

## **El Valor de la Vida Estadística en el Perú**

**Autores:**

**De la Cruz Sandoval Ricardo**

**Salazar Rios Carlos Renato**

**Guevara Ccama Ernesto**

**Chávez Vásquez Darha**

**Carrillo Chávez Alexander**

**Lima, agosto del 2020**



**Osinergmin**

ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN EN ENERGÍA Y MINERÍA

**Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería del Perú**  
**Gerencia de Políticas y Análisis Económico**  
**El Valor de la Vida Estadística en el Perú**

Los documentos de trabajo de la Gerencia de Políticas y Análisis Económico de Osinerqmin buscan contribuir a la discusión de diferentes aspectos de la problemática del sector energético y minero desde un punto de vista académico. Osinerqmin no se identifica, necesariamente, ni se hace responsable de las opiniones vertidas en el presente documento. Las ideas expuestas en los documentos de trabajo pertenecen a sus autores y no implican necesariamente una posición institucional de Osinerqmin. La información contenida en el presente documento se considera proveniente de fuentes confiables, pero Osinerqmin no garantiza su completitud ni su exactitud. Las opiniones y estimaciones representan el juicio de los autores dada la información disponible y se encuentran sujeto a modificaciones sin previo aviso  
– OSINERGMIN, Perú.

Documento de Trabajo N° 48 Gerencia de Políticas y Análisis Económico

**Está permitida la reproducción total o parcial de este documento por cualquier medio, siempre y cuando se cite la fuente y los autores.**

Autores: Ricardo de la Cruz Sandoval, Carlos Renato Salazar Rios, Ernesto Guevara Ccama, Darha Chávez Vásquez, Alexander Carrillo Chávez.

Citar el documento como: De la Cruz, R.; Salazar, C.; Guevara E.; Chávez, D. y Carrillo. A. (2020). *El Valor de la Vida Estadística en el Perú*. Documento de Trabajo N° 48, Gerencia de Políticas y Análisis Económico

Primera versión: agosto 2020

Se solicita indicar en lugar visible la autoría y la fuente de la información.

Para comentarios o sugerencias dirigirse a:

*Osinerqmin*

*Bernardo Monteagudo 222, Magdalena del Mar*

*Lima, Perú*

*Tel. (511) 219-3400, anexo 1057*

ISSN 2307 – 4272 (En línea)

*Portal Corporativo*

<http://www.osinerqmin.gob.pe/>

*Portal de la GPAE*

[http://www.osinerqmin.gob.pe/seccion/institucional/acerca\\_osinerqmin/estudios\\_economicos/oficina-estudios-economicos](http://www.osinerqmin.gob.pe/seccion/institucional/acerca_osinerqmin/estudios_economicos/oficina-estudios-economicos)

Correo electrónico: [gpae@osinerqmin.gob.pe](mailto:gpae@osinerqmin.gob.pe)

## **El Valor de la Vida Estadística en el Perú**

### **Abstract**

The objective of this Working Paper is to update the Value of a Statistical Life (VSL) for Peru with recent methodologies and research. Two relevant approaches have been used to estimate VSL in 2019. The health expenditure method of the revealed preferences approach obtains an estimated VSL of S/3.26 million. A meta-analysis of the declared preferences approach obtains an estimated VSL of S/2.93 million. The average value of both results is S / 3.10 million.

### **Resumen**

El objetivo del presente Documento de Trabajo es actualizar el Valor de la Vida Estadística para el Perú (VVE) bajo metodologías e investigaciones recientes. Se observa que la literatura muestra dos enfoques para estimar el VVE. Con el enfoque de preferencias reveladas se obtuvo un VVE de S/ 3.26 millones, para ello se usó el método del gasto en salud. Con el enfoque de preferencias declaradas se obtuvo un VVE de S/ 2.93 millones, para ello se usó un meta-análisis. El valor medio de ambos resultados fue de S/ 3.10 millones para el 2019.

Clasificación JEL: J17, I18, K32, C24

Palabras claves: Valor de la Vida, Política Pública

## Tabla de Contenido

1.	Introducción .....	5
2.	Revisión de la literatura .....	5
2.1.	Enfoque de las preferencias reveladas .....	6
2.1.1.	Método de los salarios hedónicos.....	6
2.1.2.	Método del gasto en salud.....	7
2.2.	Enfoque de las preferencias declaradas .....	8
3.	Metodología .....	9
3.1.	Método del Gasto en Salud.....	9
3.1.1.	Modelo .....	9
3.1.2.	Base de Datos .....	13
3.2.	Meta-análisis .....	14
3.2.1.	Modelo .....	15
3.2.2.	Base de Datos .....	16
4.	Resultados .....	16
4.1.	Método del gasto en Salud .....	16
4.2.	Meta-análisis .....	18
4.3.	Comparación de resultados .....	19
5.	Conclusiones.....	21
6.	Bibliografía .....	22
7.	Anexos .....	25

## 1. Introducción

El Valor de la Vida Estadística (en adelante VVE), en promedio, cuantifica la disposición a pagar de una persona para reducir el riesgo de perder la vida o de deteriorar su salud (Vásquez, 2006). Así, como lo señala Cameron (2010), el VVE no es el valor monetario que se le asigna a una vida humana, sino que es el valor promedio de las disposiciones a pagar que tienen los diferentes individuos de un colectivo.

Doucouiagos et al. (2012) señala que el VVE es útil para realizar el análisis costos beneficios de política públicas que buscan reducir el riesgo de fatalidad de una población objetivo. Otra de sus aplicaciones es en el ámbito del cumplimiento de las leyes (*enforcement*), con el fin de disuadir el incumplimiento por parte de las empresas de las medidas de seguridad de las instalaciones industriales.

En el Perú, una de las primeras estimaciones del VVE fue el trabajo de Vásquez (2006), el cual ha sido utilizado como base para el cálculo de multas disuasivas aplicables a accidentes mortales a consecuencia de actividades riesgosas del sector energético y minero. No obstante, debido a la mayor información disponible, tanto a nivel local como internacional, y del desarrollo de nuevas metodologías de estimación del VVE, es necesario calcular el VVE para el caso del Perú.

