad de las estimaciones.

## 4.11. Reproducibilidad

Todo el análisis fue implementado íntegramente en STATA, utilizando comandos reproducibles. Cada paso del procedimiento —desde la transformación logarítmica de las variables, la aplicación de PCA, la estimación de los modelos, hasta la generación de predicciones y gráficos— fue documentado para permitir la replicación del estudio. Esta metodología puede aplicarse a otros países, periodos o contextos, garantizando su adaptabilidad y continuidad investigativa.

## 5 | Alcance

El presente estudio tiene por objetivo analizar los determinantes de la esperanza de vida en Chile durante el período 2005–2023, mediante la estimación de modelos econométricos que relacionan esta variable con factores socioeconómicos, sanitarios y estructurales. A través de un enfoque de regresión lineal en forma logarítmica y un modelo alternativo basado en componentes principales (PCA), se busca comprender cómo distintos elementos, como el gasto total en salud, el consumo de alcohol, la urbanización o el acceso a servicios básicos, se vinculan con la evolución de la longevidad en el país.

El análisis se centra exclusivamente en Chile, permitiendo una mirada detallada de su evolución demográfica y sanitaria en un contexto marcado por transformaciones estructurales y choques significativos, como la pandemia de COVID-19. El periodo seleccionado permite capturar tanto las tendencias sostenidas de aumento en la esperanza de vida como las interrupciones abruptas provocadas por eventos exógenos.

El estudio tiene un enfoque explicativo, orientado a cuantificar la relación entre la esperanza de vida y sus determinantes fundamentales, a partir de evidencia empírica robusta. Si bien los resultados se circunscriben al caso chileno, la metodología es replicable a otros contextos, lo que permite ampliar el análisis comparativo a nivel regional o internacional. Este trabajo aspira a contribuir a la formulación de políticas públicas que promuevan mejoras sostenidas en salud y bienestar, a partir de evidencia cuantitativa rigurosa y replicable.

## 6 | Resultados

### 6.1. Tablas de Regresión antes de Newey-West

**Tabla 6.1:** Resultados del Modelo 1: Regresión lineal.

Variable	Coef.	Error Est.	t	p-valor	IC 95 %
ln(total_health_exp)	0.0223***	0.0044	5.11	0.000	[0.0130, 0.0316]
ln(alcohol_consumption)	-0.03796*	0.01653	-2.28	0.037	[-0.0734, -0.0021]
dummy_pandemic	-0.0160***	0.00362	-4.41	0.001	[-0.0236, -0.0082]
Constante	4.2081***	0.05786	74.16	0.000	[4.1658, 4.4124]

**Nota.** \*\*\* implica significancia al 1%, \*\* al 5% y \* al 10%. La variable dependiente es el logaritmo natural de la esperanza de vida (ln\_life\_expectancy).

**Tabla 6.2:** Resultados del Modelo 2: Regresión con Componentes Principales (PCA).

Variable	Coef.	Error Est.	t	p-valor	IC 95 %
PC1	0.00565***	0.00073	6.95	0.000	[0.00350, 0.00662]
PC2	0.0022	0.00153	1.44	0.170	[-0.00105, 0.00545]
dummy_pandemic	-0.01954**	0.00526	-3.80	0.001	[-0.03026, -0.00818]
Constante	4.37908***	0.00157	2797.31	0.000	[4.37646, 4.38314]

**Nota.** \*\*\* implica significancia al 1%, \*\* al 5% y \* al 10%. La variable dependiente es el logaritmo natural de la esperanza de vida (ln\_life\_expectancy).

**Tabla 6.3:** Comparación de Estadísticas de Ajuste: Modelo 1 vs. Modelo 2

Estadística	Modelo 1	Modelo 2
Número de observaciones ( $N$ )	19	19
$R^2$	0.8130	0.7859
$R^2$ ajustado	0.7756	0.7430
Error cuadrático medio (Root MSE)	0.0047	0.00503
Estadístico F	21.73	18.35
$p$ -valor del modelo	0.0000	0.0000

## 6.2. Pruebas de Diagnóstico

**Tabla 6.4:** Comparación de Pruebas de Diagnóstico: Modelo 1 vs. Modelo 2

Prueba	Modelo 1 (NW)	Modelo 2 (NW)
Multicolinealidad (VIF)	Media VIF = 2.11	Media VIF = 2.44
Breusch-Pagan	$\chi^2(1) = 5.42$ , p = 0.0199	$\chi^2(1) = 3.44$ , p = 0.8637
Durbin-Watson	DW = 2.1666	DW = 1.7477
Breusch-Godfrey LM	$\chi^2(3) = 12.43$ , p = 0.0061	$\chi^2(3) = 5.35$ , p = 0.1482
Ramsey RESET	F(3,12) = 0.29, p = 0.8300	F(3,12) = 1.64, p = 0.2315
Shapiro-Wilk	W = 0.8626, p = 0.0108	W = 0.9726, p = 0.8271
Granger (VAR(2))	Salud $\rightarrow$ Vida: $\chi^2(2) = 63.00$ , p = 0.000 Vida $\rightarrow$ Salud: $\chi^2(2) = 9.80$ , p = 0.007	No aplica

