

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE ECONÓMICAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE ECONOMÍA Y NEGOCIOS**  
**INTERNACIONALES**



***TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE ECONOMISTA CON MENCIÓN EN NEGOCIOS INTERNACIONALES***

---

**“RELACIÓN ENTRE LA INVERSIÓN PÚBLICA EN SANEAMIENTO Y LA  
TASA DE MORTALIDAD EN EL PERÚ, PERIODO 1999-2019”**

---

**Área de Investigación:**

Desarrollo económico y social

**Autor(es):**

Br. CELI QUIROZ, Juan Diego  
Br. CHÁVEZ GAYOSO, Marco Aurelio

**Jurado Evaluador:**

**Presidente:** Dr. Angulo Burgos, Manuel

**Secretario:** Mg. Amaya Lau, Eduardo

**Vocal:** Mg. Castillo Oruna, Francisco

**Asesor:**

Dr. Castillo Vera, Félix Segundo

**Código Orcid:** <https://orcid.org/0000-0001-8671-129X>

**TRUJILLO – PERÚ**

**2021**

**Fecha de sustentación: 2021/12/14**

## **Presentación**

Señores Miembros del Jurado:

Dando cumplimiento con las disposiciones del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego, sometemos a vuestra consideración la tesis titulada: “RELACIÓN ENTRE LA INVERSIÓN PÚBLICA EN SANEAMIENTO Y LA TASA DE MORTALIDAD EN EL PERÚ, PERIODO 1999-2019” luego de haber culminado nuestros estudios en esta casa superior, donde nos formamos profesionalmente para estar al servicio de la sociedad.

El presente trabajo realizado con el propósito de obtener el Título de Economistas con mención en Negocios Internacionales, es producto de una investigación ardua y constante cuyo propósito es determinar la relación que existe entre ambas variables de estudio durante el periodo 1999-2019, como menciona el título de la tesis.

Br. Celi Quiroz, Juan Diego

Br. Chávez Gayoso, Marco Aurelio

## **Dedicatoria**

Este trabajo está dedicado a nuestros queridos padres, quienes han sido nuestra fuente de inspiración y nos dieron fuerzas cuando pensamos en rendirnos, quienes continuamente brindan su apoyo moral, espiritual, emocional y financiero.

A nuestros hermanos, hermanas, familiares, mentores, amigos y compañeros de clase que compartieron sus consejos y estímulos para terminar este estudio.

Y, por último, a Dios, gracias por la orientación, la fuerza, la fortaleza mental, la protección y las habilidades, y por darnos una vida saludable.

## **Agradecimiento**

Nuestro agradecimiento a la Universidad Privada Antenor Orrego, a su plana docente, y especialmente al docente Félix S. Castillo Vera, porque contribuyeron a nuestra formación personal y profesional, con toda la información, aptitudes y experiencias que nos transmitieron durante nuestra estancia en esta casa de estudios.

## **Resumen**

La relación entre la inversión pública en saneamiento y la tasa de mortalidad en el Perú periodo 1999-2019, es evaluada en datos de frecuencia anual para una muestra de 21 años sobre 24 secciones cruzadas de los datos de tipo panel.

Los resultados de la estimación econométrica con el método DGLS propuesto en la metodología nos permite demostrar que se acepta la hipótesis alternativa y se afirma que la inversión pública en saneamiento tiene una relación indirecta en la tasa de mortalidad durante el periodo 1999-2019; ya que, el Modelo final nos indicó que al haber un aumento en S/ 1 millón de soles en la inversión en saneamiento, existe una disminución de 0.0876% puntos porcentuales en la tasa bruta de mortalidad; y una disminución de 0.0829% en la tasa de mortalidad solo de enfermedades relacionadas con el agua y saneamiento básico.

## **Abstract**

The relationship of public investment in sanitation and the mortality rate is evaluated in "annual frequency data" for a sample of 21 years on 24 cross sections of panel data.

The results of the econometric estimation with the DGLS method proposed in the methodology show that our alternative hypothesis is accepted. In addition, it shows that public investment in sanitation has an indirect relationship in the mortality rate, during the period 1999-2019. The final model indicates that with an increase of S / 1 million soles in investment in sanitation, the mortality rate decreases 0.0876%; and the mortality rate related to water and sanitation decreases 0.0829%.

## **Índice de contenidos**

I. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1. Formulación del Problema.....	12
1.1.1. Realidad Problemática.....	12
1.1.2. Enunciado del problema o interrogante .....	15
1.2. Justificación .....	15
1.3. Objetivos.....	16
1.3.1. Objetivo general.....	16
1.3.2. Objetivos específicos.....	16
II. MARCO DE REFERENCIA.....	17
2.1. Antecedentes .....	17
2.2. Marco teórico .....	19
2.3. Marco conceptual .....	24
2.4. Hipótesis .....	26
2.5. Variables .....	27
III. MATERIAL Y MÉTODOS.....	28
3.1. Material .....	28
3.1.1. Población.....	28
3.1.2. Marco muestral.....	28
3.1.3. Unidad de análisis .....	28
3.1.4. Muestra.....	28
3.2. Métodos .....	29
3.2.1. Diseño de contrastación .....	30
3.2.2. Técnicas e instrumentos de colecta de datos.....	31
3.2.3. Procesamiento y análisis de datos .....	32
IV. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	37
4.1. Presentación de resultados.....	37
4.1.1. Inversión pública en saneamiento en el Perú durante el periodo 1999 – 2019 37	
4.1.1.1. Antecedentes .....	37

4.1.1.2. Inversión pública en saneamiento.....	40
4.1.1.2.1. Nacional .....	40
Principales proyectos 1999-2019 .....	42
4.1.1.2.2. Departamental.....	44
4.1.2. Tasa de mortalidad en el Perú durante el periodo 1999 – 2019. ....	49
4.1.2.1. Antecedentes .....	49
4.1.2.2. Mortalidad en el Perú .....	50
4.1.2.3. Mortalidad según regiones naturales .....	52
4.1.2.4. Mortalidad según enfermedades transmitidas por el agua y falta de saneamiento básico.....	55
4.1.3. Relación de la inversión pública en saneamiento y la tasa de mortalidad en el Perú durante el periodo 1999 – 2019.....	57
4.1.3.1. Resultados .....	57
4.2. Discusión de resultados .....	70
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	72
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	74
VII. ANEXOS .....	76
Anexo 1. Serie histórica de inversión pública en saneamiento (IPAS) por departamentos de 1999 a 2019.....	76
Anexo 2. Serie histórica de tasa bruta de mortalidad (TBM) por departamentos de 1999 a 2019.....	77
Anexo 3. Estadísticas descriptivas de inversión pública en agua y saneamiento (IPAS) por departamentos de 1999 a 2019 .....	78
Anexo 4. Estadísticas descriptivas de tasa bruta de mortalidad (TBM) por departamentos de 1999 a 2019.....	79
Anexo 5. Prueba de igualdad de medias de inversión pública en agua y saneamiento (IPAS) por departamentos de 1999 a 2019.....	80
Anexo 6. Prueba de igualdad de medias a tasa bruta de mortalidad (TBM) por departamentos de 1999 a 2019.....	81
Anexo 7. Prueba de independencia de sección cruzada de inversión pública en agua y saneamiento (IPAS) por departamentos de 1999 a 2019 .....	82
Anexo 8. Prueba de independencia de sección cruzada de tasa bruta de mortalidad (TBM) por departamentos de 1999 a 2019.....	83

<i>Anexo 9. Prueba de raíz unitaria individual en inversión pública en agua y saneamiento (IPAS) por departamentos de 1999 a 2019 en niveles.....</i>	<i>84</i>
<i>Anexo 10. Prueba de raíz unitaria individual en inversión pública en agua y saneamiento (IPAS) por departamentos de 1999 a 2019 en diferencias.....</i>	<i>85</i>
<i>Anexo 11. Prueba de raíz unitaria individual en tasa bruta de mortalidad (TBM) por departamentos de 1999 a 2019 en niveles.....</i>	<i>86</i>
<i>Anexo 12. Prueba de raíz unitaria individual en tasa bruta de mortalidad (TBM) por departamentos de 1999 a 2019 en diferencias.....</i>	<i>87</i>
<i>Anexo 13. Prueba de raíz unitaria común en inversión pública en agua y saneamiento (IPAS) por departamentos de 1999 a 2019 en niveles.....</i>	<i>88</i>
<i>Anexo 14. Prueba de raíz unitaria común en inversión pública en agua y saneamiento (IPAS) por departamentos de 1999 a 2019 en diferencias.....</i>	<i>89</i>
<i>Anexo 15. Prueba de raíz unitaria común en tasa bruta de mortalidad (TBM) por departamentos de 1999 a 2019 en niveles.....</i>	<i>90</i>
<i>Anexo 16. Prueba cointegración de Johansen Fisher a IPAS y TBM por departamentos de 1999 a 2019.....</i>	<i>91</i>
<i>Anexo 17. Residuos del modelo IPAS sobre TBM con el método DGLS después de corrección sobre DOLS .....</i>	<i>93</i>
<i>Anexo 18. Evaluación de predicción de método DGLS para la relación de IPAS sobre TBM.....</i>	<i>94</i>
<i>Anexo 19. Densidad de residuos de estimación econométrica de relación de inversión pública en saneamiento sobre la tasa bruta de mortalidad en el Perú por enfermedades transmitidas por el agua y falta de saneamiento básico, 1999 - 2019 .....</i>	<i>95</i>
<i>Anexo 20. Prueba de autocorrelación de residuos de estimación econométrica de relación de inversión pública en saneamiento sobre la tasa bruta de mortalidad en el Perú por enfermedades transmitidas por el agua y falta de saneamiento básico, 1999 – 2019.....</i>	<i>96</i>
<i>Anexo 21. Tasa de Mortalidad en los departamentos del Perú por enfermedades transmitidas por el agua y falta de saneamiento básico, 1999-2019.....</i>	<i>97</i>

## **Índice de tablas**

<i>Tabla 1. Inversión Pública en saneamiento en el Perú a nivel departamental, 1999-2019 (en millones de soles) .....</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 2. Presupuesto de Inversión Pública en Saneamiento y grado de avance, 1999-2019.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 3. Inversión Pública en Saneamiento en los departamentos del Perú, 1999-2019 (en soles).....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 4. Clasificación de los departamentos del Perú según región geográfica....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 5. Inversión Pública en Saneamiento en las regiones geográficas del Perú, 1999-2019 (en soles).....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 6. Defunciones Totales y tasa bruta de mortalidad en el Perú, 1999 - 2019</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 7. Variación de la tasa bruta de mortalidad por región natural entre el periodo 1999 - 2019.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 8. Estimación econométrica de relación de inversión pública en saneamiento sobre la tasa bruta de mortalidad en el Perú, 1999 - 2019.....</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 9. Estimación econométrica de relación de inversión pública en saneamiento sobre la tasa bruta de mortalidad en el Perú por enfermedades transmitidas por el agua y falta de saneamiento básico, 1999 - 2019 .....</i>	<i>66</i>
<i>Tabla 10. Estimación econométrica departamental de relación de inversión pública en saneamiento sobre la tasa bruta de mortalidad en el Perú por enfermedades transmitidas por el agua y falta de saneamiento básico, 1999 - 2019 .....</i>	<i>67</i>

## Índice de figuras

<i>Figura 1. Evolución de la Inversión Pública en saneamiento en el Perú, 1999-2019 (en millones de soles) .....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 2. Evolución de la Tasa Bruta de Mortalidad en el Perú, Periodo 1999-2019</i>	<i>14</i>
<i>Figura 3. Instrumentos metodológicos de los PIP, y su relación con el ciclo del proyecto .....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 4. Evolución de la inversión pública en saneamiento en las regiones geográficas del Perú del Perú, 1999-2019 (en soles) .....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 5. Proporción de la inversión pública en saneamiento en las regiones geográficas del Perú del Perú, 1999-2019.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 6. Tasa bruta de mortalidad del Perú, 1999-2019.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 7. Proporción del número de defunciones según región geográfica del Perú en 1999 y 2019 .....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 8. Tasa Bruta de Mortalidad según región natural, 1999 - 2019 .....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 9. Tendencia de la tasa bruta de mortalidad en el Perú según enfermedades transmitidas por el agua y falta de saneamiento básico, 1999 - 2019 .....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 10. Espacio de relación de la Inversión Pública en Saneamiento (IPAS) y la Tasa de Mortalidad (TBM) en los departamentos del Perú, 1999 - 2019.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 11. Correlación simple de la Inversión Pública en Saneamiento (IPAS) y la tasa de mortalidad (TBM) en los departamentos del Perú, 1999-2019.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 12. Correlación simple de la Inversión Pública en Saneamiento (IPAS) y la tasa de mortalidad (TBM) en los departamentos del Perú por enfermedades transmitidas por el agua y falta de saneamiento básico, 1999-2019 .....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 13. Series estadísticas de tasa bruta de mortalidad en el Perú por enfermedades transmitidas por el agua y falta de saneamiento básico bajo análisis de dispersión en distribución, 1999 – 2019.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 14. Ajuste final del modelo econométrico sobre serie original de Tasa Bruta de Mortalidad (TBM), 1999-2019 .....</i>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

# I. INTRODUCCIÓN

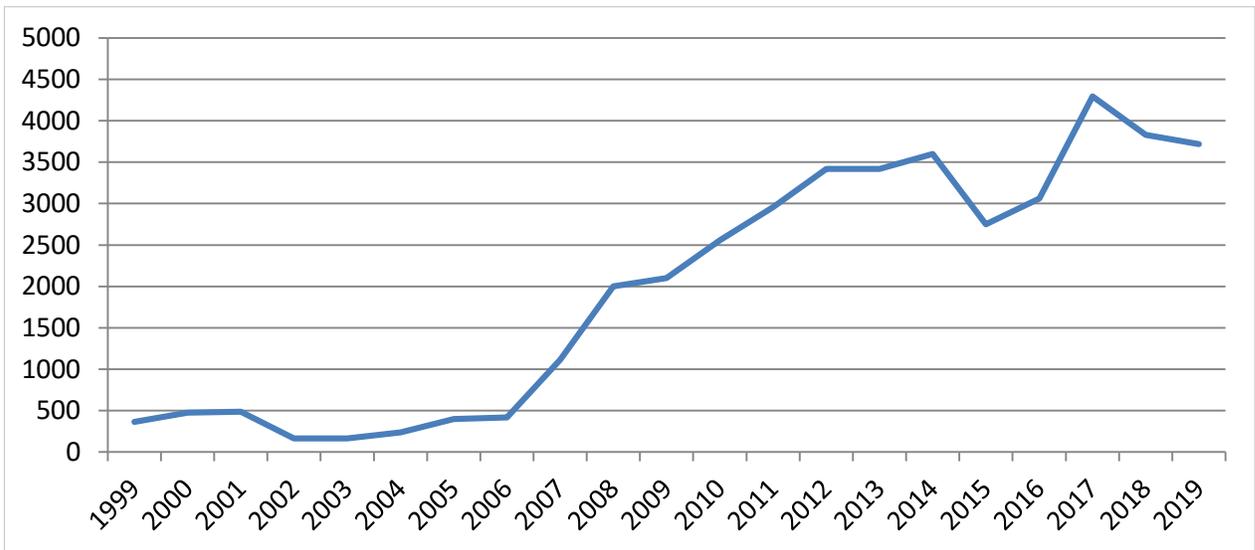
## 1.1. Formulación del Problema

### 1.1.1. Realidad Problemática

Según el MEF, la inversión pública del Perú, en el año 2017, pudo alcanzar su nivel histórico más alto, ya que registró una suma de 32,988 millones de soles, lo que representa un aumento nominal de 16.1% en comparación con el acumulado en el año 2017. De este modo, después de 4 años, los niveles de inversión pública crecieron a tasas anuales de 2 dígitos. Sin embargo, dichas inversiones no fueron ejecutadas equitativamente en todos los sectores.

En el caso de las inversiones públicas del sector saneamiento, se pudieron identificar diferentes proyectos durante los períodos 1999-2019 en los cuales si se ha visto reflejado el desarrollo de los niveles de inversión.

**Figura 1. Evolución de la Inversión Pública en saneamiento en el Perú, 1999-2019 (en millones de soles)**



*Elaboración propia*

*Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas*

A nivel departamental, existe una gran brecha en la inversión pública en saneamiento. Por ejemplo, los departamentos a los cuales se les destino mayor parte de la inversión durante el periodo 1999-2019 fueron Ancash (con un promedio de S/. 231, 023, 431 por año) y Piura (con un promedio de S/. 250, 099,127 por año), seguidos de Cajamarca, Cusco, Lima y Puno. Sin embargo, Lima es la que mayores necesidades de inversión presenta, claro reflejo de la densidad Poblacional de la Capital con respecto al resto de Regiones del país. Los departamentos que menos inversión recibieron fueron Madre de Dios y Tumbes.

**Tabla 1. Inversión Pública en saneamiento en el Perú a nivel departamental, 1999-2019 (en millones de soles)**

<b>Departamentos</b>	<b>TOTAL (1999-2019)</b>	<b>PROMEDIO (1999-2019)</b>
<b>1. Lima</b>	4,498,284,256	214,204,012
<b>2. Arequipa</b>	3,219,623,723	153,315,415
<b>3. Tacna</b>	957,635,301	45,601,681
<b>4. Lambayeque</b>	2,568,706,246	122,319,345
<b>5. Ancash</b>	4,851,492,058	231,023,431
<b>6. La Libertad</b>	3,800,815,826	180,991,230
<b>7. Piura</b>	5,252,081,674	250,099,127
<b>8 Tumbes</b>	740,976,363	35,284,589
<b>9. Moquegua</b>	1,263,709,966	60,176,665
<b>10. Ica</b>	1,972,579,458	93,932,355
<b>11. Ayacucho</b>	2,440,544,514	116,216,405
<b>12. Junín</b>	2,792,406,514	132,971,739
<b>13. Cusco</b>	4,344,170,656	206,865,269
<b>14. Apurímac</b>	2,253,451,549	107,307,217
<b>15. San Martín</b>	2,628,008,964	125,143,284
<b>16. Cajamarca</b>	4,819,669,882	229,508,090
<b>17. Huancavelica</b>	1,900,081,783	90,480,085
<b>18. Huánuco</b>	2,301,743,531	109,606,835
<b>19. Puno</b>	3,902,282,983	185,822,999
<b>20. Amazonas</b>	1,861,456,541	88,640,788
<b>21. Pasco</b>	1,572,404,368	74,876,398
<b>22. Madre de Dios</b>	328,849,958	15,659,522
<b>23. Loreto</b>	2,712,968,963	129,188,998
<b>24. Ucayali</b>	1,289,254,738	61,393,083

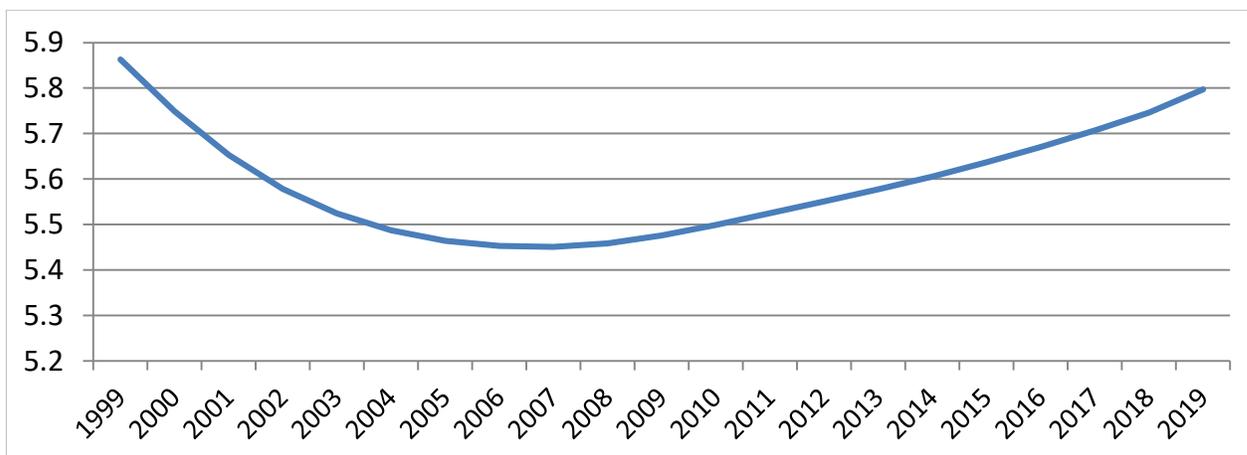
*Elaboración propia.*

*Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas*

Con respecto a nuestra segunda variable, la tasa de mortalidad, el Perú todavía no ha logrado controlar las enfermedades del pasado, y ya está padeciendo la carga de mortalidad de las enfermedades del futuro. En el año 1999, por ejemplo, las 3 primeras razones de muerte fueron: neumonía, infecciones intestinales y tuberculosis. Ya entre los años 2015 y 2018, las tres primeras razones de muerte son diabetes, neumonías y derrames cerebrales. Cuando se identifican las enfermedades específicas que mayor cantidad de muertes causan en el Perú, se encuentra como la primera a la neumonía, como segunda a los derrames cerebrales y posteriormente a la diabetes, la cirrosis del hígado, los infartos al corazón, las enfermedades pulmonares, accidentes automovilísticos, cáncer de estómago, próstata y cuello uterino.

Sin embargo, cuando se agrupan y ordenan las enfermedades, la primera razón de muerte es el cáncer, posteriormente las enfermedades parasitarias e infecciosas, las cardiovasculares y los accidentes. Esos cuatro grupos explican 2 de cada 3 muertes en el Perú (67%). Dichas enfermedades se plasmaron en la fluctuación de la tasa de mortalidad, la cual disminuyó de 5.86 en el año 1999 a 5.45 en el 2007, y posteriormente aumentó a 5.79 en el año 2019.

**Figura 2. Evolución de la Tasa Bruta de Mortalidad en el Perú, Periodo 1999-2019**



*Elaboración propia*

*Fuente: INEI*

A nivel departamental, en el 2019 el 61.77% de las defunciones se produjeron en la Costa, 30.87% en la Sierra y 7.36% en la Selva; mientras que, en 1999, el 55.09% ocurrieron en la Costa, 37.17% en la Sierra y 7.74% en la Selva.

Se puede apreciar que esta estructura no ha variado significativamente entre los años de estudios, siendo dos terceras partes del total de defunciones registradas las que suceden en la costa, destacando de entre todos los departamentos, Lima, representando el 33%.

### **1.1.2. Enunciado del problema o interrogante**

¿Qué relación existe entre la inversión pública en saneamiento y la tasa de mortalidad en el Perú, periodo 1999-2019?

## **1.2. Justificación**

### **Justificación teórica**

Esta investigación se realiza para aportar al conocimiento existente sobre la relación entre la inversión pública en saneamiento, y la tasa de mortalidad en el Perú durante el periodo 1999 – 2019 cuyos resultados podrán sistematizarse en una propuesta para las entidades encargadas de manejar el presupuesto público. Las teorías utilizadas son: “Argumentos a favor de la intervención del Estado en el sector sanitario” publicada por Joseph E. Stiglitz en su libro: “La Economía del Sector Público”, y “Gastos en salud, crecimiento económico y mortalidad infantil: antecedentes de países desarrollados y en desarrollo. La modelización econométrica” publicada por Abdelhafdh Dhrif.

### **Justificación práctica**

Esta investigación se realiza porque existe la necesidad de disminuir la tasa de mortalidad en el Perú, y se quiere conocer si la inversión pública en saneamiento es una de las variables que tiene una relación directa o indirecta con la mortalidad.

### **Justificación metodológica**

Para lograr los objetivos de estudio, se utiliza la metodología de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), además de acudir al empleo de técnicas de investigación como la recopilación de información de fuentes bibliográficas (investigaciones, artículos, páginas web, libros).

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Analizar la inversión pública en el sector saneamiento, y su relación con la tasa de mortalidad del Perú, en el periodo 1999-2019.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Explicar la inversión pública en saneamiento ejecutada en el Perú durante el periodo 1999 – 2019.
- Analizar la tasa de mortalidad en el Perú durante el periodo 1999 – 2019.
- Estimar la relación de la inversión pública en saneamiento y la tasa de mortalidad en el Perú durante el periodo 1999 – 2019.