En la primera sección, se presenta un marco general sobre los enfoques de estimación utilizados para el cálculo del VVE, así como, un resumen de la literatura asociada. En la segunda sección, se describen las metodologías que se aplicarán para el cálculo, detallando cada una de sus etapas y las bases de datos utilizadas. En la tercera sección, se presentan los resultados de cada enfoque utilizado y se explican las diferencias entre estos, así como un análisis comparativo con respecto a los VVE en otros países de la región. Finalmente, se expondrán algunas conclusiones y comentarios finales.

## 2. Revisión de la literatura

El trabajo de Kochi, Hubbell y Kramer (2006) señala que los dos enfoques más utilizados en la determinación del VVE son el de preferencias reveladas y el de preferencias declaradas.<sup>1</sup>

Bajo el primer enfoque, los individuos revelarán el VVE a través de la información generada de las interacciones en el mercado, es decir, los resultados de las decisiones de los agentes económicos permitirán extraer información sobre la relación entre la riqueza y los niveles de riesgos asumidos. La mayor cantidad de investigaciones en este enfoque se han realizado a través de la metodología de los salarios hedónicos (Viscusi y Aldy, 2003; Viscusi y Masterman, 2017; entre otros), el cual estima una prima salarial que demanda una persona por asumir un mayor riesgo de fallecer en el

---

<sup>1</sup> Otro enfoque para estimar el VVE es mediante técnicas financieras, conocido como el enfoque de capital humano. Éste asigna valor a un fallecimiento prematuro o un suceso de enfermedad según la suma del total de ingresos que ha dejado de percibir debido a su muerte o la afectación de su salud.

trabajo. Otra metodología bajo este enfoque es el gasto en salud (Pretnar, 2020), ya que las decisiones sobre los niveles de inversión en salud permiten aproximar el VVE.

El segundo enfoque busca aproximar el VVE a través de la ejecución de encuestas. El propósito es que la propia población objetivo declare, a través de distintas metodologías, su disposición a pagar por reducir los niveles de riesgos de fatalidad. Una de las metodologías más utilizadas ha sido el de valoración contingente (OCDE, 2012), la cual plantea una situación hipotética a los encuestados y se les realizan preguntas sobre su disposición monetaria a aceptar una variación en el nivel de riesgo.

## **2.1. Enfoque de las preferencias reveladas**

### **2.1.1. Método de los salarios hedónicos**

Este método utiliza información del mercado laboral para inferir los niveles de aversión al riesgo de fatalidad que tiene un trabajador (Viscusi, 1993). De acuerdo con Viscusi y Aldy (2003), la teoría subyacente a este método proviene de la observación que realizó Adam Smith, en 1776, sobre los trabajos riesgosos, por lo cual se exigía un diferencial salarial compensatorio. De este modo, el VVE se determina a partir de las decisiones de las personas de aceptar o rechazar un trabajo, el cual está asociado a un salario y riesgo de muerte específico. Esta relación puede ser modelada de acuerdo con la ecuación de los salarios que depende del riesgo que están expuestos los trabajadores, mientras se controlan por variables observables y no observables, como las habilidades y el capital humano.<sup>2</sup>

Viscusi (2003) realiza una estimación del VVE para Estados Unidos utilizando una especificación semi logarítmica de la ecuación de salarios hedónicos. Además, utiliza información de los trabajadores por ocupación e industria para el periodo 1992-1997, obteniendo un VVE de US\$ 5 millones del año 2000.

Para el caso de Latinoamérica, Hammitt e Ibararán (2006) estiman el VVE bajo dos enfoques para trabajadores del área metropolitana de México. En el primero, el VVE está basado en las percepciones directas de los trabajadores; mientras que, en el segundo, el VVE se estima a través del enfoque de salarios hedónicos. Los resultados de ambos enfoques fueron similares, estimando un VVE entre los US\$ 235 000 y US\$ 325 000 del año 2002. Asimismo, Mardones y Riquelme (2018) calculan el VVE siguiendo el método de salarios hedónico para Chile. Los autores estiman un valor de US\$ 3.7 millones y luego realizan un metaanálisis que relaciona el VVE con el PBI per cápita para extrapolar los resultados a diferentes países de la región.

Para el caso peruano, Mori y Alarcón-Novoa (2017) estiman el VVE para un trabajador en la actividad minera mediante una especificación log-lineal de la ecuación de salarios y la construcción de un índice de riesgo mortal. Los autores obtienen un VVE de US\$ 978 000 del año 2012.

---

<sup>2</sup> Para mayores detalles de la especificación de este enfoque puede revisarse el trabajo de Mardones y Riquelme (2018).

### 2.1.2. Método del Gasto en Salud

Este método fue propuesto por Hall y Jones en el 2004. De acuerdo con los autores, el incremento en los niveles de inversión en la salud permite reducir la tasa de mortalidad no accidental lo cual, a su vez, aumentará la esperanza de vida de las personas. La intuición económica detrás de este enfoque es que la inversión en el cuidado de la salud revelará información sobre la valorización de la sociedad a reducir los niveles de riesgos de fatalidad, permitiendo obtener una medida del VVE.

En concreto, en el estudio Hall y Jones (2004) se estima paramétricamente el VVE a partir de una función de producción de la salud, en la cual, el estado de la salud de un individuo<sup>3</sup> depende positivamente del gasto en la salud y de la productividad de la tecnología de la salud. Los autores estimaron el VVE con información de Estados Unidos por grupo de edades para los años 1950, 1970, 1990 y 2000, (ver Tabla 1). Por ejemplo, el VVE de una persona de 40 a 45 años en el año 2000 fue cerca de USD 1.4 millones.

**Tabla 1: Costo Marginal de Salvar una Vida (miles de US\$ del 2000)**

Edad	1950	1970	1990	2000
0-5	10	60	310	430
10-15	140	480	2 060	4 690
20-25	410	1 310	2 580	3 240
30-35	310	760	1 460	2 900
40-45	120	240	780	1 370
50-55	60	130	490	810
60-65	30	130	390	680
70-75	30	100	420	590
80-85	30	120	470	560
90-95	30	160	520	570

Fuente: Hall y Jones (2004).