## 6.3. Tablas de Regresión con errores de Newey-West

**Tabla 6.5:** Modelo 1: Regresión log-log con errores de Newey-West

Variable	Coef.	Error Est.	t	p-valor	IC 95 %
ln(total_health_exp)	0.02232***	0.00216	10.29	0.000	[0.0176, 0.0269]
ln(alcohol_consumption)	-0.03796*	0.01442	-2.63	0.019	[-0.0669, -0.0073]
dummy_pandemic	-0.01602**	0.00414	-3.87	0.002	[-0.0248, -0.0072]
Constante	4.20895***	0.03942	106.61	0.000	[4.2034, 4.3748]

**Nota.** \*\*\* implica significancia al 1%, \*\* al 5% y \* al 10%. La variable dependiente es el logaritmo natural de la esperanza de vida (ln\_life\_expectancy).

**Tabla 6.6:** Modelo 2: Regresión con Componentes Principales con errores de Newey-West

Variable	Coef.	Error Est.	t	p-valor	IC 95 %
PC1	0.00505***	0.00063	7.96	0.000	[0.00370, 0.00640]
PC2	0.00220	0.00134	1.64	0.122	[-0.00067, 0.00558]
dummy_pandemic	-0.01954**	0.00526	-3.72	0.002	[-0.03074, -0.00835]
Constante	4.37980***	0.00128	3426.32	0.000	[4.3771, 4.3825]

**Nota.** \*\*\* implica significancia al 1%, \*\* al 5% y \* al 10%. La variable dependiente es el logaritmo natural de la esperanza de vida ( $\ln\_life\_expectancy$ ).

**Tabla 6.7:** Cargas de las variables originales sobre el Componente Principal 1 (PC1) y su interpretación porcentual

Variable	Peso en PC1	Coef. estimado (log)	Interpretación (%)
$\ln\_total\_health\_exp$	0.4040	0.0020402	0.204
$\ln\_gdp\_per\_capita$	0.3988	0.0020139	0.201
$\ln\_urban\_population$	0.3989	0.0020144	0.201
$\ln\_child\_stunting$	-0.3831	-0.0019347	-0.193
$\ln\_hospital\_beds$	-0.3778	-0.0019079	-0.191
$\ln\_sanitation\_access$	-0.0776	-0.0003919	-0.039

**Nota.** Los valores en la columna *Peso en PC1* corresponden a las cargas de cada variable original en el primer componente principal (PC1). La columna de interpretación se obtuvo multiplicando cada carga por el coeficiente estimado de PC1 en la Tabla 6.6, lo que permite interpretar el efecto porcentual aproximado de cada variable original sobre  $\ln(life\_expectancy)$ .

**Tabla 6.8:** Comparación de Estadísticas del Modelo 1 y Modelo 2 (Newey-West)

Estadística	Modelo 1 (NW)	Modelo 2 (NW)
Número de observaciones ( $N$ )	19	19
Estadístico F	71.64	41.11
$p$ -valor del modelo	0.0000	0.0000

## 6.4. Evaluación Gráfica de los Modelos

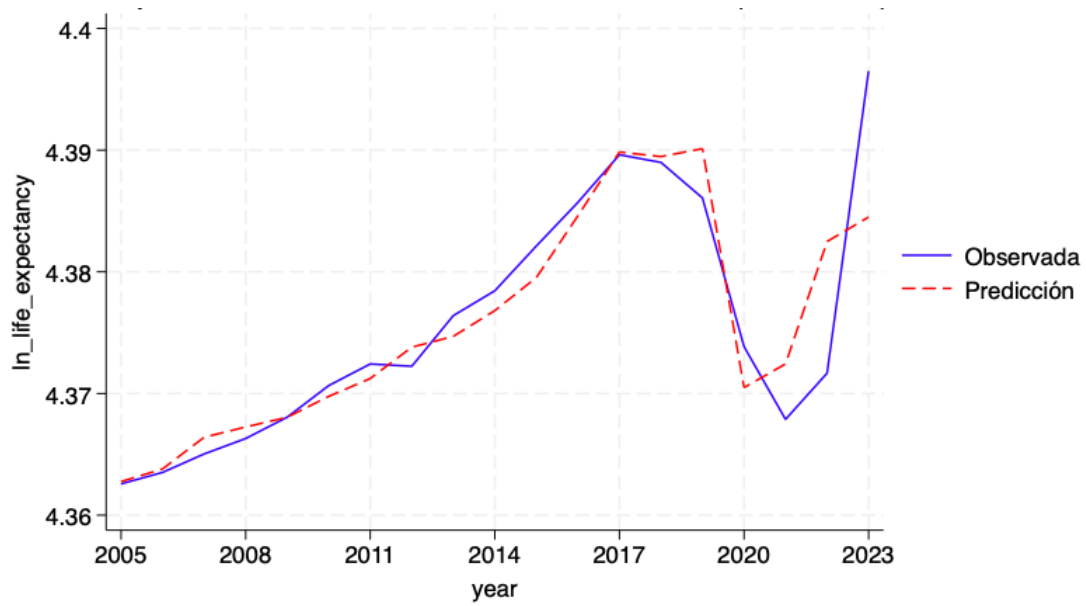


Figura 6.1: Esperanza de Vida en Chile ( $\ln\_life\_expectancy$ ) vs. Predicción del Modelo 1.