## II. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1. Antecedentes

#### INTERNACIONALES

**Dhrif (2018)** en su artículo “Gastos en salud, crecimiento económico y mortalidad infantil: antecedentes de países desarrollados y en desarrollo”. Este artículo tiene como objetivo analizar el impacto del gasto en salud en las tasas de mortalidad infantil a través de un modelo de ecuaciones simultáneas aplicado a 93 países desarrollados y en desarrollo, donde se usó información estadística entre los años 1995 y 2012. El método de cálculo tiene como base la técnica de mínimos cuadrados en tres etapas (MC3E). Se concluyó que los gastos en salud tienen un impacto positivo de reducción de la mortalidad infantil solo en los países de ingresos medio altos y altos, mientras que en los de ingresos bajos y medio-bajos el gasto sanitario no tiene un impacto significativo sobre el estado de salud de los niños.

**Yamey, Beyeler, Wadge y Jamison (2017)** en su artículo “Invirtiendo en salud: el argumento económico. Informe del Foro sobre Inversión en Salud de la Cumbre Mundial sobre Innovación para la Salud 2016”. Este artículo tiene como objetivo mostrar evidencia contundente a los ministros de finanzas de los PBI y los PIM de todo el mundo, sobre el valor de ampliar las inversiones en salud en sectores como el agua y saneamiento. Se utilizó una metodología descriptiva a través de un análisis de información recopilada del periodo 1990-2015, y se concluyó que, una correcta formulación de políticas de inversión en salud y asignación de recursos, derivan a un impresionante rendimiento económico y social.

**Mejía y Rais (2011)** en su investigación “La infraestructura en el desarrollo integral de América Latina - diagnóstico estratégico y propuesta para una agenda prioritaria: agua y saneamiento”. Tiene como objetivo analizar las principales

problemáticas del sector agua potable y saneamiento en América Latina para plantear una serie de objetivos de servicio e inversión para los años entre 2010 y 2030. Se utilizó una metodología descriptiva. Se concluye que son indispensables y necesarios algunos cambios como reformas institucionales y de política que mejoren la gobernabilidad por sectores de las principales empresas encargadas de los servicios de agua potable y saneamiento.

**Filmer y Prichett (1997)** en su artículo: “Child Mortality and Public Spending on Health: How Much Does Money Matter?”. El artículo tiene como objetivo examinar el impacto de factores, sean relacionados con la salud (gasto público en salud) o no (económicos, educativos, culturales), en la mortalidad infantil a nivel mundial durante el periodo 1990-1997. Se utilizó una metodología descriptiva, con información proporcionada del Banco Mundial. Concluyeron en primer lugar que el noventa y cinco por ciento de la variación internacional en la mortalidad puede explicarse por el ingreso per cápita de un país, la distribución de ingreso, grado de educación femenina, nivel de fragmentación étnica y religión predominante. En segundo lugar, el efecto del gasto público en la salud es muy irrelevante, con un coeficiente numéricamente pequeño y estadísticamente insignificante en los niveles convencionales.

## **NACIONALES**

**Medina (2010)** en su investigación: “Incidencia de los perfiles de inversión pública de agua y saneamiento en el desarrollo social: mejoramiento y ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado en el distrito de Máncora”; tiene como objetivo analizar el estado del servicio de agua y saneamiento en el distrito de Máncora, Piura; y plantea tres alternativas de solución para disminuir la morbilidad, mortalidad, desnutrición y malestar de la población con respecto a este servicio. Se concluyó que las alternativas de solución son el incremento de la cobertura y continuidad del servicio de agua potable, el mejoramiento de las

redes e incremento de la cobertura de alcantarillado, y finalmente un programa de educación sanitaria.

## 2.2. Marco teórico

i) **Gastos en salud, crecimiento económico y mortalidad infantil: antecedentes de países desarrollados y en desarrollo. “La modelización econométrica”: por Abdelhafdh Dhrif**

Con el fin de investigar de forma empírica el efecto del gasto sanitario sobre la mortalidad, es necesario estructurar un modelo capaz de captar simultáneamente efectos directos e indirectos. Para ello, Dhrif ha considerado que lo más adecuado sería utilizar un modelo de ecuaciones simultáneas ya que nos permite estudiar simultáneamente los dos efectos: los directos, relacionados a la cobertura de las necesidades médico-sanitarias, y los indirectos, manifestados a través del crecimiento económico. El modelo tiene una especificación acorde con la literatura y facilita la identificación de los medios por los que el gasto sanitario total y otros factores afectan a la salud.

En el análisis realizado sobre los efectos del gasto en sanidad en la tasa de mortalidad infantil, teniendo en cuenta también el peso del desarrollo económico, hay que precisar también las dos variables explicativas (el gasto en sanidad y el desarrollo económico). Es evidente que la naturaleza endógena de ambas variables explicativas dentro del modelo de regresión es la simultaneidad: es decir, al menos una de las variables explicativas se determina conjuntamente con la variable dependiente. Este tipo de modelo se conoce por el nombre de modelo de ecuaciones simultáneas.

Con el fin de explicar el fenómeno en su totalidad, se plantean tres ecuaciones: una de mortalidad, una de crecimiento y una de gasto sanitario. No es necesario en este caso que aparezcan todas las variables dentro de las tres ecuaciones, por lo que la estimación de los parámetros presenta una serie de características que no están presentes en un modelo que contenga una única relación. En concreto, si una relación pertenece a un sistema, algunas variables explicativas son estocásticas y están correlacionadas con las perturbaciones. Por tanto, el supuesto básico para un modelo de regresión lineal según el cual la variable explicativa y los términos de las perturbaciones no están correlacionados, o que las variables explicativas son fijas, se incumple, y el estimador de mínimos cuadrados ordinarios resulta inconsistente. Del mismo modo en que las variables en un modelo de regresión lineal se clasifican como explicativas y dependientes, las de este modelo se clasifican como endógenas y exógenas.

Dhrif presentan en su investigación el modelo para realizar la regresión simultánea de las ecuaciones de las 3 variables planteadas: mortalidad (CHM), desarrollo económico (GDPG) y gasto sanitario (HEXP). Con la primera de ellas podemos estudiar los efectos directos, en tanto que, con las restantes, los indirectos. La primera analiza el impacto directo que tiene el gasto sanitario en la tasa de mortalidad, medida por la tasa de mortalidad de menores de cinco años. En la especificación de las ecuaciones de mortalidad infantil se incluyen, además del gasto sanitario, siete factores identificados en la bibliografía de la economía de la salud como condicionantes, tales como el nivel de pobreza, la tasa de variación del PIB per cápita, la esperanza de vida al nacer, la eficiencia en el uso del agua, la tasa de alfabetización de las mujeres, la urbanización y las emisiones de CO<sub>2</sub>, que reflejan la pureza del medio ambiente.

Sobre la base de la bibliografía existente sobre los elementos determinantes del gasto sanitario, el conjunto de variables explicativas comprende la renta per cápita (PIB), que se ha identificado como un factor importante para explicar las diferencias en el nivel y el crecimiento del gasto sanitario total de un país a otro, y la estructura de edad de la población. Tradicionalmente se han destacado estas

variables como factores que explican en gran medida las variaciones del gasto sanitario. Por otra parte, la proporción de médicos, que corresponde al número de médicos por cada 1.000 habitantes y se utiliza como medida de la prestación de servicios sanitarios, puede ser considerada como un elemento que explica el aumento del gasto sanitario. Finalmente, el avance tecnológico (estimado con el indicador de investigación y desarrollo) y la calidad institucional (medida por el estado de derecho) también son variables que determinan el gasto sanitario.

El modelo completo empleado para estimar el impacto del gasto sanitario en la mortalidad infantil se expresa de la siguiente manera:

$$CHM_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 GDPG_{it} + \gamma_2 HEXP_{it} + \gamma_3 POV_{it} + \gamma_4 WATR_{it} + \gamma_5 LEXP_{it} + \gamma_6 FemL_{it} + \gamma_7 Urb_{it} + \gamma_8 CO2_{it} + \xi_{1it}$$

Donde:

- CHM = Tasa de mortalidad (Mortality rate)
- GDPG = Crecimiento del PIB (GDP growth)
- HEXP = Gastos en salud (Health-care expenditures)
- POV = Pobreza (Poverty)
- WATR = Acceso al agua (Water Access)
- LEXP = Esperanza de vida al nacer (Life expectancy at birth)
- FemL = Alfabetismo de las mujeres (Female literacy)
- URB = Urbanización (Urbanization)
- CO2 = Degradación ambiental (Environmental degradation)

$$GDPG_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 INQ_{it} + \alpha_2 Inf_{it} + \alpha_3 TRADE_{it} + \alpha_4 FD_{it} + \alpha_5 HEXP_{it} + \alpha_6 RI_{it} + \alpha_7 LF_{it} + \xi_{2it}$$

Donde:

- GDPG = Crecimiento del PIB (GDP growth)
- INQ = Desigualdad (Inequality, medido con el coeficiente de Gini)
- InF = Inflación (Inflation)
- TRADE = Comercio (Trade)
- FD = Desarrollo financiero (Financial development)
- HEXP = Gastos en salud (Health-care expenditures)
- RI = Tasa de inversión (Investment rate)
- LF = Fuerza de trabajo (Labour force)

$$HEXP_{it} = \beta_0 + \beta_1 GDPG_{it} + \beta_2 TechProg_{it} + \beta_3 DocDens_{it} + \beta_4 Popstr_{it} + \beta_5 INST_{it} + \xi_{3it}$$

Dónde:

- HEXP = Gastos en salud (Health-care expenditures)
- GDPG = Crecimiento del PIB (GDP growth)
- TechProg = Progreso tecnológico (Technological progress)
- DocDens = Proporción de médicos (Physicians density)
- PopStr = Estructura etaria de la población (Population age structure)
- INST = Instituciones (Institutions)

## ii) **Otros estudios sobre el Gasto en salud (sanidad) y mortalidad**

Durante nuestro periodo de investigación (1999 – 2019), muchos estudios mostraron la relación directa entre el capital de salud y el gasto en el sector salud (Baldacci et al., 2004). También se afirma lo contrario (Filmer y Pritchett, 1999), y en otros se señala que las conclusiones varían en función del tipo de datos y de los métodos de estimación utilizados (Baldacci, Guin-Siu y de Mello, 2003).

Al usar datos específicos sobre el gasto en el sector salud en veinte estados de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en el periodo 1960-1992, Berger y Messer (2002) comprobaron que la frecuencia de defunciones (mortalidad) depende de forma simultánea del gasto sanitario y de la clase de seguro médico. Específicamente, un incremento de la proporción del gasto público destinado a la salud se ha relacionado con una disminución de las tasas de mortalidad.

Khaleghian y Das Gupta (2005), dentro de una investigación de más de setenta economías en vías de desarrollo y en transición, muestran que el gasto sanitario público tiene un mayor protagonismo para los pobres en los países de renta baja que en los de renta alta, y destacan que la rentabilidad del gasto sanitario es mayor en los países de renta baja. Harttgen y Misselhorn (2006) destacan que la disponibilidad a las infraestructuras sanitarias disminuye considerablemente la mortalidad y también que los factores socioeconómicos son los mayores determinantes del estado de salud de los niños (Nolte y McKee, 2004).

Baldacci, Guin-Siu y de Mello (2003) y Gupta, Verhoeven y Tiongson (2002) concluyeron al respecto que el gasto público desempeña un rol importante en los sectores de educación y salud, y muestran además que el gasto en educación tiene un mayor impacto en los indicadores de desarrollo humano que el gasto en salud. Dicha relación directa del gasto social con los indicadores de desarrollo humano ha sido corroborada también por un estudio de Ravallion (1997). Según los autores mencionados, el gasto público en salud repercute positivamente en el estado de salud de los grupos de bajos recursos. Bokhari, Gay y Gottret (2007) también observan que, aunque el crecimiento de la economía es uno de los factores más determinantes de los resultados sanitarios en los países en desarrollo, el gasto público en este ámbito también es relevante. Finalmente, usando datos de las Encuestas Demográficas y de Salud, Wang y Wang (2002) analizan los principales elementos para los resultados sanitarios en los países de renta baja, a nivel nacional como en las zonas rurales y urbanas, y resaltan

que el gasto gubernamental en salud a escala nacional puede disminuir significativamente la mortalidad.

Nixon y Ulmann (2006) señalan que el incremento del gasto sanitario público ha contribuido de forma relativamente marginal al aumento de la esperanza de vida en quince países de la Unión Europea y durante un lapso de análisis comprendido entre 1980 y 1995. Además, basándose en datos transversales de 1993 que abarcan 117 países, Zakir y Wunnava (1997) constatan que el gasto sanitario público como porcentaje del producto nacional bruto (PNB) no es un elemento importante de las tasas de mortalidad infantil.

Debido a los resultados divergentes, estas relaciones deben aclararse para los 93 países desarrollados y en desarrollo de la muestra. Los modelos de ecuaciones simultáneas, que no han sido utilizados en otras investigaciones sobre este tema, ofrecen el beneficio de que separan los efectos directos de una infraestructura sanitaria de mayor calidad de los efectos indirectos del crecimiento económico.

### **2.3. Marco conceptual**

#### **Inversión Pública**

Bajo fuente del MIM Perú “Mejorando la Inversión Municipal” (2012), inversión pública es toda intervención limitada en el tiempo que utiliza total o parcialmente recursos públicos, con el fin de crear, ampliar, mejorar, modernizar o recuperar bienes o servicios que se brinda a la población. Las inversiones públicas tienen como fin mejorar la calidad de vida de la población y el desarrollo de la comunidad.

#### **Proyecto de Inversión Pública (PIP)**

Bajo fuente del MIM Perú “Mejorando la Inversión Municipal” (2012), el principal instrumento de inversión pública es el Proyecto de Inversión Pública (PIP). Los PIP están definidos como “las acciones temporales, orientadas a desarrollar las capacidades del Estado para producir beneficios tangibles e intangibles en la sociedad”. Es una herramienta que utiliza el Estado para que sus inversiones produzcan cambios que mejoren la calidad de vida de la población a través de la generación, ampliación e incremento de la cantidad y/o calidad de los servicios públicos que brinda.

### **Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP)**

Bajo fuente del MIM Perú “Mejorando la Inversión Municipal” (2012), el SNIP certifica la calidad y sostenibilidad de los proyectos de inversión pública, a través de un conjunto de principios, métodos, procedimientos y normas técnicas relacionados con las diversas fases de los proyectos de inversión. El SNIP no es una institución, es un Sistema Administrativo del Estado que incluye la participación de distintos actores de cualquier entidad que ejecuten proyectos de inversión pública (por ejemplo, las municipalidades). Cada actor es responsable de cumplir funciones específicas a lo largo de la preparación de un PIP.

### **Proyecto de Inversión Pública Viable**

Bajo fuente del MIM Perú “Mejorando la Inversión Municipal” (2012), un proyecto de inversión viable es aquel en el que:

- Se ha identificado claramente el problema central que se pretende resolver.
- Se ha identificado claramente una o más oportunidades que se pueden utilizar.
- Se han analizado cada una de las alternativas de solución al problema o utilización de la potencialidad (aprovechamiento de la oportunidad).
- Se han identificado y cuantificado los beneficios.
- Se han cuantificado los costos asociados.

- Se ha optado por la alternativa de solución sostenible socialmente más rentable.

### **Desigualdad económica**

Bajo fuente de la ACNUR (2018), la desigualdad económica, inequidad económica, economía de la desigualdad o desigualdad de ingresos comprende todas las disparidades en la distribución de bienes e ingresos económicos, entre ellas muy especialmente la distribución de la renta que procede tanto del capital como del trabajo.

### **Tasa de Mortalidad**

Bajo fuente de la OMS (2018), la tasa de mortalidad indica el número de defunciones por lugar, intervalo de tiempo y causa. La causa básica de defunción se define como "la enfermedad o lesión que desencadenó la sucesión de eventos patológicos que condujeron directamente a la muerte".

## **2.4. Hipótesis**

H<sub>0</sub>: La inversión pública en saneamiento tiene una relación directa en la tasa de mortalidad en el Perú, periodo 1999-2019.

H<sub>a</sub>: La inversión pública en saneamiento tiene una relación indirecta en la tasa de mortalidad en el Perú, periodo 1999-2019.

## 2.5. Variables

<b>RELACION ENTRE LA INVERSIÓN PÚBLICA EN SANEAMIENTO Y LA TASA DE MORTALIDAD EN EL PERÚ, PERIODO 1999-2019</b>					
<b>Variable</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Tipo de variable</b>
Inversión pública en saneamiento	Según MEF, es un sistema administrativo del Estado que tiene como finalidad orientar el uso de los recursos públicos destinados a la inversión para la efectiva prestación de servicios, como el agua y saneamiento	La inversión pública en saneamiento se mide a través del presupuesto destinado a los PIP (proyecto de inversión pública) de ese sector.	Presupuesto de los PIP's entre los años 1999 – 2019.	Monto ejecutado (en soles) respecto al presupuesto de los PIP's.	Independiente
Tasa de Mortalidad	Según la OMS, la tasa de mortalidad indica el número de defunciones por lugar, intervalo de tiempo y causa. La causa básica de defunción se define como "la enfermedad o lesión que desencadenó la sucesión de eventos patológicos que condujeron directamente a la muerte".	La tasa de mortalidad se mide a través de la proporción de muertes respecto a una población.	Proporción de muertes entre los años 1999-2019.	Tasa bruta de mortalidad	Dependiente

### **III. MATERIAL Y MÉTODOS**

#### **3.1. Material**

##### **3.1.1. Población**

La población son todas las series estadísticas de la inversión pública en saneamiento (variable 1) y la tasa de mortalidad (variable 2) en el periodo 1999 – 2019.

##### **3.1.2. Marco muestral**

Está conformada por las series estadísticas anuales de la inversión pública en saneamiento y la tasa de mortalidad en el Perú, periodo 1999 – 2019.

##### **3.1.3. Unidad de análisis**

Series históricas de la inversión pública en saneamiento y tasa de mortalidad en el Perú.

##### **3.1.4. Muestra**

Utilizamos un muestreo no probabilístico por conveniencia enfocado en las series históricas de la inversión pública en saneamiento (IPAS) y la tasa de mortalidad.

De acuerdo a la fuente oficial del gobierno peruano para cifras económicas de inversión pública, Ministerio de Economía y Finanzas, la serie de IPS cuenta con información a nivel de inversión pública regional desde el año 1999 a 2020.

De acuerdo a la fuente oficial del gobierno peruano para cifras socioeconómicas, Instituto Nacional de Estadística e Informática, la serie de tasa de mortalidad cuenta con información a nivel regional desde el año 1999 a 2020.

Sin embargo, durante el año 2020 ocurrió un suceso único en la historia. La presencia de la COVID-19 aumentó la dimensión de mortalidad a nivel global, incluyendo a Perú y sus regiones. A fin de evitar considerar sesgos por el subdimensión de la incidencia de la IPAS sobre la mortalidad en el 2020, decidimos no incluir este año en el presente análisis.

Consideramos el uso de las series históricas de IPAS y mortalidad de 1999 a 2019, un total de 21 datos de frecuencia anual para las 24 regiones del Perú. El panel muestra es de una dimensión de 504 observaciones.

### **3.2. Métodos**

La relación de inversión pública en saneamiento (IPAS) y la tasa de mortalidad es evaluada en datos de frecuencia anual para una muestra de 21 años sobre 24 secciones cruzadas de los datos de tipo panel.

En las series económicas, como señala Wooldridge (2010), existe la presencia de comportamientos irregulares de forma histórica, por las múltiples variables que suelen relacionarse de forma dinámica.

Los principales problemas en estas series, son los de estacionariedad, regresión espúrea, heterocedasticidad y endogeneidad. Por lo que es necesario evaluar la estacionariedad de las series y la posible cointegración de las mismas, a fin de identificar la correcta relación entre las mismas, para lo cual una estimación de corrección de errores permitiría lograr este propósito.

La metodología de estimación de mínimos cuadrados ordinarios dinámicos (DOLS) presentada por Stock y Watson (1993) permite corregir los problemas mencionados anteriormente, donde se asume de acuerdo a lo estudiado por Hansen (1992), el considerar una estimación de corrección de errores para datos de tipo panel. Las series de tiempo  $y_{it}$ ,  $X_{it}'$  cointegran a largo plazo en relación lineal de tipo transversal incluyendo regresores determinísticos  $D_{1,it}$ :

$$y_{it} = X_{it}'\beta + D_{1,it}\phi_{1,i} + u_{1,it}$$

El método DOLS permitiría estimar las relaciones de largo plazo entre la inversión pública en saneamiento (IPAS) y la tasa de mortalidad considerando la heterogeneidad individual al tener un valor para cada relación. Sin embargo, a fin de incorporar la corrección de la heterocedasticidad a nivel de sección cruzada, finalmente se utilizará el método DGLS por el método de White.

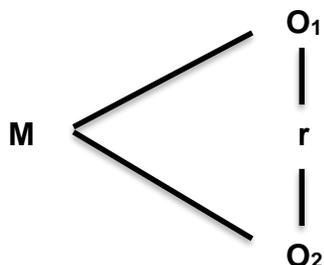
Al trabajar con datos panel, utilizamos las recomendaciones metodológicas de Wooldridge (2010) para considerar la relevancia de la heterogeneidad a considerar de forma transversal que es notoria en las series temporales individuales de sección cruzada de acuerdo al procedimiento estructura en el programa Eviews 10.

### 3.2.1. Diseño de contrastación

#### Diseño Correlacional

Examinamos la relación o asociación existente entre la inversión pública en saneamiento (variable 1) y la tasa de mortalidad (variable 2), en la misma unidad de investigación o sujetos de estudio.

Esquema:



Donde:

**M** = Muestra

**O1** = Variable 1

**O2** = Variable 2

**r** = relación entre ambas variables

### **3.2.2. Técnicas e instrumentos de colecta de datos**

#### **Técnicas:**

- La técnica utilizada en la presente investigación será documental, que consiste en la recolección de datos y posteriormente se procede al análisis de contenido.
- Los datos de nuestras variables han sido recolectados de la información brindada por las páginas web del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), Instituto Nacional de Estadística e informática del Perú (INEI), de los libros referidos al tema.
- La investigación es descriptiva, porque detallará el comportamiento y evolución de las dos variables durante el periodo 1999-2019.
- La investigación es explicativa porque se pretende explicar la relación de la variable 1 (inversión pública en saneamiento) con la variable 2 (tasa de mortalidad).

#### **Instrumento:**

- Para la presente investigación se realizará un conglomerado de las variables con respecto a la recolección de datos, la información estadística y las fuentes históricas que describen nuestras variables, luego se evaluará

en datos de frecuencia anual para una muestra de 21 años sobre 24 secciones cruzadas de los datos de tipo panel (utilizando herramientas como el programa Eviews 10).

### **3.2.3. Procesamiento y análisis de datos**

En base a la información recopilada de las fuentes oficiales, se elaborará la base de datos en Excel para posteriormente, utilizando programas econométricos como Eviews 10, evaluar en datos de frecuencia anual para una muestra de 21 años sobre 24 secciones cruzadas de los datos de tipo panel.