En el 2007, los mismos autores volvieron a estimar el VVE, con un cambio en la especificación de la función de producción de la salud. Ahora el estado de salud del individuo, además de las variables previamente mencionadas, depende también de otras variables como la educación y la contaminación. Del mismo modo, vuelven a estimar el VVE por grupo de edades<sup>4</sup>. A diferencia del ejemplo anterior, el VVE de una persona con 40 a 44 años en el 2000 es US\$ 1.9 millones (US\$ 0.5 millones mayor), el cual se incrementa a US\$ 2.5 millones cuando se realiza un análisis de robustez.<sup>5</sup>

Posteriormente, Pretnar (2020) buscó demostrar los efectos que han tenido las políticas de aislamiento social en consumidores de diferentes edades, siguiendo el enfoque propuesto por Hall y Jones. Para ello, el autor plantea un modelo que genera, endógenamente, medidas de esperanza de vida y el VVE. El autor demuestra que las reducciones en el VVE por las políticas de aislamiento

<sup>3</sup> El estado de salud se mide como la inversa de la tasa de mortalidad no accidental.

<sup>4</sup> En la sección 3.2.1. se explicará la metodología del gasto para estimar el VVE.

<sup>5</sup> El análisis de robustez consiste en estimar los parámetros de la función de producción de salud cuando se asume que solo la mitad de la tendencia negativa de la tasa de mortalidad es explicada por el cambio tecnológico y la asignación de recursos.

son mayores a aquellas que son directamente atribuible al contagio de la enfermedad, puesto que las personas más jóvenes, en especial los niños, terminan siendo los más afectados.

Finalmente, debido a la indisponibilidad de información detallada sobre los niveles de riesgos de los distintos sectores económicos y a la violación del supuesto de flexibilidad en el mercado laboral local, asumidos por el método de salarios hedónicos, se empleará el método del gasto para aproximar el VVE para el Perú bajo el enfoque de preferencias reveladas.

## **2.2. Enfoque de las preferencias declaradas**

A diferencia del enfoque de preferencias reveladas, la información sobre la disposición a pagar para reducir el riesgo de mortalidad de un individuo se obtiene directamente a través de la aplicación de encuestas. Para ello, se plantea al encuestado un escenario hipotético en el cual se presentan distintas opciones que contemplan diferentes niveles de riesgo de mortalidad. La metodología más empleada bajo este enfoque ha sido la de valoración contingente, aunque en los últimos años ha ganado relevancia la metodología de experimentos de elección.

La principal ventaja de los métodos empleados bajo el enfoque de preferencias declaradas es que, en principio, se puede obtener la disposición a pagar de un amplio segmento de la población, y pueden valorar las causas de muerte que son específicas de distintos tipos de peligros, como los ambientales o de accidentes de tránsito. Sin embargo, se presenta el inconveniente de que los montos declarados por las personas respecto a sus disposiciones a pagar en el escenario hipotético pueden ser diferentes al que realmente hubieran estado dispuestas, si efectivamente se enfrentaran al escenario planteado (OCDE, 2012).

En la práctica, el enfoque de preferencias declaradas en el contexto del cálculo del VVE, se viene usando desde la década de los 1970s; tal es el caso de Acton (1973), quien calcula la disposición a pagar por un programa que reduce la probabilidad de muerte por ataque al corazón. Posteriormente, el enfoque sería aprovechado no solo en la evaluación de reducción de riesgos en el ámbito de la salud (Alberini et al., 2004; Hammit y Zhou, 2006), sino también al evaluar la disminución de riesgos ambientales (Buzby et al., 1995; Zhang et al., 2006), accidentes de tránsito (Rizzi y Ortúzar, 2003; De Brabander, 2009), entre otros.

En cuanto a los valores promedios estimados del VVE, difieren de acuerdo con el ámbito geográfico donde ha sido calculado. En Asia y Latinoamérica bordean los 4.19 y 3.6 millones de US\$ 2017 PPP, respectivamente, mientras que en Europa (10.32 millones de US\$ 2017 PPP) y Norte América (14.84 millones de US\$ 2017 PPP) se obtuvieron valores más altos. El único estudio encontrado para África indica que el VVE está cerca a los 0.17 millones de US\$ 2017 PPP.

El estudio de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (en adelante OCDE), recopila diversos estudios a nivel internacional en donde se aplicó el enfoque de preferencias declaradas a través de encuestas. El trabajo presenta un meta-análisis para lograr identificar cuáles son los principales factores que explican la variabilidad de los VVE y que tipos de valores del VVE se



deben utilizar para evaluar política de análisis regulatorio en contextos ambientales, de salud o de transporte.

Uno de los primeros trabajos que estimó el VVE para el caso peruano fue el de Vásquez (2006). El autor empleó un meta-análisis para la estimación o transferencia de valor del VVE para el caso peruano, utilizando dentro de su muestra estudios en donde se aplicó tanto el enfoque de preferencias reveladas como el de declaradas.

Se empleará la metodología propuesta por Vásquez, el cual extiende la propuesta de la OCDE (2012), al controlar en el proceso de estimación el sesgo de selección a consecuencia que la mayor proporción de estudios bajo el enfoque de preferencias declaradas han sido aplicado en países desarrollados.

En la siguiente sección se presenta el desarrollo metodológico que se utiliza para la determinación de cada uno de los enfoques utilizados para el cálculo del VVE para Perú.

### **3. Metodología**

En el presente estudio, el VVE se estima mediante el método del gasto en salud y a través de un meta-análisis para estudios que aplicaron el método de preferencias declaradas. Para el primero de ellos, se utilizará la información del gasto en la salud pública y privada, para obtener el VVE bajo el enfoque de las preferencias declaradas. Mientras que para el segundo método se utilizará como fuente de información estudios que hayan empleado el enfoque de preferencias declaradas en distintos países durante un periodo de análisis.

#### **3.1. Método del Gasto en Salud**

##### **3.1.1. Modelo**

El trabajo de Hall y Jones (2007) estima el VVE por grupo de edad como un paso intermedio para alcanzar su objetivo principal, responder a la interrogante de si el crecimiento del gasto en salud responde a condiciones cambiantes de la economía. Para ello, los autores plantean un modelo de equilibrio general en el cual un agente representativo asigna sus recursos entre el consumo y el cuidado de la salud. La utilidad del individuo depende de la esperanza de vida y del consumo. El modelo se desarrolla bajo la lógica de que el gasto en salud permite a las personas vivir más y mejorar su calidad de vida.

Los autores plantean los siguientes supuestos: (i) existe una colección de individuos de diferentes edades, (ii) el agente representativo por cada edad elige entre consumir y gastar en salud, (iii) la tasa de mortalidad no accidental es específica para cada grupo de edad y su heterogeneidad asociada, (iv) crecimiento exógeno de los recursos totales y de la productividad en el sector salud y (v) un componente de calidad de vida asociado al gasto en salud.