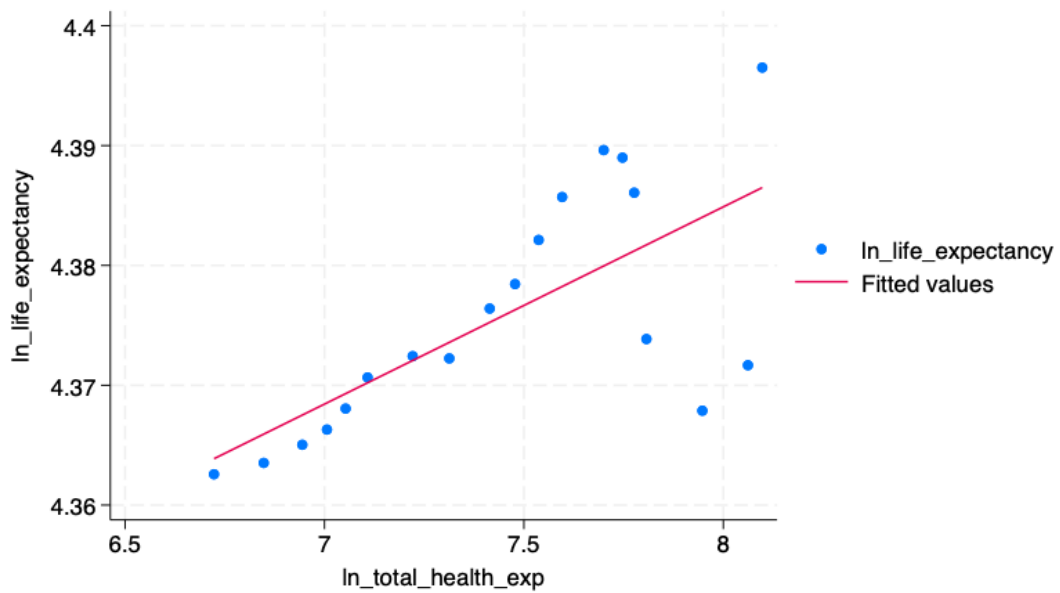


Figura 6.2: Relación entre  $\ln(\text{total\_health\_exp})$  y  $\ln(\text{life\_expectancy})$ .

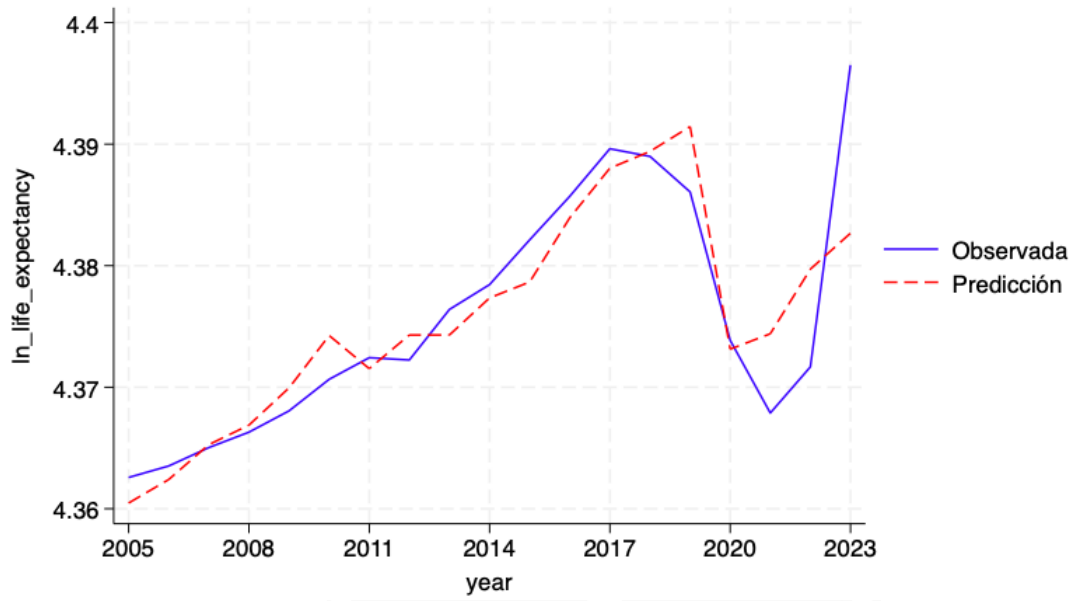


Figura 6.3: Esperanza de Vida en Chile ( $\ln\_life\_expectancy$ ) vs. Predicción del Modelo 2.