El análisis técnico se enfoca en identificar el cumplimiento de la siguiente estrategia metodológica:

- i) Análisis de estadísticas descriptivas a nivel individual por departamentos

En esta etapa, se pretende visualizar el origen de la heterocedasticidad de las series junto al grado de dependencia de sección cruzada:

- a) Identificación de media, desviación estándar, asimetría y curtosis

- Cálculo de media, desviación estándar, asimetría y curtosis de largo plazo a nivel de departamentos para cada serie
- Análisis de nivel de asimetría y curtosis sobre su influencia en el comportamiento de la distribución

- b) Prueba de igualdad de medias entre series de sección cruzada:

Se estima una prueba de igualdad de media de largo plazo en series a nivel de departamentos con el método Anova con estimación de suma

de cuadrados residuales (SST) para un total de muestra de 504 observaciones:

$$SST = \sum_{i=1}^n (\bar{X}_i - \bar{X})^2$$

c) Nivel de correlación contemporánea entre secciones cruzadas

Se estiman las desviaciones contemporáneas por cada departamento en el total de las series de tiempo individuales:

$$\hat{\sigma}_{ij} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (X_{it} - \bar{X}_i)^2$$

El cálculo es comparado a nivel correlacional bajo la prueba de Pearson simple para estimar el nivel de correlación cruzada contemporánea:

$$\rho_{(\hat{\sigma}_{ij}, \hat{\sigma}_{ik})} = \frac{\text{cov}(\hat{\sigma}_{ij}, \hat{\sigma}_{ik})}{\sqrt{\hat{\sigma}_{ij} \hat{\sigma}_{ik}}}; \quad i \neq j$$

d) Estado de dependencia de sección cruzada

Se estima la presencia de correlación cruzada contemporánea:

$$H_0: \rho_{(\hat{\sigma}_{ij}, \hat{\sigma}_{ik})} = 0; \quad i \neq j$$

$$H_A: \rho_{(\hat{\sigma}_{ij}, \hat{\sigma}_{ik})} \neq 0; \quad i \neq j$$

ii) Análisis de estacionariedad y cointegración en series por departamentos

En esta etapa se identifica la presencia de raíz unitaria en las series y el nivel de cointegración:

a) Identificación de raíz unitaria individual bajo el método ADF

Se estima una regresión en diferencias que incorpora valores pasados como regresoras. Si se encuentra presencia de raíz unitaria en las series en niveles, se evalúa la presencia en primeras diferencias; si se logra la ausencia de raíz unitaria en primeras diferencias a nivel de sección cruzada regional se decide trabajar con la modificación de las series:

$$\Delta Y_t = \gamma Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p (s_j \Delta Y_{t-j}) + e_t$$

b) Identificación de raíz unitaria en común bajo el método Levin, Lin & Chu

Se estima una regresión de tipo panel con los residuos encontrados en pruebas anteriores y distinguiendo la secuencia de sección cruzada de la muestra:

$$Y_{it} = D_{it} + u_{it}$$

El valor de residuo muestra la dependencia temporal como un movimiento factorial

$$u_{it} = \lambda_i^{Ft} + \epsilon_{it}$$

c) Identificación de nivel de cointegración entre series

Mediante el uso de la prueba de Johansen y Fisher a nivel individual de sección cruzada por departamentos:

$$H_0: -2 \sum_{i=1}^N \log(\rho_i) \rightarrow X^2 2N$$

iii) Decisión de método de estimación

En esta etapa definimos el nivel de cointegración de las series y la forma funcional de las series para mostrar estacionariedad. Si lo planteado inicialmente hasta ahora es válido, deberíamos notar la presencia de raíz unitaria individual y común en las series de inversión pública en agua y saneamiento (IPAS) y la tasa de mortalidad, la cual se soluciona con una estimación en primeras diferencias. Además, deberíamos notar la presencia de una relación de cointegración. Por lo que, de corroborar esta evidencia, confirmaríamos la utilización del método DGLS por el método de White que permitiría estimar los coeficientes de largo plazo en la relación de interés para la investigación:

$$y_{it} = X'_{it}\beta + D'_{1it}\gamma_1 + \sum_{j=-q}^r (\Delta X_{t+j}') + v_{1t}$$

Para un estimador GLS que es insesgado, consistente, eficiente y de distribución asintóticamente normal:

$$\sqrt{n}(\hat{\beta} - \beta) \xrightarrow{d} N(0, (X'\Omega^{-1}X)^{-1})$$

iv) Evaluación de método de estimación

a) Suma total de residuos al cuadrado

El método representa la minimización del argumento del estimador:

$$\hat{\beta} = \arg. \min_{\beta} (Y - X\beta)' \Omega^{-1} (Y - X\beta)$$

b) Varianza de largo plazo

$$\hat{\sigma}_{ij}^2 = \arg. \min_{\hat{\sigma}} \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (X_{it} - \bar{X}_i)^2$$

c) Normalidad de residuos

Evaluada con histogramas bajo supuestos de distribución normal

d) Poder de predicción con el coeficiente de Theil

$$\text{TIC} = \frac{\sqrt{\sum_{t=T+1}^{T+h} \frac{(\hat{y}_t - y_t)^2}{h}}}{\sqrt{\sum_{t=T+1}^{T+h} \frac{(\hat{y}_t)^2}{h}} + \sqrt{\sum_{t=T+1}^{T+h} \frac{(y_t)^2}{h}}}$$

## **IV. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **4.1. Presentación de resultados**

#### **4.1.1. Inversión pública en saneamiento en el Perú durante el periodo 1999 – 2019**

##### **4.1.1.1. Antecedentes**

En el Perú, la inversión pública cuenta con distintos procedimientos y procesos los cuales son realizados por las entidades pertenecientes al Estado de los tres niveles de Gobierno, las cuales están sujetas a las normas que desarrolla el MEF (Ministerio de Economía y Finanzas) mediante la DGIP (Dirección General de Inversión Pública), con la finalidad de respaldar la calidad del gasto de los proyectos y su aportación al desarrollo de la sociedad. Existe una gran variedad de escrituras económicas (teórica y empírica) las cuales identifican una gran relación y dependencia entre dos variables: inversión pública y bienestar social.

El aumento de la inversión pública posibilita incrementar el stock de capital disponible en la economía, el mismo que tiene un impacto directo sobre las variables ya mencionadas.

#### **Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP)**

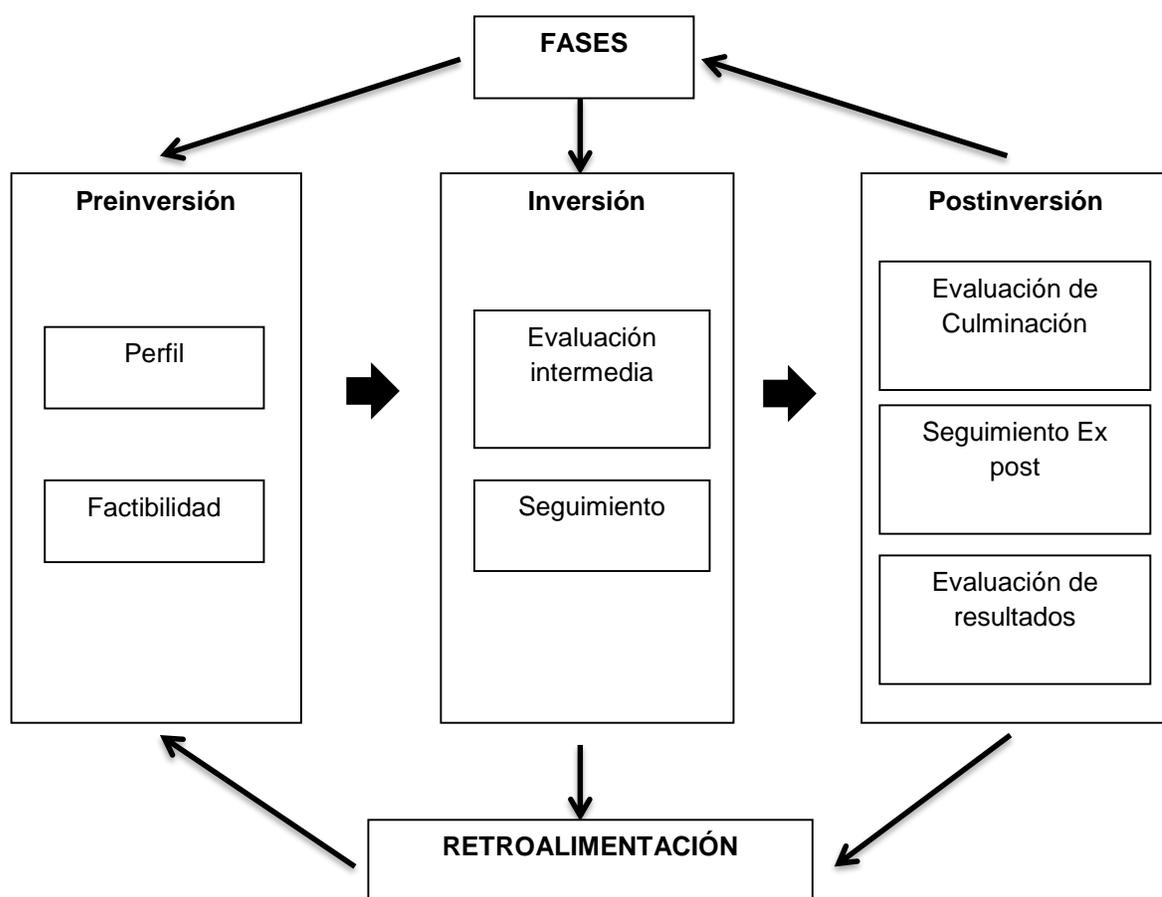
A mediados del año 2000, se crea en el Perú el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), orientado a mejorar la asignación de los recursos públicos de inversión para el desarrollo, y a partir del año 2007 en el marco del proceso de descentralización del país, delega la viabilidad de los proyectos de inversión pública (PIP) en cada entidad de gobierno nacional, regional y local.

En la actualidad, el SNIP se ubica entre los sistemas de inversión pública más importantes de la región Latinoamericana, cuenta con políticas, normas técnicas y

metodologías específicas que lo han consolidado como un instrumento fundamental para garantizar la provisión de servicios públicos de calidad que contribuyan al crecimiento económico y el bienestar de la población.

La DGIP, desde la creación del SNIP, viene desarrollando instrumentos metodológicos con el propósito de facilitar la preparación y evaluación de Proyectos de Inversión Pública (PIP) para cada fase del ciclo del proyecto. De este modo, contribuye con el objetivo central del SNIP: optimizar o mejorar la asignación de recursos públicos destinados a PIP.

**Figura 3. Instrumentos metodológicos de los PIP, y su relación con el ciclo del proyecto**



*Elaboración: propia*

*Fuente: DGIP-MEF*

## **Balance de la Inversión Pública**

Durante el periodo 1999-2019, los proyectos que fueron declarados como viables tuvieron una inversión mayor a S/ 400 mil millones, acontecimiento que pone en evidencia la consolidación del SNIP a través de los años, el cual tiene un total de 1292 Oficinas de Programación e Inversiones (OPI), en todos los sectores de país y niveles de gobierno.

Durante todos los años en los cuales tiene vigencia el SNIP, los niveles de inversión pública han presentado un incremento sostenido, debido a que de 18 proyectos que fueron aprobados en el año 1999, pasaron a más de 24,000 proyectos aprobados en el año 2019. Durante dicho periodo, en todos los niveles de gobierno, se han manifestado viables aproximadamente 166,030 proyectos, lo cual demuestra una orientación descentralizada del sistema, ya que los proyectos que están a cargo de los gobiernos subnacionales han mostrado una mayor tasa de crecimiento.

La inversión pública dividida por funciones muestra detalles significativos que deben ser destacados. Durante el periodo 1999-2019, las 4 funciones que tienen una mayor cantidad de proyectos en condición de viables son:

- Educación: 36,894 proyectos aprox.
- Transporte: 34,216 proyectos aprox.
- Saneamiento: 25,507 proyectos aprox.
- Agricultura: 14,595 proyectos aprox.

Dichas funciones representan el 67% de la cantidad total de proyectos declarados viables.

Ahora, si se identifica el monto (en soles) de inversión pública viable de dichas funciones, que más participación tienen en ese periodo de 21 años, tenemos:

- Transporte: S/ 120 501 millones
- Educación: S/ 60 421 millones
- Saneamiento: S/ 54 120 millones

- Agricultura: S/ 33 235 millones

Dichas funciones representan el 69% del monto total de los proyectos declarados viables.

Dicho esto, surge una pregunta: ¿por qué la inversión pública se centra específicamente en esas funciones? La respuesta es que el presupuesto de la inversión pública debe tener una relación con los objetivos de política pública del país. En el caso de saneamiento, que es el tema de estudio de este trabajo, refleja la política de inclusión social de garantizar a todos los peruanos (sin exclusión) de una mejor calidad de vida mediante la dotación y mejora de servicios de acceso al agua potable con un impacto significativo en la salud de la población, principalmente en los niños y en las zonas urbanas que son marginadas.

#### **4.1.1.2. Inversión pública en saneamiento**

##### **4.1.1.2.1. Nacional**

En el caso de las inversiones públicas para el mejoramiento del sector saneamiento, se definió como indicador relevante la Tasa de acceso adecuado a agua, entendido como el porcentaje de hogares que cuentan con abastecimiento adecuado; y como proyecto tipo la “Ampliación y/o mejoramiento del sistema de agua potable”. Además, se definió como indicador relevante la Tasa de acceso adecuado a desagüe, entendido como el porcentaje de hogares que cuentan con sistema adecuado de disposición de excretas; y como proyecto tipo la “Ampliación y/o mejoramiento del sistema de desagüe”.

Se pudieron identificar diferentes proyectos durante los periodos 1999-2019 en los cuales, si se ha visto reflejado el desarrollo de los niveles de inversión, a través de indicadores como el PIM (Presupuesto Institucional Modificado), devengado, nivel de ejecución del proyecto o grado de avance, entre otros. El sector saneamiento tuvo una dinámica muy importante en cuanto a ejecución del presupuesto.

Según el Ministerio de Economía y Finanzas, el aumento de los niveles de inversión en saneamiento se demuestra por la ejecución de aproximadamente 1200 proyectos en el Perú.

**Tabla 2. Presupuesto de Inversión Pública en Saneamiento y grado de avance, 1999-2019**

<b>Año</b>	<b>Presupuesto Institucional Modificado</b>	<b>Devengado</b>	<b>Grado de Avance</b>
<b>1999</b>	S/. 357,304,321	S/. 235,593,679	65.9%
<b>2000</b>	S/. 375,647,422	S/. 317,678,545	84.5%
<b>2001</b>	S/. 360,159,267	S/. 178,352,516	49.5%
<b>2002</b>	S/. 154,058,765	S/. 70,599,963	45.8%
<b>2003</b>	S/. 1,443,762,782	S/. 69,481,801	48.1%
<b>2004</b>	S/. 220,466,259	S/. 112,885,375	51.2%
<b>2005</b>	S/. 582,283,370	S/. 398,976,923	68.5%
<b>2006</b>	S/. 1,106,469,946	S/. 418,948,929	37.9%
<b>2007</b>	S/. 2,567,196,085	S/. 1,114,866,259	43.4%
<b>2008</b>	S/. 4,187,501,581	S/. 2,000,881,932	47.8%
<b>2009</b>	S/. 3,228,714,896	S/. 2,099,312,707	65.0%
<b>2010</b>	S/. 3,599,653,451	S/. 2,559,262,466	71.1%
<b>2011</b>	S/. 4,524,396,682	S/. 2,956,788,502	65.4%
<b>2012</b>	S/. 4,851,598,249	S/. 3,418,468,012	68.8%
<b>2013</b>	S/. 5,338,743,787	S/. 3,418,468,012	64.0%
<b>2014</b>	S/. 5,307,368,183	S/. 3,599,582,599	67.8%

<b>2015</b>	S/. 4,250,879,209	S/. 2,750,947,475	64.7 %.
<b>2016</b>	S/. 5,159,719,050	S/. 3,062,447,498	59.4 %.
<b>2017</b>	S/. 6,780,960,109	S/. 4,296,072,628	63.4 %.
<b>2018</b>	S/. 6,570,589,572	S/. 3,827,379,123	58.00%
<b>2019</b>	S/. 6,235,573,462	S/. 4,131,379, 658	66.20%

*Elaboración: propia*

*Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas*

Los proyectos más grandes son obras de agua, alcantarillado y saneamiento en Bayóvar (San Juan de Lurigancho), Olmos (Lambayeque), San Juan de Amancaes (Rímac), en Lima, y la Amazonía. También se tiene a la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales de San Martín, Piura.

En el año 2019, la Superintendencia Nacional de Servicios y Saneamiento (organismo encargado de la regulación, fiscalización y supervisión de la prestación de servicios referidos a saneamiento), aprobó aproximadamente 16 estudios tarifarios, en los cuales se identifican proyectos públicos de inversión para desarrollar el servicio de agua saludable. Estos eran proyectos que necesitaban ser reactivados después del freno que tuvieron durante los años anteriores.

### **Principales proyectos 1999-2019**

#### **Según código DPNN y nombre del proyecto**

- ✓ 2001621: ESTUDIOS DE PRE-INVERSION
- ✓ 2015819: MEJORAMIENTO Y EXPANSION DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LAS CIUDADES PROVINCIALES DE IQUITOS, CUSCO Y SICUANI (PE-P29)

- ✓ 2022807: PROGRAMA MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE TUMBES
- ✓ 2147748: GESTION DEL PROGRAMA Y OTROS - PROGRAMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO PARA LA AMAZONIA RURAL
- ✓ 2133298: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA LOCALIDAD DE ASILLO, DISTRITO DE ASILLO - AZANGARO – PUNO
- ✓ 2111106: CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS - UNION CHANKA, I-ETAPA, EN LA COMUNIDAD DE CUPISA, DISTRITO DE SAN JERONIMO - ANDAHUAYLAS – APURIMAC
- ✓ 2017723: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y CONSTRUCCION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL DISTRITO DE ACOLLA

### **Grado de avance**

Cuando se habla del grado de avance, nos referimos al monto que se ha ejecutado respecto al presupuesto que se tenía para invertir en obras públicas. A pesar de que el sector saneamiento tuvo una dinámica muy importante en cuanto a ejecución del presupuesto, surge la siguiente pregunta: ¿por qué no se ejecuta todo el presupuesto?

Mucho se ha escuchado a los gobernadores decir que no tienen suficiente presupuesto para invertirlo en obras de saneamiento que beneficien a sus comunidades. Sin embargo, el problema no es la falta de presupuesto sino la falta de capacidades para ejecutarlo. Como se puede observar en la Tabla 2, en ningún

año, a excepción del 2000 y 2010, se ha logrado ejecutar más del 70% de su presupuesto.

Si bien el nivel de ejecución de gasto no es el único indicador para medir eficiencia en una gestión, lo cierto es que, si no se cuenta con las suficientes competencias para invertir el presupuesto asignado, difícilmente se puede hablar de capacidad institucional en una organización. Por el contrario, una región que gasta todo su presupuesto no necesariamente asegura que lo invertido lo está traduciendo en progreso para la ciudadanía. De ahí que lo importante es que los gobiernos regionales puedan contar con data útil que oriente la asignación y posterior ejecución de su presupuesto de manera efectiva para su gente.

#### 4.1.1.2.2. Departamental

A fin de hallar las brechas entre departamentos con respecto a la proporción de la inversión pública que se asignó, se identificó la inversión total para los 21 años analizados para luego hallar la inversión promedio que se busca. Esto, a fin que las proyecciones de la inversión pública en saneamiento que se elaboren se basen en el supuesto de una estabilidad en las políticas en cada uno de los departamentos. Se obtuvo los siguientes resultados:

**Tabla 3. Inversión Pública en Saneamiento en los departamentos del Perú, 1999-2019 (en soles)**

DEPARTAMENTOS	TOTAL (1999-2019)	PROMEDIO (1999-2019)
1. Lima	3,840,292,426	192,014,621
2. Arequipa	3,070,944,027	153,547,201
3. Tacna	908,164,839	45,408,242
4. Lambayeque	2,463,700,082	123,185,004
5. Ancash	4,412,032,182	220,601,609

<b>6. La Libertad</b>	3,277,006,516	163,850,326
<b>7. Piura</b>	4,757,277,249	237,863,862
<b>8 Tumbes</b>	696,368,131	34,818,407
<b>9. Moquegua</b>	1,205,125,321	60,256,266
<b>10. Ica</b>	1,857,977,341	92,898,867
<b>11. Ayacucho</b>	2,106,722,136	105,336,107
<b>12. Junín</b>	2,469,539,041	123,476,952
<b>13. Cusco</b>	3,959,923,497	197,996,175
<b>14. Apurímac</b>	1,982,593,979	99,129,699
<b>15. San Martín</b>	2,219,822,116	110,991,106
<b>16. Cajamarca</b>	4,288,990,258	214,449,513
<b>17. Huancavelica</b>	1,734,481,079	86,724,054
<b>18. Huánuco</b>	2,103,780,809	105,189,040
<b>19. Puno</b>	3,557,051,418	177,852,571
<b>20. Amazonas</b>	1,597,278,002	79,863,900
<b>21. Pasco</b>	1,476,553,670	73,827,684
<b>22. Madre de Dios</b>	279,885,410	13,994,271
<b>23. Loreto</b>	2,492,923,203	124,646,160
<b>24. Ucayali</b>	1,075,851,037	53,792,552

*Elaboración: propia*

*Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas*

Los departamentos del Perú a los cuales se les destino mayor parte de la inversión pública en saneamiento durante el periodo 1999-2019 fueron Ancash (con un promedio de S/. 220, 601,609 por año) y Piura (con un promedio de S/. 237, 863,862 por año), seguidos de Cajamarca, Cusco, Lima y Puno. Sin embargo, Lima es la que mayores necesidades de inversión presenta, claro reflejo de la densidad Poblacional de la Capital con respecto al resto de Regiones del país. Los departamentos que menos inversión recibieron fueron Madre de Dios y Tumbes.

Para poder realizar un análisis más profundo, se procedió a clasificar a los departamentos del Perú según región geográfica (Tabla 4). El Perú cuenta con tres regiones naturales, cuyo porcentaje de población no necesariamente es equivalente con la superficie habitada. En la región Costa reside el 55,9% de habitantes, en la Sierra el 29,6% y en la Selva el 14,5%.

**Tabla 4. Clasificación de los departamentos del Perú según región geográfica**

<b>Departamentos</b>	<b>Regiones</b>
<b>1. Lima</b> <b>2. Arequipa</b> <b>3. Tacna</b> <b>4. Lambayeque</b> <b>5. Ancash</b> <b>6. La Libertad</b> <b>7. Piura</b> <b>8 Tumbes</b> <b>9. Moquegua</b> <b>10. Ica</b>	Costa
<b>11. Ayacucho</b> <b>12. Junín</b> <b>13. Cusco</b> <b>14. Apurímac</b> <b>15. San Martín</b> <b>16. Cajamarca</b> <b>17. Huancavelica</b> <b>18. Huánuco</b> <b>19. Puno</b>	Sierra
<b>20. Amazonas</b> <b>21. Pasco</b> <b>22. Madre de Dios</b> <b>23. Loreto</b> <b>24. Ucayali</b>	Selva

*Elaboración: propia*

*Fuente: Brainly.lat*

Al clasificar los departamentos según zona geográfica, se identificó que existe una gran brecha en la inversión pública en saneamiento entre la región Selva, con las regiones Costa y Sierra. La principal causa de que la inversión en las regiones Costa y Sierra haya evolucionado de una manera más significativa con respecto a la región Selva, es la geografía adversa que ha sido un enorme obstáculo para las obras públicas. La selva es el 50% de la superficie del país, pero apenas concentra el 9% de la población.

**Tabla 5. Inversión Pública en Saneamiento en las regiones geográficas del Perú, 1999-2019 (en soles)**

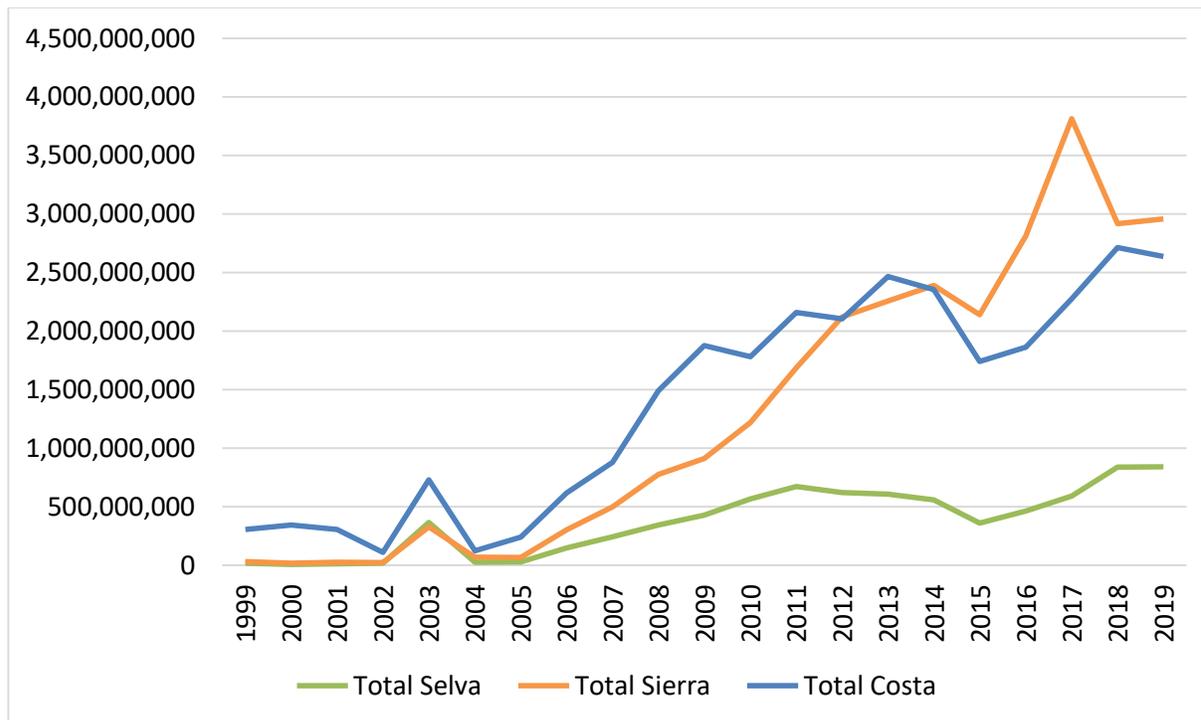
<b>Regiones</b>	<b>TOTAL (1999-2019)</b>	<b>PROMEDIO (1999-2019)</b>
<b>COSTA</b>	26,488,888,114	1,394,152,006
<b>SIERRA</b>	24,422,904,333	1,285,416,018
<b>SELVA</b>	6,922,491,322	364,341,649

*Elaboración: propia*

*Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas*

Las barreras geográficas han hecho prohibitivo las operaciones para ejecutar los PIP. Es mucho más barato mover un contenedor desde el Callao hasta Shanghái que al grueso de la Amazonia. Con una población pequeña, dispersa, y poco comunicada, los mercados están atomizados y no permiten aprovechar economías de escala, lo que finalmente deriva a la escasa e ineficiente provisión de bienes públicos. ¿Cómo superar este problema? El Estado debe invertir en infraestructura apropiada para la región, en especial fluvial y aérea, para romper su aislamiento del Perú y del mundo.