A partir de las condiciones de primer orden del modelo de equilibrio general se obtiene la ecuación [1] en el cual el beneficio marginal del salvar una vida será igual a su costo marginal. Esto implica la asignación óptima del gasto en salud para cada grupo de edad:

$$\frac{\beta v_{a+1,t+1}}{u_c} + \frac{u_x x_{a,t}^2}{u_c} = \frac{x_{a,t}^2}{f'(h_{a,t})} \quad [1]$$

Donde,

$\beta$ : Tasa de descuento de los flujos futuros de consumo

$v_{a,t}$ : Cambio en el bienestar social asociado con tener una persona con vida en el grupo de edad  $a$  en el periodo  $t$ .

$u_c$ : Utilidad marginal del consumo

$u_x$ : Utilidad marginal del estado de salud.

$x_{a,t}$ : Estado de salud del individuo en el grupo  $a$  en  $t$  (inversa de la tasa de mortalidad -  $m$ ).

$f'(h_{a,t})$ : Diferencial del estado de salud del individuo en el grupo  $a$  en el periodo  $t$  respecto a su gasto en salud.

El lado derecho de la ecuación [1] representa el beneficio marginal de salvar una vida, la cual está compuesta por: el valor social de una vida ( $\frac{\beta v_{a+1,t+1}}{u_c}$ ) y la calidad adicional de vida que disfrutarán las personas debido al incremento en el estado de salud. El término de la izquierda es el costo marginal de salvar una vida que es igual a  $dh/dm$ . Donde,  $dh$  es el incremento de los recursos de salud y  $dm$  es la reducción de la tasa de mortalidad.

El costo marginal,  $dh/dm$ , se obtiene a partir de la variable intermedia del estado de salud  $x$  utilizando la regla de cadena ( $\frac{dh}{dx} / \frac{dm}{dx}$ ). Como el estado de salud es la inversa del ratio de mortalidad ( $1/x$ ), se tiene que  $\frac{dm}{dx} = \frac{1}{x^2}$ . El estado de salud del individuo ( $x_{a,t}$ ) es una función del gasto en salud ( $h_{a,t}$ )<sup>6</sup>. Entonces,  $\frac{dh}{dx} = \frac{1}{f'(h)}$ . Así, se obtiene un costo marginal equivalente a  $x^2/f'(h_{a,t})$ .

A partir del costo marginal de salvar una vida, los autores estiman el VVE. Para ello, se define la siguiente función de producción de la salud del tipo Cobb Douglas<sup>7</sup> que permite estimar dicho costo marginal:

$$\tilde{x}_{a,t} = A_a (z_t h_{a,t} w_{a,t})^{\theta_a} \quad [2]$$

---

<sup>6</sup>  $x_{a,t} = f(h_{a,t})$ .

<sup>7</sup> La ecuación que representa el estado total de salud es la siguiente:

$$x_{a,t} = f_{a,t}(h_{a,t}) = \frac{1}{m_{a,t}^{acc} + m_{a,t}^{non}} = \frac{1}{m_{a,t}^{acc} + 1/\tilde{x}_{a,t}}$$

Donde,  $m_{a,t}^{acc}$  es el ratio de mortalidad de los accidentes y homicidios y  $m_{a,t}^{non}$  es la tasa de mortalidad no accidental.

Donde,

$\tilde{x}_{a,t}$ : Inversa de la tasa de mortalidad no accidental del individuo del grupo a en el periodo t.

$z_t$ : Es la eficiencia de una unidad de producto dedicada al cuidado de la salud.

$h_{a,t}$ : Gasto en salud del individuo del grupo a en el periodo t.

$\theta_a$ : Elasticidad del estado de salud que depende del grupo de edad a.

$A_a$ : Proceso tecnológico que dependen del grupo de edad.

$w_{a,t}$ : Efectos de las otras determinantes de la mortalidad.

Posteriormente, se realiza una estimación econométrica de los parámetros de la función de producción de la salud necesarios para calcular el VVE (en el Gráfico 1 se resumen los pasos para estimar el VVE). Con el objetivo de identificar los parámetros  $\theta_a$  y  $A_a$ , los autores introducen una nueva variable,  $s_{a,t} = \frac{h_{a,t}}{y_t}$ , como el ratio del gasto en salud de la edad a entre el ingreso per cápita. Reescribiendo la ecuación [2] tenemos:

$$\tilde{x}_{a,t} = A_a(z_t y_t s_{a,t} w_{a,t})^{\theta_a} \quad [3]$$

**Gráfico 1: Procedimiento para el Cálculo del VVE**



Fuente: Hall y Jones (2007). Elaboración: GPAE- Osinergmin.

Hall y Jones (2007) observan una tendencia decreciente de la mortalidad no accidental en el caso de Estados Unidos, la cual descomponen en tres términos. El primero, está asociada a la tendencia por el cambio tecnológico,  $z_t y_t$ . Los autores asumieron que el cambio tecnológico en el sector salud ocurre con el mismo ratio que el resto de la economía ( $z_t = 1$ ) y aplican una tasa de crecimiento igual al ingreso per cápita de 2.13%. El segundo término es la asignación de recursos: si la economía asigna una mayor proporción del ingreso per cápita hacia el gasto en salud para un grupo de edad a, el ratio de mortalidad disminuye y este efecto es capturado por  $s_{a,t}$ . El tercer término son los movimientos de  $w_{a,t}$  que hacen que la tendencia de la mortalidad decrezca.

El supuesto clave que permite la estimación de  $\theta_a$  es que las tendencias observadas (cambio tecnológico y asignación de recursos) representan una fracción  $\mu$  de la tendencia decreciente del ratio de mortalidad no accidental. En el escenario base, asumen un valor de  $\mu$  de 2/3 que corresponde a la disminución de los accidentes mortales explicado por el cambio tecnológico y la asignación de recursos, y 1/3 es explicado por otros factores.

Luego, al tomar logaritmo a la ecuación [3] se obtiene:

$$\log \tilde{x}_{a,t} = \log A_a + \theta_a(\log z_t + \log h_{a,t} + \log w_{a,t}) \quad [4]$$

El enfoque de estimación es construir un modelo cuyo residuo no tenga tendencia. Así, la condición de ortogonalidad hace que la tendencia del tiempo sea elegible como una variable instrumental y se puede aplicar un método de estimación bajo esa condición. Sin embargo, si el residuo,  $w_{a,t}$ , tiene tendencia parte de la reducción del ratio de mortalidad es debido a otros factores diferentes al cambio tecnológico y la asignación de recursos.