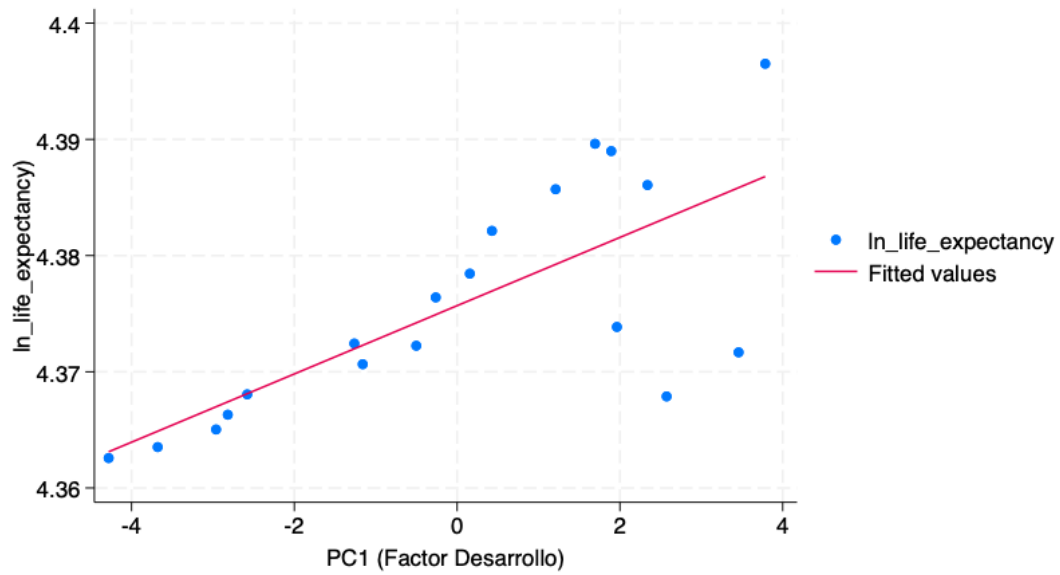


Figura 6.4:  $\ln(\text{life\_expectancy})$  vs. PC1 (Factor Desarrollo).

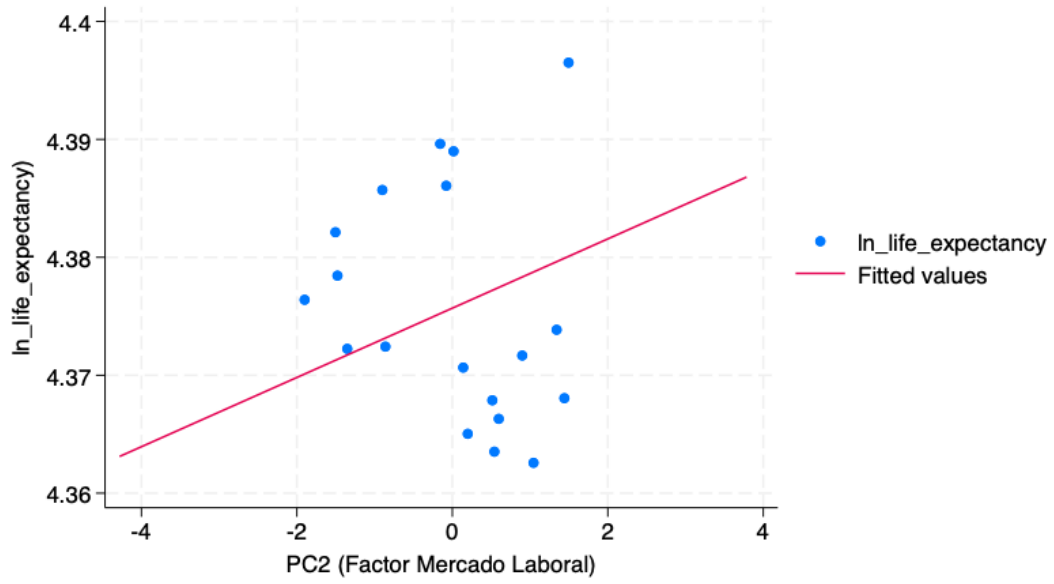


Figura 6.5:  $\ln(\text{life\_expectancy})$  vs. PC2 (Factor Mercado Laboral).