**Figura 4. Evolución de la inversión pública en saneamiento en las regiones geográficas del Perú del Perú, 1999-2019 (en soles)**

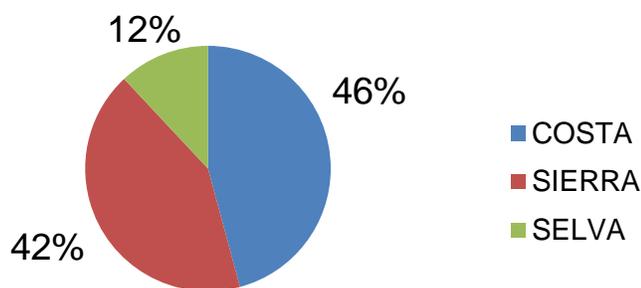


Elaboración: propia

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas

Como resultado, tenemos la disparidad en la proporción de la inversión pública en saneamiento, específicamente en los departamentos de la Selva.

**Figura 5. Proporción de la inversión pública en saneamiento en las regiones geográficas del Perú del Perú, 1999-2019**



Elaboración: propia

Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas

## **4.1.2. Tasa de mortalidad en el Perú durante el periodo 1999 – 2019.**

### **4.1.2.1. Antecedentes**

Conocer los motivos y el número o porcentaje de muertes que se producen en un sector nos brinda una idea del estado actual de la salud de dicha población, además de la calidad de los servicios médicos, tanto como para prevenir enfermedades como también para asistirlos.

Antes del siglo XXI, la tasa de mortalidad en el mundo estaba representada principalmente por las enfermedades infecciosas y por las que guardan relación a la pobreza, es decir, las que se desarrollan en personas que carecen de necesidades básicas como agua y saneamiento (entre las más comunes se encuentran: enfermedades diarreicas, tuberculosis, intoxicaciones, neumonías, entre otras.). Con el constante desarrollo de la salud pública, esos motivos empezaron a ser controlados en los países ricos (de nivel socioeconómico elevado), siendo así reemplazadas por las denominadas enfermedades o afecciones de la abundancia: cáncer, accidentes comunes, enfermedades cardiovasculares, entre otras.

Se designa transición epidemiológica a la etapa de muchos países, en la que, por sus niveles socioeconómicos, no han podido controlar aún a las enfermedades y/o afecciones relacionadas a la pobreza, y que han empezado a ver un incremento significativo de las enfermedades de la abundancia.

Este es el caso del Perú, debido a que todavía no ha logrado controlar las enfermedades y afecciones del pasado, y ya está padeciendo la carga de mortalidad de las del futuro (entre las más comunes el cáncer, enfermedades del corazón, diabetes por motivos de obesidad, etc.). En el año 1986 por ejemplo, las 3 primeras razones de muerte fueron: neumonías, infecciones intestinales y tuberculosis. Ya entre los años 2015 y 2018, las tres primeras razones de muerte son diabetes, neumonías y derrames cerebrales. De ahí es que parte la importancia de la creación de leyes, por ejemplo, la “Ley de Alimentación

Saludable”, que tiene como objetivo proyectarse a largo plazo para impedir el desarrollo de las enfermedades crónicas.

Cuando se identifican las enfermedades y afecciones específicas que mayor cantidad de muertes causan en el Perú, se encentra como la primera a la neumonía, como segunda a los derrames cerebrales y posteriormente a la diabetes, la cirrosis del hígado, los infartos al corazón, las enfermedades pulmonares y los accidentes automovilísticos. Si se analizan los tipos de cáncer que hacen que más peruanos mueran, encontramos al cáncer de estómago, el de próstata y por último el de cuello uterino.

Sin embargo, cuando se agrupan y ordenan las enfermedades, la primera razón de muerte es el cáncer, posteriormente las enfermedades parasitarias e infecciosas, las cardiovasculares y los accidentes. Esos cuatro grupos explican 2 de cada 3 muertes en el Perú (67%). El dato que se puede resaltar es que, desde el siglo XXI, la tasa de mortalidad por enfermedades parasitarias e infecciosas ha disminuido en 4% por cada año y la de los problemas cardiovasculares disminuyó en un 2% por cada año, lo cual es considerado como un progreso. Lamentablemente, la mortalidad por cáncer y por accidentes se mantiene constante.

#### **4.1.2.2. Mortalidad en el Perú**

Conociendo lo anterior, en el periodo comprendido entre los años 1986 y 2019, el Ministerio de Salud (2019) estima en promedio fallecieron alrededor de 150,309 personas por año, observándose que el número de defunciones presentaba un lento descenso hasta el año 2001, año en el cual la tendencia cambió, incrementándose de manera progresiva en los próximos 18 años.

**Tabla 6. Defunciones Totales y tasa bruta de mortalidad en el Perú, 1999 - 2019**

<b>Año</b>	<b>Defunciones estimadas</b>	<b>Población estimada</b>	<b>Tasa bruta de mortalidad</b>
<b>1999</b>	150,017	25,588,546	5.8627
<b>2000</b>	149,385	25,983,588	5.7492
<b>2001</b>	149,052	26,366,533	5.6531
<b>2002</b>	149,151	26,739,379	5.578
<b>2003</b>	149,725	27,103,457	5.5242
<b>2004</b>	150,684	27,460,073	5.4874
<b>2005</b>	151,965	27,810,540	5.4643
<b>2006</b>	153,505	28,151,443	5.4528
<b>2007</b>	155,242	28,481,901	5.4505
<b>2008</b>	157,233	28,807,034	5.4581
<b>2009</b>	159,522	29,132,013	5.4758
<b>2010</b>	162,019	29,461,933	5.4993
<b>2011</b>	164,637	29,797,694	5.5252
<b>2012</b>	167,289	30,135,875	5.5512
<b>2013</b>	169,967	30,475,144	5.5772
<b>2014</b>	172,731	30,814,175	5.6056
<b>2015</b>	175,589	31,151,643	5.6366
<b>2016</b>	178,553	31,488,625	5.6704
<b>2017</b>	181,631	31,826,018	5.707
<b>2018</b>	184,797	32,162,184	5.7458
<b>2019</b>	188,043	32,162,184	5.7867

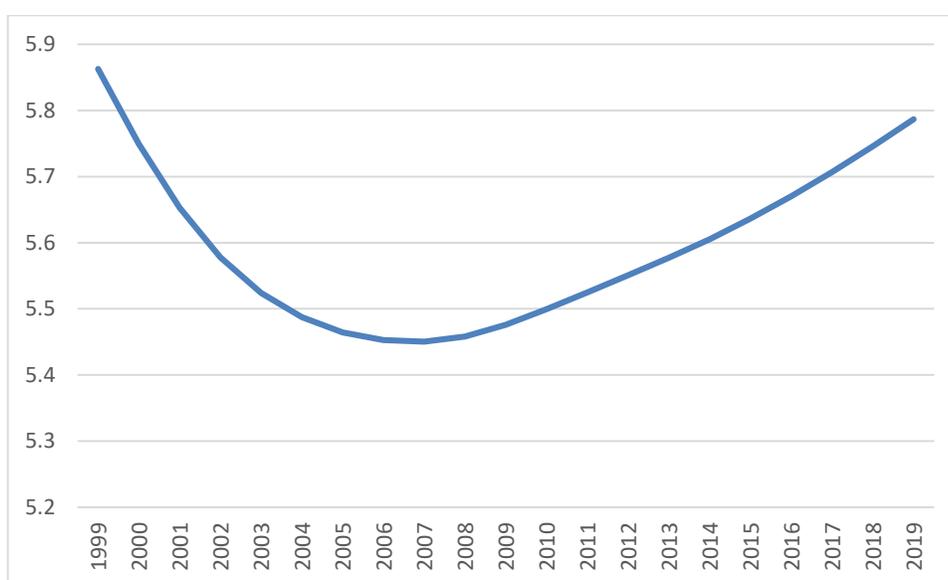
*Elaboración: propia*

*Fuente(s): i) Perú: Estimaciones y Proyecciones de Población, 1950-2050. Boletín de Análisis Demográfico N° 37. ii) Perú: Estimaciones y Proyecciones de Población, 1950-2050. Boletín de Análisis Demográfico N° 36. iii) Registro Nacional de Identificación y Estado Civil.*

De la igual manera, la tendencia de la tasa de mortalidad a nivel nacional mostraba un patrón descendente hasta el año 2007, siendo a partir de este año en el que se ve incrementada, siendo en 5.79 en 2019, casi igualando el nivel estimado para el año 1999.

Este incremento de la tasa de mortalidad, de 5.46 en el año 2005 a 5.50 en el 2010, y posteriormente a 5.79, puede estar sustentado, en medida, por la transición demográfica que afronta el Perú, siendo las enfermedades o afecciones asociadas a la abundancia, mencionadas anteriormente, las principales causas de defunciones en los últimos años.

**Figura 6. Tasa bruta de mortalidad del Perú, 1999-2019**



*Elaboración: propia*

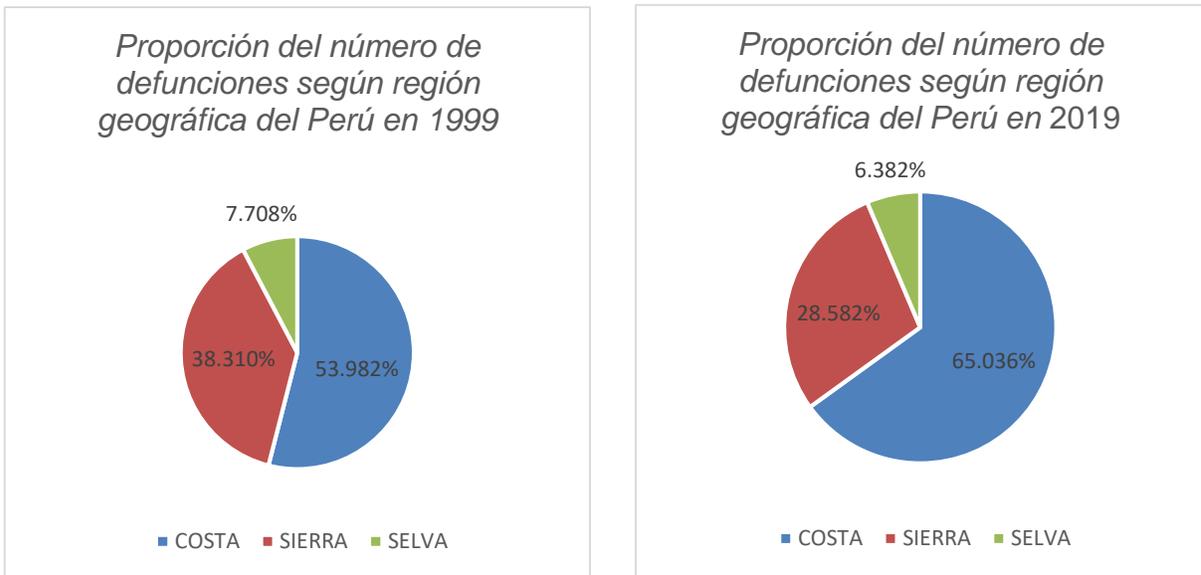
*Fuente: Estimaciones y Proyecciones de Población, 1950-2050. Boletín de Análisis Demográfico N.º 36*

#### **4.1.2.3. Mortalidad según regiones naturales**

En el 2019 el 65.04% de las defunciones se produjeron en la Costa, 28.58% en la Sierra y 6.38% en la Selva; mientras que, en 1999, el 53.98% ocurrieron en la Costa, 38.31% en la Sierra y 7.71% en la Selva.

Se puede apreciar como esta estructura no ha variado significativamente entre los años de estudios, siendo dos terceras partes del total de defunciones registradas las que suceden en la costa (65.04%), destacando de entre todos los departamentos, Lima, representando el 33%.

**Figura 7. Proporción del número de defunciones según región geográfica del Perú en 1999 y 2019**

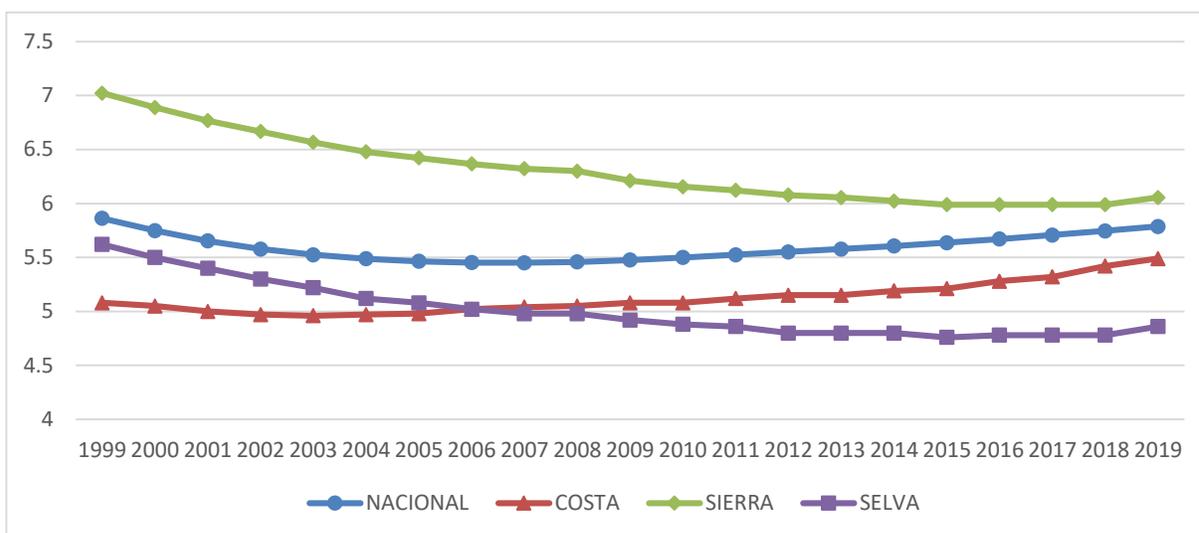


*Elaboración: propia*

*Fuente:* Estimaciones y Proyecciones de Población, 1950-2050. Boletín de Análisis Demográfico N° 36

La tasa bruta de mortalidad en la Sierra para el 2019 fue de 6.06 por mil habitantes, en la Costa 5.49 y en la Selva 4.86. Al realizarse la comparación en relación a lo observado en 1999, las tasas disminuyeron en dos de las tres regiones, 13.043% en la Sierra y en 4.286% en la Selva, y aumentó en 7.298% en la Costa. A nivel nacional la tasa de mortalidad presentó una reducción de 1.994% en el periodo observado.

**Figura 8. Tasa Bruta de Mortalidad según región natural, 1999 - 2019**



*Elaboración: propia*

*Fuente: Estimaciones y Proyecciones de Población, 1950-2050. Boletín de Análisis Demográfico N° 36*

Durante el periodo 1999-2019, la tasa de mortalidad ha sido mayor en la región de la Sierra, siendo en promedio 6.19 por cada 100° habitantes.

**Tabla 7. Variación de la tasa bruta de mortalidad por región natural entre el periodo 1999 - 2019**

	Costa	Sierra	Selva
<b>Var % TOTAL</b>	8.07%	13.77%	13.52%
<b>Var % Promedio anual</b>	0.39%	-0.74%	-0.72%

*Elaboración: propia*

*Fuente: Estimaciones y Proyecciones de Población, 1950-2050. Boletín de Análisis Demográfico N° 36*

De las regiones que presentaron una disminución, en la sierra se disminuyó en promedio 0.73% anualmente y en la selva 0.23% promedio anual. En la Costa la tasa se aumentó en promedio 0.37% anual.

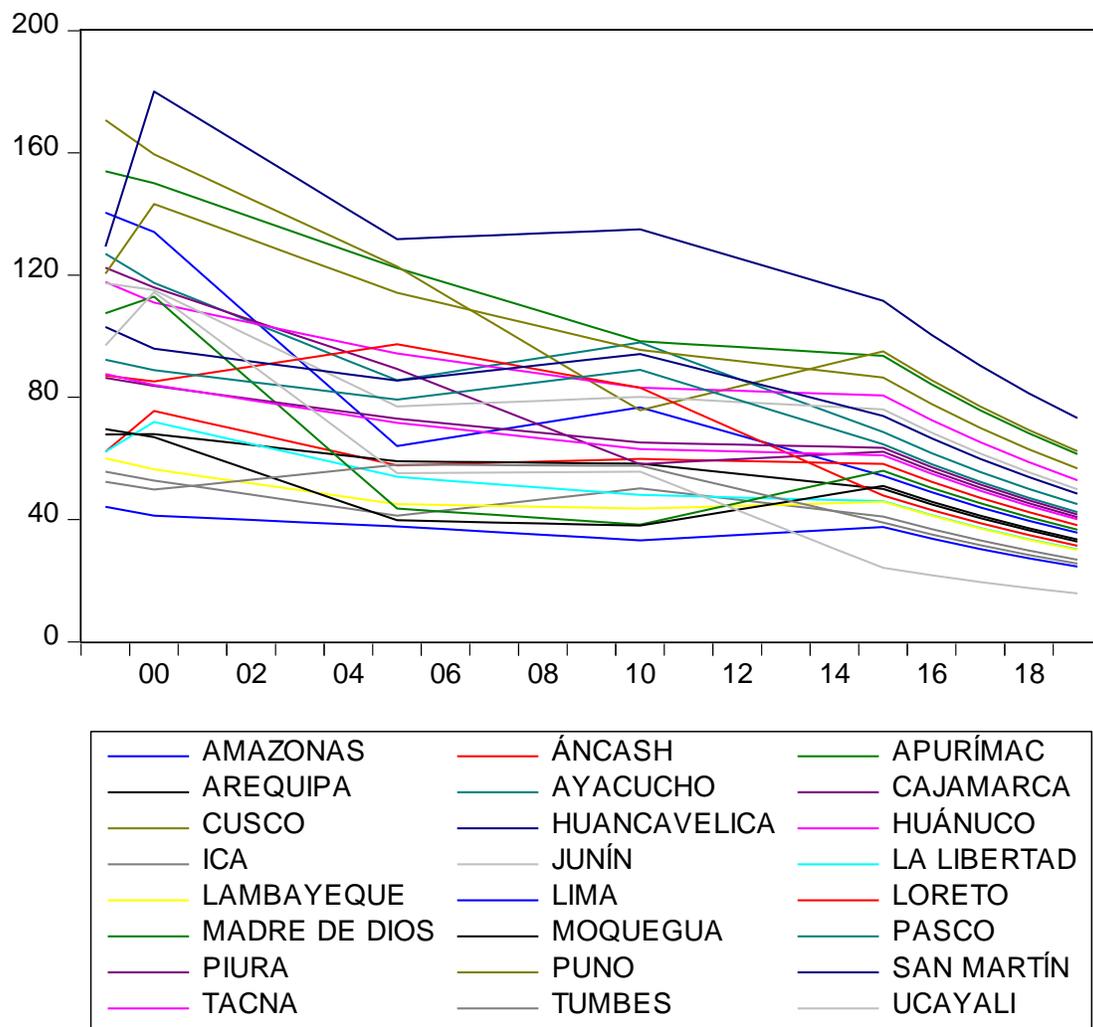
#### **4.1.2.4. Mortalidad según enfermedades transmitidas por el agua y falta de saneamiento básico.**

En este grupo de enfermedades transmitidas por el agua contaminada y falta de saneamiento básico se encuentran las enfermedades del sistema digestivo, infecciosas y parasitarias; tales como Amebiasis, Shigelosis, Cólera, diarrea, entre otras.

Con el uso de la tasa bruta de mortalidad representada por el total de muertes por enfermedades infecciosas y parasitarias, y enfermedad del sistema digestivo por cada 1000 habitantes obtenido por los valores mostrados en el Anexo 21, tenemos la figura 9 que nos muestra la tendencia hacia la baja en todas las regiones del Perú dentro del período de 1999 a 2019.

Podemos notar como la mayoría de las series se encuentra en valores cercanos al 100 a 120 muertes por cada 1000 habitantes en 1999 y como se llega a un nivel de convergencia cercano al de 50 muertes por cada 1000 habitantes en 2019.

**Figura 9. Tendencia de la tasa bruta de mortalidad en el Perú según enfermedades transmitidas por el agua y falta de saneamiento básico, 1999 - 2019**



Elaboración: Propia

Fuente: MINSA.

### **4.1.3. Relación de la inversión pública en saneamiento y la tasa de mortalidad en el Perú durante el periodo 1999 – 2019.**

#### **4.1.3.1. Resultados**

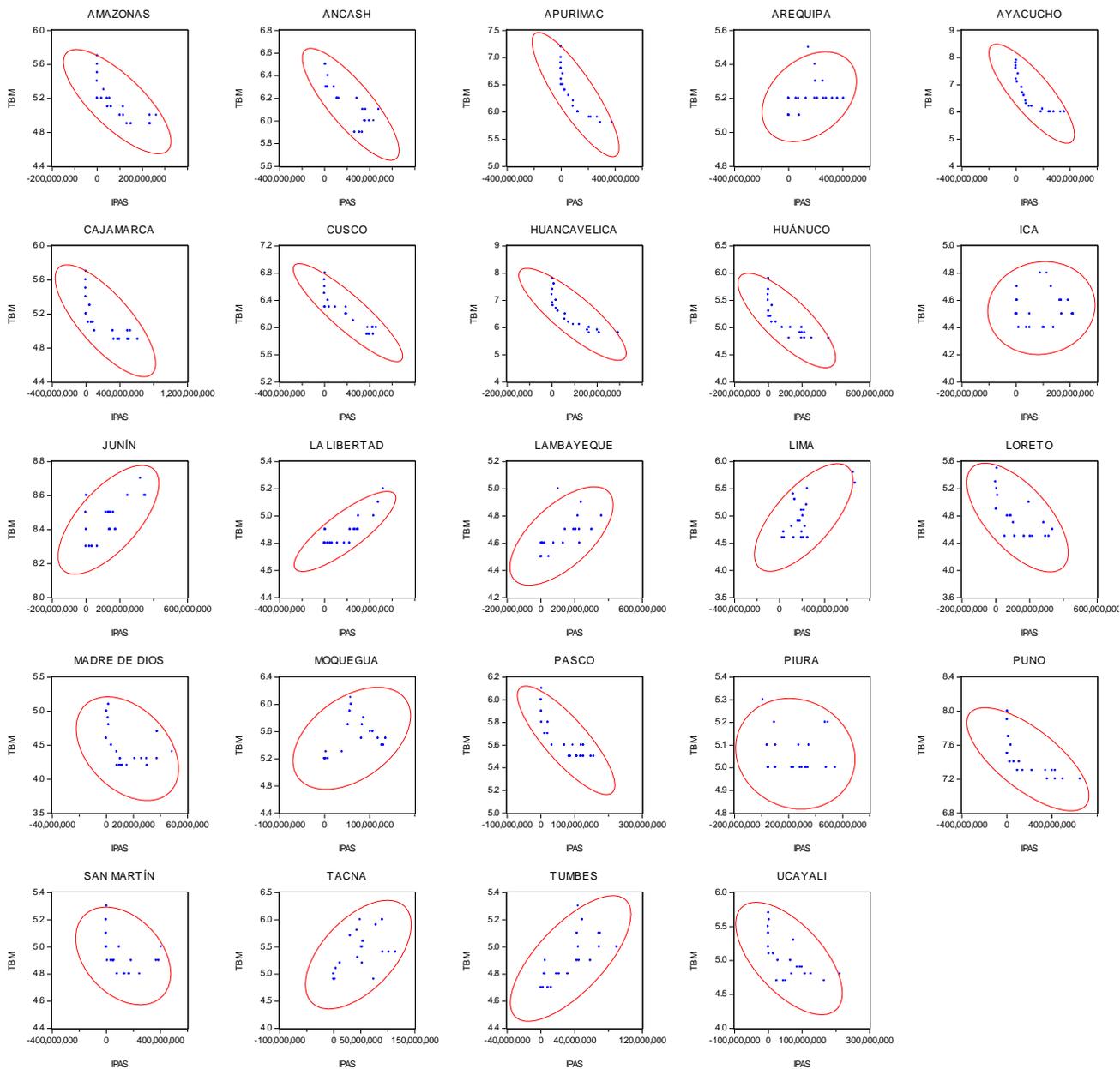
La figura 10 muestra una estimación con fines gráficos de orientación a determinar el espacio de trabajo en referencia al periodo de estudio sobre la muestra a nivel departamental priorizando la relación lineal de aproximación a las series de inversión pública en agua y saneamiento (IPAS) y la tasa bruta de mortalidad (TBM).