Por ello se descompone el residuo de la siguiente forma:

$$\log w_{a,t} = g_{w,a}t + n_{a,t} \quad [5]$$

Donde,  $g_{w,a}t$  es la tendencia por grupo de edad para las otras determinantes de la mortalidad y  $n_{a,t}$ , la parte sin tendencia del residuo. Reemplazando la ecuación [5] en la ecuación [4] se tiene:

$$\log \tilde{x}_{a,t} = \log A_a + \theta_a(\log z_t + \log h_{a,t} + g_{w,a}t) + \varepsilon_{a,t} \quad [6]$$

Donde, el error  $\varepsilon_{a,t} = \theta_a n_{a,t}$  es ortogonal a la tendencia lineal. Asimismo, si se conoce el valor de  $g_{w,a}$ , se puede usar una tendencia lineal del tiempo como instrumento de  $\theta_a$ .

Debido al supuesto de  $\mu$ , se puede determinar el valor de  $g_{w,a}$ :

$$1 - \mu = \frac{g_{w,a}}{g_z + g_{h,a} + g_{w,a}} \quad [7]$$

Si se asume los valores  $g_z$  como supuesto y  $g_{h,a}$  de la información disponible, se calcula el ratio de crecimiento de la tendencia de  $w_{a,t}$ . Determinado esta nueva variable, se podrá estimar los parámetros  $A_a$  y  $\theta_a$ .

En la ecuación [1], el valor del costo marginal se expresó como  $\frac{x^2}{f'(h_{a,t})}$ , considerando una forma funcional tipo Cobb Douglas de la función de producción de la salud, se tiene que  $\frac{\tilde{x}^2}{f'(h)} = \frac{h\tilde{x}}{\theta}$ , el cual representa al VVE. La interpretación de esta expresión es la siguiente: al incrementar el gasto en salud se incrementa el número de personas salvadas de muerte no accidental, lo cual tiene un costo marginal de  $\frac{h\tilde{x}}{\theta}$  por salvar una vida.

Para obtener el VVE por grupo de edades en el Perú, primero se estimaron los parámetros  $A_a$  y  $\theta_a$  de la ecuación [6] mediante una regresión en datos en panel con efectos fijos. Al respecto, se ha

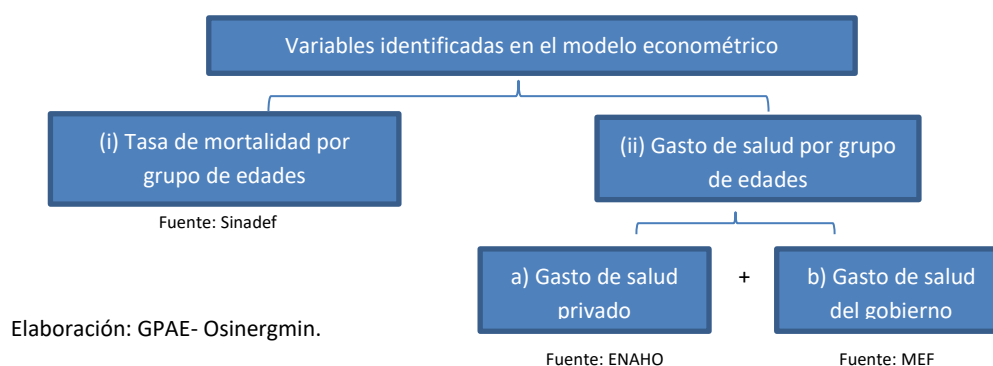
utilizado el modelo de efectos fijos porque existen variables inobservables que no varían en el tiempo, pero sí entre los grupos de edad como la gestión del gasto en salud del gobierno y percepción del sistema de salud nacional. Este supuesto también es validado por Pretnar (2020) que señala que existe heterogeneidad entre los grupos analizados.

Para evitar el problema de endogeneidad, se ha construido una variable compuesta por la suma de los logaritmos de  $z_t$  y  $h_{a,t}$  y el instrumento  $g_{w,a}t$  (componente que multiplica a  $\theta_a$  en la ecuación[6]). De esta forma, el componente de error es ortogonal a la variable independiente.

### 3.1.2. Base de Datos

Para estimar el VVE para el caso peruano por grupos de edad se utilizó información trimestral desde el 2004 al 2019 para calcular: (i) la tasa de mortalidad y (ii) el gasto de salud privado y público. La primera variable permite obtener el estado de salud (ver Gráfico 2).

**Gráfico 2: Variables del modelo econométrico**



La tasa de mortalidad por grupo de edades se obtuvo como el cociente entre el número de defunciones y la población para cada grupo de edad. La información de defunciones para el periodo 2004 al 2017 fue obtenida del Ministerio de Salud (Minsa) mediante la solicitud de acceso a la información pública. Para el periodo 2018-2019, la información se obtuvo del portal Repositorio Único Nacional de Información en Salud (Reunis) del Minsa<sup>8</sup>. Sin embargo, dicha información no permite tipificar aquellas defunciones que se dieron por causa de un accidente. Por ello, para fines de la estimación del VVE, se utilizó la tasa de mortalidad total en lugar de la tasa de mortalidad no accidental.

Por otra parte, la información de la población anual se obtuvo del INEI<sup>9</sup>. Para obtener los valores trimestrales se interpolaron los datos anuales mediante el método lineal simple. Respecto al gasto en salud, el gasto privado se ha construido a partir de la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO). En primer lugar, se han identificado las preguntas del cuestionario del módulo de salud (código 4)

<sup>8</sup> <https://cloud.minsa.gob.pe/s/NctBnHXDnoccgWAg> (Se consultó por última vez el 3 de agosto de 2020.)