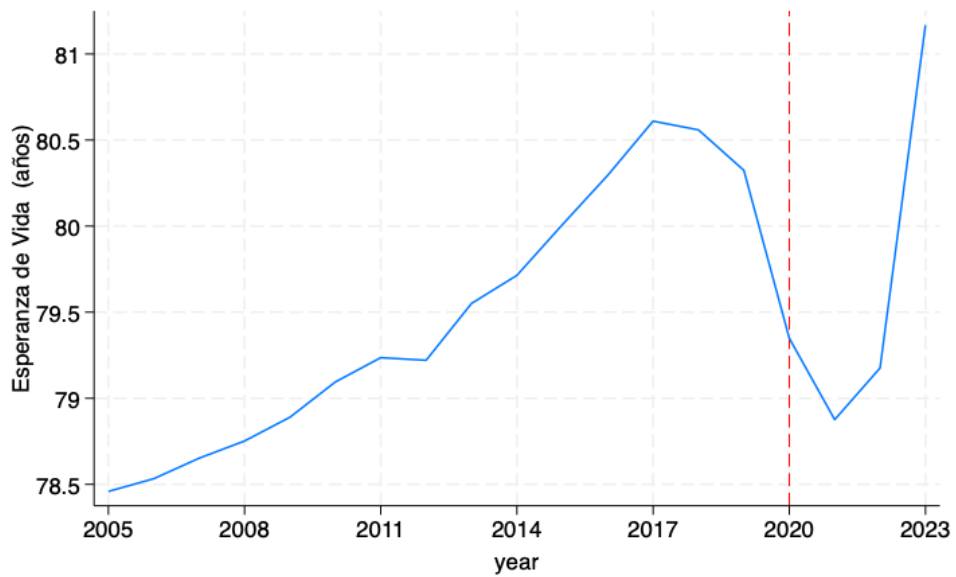


Figura 6.6: Evolución de la esperanza de vida en Chile ( $\ln\_life\_expectancy$ ) con efecto de la Pandemia sobre la tendencia temporal

# 7 | Conclusiones y recomendaciones

Este estudio ha examinado la relación entre el gasto en salud y la esperanza de vida en Chile durante el período 2005–2023. A través de la estimación de dos modelos econométricos complementarios —un modelo log-log tradicional y un modelo con componentes principales (PCA)—, se ha encontrado que:

## 7.0.1. Impacto positivo y significativo del gasto en salud sobre la esperanza de vida

### 7.0.1.1. Modelo 1

En el Modelo 1, la relación entre la esperanza de vida y sus determinantes se estimó mediante una regresión log-log con errores estándar robustos de Newey–West, técnica que permite corregir la presencia de heterocedasticidad y autocorrelación de primer orden. La especificación econométrica resultante fue la siguiente:

$$\begin{aligned} \ln(\text{life\_expectancy}_t) = & 4.20895 + 0.02232 \cdot \ln(\text{total\_health\_exp}_t) \\ & - 0.03796 \cdot \ln(\text{alcohol\_consumption}_t) \\ & - 0.01602 \cdot \text{dummy\_pandemic}_t \end{aligned} \quad (7.1)$$

Este modelo presenta un ajuste estadísticamente significativo y fue validado mediante un conjunto de pruebas diagnósticas, lo que respalda la confiabilidad de sus estimaciones. En términos interpretativos, **un aumento del 1 % en el gasto total en salud per cápita se asocia con un incremento aproximado de 0.0223 % en la esperanza de vida.** Este coeficiente es altamente significativo ( $p < 0,001$ ) y se mantiene robusto incluso tras la corrección de errores estándar mediante el estimador de Newey–West, lo que refuerza la validez estadística del hallazgo ante la presencia de heterocedasticidad y autocorrelación.

La forma logarítmica del modelo permite interpretar los coeficientes como elasticidades, es decir, como cambios porcentuales en la esperanza de vida ante variaciones porcentuales en las variables explicativas. Esta propiedad facilita una lectura económica directa de los resultados. Además, el signo positivo del coeficiente estimado para el gasto en salud es coherente con la evidencia empírica, que lo reconoce como un determinante estructural clave del bienestar poblacional.

El modelo también incluyó controles relevantes, como el consumo de alcohol per cápita y una variable dicotómica para los años pandémicos. La inclusión de estas variables permitió aislar el efecto específico del gasto en salud, reduciendo el sesgo por omisión de variables relevantes. En conjunto, el Modelo 1 proporciona evidencia sólida y estadísticamente consistente sobre el rol positivo del gasto sanitario en la prolongación de la vida en Chile.

#### 7.0.1.2. Modelo 2

En el Modelo 2, la relación entre la esperanza de vida y los factores estructurales del desarrollo fue modelada mediante una regresión con componentes principales (PCA) y errores estándar robustos de Newey–West. La especificación econométrica obtenida fue la siguiente:

$$\ln(\text{life\_expectancy}_t) = 4.37980 + 0.00505 \cdot \text{PC1}_t + 0.00220 \cdot \text{PC2}_t - 0.01954 \cdot \text{dummy\_pandemic}_t \quad (7.2)$$

Este modelo presenta una estructura parsimoniosa y estadísticamente significativa que permite captar de forma sintética el efecto conjunto de múltiples determinantes estructurales sobre la esperanza de vida. En particular, un aumento de una unidad en el componente principal estructural (PC1) —que resume información de variables como el gasto total en salud, el PIB per cápita, la urbanización, el acceso a servicios básicos, la infraestructura hospitalaria, la desnutrición infantil— se asocia con un incremento de 0.00505 unidades en el logaritmo de la esperanza de vida. Este efecto es altamente significativo ( $p < 0.001$ ) y refleja el impacto agregado de factores interrelacionados vinculados al desarrollo económico y social. Dado que PC1 está compuesto por combinaciones lineales de variables originales, es posible descomponer su influencia mediante el producto entre las cargas de cada variable en PC1 y el coeficiente estimado del componente. Esta operación permite interpretar cómo un aumento del 1% en la esperanza de vida se traduce en variaciones proporcionales en los determinantes estructurales. Por ejemplo:

- Se asocia con un **aumento de 0.204%** en el gasto total en salud per cápita,
- un **aumento de 0.201%** en el PIB per cápita y en el nivel de urbanización,
- una **disminución de 0.193%** en la desnutrición infantil,
- una **reducción de 0.191%** en la disponibilidad de camas hospitalarias,
- y una leve baja del orden de **0.039%** en el acceso a saneamiento.