Las elipses determinan el rango de estimación para la relación que agrupa los datos en pares ordenados. En la mayoría de departamentos puede notarse la relación inversa entre las series, lo que motiva una primera aproximación a los fines de investigación.

La figura 11 detalla una regresión lineal entre las series de interés. La relación es altamente notoria en departamentos como Amazonas, Ancash, Apurímac, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huancavelica, Huánuco, Loreto, Madre de Dios, Pasco, Piura, Puno, San Martín y Ucayali. Sin embargo, hay una tendencia no esperada en los departamentos de Arequipa, Ica, Junín, La Libertad, Lambayeque, Lima, Moquegua, Tacna y Tumbes.

Un importante factor de distinción, es que en las regiones donde no se cumple la relación es donde existe mayor cantidad de población. Sin embargo, hasta este momento los datos se encuentran en un análisis simple sin ordenamiento del eje horizontal sobre la línea de tiempo.

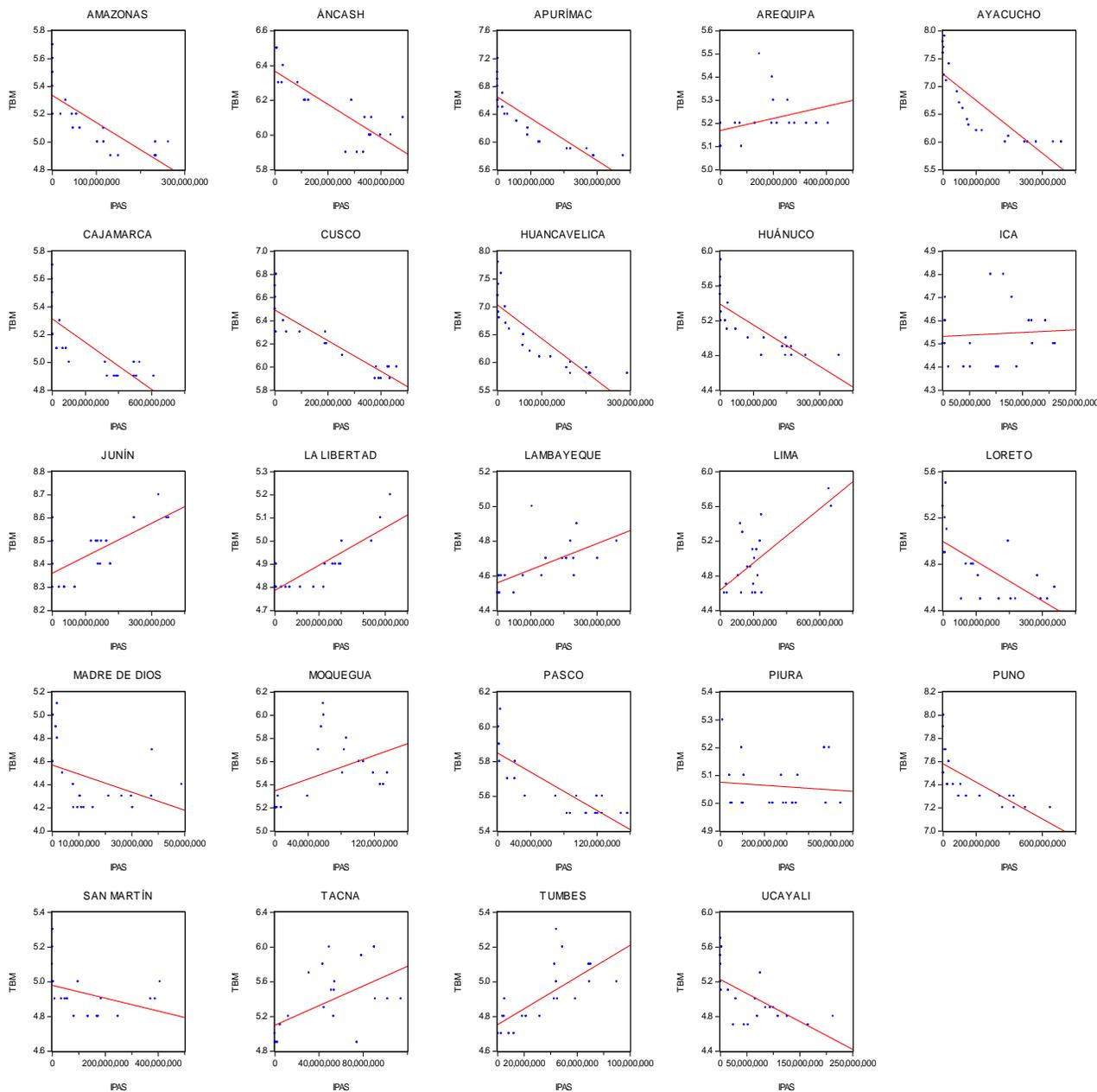
**Figura 10. Espacio de relación de la Inversión Pública en Saneamiento (IPAS) y la Tasa de Mortalidad (TBM) en los departamentos del Perú, 1999 - 2019**



*Elaboración: propia*

*Fuente: Propia a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática y Ministerio de Economía y Finanzas*

**Figura 11. Correlación simple de la Inversión Pública en Saneamiento (IPAS) y la tasa de mortalidad (TBM) en los departamentos del Perú, 1999-2019**



*Elaboración: propia*

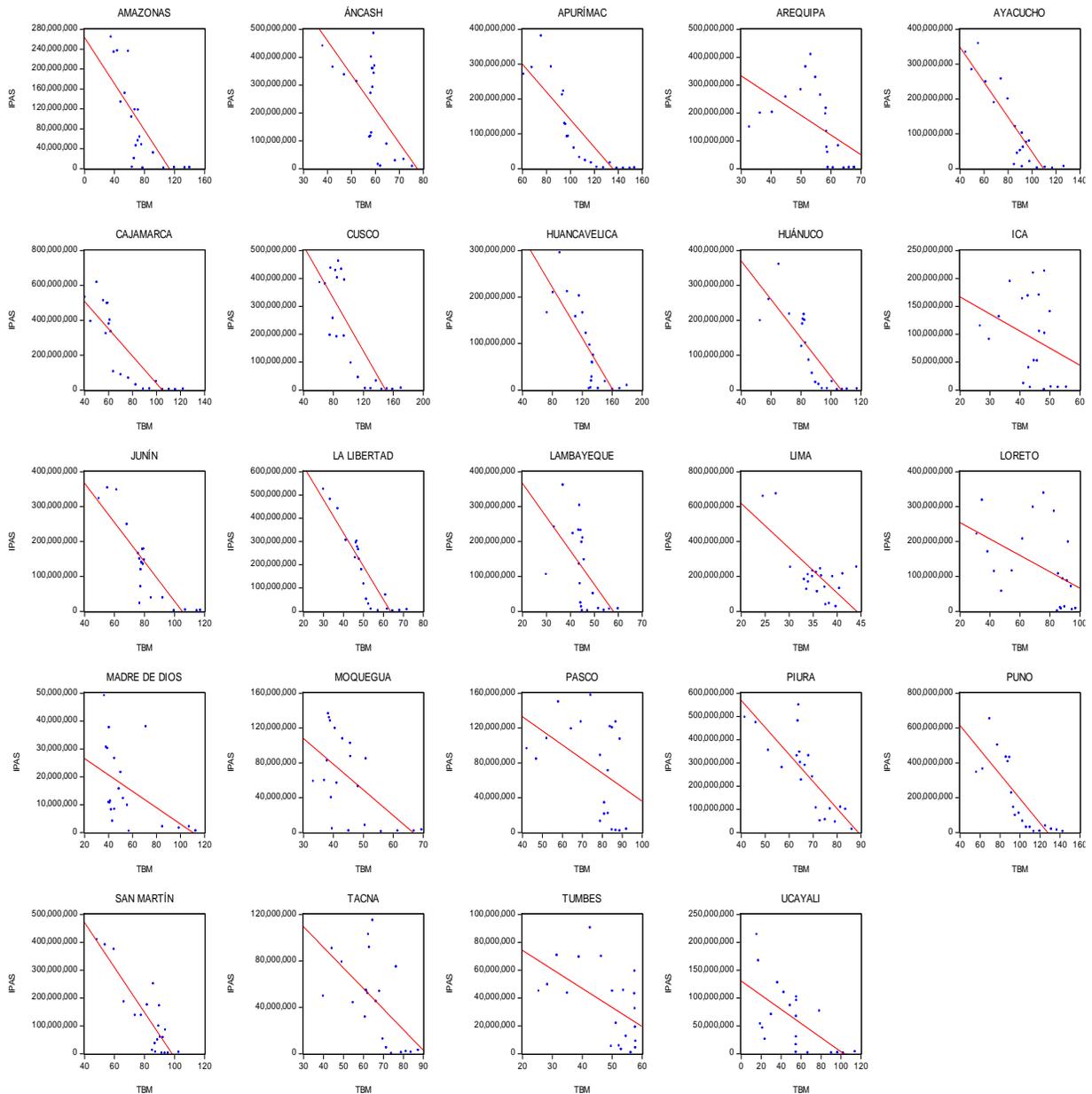
*Fuente: Propia a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática y Ministerio de Economía y Finanzas*

Ahora, con el uso de la tasa bruta de mortalidad relacionada con enfermedades infecciosas y parasitarias, y enfermedades del sistema digestivo (transmitidas por el agua contaminada y falta de saneamiento básico) obtenida de los valores del Anexo 21, tenemos la figura 12 que detalla una nueva regresión lineal entre las series de interés.

A nivel individual cada departamento del Perú muestra la tendencia de 1999 a 2019 con una pendiente negativa teniendo mayor fuerza en las zonas rurales y regiones alejadas de la capital del país mientras que las principales regiones del país tienen mayor cercanía a su convergencia de largo plazo lo cual explicaría como ellas han tenido el mayor uso de recursos durante los años pasados.

El análisis individual de cada región se complementa como puede verse en la figura 13, con el uso del análisis de dispersión de acuerdo a la distribución de las series en el cual todas las regiones tienen una distribución bastante cercana a la distribución normal lo cual nos permite hacer inferencia como un método de estimación econométrica basada en supuestos de normalidad.

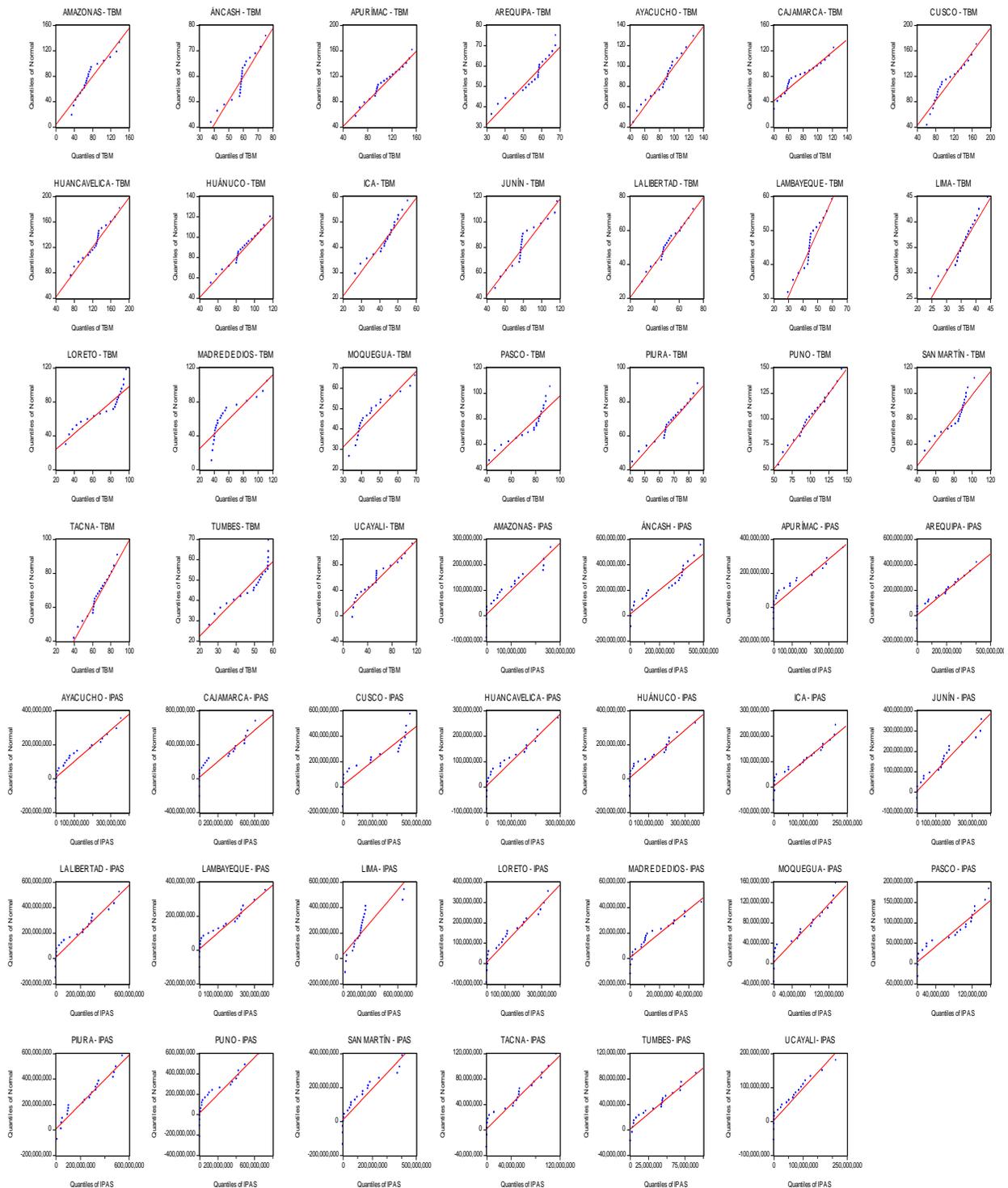
**Figura 12. Correlación simple de la Inversión Pública en Saneamiento (IPAS) y la tasa de mortalidad (TBM) en los departamentos del Perú por enfermedades transmitidas por el agua y falta de saneamiento básico, 1999-2019**



Elaboración: Propia

Fuente: MINSA, Instituto Nacional de Estadística e Informática y Ministerio de Economía y Finanzas

**Figura 13. Series estadísticas de tasa bruta de mortalidad en el Perú por enfermedades transmitidas por el agua y falta de saneamiento básico bajo análisis de dispersión en distribución, 1999 – 2019**



*Fuente: Propia a partir de datos del MINSA e Instituto Nacional de Estadística e Informática.*

En los anexos 1 y 2 pueden verse las series históricas de la inversión pública en saneamiento (IPAS) y la tasa bruta de mortalidad (TBM) de 1999 a 2019 por departamentos, donde podemos notar que existe una tendencia al alza de la IPAS.

Los anexos 3 y 4 muestran las estadísticas descriptivas, acorde a la estrategia metodológica propuesta, donde las series muestran una estabilidad de momentos estadísticos con leve asimetría y curtosis cercana a un nivel óptimo en referencia a una distribución normal.

Los anexos 5 y 6 muestran una prueba de igualdad de medias entre departamentos por series con el objetivo de reconocer la existencia promedio de alguna relación de heterogeneidad entre las mismas. En ambas series se comprueba la presencia de medias distintas. Los anexos 7 y 8 muestran la presencia de una relación de dependencia entre las regiones para cada serie dentro del periodo.

El anexo 9 muestra la presencia de raíz unitaria a nivel individual a la inversión pública en saneamiento (IPAS) en niveles dentro de cada departamento. El anexo 10, estimado en primeras diferencias, muestra la ausencia de raíz unitaria a nivel individual.

El anexo 11 muestra la presencia de raíz unitaria a nivel individual a la tasa bruta de mortalidad (TBM) en niveles dentro de cada departamento. El anexo 12, estimado en primeras diferencias, muestra la ausencia de raíz unitaria a nivel individual.

El anexo 13 muestra la presencia de raíz unitaria común de la inversión pública en saneamiento (IPAS) en niveles dentro de cada departamento. El anexo 14, estimado en primeras diferencias, muestra la ausencia de raíz unitaria común.

El anexo 15 muestra la ausencia de raíz unitaria común de la tasa bruta de mortalidad (TBM) en niveles dentro de cada departamento.

El anexo 16, muestra la prueba de cointegración de Johansen Fisher a inversión pública en agua y saneamiento (IPAS) y la tasa bruta de mortalidad TBM por

departamentos de 1999 a 2019, mostrando que existe una relación de cointegración. Lo que confirmaría los supuestos detallados en la metodología en conjunto con lo presentando a los anteriores anexos, donde se nota la presencia de raíces unitarias individuales y comunes por series a nivel de departamentos.

La tabla 8 representa la estimación econométrica con el método DGLS propuesto en la metodología, que representa la relación de interés presentada como coeficientes de largo plazo. Donde, el aumento de la inversión pública en saneamiento en S/ 1 millón de soles, reduce en 0.0876% la tasa bruta de mortalidad en el Perú.

Dentro de la tabla, se incluyen las relaciones dentro de cada departamento, notando las relaciones gráficas de las primeras figuras dentro de estos cálculos. Podemos confirmar que los departamentos de Amazonas, Ancash, Apurímac, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huancavelica, Huánuco, Loreto, Madre de Dios, Pasco, Piura, Puno, San Martín y Ucayali son los de mayor beneficio a través de este instrumento de intervención pública. Sin embargo, hay una tendencia no esperada en los departamentos de Arequipa, Ica, Junín, La Libertad, Lambayeque, Lima, Moquegua, Tacna y Tumbes.

La tabla 9 representa una nueva estimación con la base de datos puntual sobre la tasa bruta de mortalidad relacionada enfermedades directamente dependientes del agua contaminada y falta de saneamiento básico con el método de mínimos cuadrados generalizados dinámicos para datos de panel de 1999 a 2019. Donde encontramos que, el aumento en un millón de soles en inversión pública en saneamiento reduce en 0.0829% la tasa bruta de mortalidad en promedio.

Ambos resultados guardan relación en comparación con las referencias del Marco Teórico y de los antecedentes, los cuales destacan que la disponibilidad a las infraestructuras sanitarias a través de una mayor inversión disminuye considerablemente la mortalidad y que los factores socioeconómicos son los mayores determinantes del estado de salud de las personas.

**Tabla 8. Estimación econométrica de relación de inversión pública en saneamiento sobre la tasa bruta de mortalidad en el Perú, 1999 - 2019**

Variable dependiente: Tasa Bruta Mortalidad

Método: Panel Mínimos Cuadrados Generalizados Dinámicos (DGLS)

Muestra (ajustado): 1999 2019

Periodos incluidos: 21

Secciones cruzadas incluidas: 24

Total panel (no balanceado) observaciones: 504

Panel Método: Estimación agrupados

Cointegración ecuación determinístico: C

Especificación automática de adelantos y rezagos (basado en criterio SIC, máximo de 1)

Individual HAC standard errors & covarianzas (Bartlett kernel, Newey-West fixed bandwidth)

Variable	Coeficiente	Error estándar	t-Statistic	Prob.
Inversión Pública en Agua y Saneamiento (millones de S/)	-0.0876	0.000385	-2.272172	0.0236
R <sup>2</sup>	0.862131	Media de Tasa Bruta de Mortalidad	5.523043	
R <sup>2</sup> ajustado	0.838153	Desv. Estándar de Tasa Bruta de Mortalidad	0.989769	
Desv. Estándar de regresión	0.398186	Suma cuadrada de residuos	61.99379	
Varianza de largo plazo	0.058869			
Departamentos	Coeficiente			
AMAZONAS	-0.0007840			
ÁNCASH	0.0002458			
APURÍMAC	-0.0051646			
AREQUIPA	-0.0006561			
AYACUCHO	-0.0035665			
CAJAMARCA	-0.0011270			
CUSCO	-0.0007856			
HUANCAVELICA	-0.0169069			
HUÁNUCO	-0.0031038			
ICA	-0.0045453			
JUNÍN	-0.0001926			
LA LIBERTAD	0.0003121			
LAMBAYEQUE	-0.0001202			
LIMA	0.0027430			
LORETO	-0.0005843			
MADRE DE DIOS	0.0051771			
MOQUEGUA	-0.0028761			
PASCO	-0.0016112			
PIURA	0.0001530			
PUNO	-0.0004807			
SAN MARTÍN	0.0001675			
TACNA	0.0029559			
TUMBES	0.0014790			
UCAYALI	-0.0012119			

*Fuente: Propia a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática y Ministerio de Economía y Finanzas*

**Tabla 9. Estimación econométrica de relación de inversión pública en saneamiento sobre la tasa bruta de mortalidad en el Perú por enfermedades transmitidas por el agua y falta de saneamiento básico, 1999 - 2019**

Variable dependiente: Tasa Bruta de Mortalidad

Método: Panel Mínimos Cuadrados Generalizados Dinámicos (DGLS)

Muestra (ajustado): 1999 2019

Periodos incluidos: 21

Secciones cruzadas incluidas: 24

Total panel (no balanceado) observaciones: 504

Panel Método: Estimación agrupados

Cointegración ecuación determinístico: Constante

Especificación automática de adelantos y rezagos (basado en criterio SIC, máximo de 1)

Individual HAC standard errors & covarianzas (Bartlett kernel, Newey-West fixed bandwidth)

Variable	Coficiente	Erro estándar	t-Statistic	Prob.
Inversión Pública en Agua y Saneamiento (millones de S/)	-0.082990	0.019149	-4.333814	0.0000
R-squared	0.824254	Media de Tasa Bruta de Mortalidad		4.174336
Adjusted R-squared	0.773891	Desv. Estándar de Tasa Bruta de Mortalidad		0.387909
Desv. Estándar de regresión	0.184454	Suma cuadrada de residuos		11.39778
Varianza de largo plazo	21.24675			

*Fuente: Propia a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática y Ministerio de Economía y Finanzas*

La tabla 10 representa una nueva estimación a nivel departamental con la base de datos puntual sobre la tasa bruta de mortalidad relacionada enfermedades directamente dependientes del agua contaminada y falta de saneamiento básico con el método de mínimos cuadrados generalizados dinámicos para datos de panel de 1999 a 2019.