<sup>9</sup> <http://webapp.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/> (Se consultó por última vez el 3 de agosto de 2020.)

relevantes para medir el gasto en salud: ¿el gasto realizado fue pagado por algún miembro del hogar? y ¿cuánto fue el monto total por la compra o servicio?<sup>10</sup>

En segundo lugar, el gasto en salud por individuo se distribuye en quince componentes (consulta médica, medicina, servicio dental, hospitalización, entre otros). En el caso de los primeros cinco componentes, el gasto en salud es recogido para las últimas cuatro semanas, desde el sexto hasta el doceavo componente la información refleja el gasto en los últimos tres meses y desde el treceavo hasta el dieciseisavo componente el gasto es para los últimos doce meses. Con esta información, se calcula el gasto en salud mensual por individuo. Para identificar la edad de cada individuo se utilizó el módulo características de los miembros del hogar (código 2), específicamente la pregunta ¿qué edad tiene en años cumplidos?<sup>11</sup>.

Finalmente, se transformó la base de datos considerando el promedio del gasto en salud mensual para cada grupo de edades por trimestre y año.

Respecto al gasto público en salud, la información del gasto de gobierno se obtuvo del portal consulta amigable del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF)<sup>12</sup>. Para ello se utilizó el gasto presupuestal devengado en salud que incurrieron los gobiernos regionales y locales y el gobierno nacional. Para obtener el indicador por grupo de edades, se utilizaron ponderadores a partir del gasto privado calculado con la ENAHO.

### **3.2. Meta-análisis**

El meta-análisis es una metodología que involucra la aplicación de procedimientos estadísticos para integrar y sintetizar un grupo de estudios con el objetivo de utilizar toda la información que éstos contengan (Majumder y Madheswaran, 2017). De acuerdo con Vásquez (2006) esta metodología parte de la construcción de una función de transferencia, identificando qué factores explican la variabilidad de los distintos valores de la VVE en los distintos estudios, y con lo cual se podrá aproximar el VVE para el lugar de destino, utilizando la función del lugar de origen y ajustándola con los valores de las variables explicativas del lugar de destino.

La principal ventaja de esta metodología es que evita la realización de un nuevo estudio para capturar la disposición a pagar por reducir el riesgo de fatalidad, lo cual permite ahorrar recursos en términos de tiempo, económicos y humanos. No obstante, se puede perder precisión en las estimaciones debido a las diferencias socioeconómicas y de las características físicas, biológicas y ecológicas del contexto del lugar de destino en comparación al lugar de origen.

Para la aplicación de este enfoque, en el presente documento se recopilan los resultados de estudios que emplean la metodología de preferencias declaradas (Lindhjem et al., 2010 y 2011; OCDE, 2012).

---

<sup>10</sup> Preguntas P4151\_01- P4151\_01 y P41601- P41616.

<sup>11</sup> Pregunta P208a

<sup>12</sup> <https://apps5.mineco.gob.pe/transparencia/mensual/> (Se consultó por última vez el 3 de agosto de 2020.)

### 3.2.1. Modelo

El meta-análisis es un enfoque costo efectivo para poder estimar el VVE pues no requiere bases de datos detalladas como en el caso de los salarios hedónicos o de valoración contingente, ya que se basa en un conjunto de estudios previos.

Sin embargo, esta metodología puede verse afectada por el sesgo de selección, ya que los estudios sobre el VVE podrían presentar ciertas características específicas que los diferencien del resto de países. En esta línea, y siguiendo el enfoque de Vásquez (2006)<sup>13</sup>, es necesario emplear el método de estimación en dos etapas propuesto por Heckman (1979) para corregir los sesgos en los parámetros de interés.

En la primera etapa, se especifica la ecuación de selección [8], la cual contempla las variables que influyen en que en el país analizado disponga de un estudio del VVE bajo el enfoque de preferencias declaradas, con lo cual obtendrá un dato observable para la segunda etapa. La variable dependiente  $z_i$  es dicotómica y tomará el valor de uno si es que el país  $i$  dispone de un estudio del VVE bajo el enfoque de preferencias declaradas y de cero en caso contrario. La matriz de variables  $X$  contempla al Producto Interno Bruto per cápita del 2017 y al número de fallecido por cien mil habitantes. El objetivo es estimar los factores que influyen en la probabilidad de que el país analizado disponga de estudios que estimen el VVE deseado.

$$z_i = \begin{cases} 1 & \text{si } z_i^* [X_i' \beta + u_i] > 0 \\ 0 & \text{si } z_i^* [X_i' \beta + u_i] \leq 0 \end{cases} \quad [8]$$

A partir de la estimación de la ecuación [8], se obtiene la variable que corregirá el sesgo de selección en la segunda etapa: El ratio inverso de Mills<sup>14</sup>. En la segunda etapa, el objetivo es modelar la relación entre el VVE y un conjunto de variables explicativas, incorporando como uno de los regresores al ratio inverso de Mills. Dentro de las variables explicativas que influyen en la variabilidad de los niveles del VVE fueron el nivel de ingreso per cápita, el nivel de riesgo a fallecer, el año en que se ejecutó el estudio, entre otros.

$$VVE_i = W_i' \theta + \alpha \lambda_i + v_i \text{ si } z_i = 1 \quad [9]$$

---

<sup>13</sup> Se utilizó una extensión en la primera etapa propuesta en el Informe Técnico N 044-2013-GPAE.

<sup>14</sup> La relación inversa de Mills es una función monotónicamente decreciente de la probabilidad de que una observación se seleccione en forma simple, obtenida mediante la fórmula:

$$\lambda_i = \frac{\phi(X_i' \beta)}{\Phi(X_i' \beta)}$$

Donde  $\phi(\cdot)$  y  $\Phi(\cdot)$  son las funciones de densidad y acumulada de una distribución normal estándar, respectivamente.

### **3.2.2. Base de Datos**

Para la estimación de la ecuación de selección se utilizaron las siguientes variables: (i) Producto Bruto interno per cápita (PBI-17), el cual aproxima el nivel de ingreso promedio de la población y fue construida a partir de las estadísticas del Banco Mundial y está expresada en US\$ PPP (*Purchasing Power Parity*) del 2017 y (ii) El número de accidentes fatales (ACC), el cual es el número de muertes anuales por accidente a nivel nacional por cada 100,000. Esta última variable fue obtenida de las estadísticas de la *World Health Organization* (WHO).