Estas magnitudes —derivadas directamente de la estructura del componente PC1— permiten visualizar con claridad qué variables empujan positivamente la longevidad y cuáles la restringen. En este marco, el progreso económico, la inversión en salud y la urbanización emergen como fuerzas propulsoras del bienestar poblacional, mientras que las deficiencias sanitarias, las carencias nutricionales y el estrés hospitalario actúan como frenos estructurales.

En contraste, el segundo componente (PC2), dominado por la variabilidad en el desempleo, no resultó estadísticamente significativo (coeficiente: 0.00220;  $p = 0.170$ ). Esto sugiere que las condiciones del mercado laboral, en el contexto chileno durante el período 2005–2023, no constituyen un determinante directo y robusto de los niveles agregados de esperanza de vida.

### 7.0.2. Control por factores de riesgo y eventos exógenos

En ambos modelos se incorporó una variable para controlar el efecto del consumo de alcohol per cápita, que presentó un coeficiente negativo y significativo en el Modelo 1 ( $-0.03796$ ;  $p = 0,019$ ), confirmando su papel como factor de riesgo para la salud pública. Asimismo, la variable dummy para los años pandémicos (2020–2023) fue estadísticamente significativa en ambas especificaciones, con coeficientes de  $-0.01602$  (Modelo 1) y  $-0.01954$  (Modelo 2), lo que refleja el impacto adverso de la crisis sanitaria sobre la esperanza de vida en Chile.

### 7.0.3. Evidencia de causalidad entre gasto en salud y esperanza de vida

Para evaluar la dinámica temporal entre las variables principales, se aplicó una prueba de causalidad de Granger sobre el Modelo 1, utilizando un modelo VAR(2). Los resultados arrojaron evidencia sólida de causalidad bidireccional:

- **Gasto en salud** → **Esperanza de vida**:  $\chi^2(2) = 63.00$ ,  $p = 0.000$
- **Esperanza de vida** → **Gasto en salud**:  $\chi^2(2) = 9.80$ ,  $p = 0.007$

Estos resultados indican que el gasto en salud no solo tiene un efecto contemporáneo, sino también predictivo sobre la esperanza de vida. Además, la existencia de causalidad inversa sugiere que las mejoras en los resultados sanitarios pueden incentivar una mayor asignación de recursos al sector salud, estableciendo así un círculo virtuoso de mejora continua en términos de bienestar poblacional y sostenibilidad del sistema.

Cabe destacar que esta prueba no se aplicó al Modelo 2, debido a que los componentes principales (PC1 y PC2) son combinaciones lineales sin interpretación temporal directa, lo cual limita el análisis dinámico.

### 7.0.4. Robustez de los modelos y validación estadística

Ambos modelos fueron validados con un conjunto exhaustivo de pruebas de diagnóstico econométrico. En el Modelo 1 se detectó heterocedasticidad ( $p < 0.05$  en Breusch–Pagan) y autocorrelación de orden superior ( $p < 0.01$  en Breusch–Godfrey), por lo que se estimaron errores robustos de Newey–West. La prueba RESET de Ramsey no identificó errores de especificación funcional.

En cuanto a la normalidad de los errores, la prueba de Shapiro–Wilk permitió rechazar la hipótesis nula en el Modelo 1 ( $p = 0.0108$ ), indicando que los residuos no son normales. En cambio, en el Modelo 2 los residuos sí se ajustan a la normalidad ( $p = 0.8271$ ), lo que mejora la confiabilidad de la inferencia estadística bajo supuestos clásicos.

### 7.0.5. Evaluación del ajuste y comparabilidad entre modelos

Ambos modelos presentan un buen nivel de ajuste:

- **Modelo 1:**  $R^2 = 0.8130$ ,  $R^2$  ajustado = 0.7756, Root MSE = 0.0047
- **Modelo 2:**  $R^2 = 0.7859$ ,  $R^2$  ajustado = 0.7430, Root MSE = 0.00503

El Modelo 1 ofrece una mayor capacidad explicativa, mientras que el Modelo 2 aporta ventajas metodológicas al reducir la multicolinealidad y captar dimensiones estructurales latentes. La significancia de PC1 y la no significancia de PC2 también permiten discriminar qué aspectos del desarrollo están efectivamente asociados a la longevidad, siendo el gasto en salud, la infraestructura y el acceso a servicios básicos mucho más relevantes que la situación del mercado laboral.