**Tabla 10. Estimación econométrica departamental de relación de inversión pública en saneamiento sobre la tasa bruta de mortalidad en el Perú por enfermedades transmitidas por el agua y falta de saneamiento básico, 1999 - 2019**

Variable dependiente: Tasa Bruta de Mortalidad

Método: Panel Mínimos Cuadrados Generalizados Dinámicos (DGLS)

Muestra (ajustado): 1999 2019

Periodos incluidos: 21

Secciones cruzadas incluidas: 24

Total panel (no balanceado) observaciones: 504

Panel Método: Estimación agrupados

Cointegración ecuación determinístico: Constante

Especificación automática de adelantos y rezagos (basado en criterio SIC, máximo de 1)

Individual HAC standard errors & covarianzas (Bartlett kernel, Newey-West fixed bandwidth)

Variable	Coeficiente	Error estándar	t-Statistic	Prob.
Inversión Pública en Agua y Saneamiento (millones de S/)	-0.082990	0.019149	-4.333814	0.0000

R-squared	0.824254	Media de Tasa Bruta de Mortalidad	4.174336
Adjusted R-squared	0.773891	Desv. Estándar de Tasa Bruta de Mortalidad	0.387909
Desv. Estándar de regresión	0.184454	Suma cuadrada de residuos	11.39778
Varianza de largo plazo	21.24675		

Departamentos	Coeficientes
AMAZONAS	-0.05391
ÁNCASH	-0.03808
APURÍMAC	-0.08076
AREQUIPA	-0.09964
AYACUCHO	-0.07698
CAJAMARCA	-0.08569
CUSCO	-0.07962
HUANCAVELICA	-0.08117
HUÁNUCO	-0.05206
ICA	-0.07973
JUNÍN	-0.02632
LA LIBERTAD	-0.02497
LAMBAYEQUE	-0.05352
LIMA	-0.07081
LORETO	-0.09925
MADRE DE DIOS	-0.10044
MOQUEGUA	-0.03787
PASCO	-0.14298

PIURA	-0.05586
PUNO	-0.11569
SAN MARTÍN	-0.03621
TACNA	-0.06032
TUMBES	-0.19589
UCAYALI	-0.16852

*Fuente: Propia a partir de datos del MINSA, Instituto Nacional de Estadística e Informática y Ministerio de Economía y Finanzas*

Los departamentos que sienten mayor fuerza de la incidencia de la inversión pública en saneamiento son los que en la actualidad aún cuenta con un tamaño de ruralidad mayor a su urbanismo, por lo que el efecto vital del saneamiento como servicio básico puede cumplir su rol.

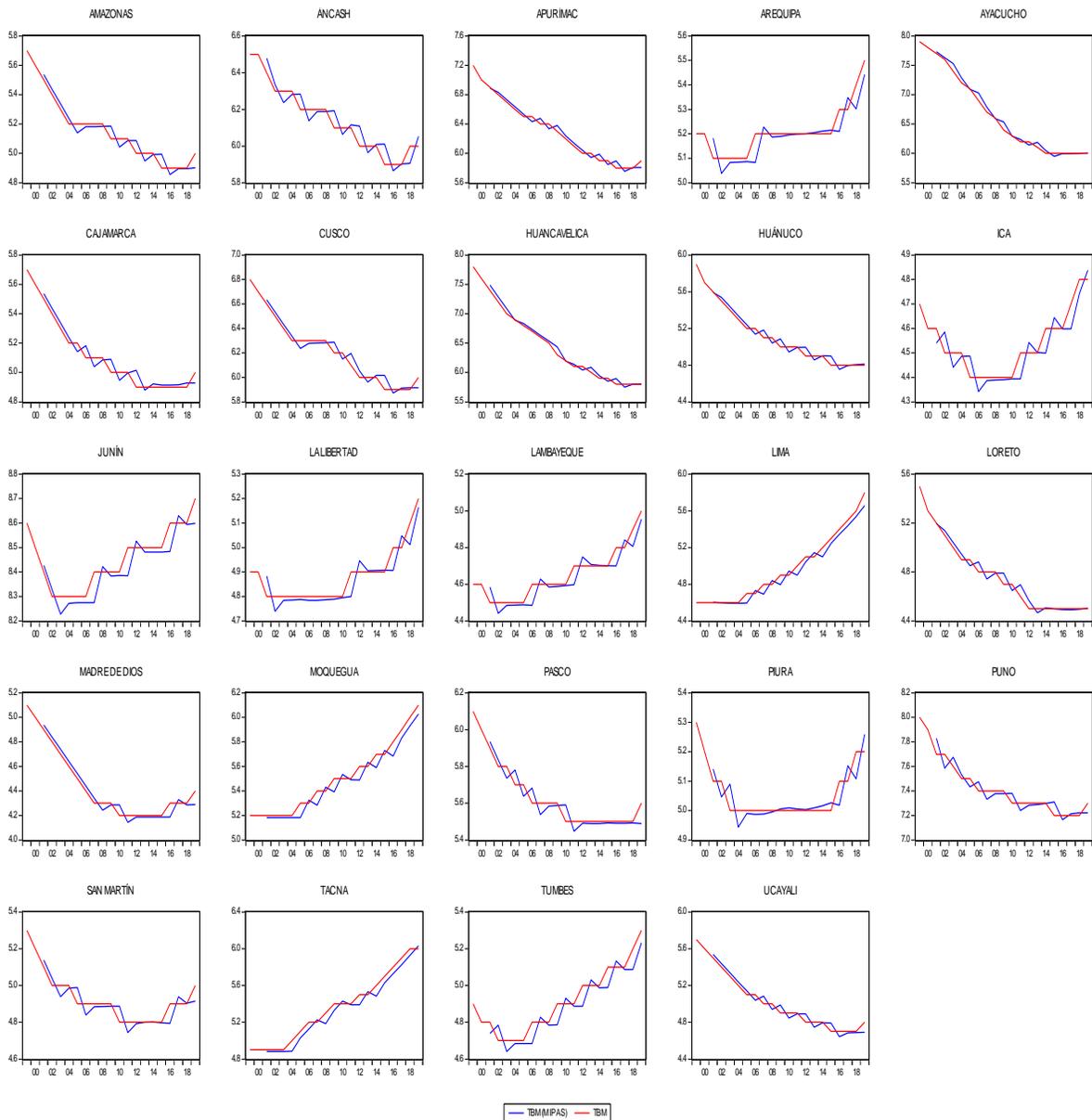
La estimación final minimiza los residuos de estimación al cuadrado en 61 para las 504 observaciones trabajadas con una varianza de largo plazo mínima a 0.05.

El anexo 17 muestra la normalidad de los residuos del modelo de trabajo con el método DGLS. Por último, el anexo 18 muestra el poder de predicción que minimiza varianza de largo plazo.

El anexo 19 muestra la densidad de residuos de estimación econométrica de relación de inversión pública en saneamiento sobre la tasa bruta de mortalidad en el Perú por enfermedades transmitidas por el agua y falta de saneamiento básico, 1999 – 2019

El Anexo 20 muestra la Prueba de autocorrelación de residuos de estimación econométrica de relación de inversión pública en saneamiento sobre la tasa bruta de mortalidad en el Perú por enfermedades transmitidas por el agua y falta de saneamiento básico, 1999 – 2019

La figura 14 nos permite ver la magnitud del ajuste final del método DGLS sobre la serie original considerando las implicancias de la estimación.



*Elaboración: propia*

*Fuente: Propia a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática y Ministerio de Economía y Finanzas*

## 4.2. Discusión de resultados

- Los resultados obtenidos nos permiten corroborar nuestra hipótesis alternativa y afirmar que la inversión pública en saneamiento tiene una relación indirecta en la tasa de mortalidad del Perú, durante el periodo 1999-2019. Donde, el aumento de la inversión pública en saneamiento en S/ 1 millón de soles, reduce en 0.0876% la tasa bruta de mortalidad en el Perú.
- Respecto a la mortalidad por enfermedades transmitidas por el agua y falta de saneamiento básico (infecciosas, parasitarias y del sistema digestivo), los resultados obtenidos nos permiten afirmar que la inversión pública en saneamiento tiene una relación indirecta en la tasa de mortalidad. Donde, el aumento de la inversión pública en saneamiento en S/ 1 millón de soles, reduce en 0.0829% la tasa de mortalidad por enfermedades infecciosas, parasitarias y enfermedad del sistema digestivo. Los departamentos que sienten mayor fuerza de la incidencia de la inversión pública en saneamiento son los que en la actualidad aún cuenta con un tamaño de ruralidad mayor a su urbanismo, por lo que el efecto vital del saneamiento como servicio básico puede cumplir su rol.
- Se corroboran los resultados obtenidos por Dhrif (2018) en su artículo “Gastos en salud, crecimiento económico y mortalidad infantil: antecedentes de países desarrollados y en desarrollo”. Sus resultados muestran que un mayor gasto sanitario tiene un efecto positivo y significativo en los países de ingresos medio-altos y altos, pero no en los de ingresos bajos y medio-bajos. Lo mismo sucede en esta investigación, donde se corrobora que una mayor inversión pública en saneamiento tiene un efecto positivo en los departamentos de la Costa (ingresos medios-altos) en comparación con los departamentos de la Sierra y Selva.

- Estos resultados concuerdan con lo planteado por Khaleghian y Das Gupta (2005) y por Wang y Wang (2002) que, analizan los principales elementos para los resultados sanitarios en los países de renta baja, a nivel nacional como en las zonas rurales y urbanas, y resaltan que el gasto gubernamental en salud a escala nacional puede disminuir significativamente la mortalidad.
- Se corrobora las conclusiones de Harttgen y Misselhorn (2006) y de (Nolte y McKee, 2004) que destacan que la disponibilidad a las infraestructuras sanitarias disminuye considerablemente la mortalidad y que los factores socioeconómicos son los mayores determinantes del estado de salud de las personas.
- Baldacci, Guin-Siu y de Mello (2003) y Gupta, Verhoeven y Tiongson (2002) concluyeron al respecto que el gasto público desempeña un rol importante en los sectores de educación y salud. Según los autores mencionados, el gasto público en salud repercute positivamente en el estado de salud de los grupos de bajos recursos. Estas conclusiones corroboran los resultados obtenidos en nuestra investigación, los que constatan una relación indirecta entre la inversión en saneamiento y la mortalidad.
- Se discrepa con lo hallado por Filmer y Pritchett (1997) en su artículo: “Child Mortality and Public Spending on Health: How Much Does Money Matter?”, que concluyeron que el efecto del gasto público en la salud es muy irrelevante, con un coeficiente numéricamente pequeño y estadísticamente insignificante en los niveles convencionales. Los resultados de la investigación muestran que una mayor inversión en saneamiento tiene un efecto positivo y significativo en la mortalidad procedente a enfermedades relacionadas a la ingesta de agua.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- La inversión pública en el sector saneamiento ha tenido una tendencia positiva (creció 17 veces en el año 2019 con respecto al año 1999). Sin embargo, al clasificar los departamentos según zona geográfica, se identificó que existe una gran brecha: la inversión en las regiones Costa y Sierra evolucionó de una manera más significativa con respecto a la región Selva.
- La tendencia de la tasa de mortalidad a nivel nacional mostró un patrón descendente desde 1999 hasta el año 2007, siendo a partir de este año en el que se ve incrementada, siendo 5.79 en 2019. Sin embargo, la tasa de mortalidad por enfermedades transmitidas por el agua y falta de saneamiento básico nos muestra la tendencia hacia la baja en todas las regiones del Perú dentro del período de 1999 a 2019.
- Respecto a la relación entre ambas variables, un incremento de S/ 1 millón de soles en la inversión pública en saneamiento, disminuye la tasa bruta de mortalidad en 16 de los 24 departamentos del Perú. Respecto a la mortalidad por enfermedades transmitidas por el agua y falta de saneamiento básico (infecciosas, parasitarias y del sistema digestivo), el aumento de la inversión pública en saneamiento en S/ 1 millón de soles, reduce en 0.0829% la tasa de mortalidad.
- Se acepta nuestra hipótesis alternativa y se afirma que la inversión pública en saneamiento tiene una relación indirecta en la tasa de mortalidad durante el periodo 1999-2019

## **Recomendaciones**

- Se sugiere a los distintos niveles de gobierno tomar en consideración nuestros hallazgos y realizar las medidas necesarias, teniendo en cuenta el impacto de la inversión en la disminución de la tasa bruta de mortalidad.
- Se recomienda realizar más estudios relacionados introduciendo otras variables no contempladas en la presente investigación, para de este modo conocer cuáles son las que impactan en la tasa de mortalidad. Además, se podrá verificar si la relación encontrada en esta investigación es similar a la nueva investigación.
- Es importante difundir información encontrada sobre el impacto que tienen los PIP en la tasa bruta de mortalidad, para poder sugerir estudios más profundos y que estos sirvan para tomar mejores decisiones.

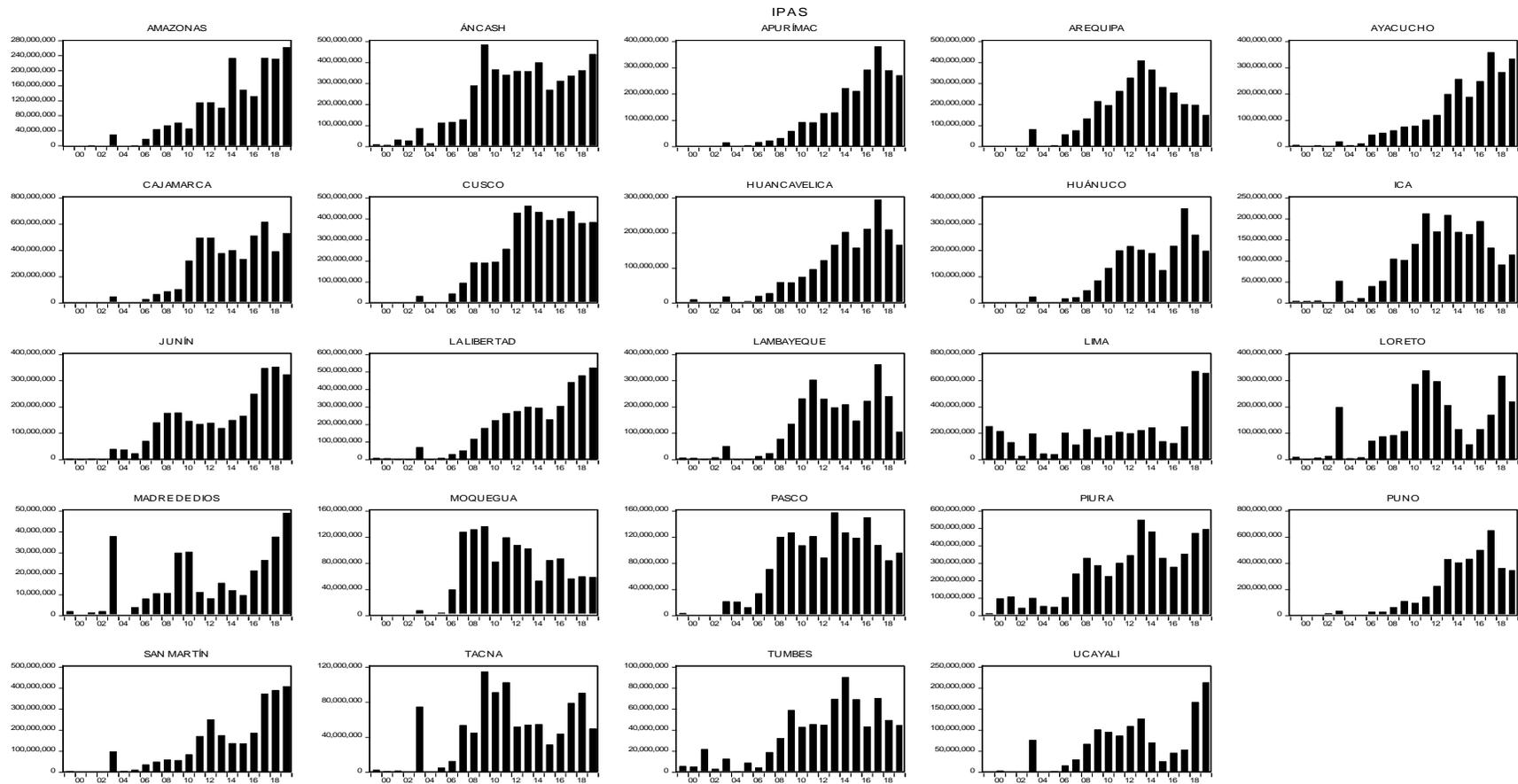
## VI. BIBLIOGRAFÍA

- Cabezas, C. (2018). *Enfermedades infecciosas relacionadas con el agua en el Perú. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 309-316. Obtenido de <https://dx.doi.org/10.17843/rpmpesp.2018.352.3761>
- Campos, F. (2018). *Efecto de la inversión pública y gasto público en la calidad de vida de la población de las regiones de Amazonas, Lambayeque y La Libertad, período 2000-2017.*
- Dhrifi. (2018). *Gastos en salud, crecimiento económico y mortalidad infantil: antecedentes de países desarrollados y en desarrollo.*
- Filmer, P. (1997). *Child Mortality and Public Spending on Health: How Much Does Money Matter?*
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (s.f.). Obtenido de <https://www.inei.gob.pe>
- Medina, & Maria. (2010). *Incidencia de los perfiles de inversión pública de agua y saneamiento en el desarrollo social: mejormiento y ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado en el distrito de Máncora.*
- Mejía, A., & Raís, J. (2011). *La infraestructura en el desarrollo integral de América Latina - diagnóstico estratégico y propuesta para una agenda prioritaria: agua y saneamiento.*
- Ministerio de Economía y Finanzas. (s.f.). *Consulta Amigable.* Obtenido de <http://apps5.mineco.gob.pe/transparencia/Navegador/default.aspx>
- Ministerio de Salud. (2011). *MONITOREO DE DETERMINANTES SOCIALES DE LA SALUD.* Obtenido de <https://determinantes.dge.gob.pe/mortalidad/mortalidadPorAnio/2011>
- Ministerio de Salud. (10 de Enero de 2016). *Boletín Epidemiológico.* Obtenido de <https://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/boletines/2016/02.pdf>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (s.f.). *Dirección de Saneamiento.* Obtenido de [http://www3.vivienda.gob.pe/direcciones/saneamiento\\_funciones.aspx](http://www3.vivienda.gob.pe/direcciones/saneamiento_funciones.aspx)

- Moron, E. (2008). *Ánalysis del programa presupuestal e incidencia de beneficiarios: agua y saneamiento*. Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico.
- Navarro, K., Rivera, P., & Sáncnez, R. (s.f.). *Análisis del manejo de agua en la ciudad de Tijuana, baja california: factores críticos y retos*.
- Neyva, E. (2018). *La inversión pública en infraestructura de agua y saneamiento y su efecto en el crecimiento económico del Perú, periodo 2004-2015*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (s.f.). *Obtenido de Crean el Programa de Inversion Social en Saneamiento - INVERSAN, en el Ministerio de:*  
<http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/per67110.pdf>
- Organización mundial de la Salud. (2004). *Evaluación de los costos y beneficios de los mejoramientos*.
- Stiglitz. (2000). *La economía del sector público (4ta ed.)*. Antoni Bosch.
- Yamey, B. W. (2017). *Invirtiendo en salud: el argumento económico. Informe del Foro sobre Inversión en Salud de la Cumbre Mundial sobre Innovación para la Salud 2016*.
- Hansen. (1992). *Testing for parameter instability in linear models*. Rochester: *Journal of Policy Modeling*.
- Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. London: MIT Press.

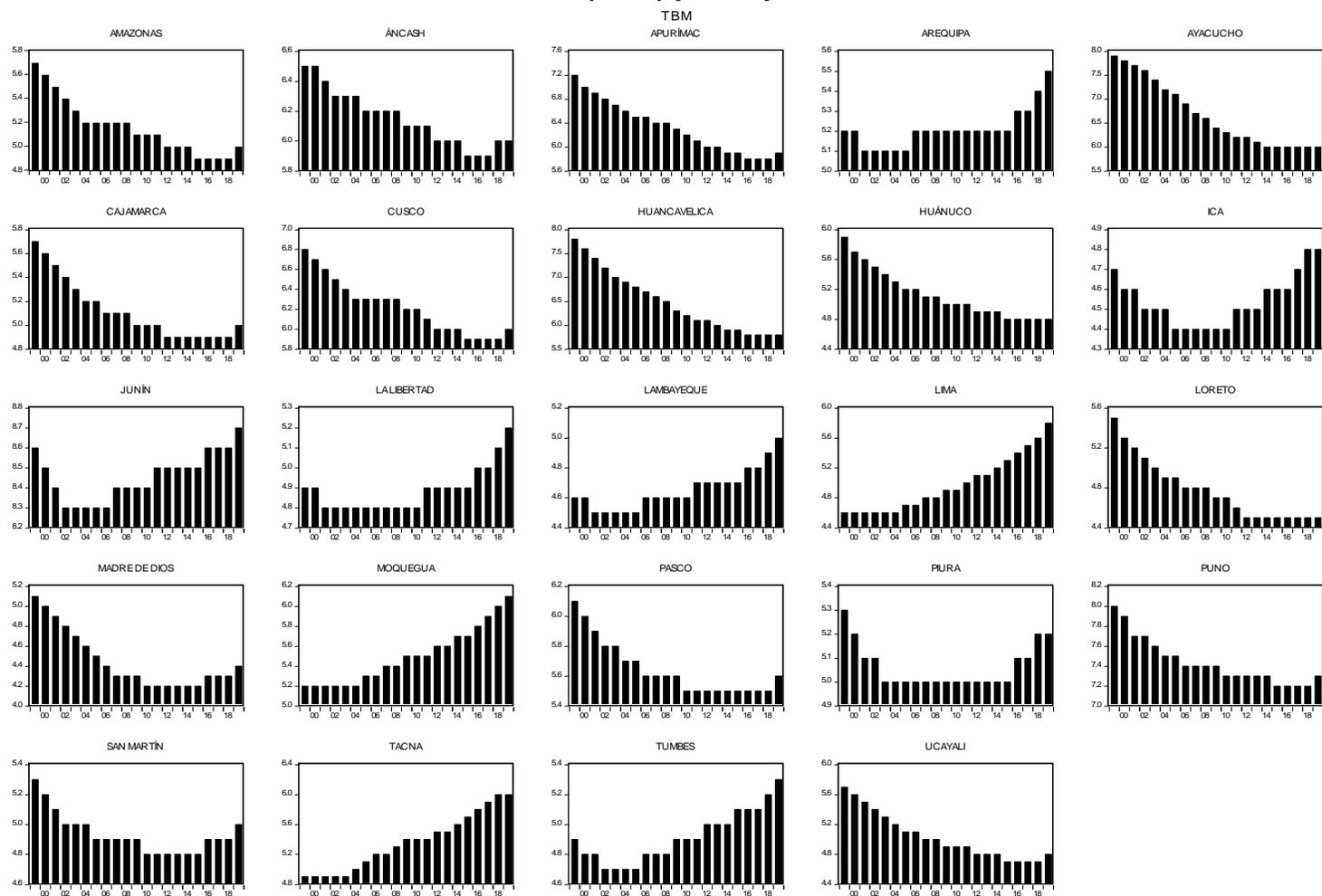
## VII. ANEXOS

### Anexo 1. Serie histórica de inversión pública en saneamiento (IPAS) por departamentos de 1999 a 2019



Fuente: Propia a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática y el Ministerio de Economía y Finanzas

## Anexo 2. Serie histórica de tasa bruta de mortalidad (TBM) por departamentos de 1999 a 2019



Fuente: Propia a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática y el Ministerio de Economía y Finanzas

### **Anexo 3. Estadísticas descriptivas de inversión pública en agua y saneamiento (IPAS) por departamentos de 1999 a 2019**