Para la segunda etapa, las variables de impactos utilizadas fueron: (i) el Valor de la Vida Estadística (VVE), la cual esta expresada en US\$ PPP de 2017 y ha sido obtenidas del estudio de la OECD (2012) y la incorporaron de la revisión a 11 nuevos estudios, (ii) el Producto Bruto Interno per cápita, la cual se empleó en la ecuación de selección, (iii) el nivel de riesgo (RISK), el cual refleja la reducción de la probabilidad de tener un accidente fatal, (iv) el año en que se ejecutó la encuesta (COL-AÑO), la cual incluye el impacto del año en el cual la información fue recolectada mediante encuestas o fuentes secundarias, (v) una variable dicotómica del método de Turnbull (TURNBULL), el cual tomará el valor de 1 cuando la disposición a pagar sea estimado a través del enfoque no paramétrico de Turnbull, (vi) otra variable dicotómica del tipo de daño (PUBLICO), el cual tomará el valor de 1 cuando el daño evaluado afecte a la sociedad en su conjunto o 0 cuando el daño afecte solo a un individuo o familia y (vii) el ratio inverso de Mills (IMR), el cual corregirá el truncamiento incidental de la primera etapa.

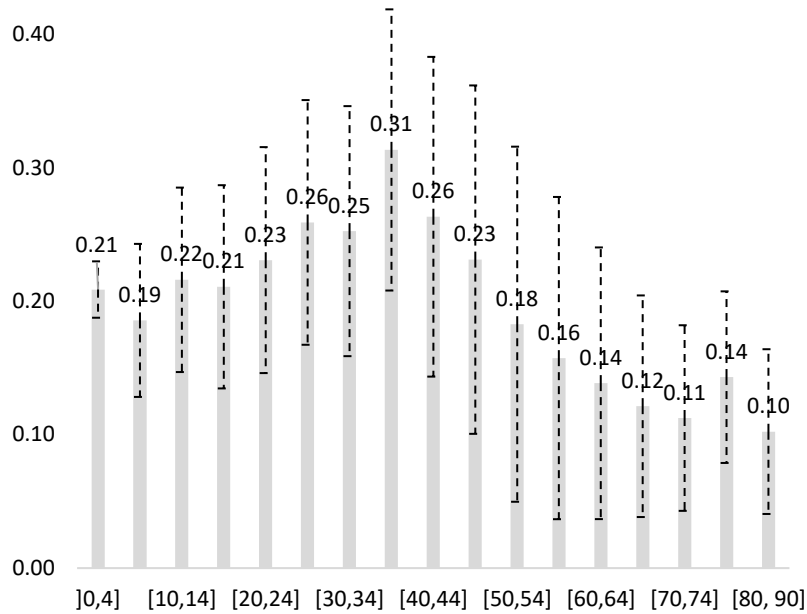
## **4. Resultados**

### **4.1. Método del Gasto en Salud**

De los resultados obtenidos en la regresión, se observa que la elasticidad de la función de producción en salud sigue una forma de U invertida, es decir, aumenta desde los primeros grupos de edades y luego va disminuyendo a partir del grupo de edad de 35 hasta 39 años. Estos resultados son consistentes a los expuestos en el trabajo de Hall y Jones (2007). Los grupos con la mayor mejora en el estado de salud en los 64 trimestres analizados han sido los adultos entre los 25 y 44 años con un rango de la elasticidad desde 0.25 hasta 0.31.



**Gráfico 3: Estimación de las Elasticidades del Estado de Salud por Grupo de Edad**



Elaboración: GPAE-Osinergmin

Con la estimación de los parámetros de la elasticidad de la función de salud, se obtiene el VVE para cada grupo de edad que resulta de la multiplicación del estado de salud del individuo ( $\tilde{x}_{a,t}$ ) y del gasto de salud ( $h_{a,t}$ ) dividido por el parámetro  $\theta_a$ . El VVE tiene una relación inversa respecto al parámetro  $\theta_a$  y se interpreta como el total de gasto en salud por persona fallecida ajustado por el parámetro  $\theta$ , para conocer el efecto marginal de salvar una vida. Estos resultados se observan en la tercera columna de la Tabla 2 para diferentes grupos de edad, por ejemplo: para un individuo con edad de 40 a 44 años el VVE es 1 389 971 soles reales de 2007.

**Tabla 2: Estimación del VVE por Grupo de Edad<sup>1</sup>**

Grupo de edad	Gasto en salud promedio por individuo	Tasa de mortalidad	VVE (soles reales de 2007)
Menos de 4 años	305	0.203%	719 457
De 10 a 14 años	164	0.024%	3 149 358
De 20 a 24 años	428	0.062%	3 006 788
De 30 a 34 años	418	0.086%	1 918 075
De 40 a 44 años	510	0.139%	1 389 971
De 50 a 54 años	899	0.281%	1 750 766
De 60 a 64 años	1 407	0.634%	1 603 153
De 70 a 74 años	2 252	1.667%	1 201 405
>= 80 años	3 168	9.429%	328 528

<sup>1</sup>Se considera solo nueve grupos de un total de diecisiete. Para una visualización de todos los grupos ver el Anexo 1.

Elaboración: GPAE-Osinergmin

El modelo base considera un  $\mu$  igual a 2/3 y una tasa de crecimiento anual de la tecnología en el sector salud de 4.21%. Esta tasa de crecimiento es igual a la tasa de crecimiento anual del consumo privado y público per cápita para el periodo 2004-2019.<sup>15</sup>

A continuación, en la Tabla 3 se muestra el VVE como un promedio ponderado de la población en cada grupo de edad, en el modelo base se obtuvo que, para el 2019, el VVE fue de S/ 3.26 millones.

**Tabla 3: Estimaciones del VVE**

Variable	Parámetro	[95% Intervalo Conf.]	
VVE soles reales del 2007	2 272 512	1 644 506	4 124 803
Factor Conversión <sup>1</sup>	1		
VVE- S/ 2007	2 272 512	1 644 506	4 124 803
Factor Actualización <sup>2</sup>	1.435		
VVE- S/ 2019	3 260 710	2 359 617	5 918 468

<sup>1</sup>El año base del deflactor del PBI es el 2007. <sup>2</sup> Inflación acumulada para el periodo 2007-2019.

Elaboración: GPAE-Osinergmin

## 4.2. Meta-análisis

La Tabla 3 muestra los resultados del procedimiento de estimación del enfoque de transferencias para el caso del Perú. En la primera etapa, los resultados del modelo de selección revelaron que el PBI per cápita (US\$ PPP del 2017) genera una influencia positiva sobre la probabilidad de que un país dispongan de un estudio sobre el cálculo del VVE bajo el enfoque de preferencias declaradas.