## 7.1. Recomendaciones de Política Pública

- **Fortalecer el financiamiento sanitario:** Dado el efecto positivo y significativo del gasto en salud sobre la esperanza de vida, se recomienda aumentar y sostener la inversión en salud como política estructural de largo plazo.
- **Abordar factores de riesgo sanitarios:** El efecto negativo del consumo de alcohol sobre la esperanza de vida, evidenciado en el Modelo 1, refuerza la importancia de políticas públicas orientadas a la prevención del consumo nocivo. Si bien Chile ha avanzado mediante la Ley N.º 21.363 —que regula la publicidad de bebidas alcohólicas e incorpora advertencias sanitarias en el etiquetado—, se recomienda fortalecer su implementación mediante tres ejes concretos: (i) aumentar la visibilidad y tamaño de las advertencias sanitarias en envases, (ii) ampliar las restricciones publicitarias a plataformas digitales y eventos deportivos, y (iii) evaluar el impacto de estas medidas en el comportamiento de consumo a través de estudios longitudinales. Estas mejoras permitirían consolidar el efecto preventivo de la normativa y reducir los riesgos asociados al consumo de alcohol en la salud.
- **Refuerzo del sistema ante eventos críticos:** La significancia de la variable pandémica muestra que el sistema de salud chileno es vulnerable frente a crisis sanitarias. Se recomienda fortalecer la Ley de Vacunas (Ley N.º 20.606), asegurando una rápida distribución y acceso a vacunas en situaciones de emergencia, así como mejorar la coordinación entre los niveles regionales y nacionales del sistema de salud.

- **Enfoque intersectorial:** La causalidad bidireccional entre salud e inversión sugiere que los logros en salud también movilizan mayor asignación de recursos. Por ello, se recomienda fortalecer la implementación de la Ley N.º 20.670, que establece el Sistema Elige Vivir Sano, impulsando un enfoque coordinado entre los ministerios de Salud, Desarrollo Social, Educación y Deportes. En concreto, se propone crear programas de apoyo económico directo a personas de bajos ingresos que deseen participar en talleres deportivos municipales, así como ampliar la cobertura de actividades físicas comunitarias en todo el país, especialmente en comunas fuera de la Región Metropolitana.

## 7.2. Implicaciones Finales

Este estudio proporciona evidencia empírica robusta sobre el efecto positivo del gasto en salud y sus determinantes estructurales sobre la esperanza de vida en Chile. La utilización de dos enfoques metodológicos distintos pero complementarios —un modelo log-log tradicional y otro basado en componentes principales (PCA)—, junto con la aplicación de pruebas diagnósticas rigurosas y herramientas de corrección estadística, fortalece la validez de los resultados y permite una comprensión más amplia de las relaciones causales implicadas.

Los resultados empíricos muestran que la esperanza de vida en Chile aumenta como consecuencia de mejoras en salud, con efectos estimados que se sitúan en un rango entre 0.0223 % y 0.204 %. Este rango representa la magnitud de cambio derivada del gasto total en salud per cápita (Modelo 1) y del impacto combinado de factores estructurales como el desarrollo económico, el acceso a servicios básicos, la infraestructura hospitalaria y el estado nutricional (Modelo 2). Estas cifras refuerzan la importancia del financiamiento sanitario como eje fundamental en la promoción del bienestar y la longevidad.

Los hallazgos pueden servir como base para el diseño de políticas públicas orientadas a mejorar la eficiencia y el impacto del sistema sanitario. Además, la metodología propuesta es replicable en otros contextos nacionales o regionales, permitiendo adaptar los modelos a distintas realidades epidemiológicas y socioeconómicas. En conjunto, los resultados de este estudio refuerzan la necesidad de consolidar una estrategia sanitaria integral, centrada no solo en el gasto directo en salud, sino también en los factores estructurales que condicionan la calidad de vida y la longevidad de la población.

## 8 | Limitaciones

A lo largo del desarrollo de esta investigación, se identificaron diversas limitaciones que condicionaron tanto el alcance como la profundidad del análisis. Una de las principales restricciones fue la disponibilidad y periodicidad de los datos. Si bien el estudio abarca el período 2005–2023, los datos disponibles son de frecuencia anual, lo que limita la capacidad para capturar dinámicas de corto plazo o choques transitorios con mayor resolución temporal. Esta limitación restringe también la posibilidad de estimar modelos con mayor poder estadístico o realizar desagregaciones regionales más detalladas.

Asimismo, aunque el tamaño de muestra es suficiente para una regresión simple, el número total de observaciones (19 años) impone restricciones para incluir un mayor número de variables explicativas o realizar análisis más complejos, como modelos dinámicos estructurales o series temporales multivariadas con rezagos extensos. Por ello, el estudio optó por enfoques parsimoniosos, aplicando correcciones como el estimador de Newey-West para manejar problemas de autocorrelación y heterocedasticidad, lo que si bien mejora la robustez, también implica limitaciones metodológicas asociadas.

Otra limitación relevante es la naturaleza de las variables utilizadas. Aunque el uso de logaritmos y componentes principales (PCA) permite reducir la colinealidad y capturar factores estructurales latentes, estas transformaciones dificultan la interpretación directa de los coeficientes en unidades originales. Además, el segundo componente principal (PC2), dominado por información del mercado laboral, no resultó estadísticamente significativo, lo que limita las conclusiones sobre el rol del empleo en los resultados sanitarios.