Muestra: 1999 2019

Incluidos observaciones: 504

DEPARTAMENTOS	Mean	Median	Max	Min.	Desv. Est.	Asimetría	Curtosis	Obs.
AMAZONAS	88640788	55598906	2.64E+08	545348.0	89859939	0.738748	2.195576	21
ÁNCASH	2.31E+08	2.91E+08	4.84E+08	7452779.	1.62E+08	-0.163429	1.497929	21
APURÍMAC	1.07E+08	58364347	3.80E+08	122000.0	1.21E+08	0.859435	2.395187	21
AREQUIPA	1.53E+08	1.49E+08	4.09E+08	1000000.	1.32E+08	0.314813	1.919266	21
AYACUCHO	1.16E+08	74510704	3.58E+08	475690.0	1.19E+08	0.751902	2.168378	21
CAJAMARCA	2.30E+08	1.04E+08	6.16E+08	521000.0	2.24E+08	0.299163	1.441199	21
CUSCO	2.07E+08	1.92E+08	4.61E+08	1019370.	1.83E+08	0.115733	1.326913	21
HUANCAVELICA	90480085	59367713	2.94E+08	1025196.	89802464	0.669755	2.255274	21
HUÁNUCO	1.10E+08	84829688	3.60E+08	140000.0	1.09E+08	0.564648	2.212096	21
ICA	93932355	1.01E+08	2.12E+08	326000.0	74734573	0.119396	1.621508	21
JUNÍN	1.33E+08	1.39E+08	3.53E+08	881000.0	1.12E+08	0.604812	2.453571	21
LA LIBERTAD	1.81E+08	1.78E+08	5.24E+08	930000.0	1.70E+08	0.522709	2.114512	21
LAMBAYEQUE	1.22E+08	1.05E+08	3.61E+08	1264616.	1.15E+08	0.440551	1.930366	21
LIMA	2.14E+08	1.97E+08	6.72E+08	25847456	1.65E+08	1.873513	6.148066	21
LORETO	1.29E+08	1.07E+08	3.38E+08	178214.0	1.13E+08	0.502526	1.960658	21
MADRE DE DIOS	15659522	10678251	48964548	315007.0	14260475	0.847153	2.610586	21
MOQUEGUA	60176665	58584645	1.36E+08	436750.0	49134743	0.084755	1.606504	21
PASCO	74876398	88254692	1.57E+08	1433969.	54322200	-0.168663	1.516788	21
PIURA	2.50E+08	2.78E+08	5.48E+08	11824448	1.66E+08	0.183160	1.849934	21
PUNO	1.86E+08	95747017	6.51E+08	2899315.	2.04E+08	0.801305	2.289765	21
SAN MARTÍN	1.25E+08	83644539	4.08E+08	756337.0	1.32E+08	1.025472	2.891791	21
TACNA	45601681	49470462	1.15E+08	0.000000	36827290	0.217293	1.908810	21
TUMBES	35284589	42905710	90276622	677145.0	26868363	0.294646	1.985811	21
UCAYALI	61393083	52850146	2.13E+08	611215.0	59408526	0.907932	3.234899	21
All	1.28E+08	81583293	6.72E+08	0.000000	1.39E+08	1.301853	4.212795	504

Fuente: Propia a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática y el Ministerio de Economía y Finanzas

#### **Anexo 4. Estadísticas descriptivas de tasa bruta de mortalidad (TBM) por departamentos de 1999 a 2019**

Muestra: 1999 2019

Incluidos observaciones: 504

DEPARTAMENTOS	Mean	Median	Max	Min.	Desv. Est.	Asimetría	Curtosis	Obs.
AMAZONAS	5.161905	5.100000	5.700000	4.900000	0.231249	0.850958	2.917922	21
ÁNCASH	6.147619	6.100000	6.500000	5.900000	0.186062	0.420143	2.199509	21
APURÍMAC	6.319048	6.300000	7.200000	5.800000	0.430835	0.435472	2.053603	21
AREQUIPA	5.209524	5.200000	5.500000	5.100000	0.099523	1.368099	4.971108	21
AYACUCHO	6.671429	6.400000	7.900000	6.000000	0.687127	0.556197	1.791970	21
CAJAMARCA	5.119048	5.000000	5.700000	4.900000	0.248232	1.043174	2.942205	21
CUSCO	6.219048	6.200000	6.800000	5.900000	0.271328	0.563568	2.391194	21
HUANCAVELICA	6.485714	6.300000	7.800000	5.800000	0.637405	0.609610	2.170194	21
HUÁNUCO	5.128571	5.000000	5.900000	4.800000	0.327327	0.887987	2.756912	21
ICA	4.542857	4.500000	4.800000	4.400000	0.128730	0.594061	2.396700	21
JUNÍN	8.457143	8.500000	8.700000	8.300000	0.120712	0.178335	2.044118	21
LA LIBERTAD	4.885714	4.900000	5.200000	4.800000	0.110841	1.414352	4.433478	21
LAMBAYEQUE	4.652381	4.600000	5.000000	4.500000	0.136452	0.916863	3.344670	21
LIMA	4.971429	4.900000	5.800000	4.600000	0.373019	0.727533	2.388948	21
LORETO	4.776190	4.700000	5.500000	4.500000	0.301504	0.884466	2.818053	21
MADRE DE DIOS	4.447619	4.300000	5.100000	4.200000	0.287435	1.060780	2.780843	21
MOQUEGUA	5.500000	5.500000	6.100000	5.200000	0.282843	0.611355	2.306719	21
PASCO	5.642857	5.600000	6.100000	5.500000	0.180476	1.216661	3.430402	21
PIURA	5.061905	5.000000	5.300000	5.000000	0.092066	1.216913	3.291251	21
PUNO	7.433333	7.400000	8.000000	7.200000	0.228765	1.119337	3.358858	21
SAN MARTÍN	4.933333	4.900000	5.300000	4.800000	0.135401	1.229206	4.043802	21
TACNA	5.357143	5.400000	6.000000	4.900000	0.376260	0.279600	1.899770	21
TUMBES	4.914286	4.900000	5.300000	4.700000	0.174028	0.534453	2.393445	21
UCAYALI	5.028571	4.900000	5.700000	4.700000	0.311677	0.803754	2.464496	21
All	5.544444	5.200000	8.700000	4.200000	1.001891	1.353900	4.324622	504

Fuente: Propia a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática y el Ministerio de Economía y Finanzas

## Anexo 5. Prueba de igualdad de medias de inversión pública en agua y saneamiento (IPAS) por departamentos de 1999 a 2019

Muestra: 1999 2019

Incluidos observaciones: 504

Método	df	Value	Probability
Anova F-test	(23, 480)	5.798838	0.0000
Welch F-test*	(23, 171.791)	13.24265	0.0000

\*Test allows for unequal cell Varianzas

### Analysis of Varianza

Source of Variation	df	Sum of Sq.	Mean Sq.
Between	23	2.13E+18	9.24E+16
Within	480	7.65E+18	1.59E+16
Total	503	9.78E+18	1.94E+16

### Category Statistics

DEPARTAMENTOS	Count	Mean	Std. Dev.	Std. Err. of Mean
AMAZONAS	21	88640788	89859939	19609046
ÁNCASH	21	2.31E+08	1.62E+08	35331665
APURÍMAC	21	1.07E+08	1.21E+08	26426827
AREQUIPA	21	1.53E+08	1.32E+08	28706076
AYACUCHO	21	1.16E+08	1.19E+08	26001762
CAJAMARCA	21	2.30E+08	2.24E+08	48894170
CUSCO	21	2.07E+08	1.83E+08	39985493
HUANCAVELICA	21	90480085	89802464	19596504
HUÁNUCO	21	1.10E+08	1.09E+08	23751963
ICA	21	93932355	74734573	16308421
JUNÍN	21	1.33E+08	1.12E+08	24506209
LA LIBERTAD	21	1.81E+08	1.70E+08	37136051
LAMBAYEQUE	21	1.22E+08	1.15E+08	25096566
LIMA	21	2.14E+08	1.65E+08	35942842
LORETO	21	1.29E+08	1.13E+08	24668165
MADRE DE DIOS	21	15659522	14260475	3111891.
MOQUEGUA	21	60176665	49134743	10722080
PASCO	21	74876398	54322200	11854076
PIURA	21	2.50E+08	1.66E+08	36292017
PUNO	21	1.86E+08	2.04E+08	44575499
SAN MARTÍN	21	1.25E+08	1.32E+08	28855252
TACNA	21	45601681	36827290	8036374.
TUMBES	21	35284589	26868363	5863157.
UCAYALI	21	61393083	59408526	12964003
All	504	1.28E+08	1.39E+08	6209648.

Fuente: Propia a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática y el Ministerio de Economía y Finanzas

## Anexo 6. Prueba de igualdad de medias a tasa bruta de mortalidad (TBM) por departamentos de 1999 a 2019

Muestra: 1999 2019

Incluidos observaciones: 504

Método	df	Value	Probability
Anova F-test	(23, 480)	214.3494	0.0000
Welch F-test*	(23, 173.593)	767.0968	0.0000

\*Test allows for unequal cell Varianzas

### Analysis of Varianza

Source of Variation	df	Sum of Sq.	Mean Sq.
Between	23	460.1073	20.00467
Within	480	44.79714	0.093327
Total	503	504.9044	1.003786

### Category Statistics

DEPARTAMENTOS	Count	Mean	Std. Dev.	Std. Err. of Mean
AMAZONAS	21	5.161905	0.231249	0.050463
ÁNCASH	21	6.147619	0.186062	0.040602
APURÍMAC	21	6.319048	0.430835	0.094016
AREQUIPA	21	5.209524	0.099523	0.021718
AYACUCHO	21	6.671429	0.687127	0.149943
CAJAMARCA	21	5.119048	0.248232	0.054169
CUSCO	21	6.219048	0.271328	0.059209
HUANCAVELICA	21	6.485714	0.637405	0.139093
HUÁNUCO	21	5.128571	0.327327	0.071429
ICA	21	4.542857	0.128730	0.028091
JUNÍN	21	8.457143	0.120712	0.026342
LA LIBERTAD	21	4.885714	0.110841	0.024187
LAMBAYEQUE	21	4.652381	0.136452	0.029776
LIMA	21	4.971429	0.373019	0.081399
LORETO	21	4.776190	0.301504	0.065794
MADRE DE DIOS	21	4.447619	0.287435	0.062724
MOQUEGUA	21	5.500000	0.282843	0.061721
PASCO	21	5.642857	0.180476	0.039383
PIURA	21	5.061905	0.092066	0.020090
PUNO	21	7.433333	0.228765	0.049921
SAN MARTÍN	21	4.933333	0.135401	0.029547
TACNA	21	5.357143	0.376260	0.082107
TUMBES	21	4.914286	0.174028	0.037976
UCAYALI	21	5.028571	0.311677	0.068014
All	504	5.544444	1.001891	0.044628

Fuente: Propia a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática y el Ministerio de Economía y Finanzas

**Anexo 7. Prueba de independencia de sección cruzada de inversión pública en agua y saneamiento (IPAS) por departamentos de 1999 a 2019**

Cross-Section Dependence Test

Series: IPAS

Null hypothesis: No cross-section dependence (correlation)

Muestra: 1999 2019

Periods incluidos: 21

Secciones cruzadas incluidos: 24

Total panel observaciones: 504

Note: non-zero cross-section means detected in data

Cross-section means were removed during computation of correlations

Test	Statistic	d.f.	Prob.
Breusch-Pagan LM	3043.849	276	0.0000
Pesaran scaled LM	117.8075		0.0000
Bias-corrected scaled LM	117.2075		0.0000
Pesaran CD	53.52613		0.0000

Fuente: Propia a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática y el Ministerio de Economía y Finanzas

**Anexo 8. Prueba de independencia de sección cruzada de tasa bruta de mortalidad (TBM) por departamentos de 1999 a 2019**

Cross-Section Dependence Test

Series: TBM

Null hypothesis: No cross-section dependence (correlation)

Muestra: 1999 2019

Periods incluidos: 21

Secciones cruzadas incluidos: 24

Total panel observaciones: 504

Note: non-zero cross-section means detected in data

Cross-section means were removed during computation of correlations

Test	Statistic	d.f.	Prob.
Breusch-Pagan LM	3367.568	276	0.0000
Pesaran scaled LM	131.5859		0.0000
Bias-corrected scaled LM	130.9859		0.0000
Pesaran CD	15.84200		0.0000

Fuente: Propia a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática y el Ministerio de Economía y Finanzas

**Anexo 9. Prueba de raíz unitaria individual en inversión pública en agua y saneamiento (IPAS) por departamentos de 1999 a 2019 en niveles**

Null Hypothesis: Unit root (individual unit root process)

Series: IPAS

Muestra: 1999 2019

Exogenous variables: Individual effects

User-specified rezagos: 1

Total (balanced) observaciones: 456

Secciones cruzadas incluidos: 24

Método	Statistic	Prob.**
ADF - Fisher Chi-square	22.4191	0.9994
ADF - Choi Z-stat	2.69412	0.9965

\*\* Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Intermediate ADF test results IPAS

Cross section	Prob.	Lag	Max Lag	Obs
AMAZONAS	0.9693	1	1	19
ÁNCASH	0.6631	1	1	19
APURÍMAC	0.9121	1	1	19
AREQUIPA	0.5551	1	1	19
AYACUCHO	0.9773	1	1	19
CAJAMARCA	0.8030	1	1	19
CUSCO	0.7282	1	1	19
HUANCAVELICA	0.7527	1	1	19
HUÁNUCO	0.5831	1	1	19
ICA	0.5972	1	1	19
JUNÍN	0.6214	1	1	19
LA LIBERTAD	0.9777	1	1	19
LAMBAYEQUE	0.3328	1	1	19
LIMA	0.8196	1	1	19
LORETO	0.2499	1	1	19
MADRE DE DIOS	0.5524	1	1	19
MOQUEGUA	0.4190	1	1	19
PASCO	0.5283	1	1	19
PIURA	0.6621	1	1	19
PUNO	0.7476	1	1	19
SAN MARTÍN	0.9252	1	1	19
TACNA	0.3080	1	1	19
TUMBES	0.5529	1	1	19
UCAYALI	0.7038	1	1	19

Fuente: Propia a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática y el Ministerio de Economía y Finanzas

**Anexo 10. Prueba de raíz unitaria individual en inversión pública en agua y saneamiento (IPAS) por departamentos de 1999 a 2019 en diferencias**

Null Hypothesis: Unit root (individual unit root process)

Series: D(IPAS)

Muestra: 1999 2019

Exogenous variables: None

User-specified rezagos: 1

Total (balanced) observaciones: 432

Secciones cruzadas incluidos: 24

Método	Statistic	Prob.**
ADF - Fisher Chi-square	273.652	0.0000
ADF - Choi Z-stat	-13.0971	0.0000

\*\* Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Intermediate ADF test results D(IPAS)

Cross section	Prob.	Lag	Max Lag	Obs
AMAZONAS	0.0001	1	1	18
ÁNCASH	0.0038	1	1	18
APURÍMAC	0.0235	1	1	18
AREQUIPA	0.0305	1	1	18
AYACUCHO	0.0015	1	1	18
CAJAMARCA	0.0021	1	1	18
CUSCO	0.0088	1	1	18
HUANCAVELICA	0.0006	1	1	18
HUÁNUCO	0.0003	1	1	18
ICA	0.0045	1	1	18
JUNÍN	0.0092	1	1	18
LA LIBERTAD	0.0344	1	1	18
LAMBAYEQUE	0.0009	1	1	18
LIMA	0.0107	1	1	18
LORETO	0.0028	1	1	18
MADRE DE DIOS	0.0006	1	1	18
MOQUEGUA	0.0076	1	1	18
PASCO	0.0034	1	1	18
PIURA	0.0007	1	1	18
PUNO	0.0145	1	1	18
SAN MARTÍN	0.0061	1	1	18
TACNA	0.0023	1	1	18
TUMBES	0.0014	1	1	18
UCAYALI	0.0249	1	1	18

Fuente: Propia a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática y el Ministerio de Economía y Finanzas

**Anexo 11. Prueba de raíz unitaria individual en tasa bruta de mortalidad (TBM) por departamentos de 1999 a 2019 en niveles**

Null Hypothesis: Unit root (individual unit root process)

Series: TBM

Muestra: 1999 2019

Exogenous variables: Individual effects

User-specified rezagos: 1

Total (balanced) observaciones: 456

Secciones cruzadas incluidos: 24

Método	Statistic	Prob.**
ADF - Fisher Chi-square	106.394	0.0000
ADF - Choi Z-stat	-0.09819	0.4609

\*\* Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Intermediate ADF test results TBM

Cross section	Prob.	Lag	Max Lag	Obs
AMAZONAS	0.0608	1	1	19
ÁNCASH	0.1276	1	1	19
APURÍMAC	0.0862	1	1	19
AREQUIPA	0.9958	1	1	19
AYACUCHO	0.1256	1	1	19
CAJAMARCA	0.0064	1	1	19
CUSCO	0.1573	1	1	19
HUANCAVELICA	0.0147	1	1	19
HUÁNUCO	0.0008	1	1	19
ICA	0.9403	1	1	19
JUNÍN	0.9079	1	1	19
LA LIBERTAD	0.9984	1	1	19
LAMBAYEQUE	0.9980	1	1	19
LIMA	1.0000	1	1	19
LORETO	0.0276	1	1	19
MADRE DE DIOS	0.1412	1	1	19
MOQUEGUA	1.0000	1	1	19
PASCO	0.0038	1	1	19
PIURA	0.4788	1	1	19
PUNO	0.0025	1	1	19
SAN MARTÍN	0.0969	1	1	19
TACNA	0.9829	1	1	19
TUMBES	0.9967	1	1	19
UCAYALI	0.0055	1	1	19

Fuente: Propia a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática y el Ministerio de Economía y Finanzas

**Anexo 12. Prueba de raíz unitaria individual en tasa bruta de mortalidad (TBM) por departamentos de 1999 a 2019 en diferencias**

Null Hypothesis: Unit root (individual unit root process)

Series: D(TBM)

Muestra: 1999 2019

Exogenous variables: None

Automatic selection of maximum rezagos

Automatic lag length selection based on SIC: 0 to 4

Total number of observaciones: 429

Secciones cruzadas incluidos: 24

Método	Statistic	Prob.**
ADF - Fisher Chi-square	166.858	0.0000
ADF - Choi Z-stat	-7.93865	0.0000

\*\* Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Intermediate ADF test results D(TBM)

Cross section	Prob.	Lag	Max Lag	Obs
AMAZONAS	0.0130	4	4	15
ÁNCASH	0.0010	0	4	19
APURÍMAC	0.0886	1	4	18
AREQUIPA	0.0059	0	4	19
AYACUCHO	0.3607	2	4	17
CAJAMARCA	0.0583	2	4	17
CUSCO	0.0260	0	4	19
HUANCAVELICA	0.0736	1	4	18
HUÁNUCO	0.0208	2	4	17
ICA	0.2343	2	4	17
JUNÍN	0.0049	0	4	19
LA LIBERTAD	0.0059	0	4	19
LAMBAYEQUE	0.0034	0	4	19
LIMA	0.9462	2	4	17
LORETO	0.0273	2	4	17
MADRE DE DIOS	0.1521	2	4	17
MOQUEGUA	0.8564	2	4	17
PASCO	0.0049	0	4	19
PIURA	0.0093	1	4	18
PUNO	0.0037	0	4	19
SAN MARTÍN	0.0049	0	4	19
TACNA	0.0461	0	4	19
TUMBES	0.3361	2	4	17
UCAYALI	0.1126	2	4	17

Fuente: Propia a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática y el Ministerio de Economía y Finanzas

**Anexo 13. Prueba de raíz unitaria común en inversión pública en agua y saneamiento (IPAS) por departamentos de 1999 a 2019 en niveles**

Null Hypothesis: Unit root (common unit root process)  
 Series: IPAS  
 Muestra: 1999 2019  
 Exogenous variables: Individual effects  
 User-specified rezagos: 1  
 Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel  
 Total (balanced) observaciones: 456  
 Secciones cruzadas incluidos: 24

Método	Statistic	Prob.**
Levin, Lin & Chu t*	-0.01945	0.4922

\*\* Probabilities are computed assuming asymptotic normality

Intermediate results on IPAS

Cross section	2nd Stage Coeficiente	Varianza of Reg	HAC of Dep.	Lag	Max Lag	Band-width	Obs
AMAZONAS	0.03727	2.E+15	5.E+14	1	1	8.0	19
ÁNCASH	-0.14781	6.E+15	3.E+15	1	1	5.0	19
APURÍMAC	-0.02529	2.E+15	1.E+15	1	1	3.0	19
AREQUIPA	-0.13694	3.E+15	3.E+15	1	1	1.0	19
AYACUCHO	0.03941	2.E+15	8.E+14	1	1	11.0	19
CAJAMARCA	-0.09361	1.E+16	3.E+15	1	1	8.0	19
CUSCO	-0.06767	2.E+15	3.E+15	1	1	1.0	19
HUANCAVELICA	-0.09997	1.E+15	2.E+14	1	1	19.0	19
HUÁNUCO	-0.16913	3.E+15	5.E+14	1	1	16.0	19
ICA	-0.15867	1.E+15	9.E+14	1	1	2.0	19
JUNÍN	-0.11194	1.E+15	1.E+15	1	1	0.0	19
LA LIBERTAD	0.03451	2.E+15	2.E+15	1	1	1.0	19
LAMBAYEQUE	-0.26528	4.E+15	3.E+15	1	1	5.0	19
LIMA	-0.33631	2.E+16	1.E+16	1	1	2.0	19
LORETO	-0.44573	7.E+15	5.E+15	1	1	3.0	19
MADRE DE DIOS	-0.49042	2.E+14	4.E+13	1	1	13.0	19
MOQUEGUA	-0.25377	8.E+14	9.E+14	1	1	0.0	19
PASCO	-0.18114	7.E+14	5.E+14	1	1	3.0	19
PIURA	-0.16201	6.E+15	2.E+15	1	1	5.0	19
PUNO	-0.10877	8.E+15	6.E+15	1	1	3.0	19
SAN MARTÍN	-0.02858	4.E+15	2.E+15	1	1	3.0	19
TACNA	-0.45198	9.E+14	7.E+14	1	1	2.0	19
TUMBES	-0.21740	2.E+14	1.E+14	1	1	5.0	19
UCAYALI	-0.27737	2.E+15	2.E+15	1	1	1.0	19
	Coeficiente	t-Stat	SE Reg	mu*	sig*		Obs
Pooled	-0.10487	-4.554	1.023	-0.554	0.919		456

Fuente: Propia a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática y el Ministerio de Economía y Finanzas

**Anexo 14. Prueba de raíz unitaria común en inversión pública en agua y saneamiento (IPAS) por departamentos de 1999 a 2019 en diferencias**

Null Hypothesis: Unit root (common unit root process)  
 Series: D(IPAS)  
 Muestra: 1999 2019  
 Exogenous variables: None  
 User-specified rezagos: 1  
 Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel  
 Total (balanced) observaciones: 432  
 Secciones cruzadas incluidos: 24

Método	Statistic	Prob.**
Levin, Lin & Chu t*	-15.0282	0.0000

\*\* Probabilities are computed assuming asymptotic normality

Intermediate results on D(IPAS)

Cross section	2nd Stage Coeficiente	Varianza of Reg	HAC of Dep.	Lag	Max Lag	Band-width	Obs
AMAZONAS	-1.77725	2.E+15	5.E+14	1	1	7.0	18
ÁNCASH	-1.15799	7.E+15	1.E+15	1	1	13.0	18
APURÍMAC	-0.90058	2.E+15	3.E+14	1	1	12.0	18
AREQUIPA	-0.70841	3.E+15	5.E+14	1	1	18.0	18
AYACUCHO	-1.35116	2.E+15	5.E+14	1	1	7.0	18
CAJAMARCA	-1.25144	1.E+16	2.E+15	1	1	12.0	18
CUSCO	-0.77021	3.E+15	3.E+14	1	1	18.0	18
HUANCAVELICA	-1.52281	1.E+15	5.E+14	1	1	8.0	18
HUÁNUCO	-1.41972	2.E+15	8.E+14	1	1	12.0	18
ICA	-1.19935	1.E+15	3.E+14	1	1	11.0	18
JUNÍN	-0.65030	1.E+15	6.E+14	1	1	6.0	18
LA LIBERTAD	-0.62964	3.E+15	3.E+14	1	1	13.0	18
LAMBAYEQUE	-1.35620	4.E+15	2.E+15	1	1	18.0	18
LIMA	-1.20272	2.E+16	2.E+15	1	1	18.0	18
LORETO	-1.20771	9.E+15	2.E+15	1	1	9.0	18
MADRE DE DIOS	-1.62117	2.E+14	3.E+13	1	1	13.0	18
MOQUEGUA	-1.01047	1.E+15	3.E+14	1	1	3.0	18
PASCO	-1.23087	8.E+14	1.E+14	1	1	16.0	18
PIURA	-1.11698	6.E+15	1.E+15	1	1	10.0	18
PUNO	-1.17059	9.E+15	1.E+15	1	1	18.0	18
SAN MARTÍN	-0.96205	4.E+15	4.E+14	1	1	18.0	18
TACNA	-1.42571	1.E+15	3.E+15	1	1	0.0	18
TUMBES	-1.39303	3.E+14	3.E+13	1	1	15.0	18
UCAYALI	-0.98739	2.E+15	3.E+14	1	1	14.0	18
	Coeficiente	t-Stat	SE Reg	mu*	sig*		Obs
Pooled	-1.09877	-15.707	1.024	0.004	1.049		432

Fuente: Propia a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática y el Ministerio de Economía y Finanzas

**Anexo 15. Prueba de raíz unitaria común en tasa bruta de mortalidad (TBM) por departamentos de 1999 a 2019 en niveles**

Null Hypothesis: Unit root (common unit root process)  
 Series: TBM  
 Date: 06/03/21 Time: 06:06  
 Muestra: 1999 2019  
 Exogenous variables: Individual effects  
 Automatic selection of maximum rezagos  
 Automatic lag length selection based on SIC: 0 to 4  
 Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel  
 Total number of observaciones: 462  
 Secciones cruzadas incluidos: 24

Método	Statistic	Prob.**
Levin, Lin & Chu t*	-6.81797	0.0000

\*\* Probabilities are computed assuming asymptotic normality

Intermediate results on TBM

Cross section	2nd Stage Coeficiente	Varianza of Reg	HAC of Dep.	Lag	Max Lag	Bandwidth	Obs
AMAZONAS	-0.21069	0.0011	0.0040	4	4	1.0	16
ÁNCASH	-0.12323	0.0024	0.0022	0	4	5.0	20
APURÍMAC	-0.10147	0.0025	0.0058	0	4	2.0	20
AREQUIPA	0.19635	0.0021	0.0029	0	4	2.0	20
AYACUCHO	-0.06806	0.0034	0.0138	0	4	3.0	20
CAJAMARCA	-0.16632	0.0016	0.0048	0	4	2.0	20
CUSCO	-0.13080	0.0022	0.0048	0	4	2.0	20
HUANCAVELICA	-0.09303	0.0017	0.0097	0	4	2.0	20
HUÁNUCO	-0.27531	0.0008	0.0046	2	4	2.0	18
ICA	0.05016	0.0014	0.0044	3	4	2.0	17
JUNÍN	-0.06318	0.0034	0.0051	0	4	2.0	20
LA LIBERTAD	0.20423	0.0020	0.0029	0	4	2.0	20
LAMBAYEQUE	0.14664	0.0023	0.0028	0	4	1.0	20
LIMA	0.18869	0.0013	0.0048	1	4	2.0	19
LORETO	-0.15535	0.0014	0.0053	0	4	2.0	20
MADRE DE DIOS	-0.14549	0.0012	0.0106	3	4	3.0	17
MOQUEGUA	0.16568	0.0013	0.0030	1	4	3.0	19
PASCO	-0.21170	0.0014	0.0040	0	4	2.0	20
PIURA	-0.29766	0.0018	0.0038	0	4	2.0	20
PUNO	-0.19650	0.0023	0.0045	0	4	1.0	20
SAN MARTÍN	-0.27901	0.0019	0.0045	0	4	2.0	20
TACNA	0.03441	0.0023	0.0025	0	4	0.0	20
TUMBES	0.05426	0.0010	0.0037	3	4	1.0	17
UCAYALI	-0.18402	0.0017	0.0046	1	4	2.0	19

	Coeficiente	t-Stat	SE Reg	mu*	sig*	Obs
Pooled	-0.08163	-8.958	1.195	-0.554	0.919	462

Fuente: Propia a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática y el Ministerio de Economía y Finanzas

**Anexo 16. Prueba cointegración de Johansen Fisher a IPAS y TBM por departamentos de 1999 a 2019**

Johansen Fisher Panel Cointegration Test

Series: IPAS TBM

Muestra: 1999 2019

Incluidos observaciones: 504

Trend assumption: Linear deterministic trend (restricted)

Rezagos interval (in first differences): 1 1

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace and Maximum Eigenvalue)

Hypothesized No. of CE(s)	Fisher Stat.* (from trace test)	Prob.	Fisher Stat.* (from max-eigen test)	Prob.
None	145.9	0.0000	133.6	0.0000
At most 1	56.28	0.1926	56.28	0.1926

\* Probabilities are computed using asymptotic Chi-square distribution.

Individual cross section results

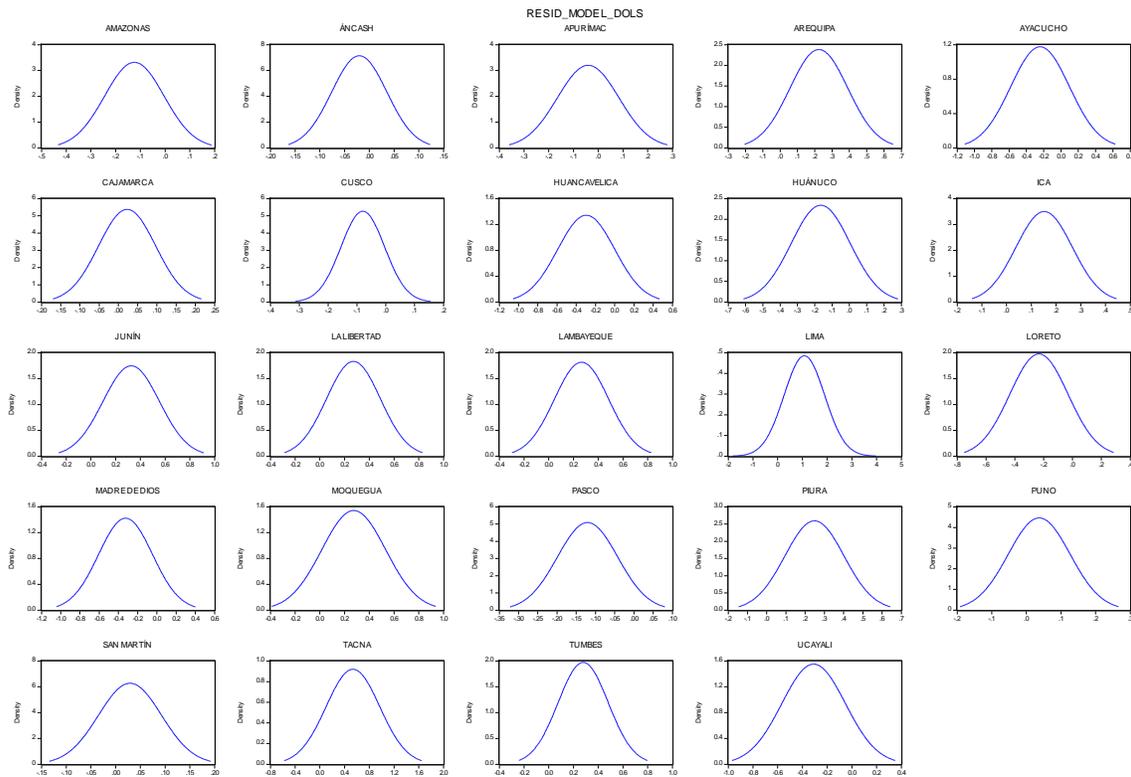
Cross Section	Trace Test Statistics	Prob.**	Max-Eign Test Statistics	Prob.**
<b>Hypothesis of no cointegration</b>				
AMAZONAS	17.0451	0.4116	12.6157	0.3600
ÁNCASH	14.5726	0.6101	10.3218	0.5845
APURÍMAC	20.5847	0.1977	15.2453	0.1807
AREQUIPA	36.0044	0.0020	33.7030	0.0002
AYACUCHO	30.3081	0.0131	22.6310	0.0163
CAJAMARCA	27.8040	0.0284	20.3996	0.0356
CUSCO	17.5305	0.3764	13.6653	0.2773
HUANCAVELICA	23.2770	0.1017	13.3684	0.2992
HUÁNUCO	32.3770	0.0067	18.5476	0.0659
ICA	22.7336	0.1171	15.7786	0.1550
JUNÍN	34.9828	0.0028	25.1304	0.0065
LA LIBERTAD	21.2186	0.1704	13.2256	0.3102
LAMBAYEQUE	21.7076	0.1513	14.9294	0.1975
LIMA	27.0037	0.0360	17.6537	0.0877
LORETO	25.6358	0.0535	19.0017	0.0568
MADRE DE DIOS	23.0558	0.1078	16.0862	0.1416
MOQUEGUA	22.9966	0.1094	18.6944	0.0628
PASCO	34.4270	0.0034	25.5909	0.0055

PIURA	43.4871	0.0001	32.6398	0.0003
PUNO	23.8548	0.0873	18.1023	0.0761
SAN MARTÍN	22.5056	0.1241	12.1545	0.4009
TACNA	19.0909	0.2754	13.6139	0.2811
TUMBES	19.0895	0.2755	15.4861	0.1687
UCAYALI	26.4321	0.0426	19.4906	0.0483
Hypothesis of at most 1 cointegration relationship				
AMAZONAS	4.4294	0.6794	4.4294	0.6794
ÁNCASH	4.2508	0.7056	4.2508	0.7056
APURÍMAC	5.3394	0.5484	5.3394	0.5484
AREQUIPA	2.3014	0.9472	2.3014	0.9472
AYACUCHO	7.6770	0.2792	7.6770	0.2792
CAJAMARCA	7.4044	0.3042	7.4044	0.3042
CUSCO	3.8652	0.7615	3.8652	0.7615
HUANCAVELICA	9.9086	0.1314	9.9086	0.1314
HUÁNUCO	13.8293	0.0300	13.8293	0.0300
ICA	6.9549	0.3493	6.9549	0.3493
JUNÍN	9.8524	0.1340	9.8524	0.1340
LA LIBERTAD	7.9930	0.2522	7.9930	0.2522
LAMBAYEQUE	6.7783	0.3682	6.7783	0.3682
LIMA	9.3500	0.1599	9.3500	0.1599
LORETO	6.6341	0.3842	6.6341	0.3842
MADRE DE DIOS	6.9697	0.3477	6.9697	0.3477
MOQUEGUA	4.3021	0.6981	4.3021	0.6981
PASCO	8.8361	0.1907	8.8361	0.1907
PIURA	10.8473	0.0936	10.8473	0.0936
PUNO	5.7524	0.4924	5.7524	0.4924
SAN MARTÍN	10.3511	0.1121	10.3511	0.1121
TACNA	5.4770	0.5294	5.4770	0.5294
TUMBES	3.6034	0.7984	3.6034	0.7984
UCAYALI	6.9415	0.3507	6.9415	0.3507

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

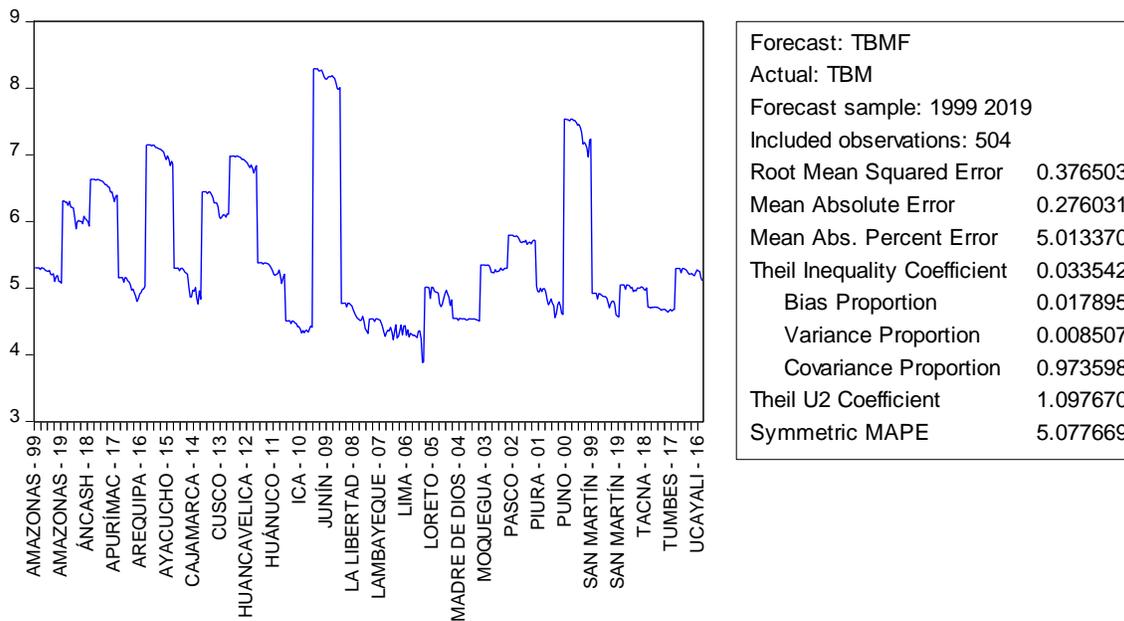
Fuente: Propia a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática y el Ministerio de Economía y Finanzas

## Anexo 17. Residuos del modelo IPAS sobre TBM con el método DGLS después de corrección sobre DOLS



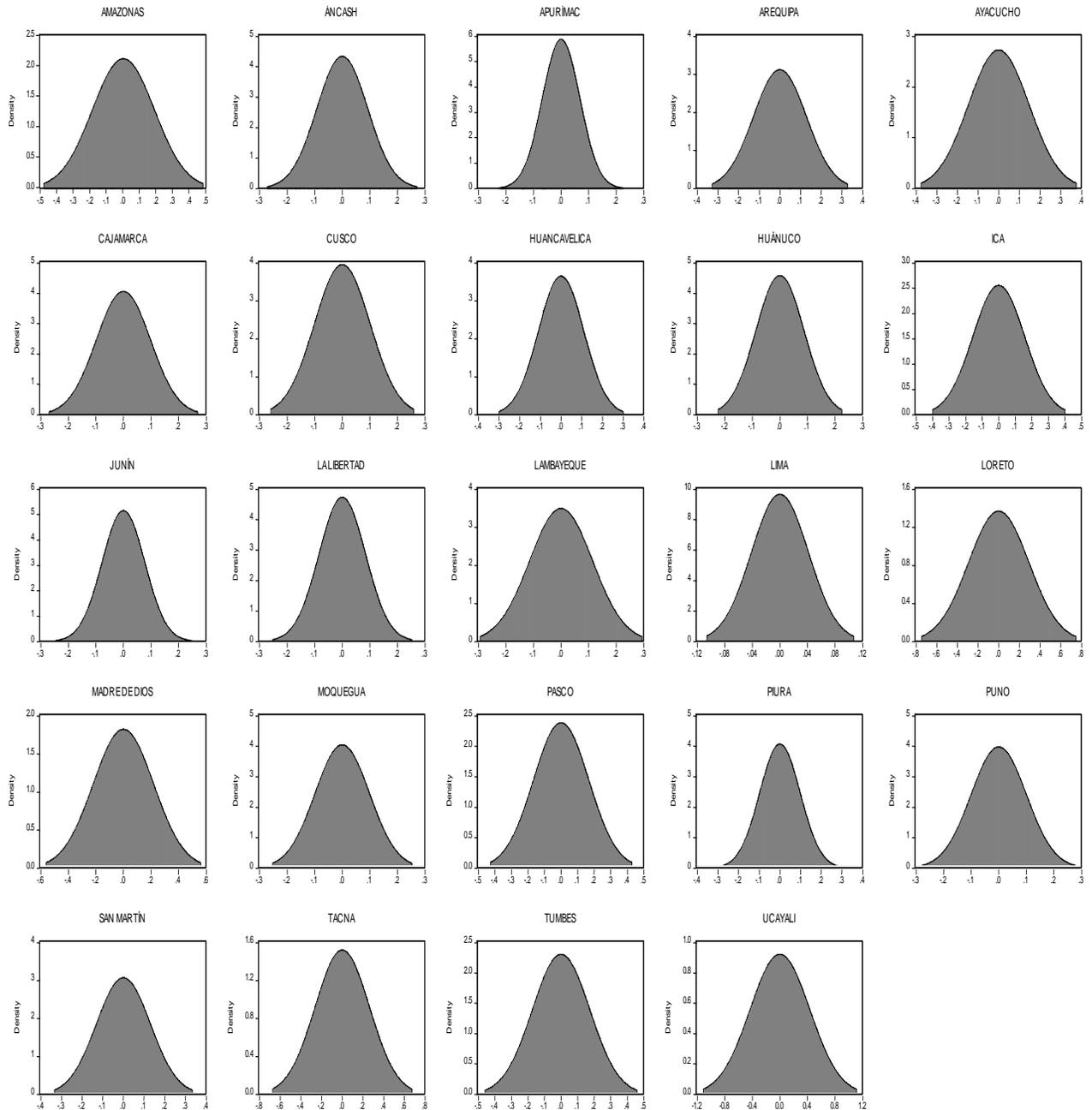
Fuente: Propia a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática y el Ministerio de Economía y Finanzas

## Anexo 18. Evaluación de predicción de método DGLS para la relación de IPAS sobre TBM



Fuente: Propia a partir de datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática y el Ministerio de Economía y Finanzas

**Anexo 19. Densidad de residuos de estimación econométrica de relación de inversión pública en saneamiento sobre la tasa bruta de mortalidad en el Perú por enfermedades transmitidas por el agua y falta de saneamiento básico, 1999 - 2019**



Fuente: Propia a partir de datos del MINSA, Instituto Nacional de Estadística e Informática y Ministerio de Economía y Finanzas

**Anexo 20. Prueba de autocorrelación de residuos de estimación econométrica de relación de inversión pública en saneamiento sobre la tasa bruta de mortalidad en el Perú por enfermedades transmitidas por el agua y falta de saneamiento básico, 1999 – 2019**

Null Hypothesis: Unit root (individual unit root process)  
 Series: RESID  
 Sample: 1999 2019  
 Exogenous variables: Individual effects  
 Newey-West automatic bandwidth selection and Bartlett kernel  
 Total (balanced) observations: 384  
 Cross-sections included: 24

Method	Statistic	Prob.**
PP - Fisher Chi-square	81.2604	0.0019
PP - Choi Z-stat	-3.35635	0.0004

\*\* Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Intermediate Phillips-Perron test results D(RESID01)

Cross section	Prob.	Bandwidth	Obs
AMAZONAS	0.3352	1.0	16
ÁNCASH	0.2550	0.0	16
APURÍMAC	0.2699	1.0	16
AREQUIPA	0.3291	1.0	16
AYACUCHO	0.7480	1.0	16
CAJAMARCA	0.1331	3.0	16
CUSCO	0.1978	1.0	16
HUANCAVELICA	0.5238	2.0	16
HUÁNUCO	0.9194	0.0	16
ICA	0.6563	1.0	16
JUNÍN	0.3873	1.0	16
LA LIBERTAD	0.4400	1.0	16
LAMBAYEQUE	0.6106	1.0	16
LIMA	0.0162	1.0	16
LORETO	0.0996	2.0	16
MADRE DE DIOS	0.2570	5.0	16
MOQUEGUA	0.0432	1.0	16
PASCO	0.3290	0.0	16
PIURA	0.0524	1.0	16
PUNO	0.2694	3.0	16
SAN MARTÍN	0.1173	1.0	16
TACNA	0.0206	1.0	16
TUMBES	0.2604	0.0	16
UCAYALI	0.0088	2.0	16

Fuente: Propia a partir de datos del MINSA, Instituto Nacional de Estadística e Informática y Ministerio de Economía y Finanzas

**Anexo 21. Tasa de Mortalidad en los departamentos del Perú por enfermedades transmitidas por el agua y falta de saneamiento básico, 1999-2019**

Departamento	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
AMAZONAS	140.40	134.11	120.09	106.07	92.05	78.03	64.01	66.55	69.09	71.62	74.16	76.70	72.23	67.76	63.29	58.82	54.35	48.91	44.02	39.62	35.66
ANCASH	62.20	75.56	71.99	68.43	64.86	61.29	57.72	58.15	58.57	59.00	59.42	59.84	59.51	59.18	58.84	58.51	58.17	52.36	47.12	42.41	38.17
APURIMAC	154.01	150.10	144.55	139.00	133.45	127.90	122.35	117.56	112.76	107.96	103.16	98.37	97.41	96.45	95.49	94.53	93.57	84.21	75.79	68.21	61.39
AREQUIPA	67.85	67.96	66.18	64.41	62.63	60.85	59.07	58.91	58.76	58.60	58.45	58.29	56.63	54.98	53.32	51.66	50.01	45.01	40.51	36.45	32.81
AYACUCHO	127.01	117.45	111.08	104.70	98.33	91.95	85.58	88.05	90.51	92.98	95.44	97.91	92.05	86.19	80.33	74.47	68.60	61.74	55.57	50.01	45.01
CAJAMARCA	122.40	115.94	110.61	105.27	99.94	94.60	89.27	83.04	76.82	70.59	64.36	58.14	58.95	59.76	60.57	61.39	62.20	55.98	50.38	45.34	40.81
CALLAO	43.94	42.31	41.00	39.69	38.38	37.07	35.77	35.91	36.05	36.20	36.34	36.48	35.56	34.63	33.70	32.78	31.85	28.66	25.80	23.22	20.90
CUSCO	170.75	159.52	152.18	144.84	137.49	130.15	122.81	113.39	103.98	94.56	85.14	75.73	79.59	83.46	87.33	91.20	95.07	85.56	77.01	69.31	62.37
HUANCAVELICA	129.28	180.12	170.45	160.78	151.11	141.45	131.78	132.41	133.04	133.67	134.30	134.93	130.26	125.58	120.91	116.24	111.56	100.4	90.37	81.33	73.20
HUANUCO	117.74	110.99	107.66	104.34	101.01	97.69	94.36	92.12	89.88	87.64	85.40	83.16	82.65	82.15	81.64	81.13	80.62	72.56	65.30	58.77	52.89
ICA	55.64	52.78	50.48	48.18	45.88	43.58	41.28	43.06	44.84	46.62	48.40	50.18	48.33	46.48	44.63	42.78	40.93	36.83	33.15	29.84	26.85
JUNIN	117.37	115.11	107.50	99.89	92.27	84.66	77.05	77.66	78.28	78.90	79.51	80.13	79.32	78.51	77.70	76.89	76.08	68.47	61.62	55.46	49.92
LA LIBERTAD	62.18	71.98	68.38	64.78	61.18	57.58	53.98	52.79	51.60	50.42	49.23	48.04	47.64	47.24	46.84	46.44	46.04	41.44	37.30	33.57	30.21
LAMBAYEQUE	60.05	56.41	54.14	51.86	49.59	47.32	45.05	44.75	44.46	44.16	43.86	43.56	44.01	44.45	44.90	45.34	45.79	41.21	37.09	33.38	30.04
LIMA	44.18	41.28	40.57	39.87	39.16	38.46	37.75	36.84	35.93	35.03	34.12	33.21	34.07	34.93	35.79	36.65	37.51	33.76	30.38	27.34	24.61
LORETO	87.18	85.23	87.66	90.09	92.52	94.95	97.38	94.53	91.67	88.82	85.96	83.11	76.07	69.02	61.98	54.94	47.89	43.10	38.79	34.91	31.42
MADRE DE DIOS	107.52	112.91	99.05	85.19	71.32	57.46	43.60	42.55	41.50	40.45	39.40	38.36	41.87	45.39	48.91	52.43	55.95	50.35	45.32	40.79	36.71
MOQUEGUA	69.64	67.01	61.56	56.10	50.65	45.20	39.75	39.40	39.06	38.71	38.36	38.02	40.61	43.19	45.78	48.36	50.95	45.86	41.27	37.14	33.43
PASCO	92.27	88.91	86.98	85.04	83.11	81.18	79.24	81.19	83.13	85.08	87.03	88.97	84.10	79.22	74.35	69.47	64.60	58.14	52.33	47.09	42.38
PIURA	86.33	83.74	81.60	79.46	77.32	75.18	73.04	71.47	69.90	68.33	66.76	65.19	64.85	64.51	64.18	63.84	63.51	57.16	51.44	46.30	41.67
PUNO	120.49	143.27	137.46	131.65	125.84	120.03	114.22	110.48	106.73	102.99	99.24	95.50	93.69	91.88	90.07	88.26	86.45	77.81	70.03	63.02	56.72
SAN MARTIN	102.98	95.92	93.83	91.73	89.64	87.54	85.44	87.19	88.93	90.68	92.42	94.17	90.12	86.07	82.03	77.98	73.94	66.54	59.89	53.90	48.51
TACNA	87.64	84.01	81.54	79.08	76.61	74.14	71.67	69.96	68.24	66.52	64.80	63.08	62.67	62.27	61.86	61.46	61.05	54.95	49.45	44.51	40.06
TUMBES	52.38	49.80	51.43	53.06	54.69	56.31	57.94	57.87	57.80	57.73	57.65	57.58	53.86	50.14	46.43	42.71	38.99	35.09	31.58	28.42	25.58
UCAYALI	96.94	114.45	102.61	90.76	78.91	67.07	55.22	55.32	55.42	55.52	55.62	55.72	49.41	43.09	36.78	30.47	24.16	21.74	19.57	17.61	15.85

Fuente: Propia a partir de datos del MINSA, Instituto Nacional de Estadística.