También es importante mencionar que el análisis se centra únicamente en Chile. Si bien esto permite una comprensión más profunda del contexto nacional, restringe la generalización de los resultados a otros países o regiones. La falta de comparación internacional limita también la identificación de patrones comunes o contrastes estructurales que podrían enriquecer el análisis.

Finalmente, la prueba de causalidad de Granger se aplicó solo al Modelo 1 debido a las características matemáticas de los componentes principales, que al ser combinaciones lineales no poseen una interpretación temporal clara. Esto impidió realizar análisis dinámicos más completos sobre las relaciones entre variables en el segundo modelo.

A pesar de estas limitaciones, el estudio aporta evidencia empírica robusta sobre el vínculo entre gasto en salud y esperanza de vida, utilizando un enfoque metodológico riguroso y herramientas de diagnóstico que respaldan la validez de los resultados obtenidos.

# Bibliografía

- [1] Adam Wagstaff and Mariam Claeson. The millennium development goals for health: Rising to the challenges. *World Bank Publications*, 2004. World Bank Policy Report. 1, 3.2
- [2] John Nixon and Peter Ulmann. The relationship between health care expenditure and health outcomes: evidence and caveats for a causal link. *The European Journal of Health Economics*, 7(1):7–18, 2006. 1
- [3] Glen P. Mays and Sharla A. Smith. Evidence links increases in public health spending to declines in preventable deaths. *Health Affairs*, 30(8):1585–1593, 2011. 1
- [4] Banco Central de Chile. Informe de política monetaria (ipom) - marzo 2024, 3 2024. 1, 3.1
- [5] Daniel Béland and Amy Zarzeczny. Health policy and federalism: comparing the canadian and american experience. *Social Science Medicine*, 188:21–26, 2018. 1
- [6] Organización Mundial de la Salud. Informe mundial de estadísticas sanitarias 2021, 2021. 1
- [7] Andrés Ayala-Benítez and Tomás Pérez, Lucía y González. Gasto en salud y esperanza de vida: Un análisis empírico en américa latina. *Revista Latinoamericana de Políticas Públicas*, 15(2):123–145, 2023. 1, 3.2
- [8] Pan American Health Organization. Health in the americas+ 2021: Summary—regional outlook and country profiles, 2021. 1
- [9] Camilo Parra, Paula Rodríguez, and Felipe Muñoz. Determinantes sociales de la salud en américa latina: un análisis crítico. *Revista Latinoamericana de Salud Pública*, 35(4):230–242, 2019. 1
- [10] Ministerio de Salud de Chile. Informe de evaluación del gasto público en salud 2020. Gobierno de Chile, 2020. 3.1
- [11] Miguel Olivares-Tirado and Rosendo Salazar Burrows. *Envejecimiento en Chile: el impacto del envejecimiento de la población en el sistema de salud chileno*. Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE), División de Población de la CEPAL, Santiago de Chile, 2016. 3.1, 3.3
- [12] OCDE. *Estudios Económicos de la OCDE: Chile 2020*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), París, 2020. 3.1, 3.2, 3.5.2
- [13] Peter Berman and Ricardo Bitrán. *Health Systems Analysis for Better Health System Strengthening*. World Bank, Washington, D.C., 2011. Health Systems Strengthening Discussion Paper. 3.2
- [14] César Manrique and Daniela Rosales. Gasto público en salud y esperanza de vida: Un análisis comparado en américa latina. *Revista Latinoamericana de Políticas Públicas*, 14(2):45–67, 2022. 3.3
- [15] Pedro Olivares-Tirado and Matilde Salazar Burrows. *El envejecimiento en Chile: una mirada a la población mayor y su entorno*. Servicio Nacional del Adulto Mayor (SENAMA), Santiago, Chile, 2018. 3.4

- [16] Selma J. Mushkin. Health as an investment. *Journal of Political Economy*, 70(5, Part 2):129–157, 1962. 3.5.1
- [17] David E. Bloom, David Canning, and Jaypee Sevilla. *Health and Economic Growth: Findings and Policy Implications*. Commission on Growth and Development / World Bank, Washington, D.C., 2004. 3.5.1
- [18] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Estudios económicos de la ocde: Chile 2023, 2023. 3.5.2
- [19] Tamer Uslu. Health expenditure and economic growth: The case of oecd countries. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 8(1):207–213, 2018. 3.5.2
- [20] Financial Times. Chile’s health system: Crisis and reform in the post-pandemic era, 2023. Publicado el 10 de abril de 2023. 3.5.2
- [21] Banco Mundial. Datos de salud en américa latina y el caribe. Base de Datos del Banco Mundial, 2023. 3.5.3
- [22] Ayse Artekin and Laszlo Konya. Health care expenditure and life expectancy: New evidence from oecd countries. *Applied Economics Letters*, 26(4):258–264, 2019. 3.5.4
- [23] Institute for Public Policy Research. Healthy places: How the nhs can reduce health inequalities through place-based working, 2023. 3.5.5