Por otra parte, en la segunda etapa, se observa que el PBI per cápita es estadísticamente significativo (valor  $p = 0,000$ ) y tiene una elasticidad en relación al VVE mayor a 1, es decir, conforme se incrementa el PBI per cápita, el VVE se incrementará más que proporcionalmente. Asimismo, las variables relacionadas a la lesión y el contexto del riesgo, como: el cambio en el riesgo (RISK) y el daño por impacto (PUBLICO) también resultan significativas, aunque con impacto negativo. Finalmente, la variable relacionada con los aspectos metodológicos (uso del modelo econométrico Turnbull) tiene efecto positivo y significativo sobre el VVE.

**Tabla 4 : Resultados del Modelo de Estimación del VVE**

1° Etapa (Ecuación de Selección)						
Variable	Parámetro	Error Estándar	Z-est	P-valor	[95% Intervalo Conf.]	
Ln (PBIpc-PPP 17)	0.161	0.086	1.87	0.061	-0.008	0.33
Ln (ACC)	-0.154	0.108	-1.42	0.154	-0.366	0.058
McFadden's R <sup>2</sup>	0.118		Observaciones	79		

<sup>15</sup> Para la robustez del modelo se ha considerado un  $\mu$  igual a 1/2 y una tasa de crecimiento de la tecnología en el sector salud de 5.21%. Los resultados se muestran en el Anexo 1.

2° Etapa (Función de Transferencia)						
Variable	Parámetro	Error Estándar	Z-est	P-valor	[95% Intervalo Conf.]	
Ln (RISK)	-0.407	0.136	-2.98	0.003	-0.674	-0.138
Ln (RISK <sup>2</sup> )	-0.0024	0.009	-0.26	0.796	-0.02	0.016
Ln (PBIpc-PPP 17)	1.770	0.332	5.32	0.000	1.116	2.423
COL-AÑO	0.018	0.009	2.08	0.038	0.001	0.036
TURNBULL	1.269	0.573	2.21	0.027	0.142	2.396
TRAFICO	0.386	0.153	2.53	0.012	0.086	0.687
PUBLICO	-0.322	0.119	-2.71	0.007	-0.556	-0.088
IRM	1.743	0.567	3.07	0.002	0.627	2.857
_CONST	-45.480	17.237	-2.64	0.009	-79.371	-11.599
Adjusted R2	0.4681		Observaciones	411		
F(8, 402)	85.7		Prob > F	0.000		

Elaboración: GPAE-Osinergmin

Luego de aplicar los parámetros estimados sobre las variables relevantes para el caso peruano, se obtiene un VVE de alrededor de los 2.93 millones de soles corrientes para el 2019. Los valores fueron convertidos a soles corrientes con el factor publicado por el Banco Mundial y actualizados al 2019 a través del índice de precios acumulado para el periodo 2017-2019.

**Tabla 5: Valor de la Vida Estadística para el Perú**

Variable	Parámetro	Error Estándar	[95% Intervalo Conf.]	
Ln(VVE) - \$ PPP 2017	14.29	0.589	12.991	15.301
Factor Conversión <sup>/1</sup>	1.75			
VVE – US\$ PPP 2017	1 618 604		509 984	5 137 183
VVE - S/ 2017	2 830 939		891 962	8 984 938
Factor Actualización <sup>/2</sup>	1.035			
VVE - S/ 2019	2 930 022		793 822	7 996 351

Notas: <sup>/1</sup> International Comparison Program del 2017. <sup>/2</sup> Inflación acumulada para el periodo 2017-2019

#### 4.3. Comparación de resultados

Los resultados obtenidos bajo el enfoque del gasto para el caso peruano registraron un nivel mayor en 0.33 millones de soles en relación a la estimación bajo el meta-análisis basado en estudios de preferencias declaradas. De acuerdo con Kochi et al. (2006), estos hallazgos van en línea con los resultados observados en los trabajos empíricos donde las estimaciones en base a preferencias reveladas tienden a ser mayores a los que se llega mediante preferencias declaradas.

Los argumentos que explican estas diferencias provienen de entender la naturaleza del riesgo que se pretende valorar. Los estudios de preferencias reveladas se refieren a la valoración de los riesgos en los que realmente incurre el individuo. Por el contrario, los estudios de preferencias declaradas

abordan los riesgos hipotéticos que las personas pueden no ver como una amenaza real, lo que suele generar menores niveles de su disposición a pagar.

Otra de las posibles causas de las diferencias entre ambos enfoques estaría asociado al rango de edad considerado en los estudios. En el caso del método del gasto se calcula el VVE según rango de edad y para un intervalo más amplio (4 a 80 o más) que en el caso del meta-análisis basado en estudios de preferencias declaradas (15 años a más), donde el primero tiende a asignar un mayor VVE y peso a los más jóvenes y por ende un mayor VVE final.

En este contexto, el VVE calculado para el Perú será el valor medio de las dos estimaciones realizadas bajo los distintos enfoques metodológicos, el cual asciende a los S/ 3.10 millones para el año 2019. Este valor está dentro del rango de los valores referenciales disponibles para el Perú, tal como se muestra en la Tabla 6.

La diferencia entre el VVE calculado y el estimado por Viscussi y Masterman (2017), es que este último solo emplea una transferencia media<sup>16</sup> al contexto peruano; es decir, solo incorpora el valor calculado para EE.UU. por el ratio del PBI per cápita del Perú y el de EE.UU; mientras que el meta-análisis permite transferir una función de valor que no solo controla por el nivel de ingresos medios del país de destino, sino también por otros factores que son relevantes para explicar el VVE.

**Tabla 6: Comparación del VVE para el Perú**

Estudio	VVE (Millones de S/ al 2019)
Propuesta <sup>/1</sup>	3.10
Vásquez (2006) <sup>/2</sup>	2.74
Viscusi y Masterman (2017) <sup>/2</sup>	3.57

Notas:

<sup>/1</sup> Promedio entre los dos VVE estimados.

<sup>/2</sup> Actualizado al 2019 con la tasa de inflación.

De otro lado, el VVE calculado para Perú se compara con los obtenidos para otros países de la región, para lo cual se utiliza como métrica a los valores<sup>17</sup> US\$ PPP del 2017 para todos los países. En el caso del Perú, el VVE de 3.2 millones de soles de 2019 se transforman en US\$ 1.70 millones PPP del 2017, utilizando los factores publicados por el Banco Mundial.

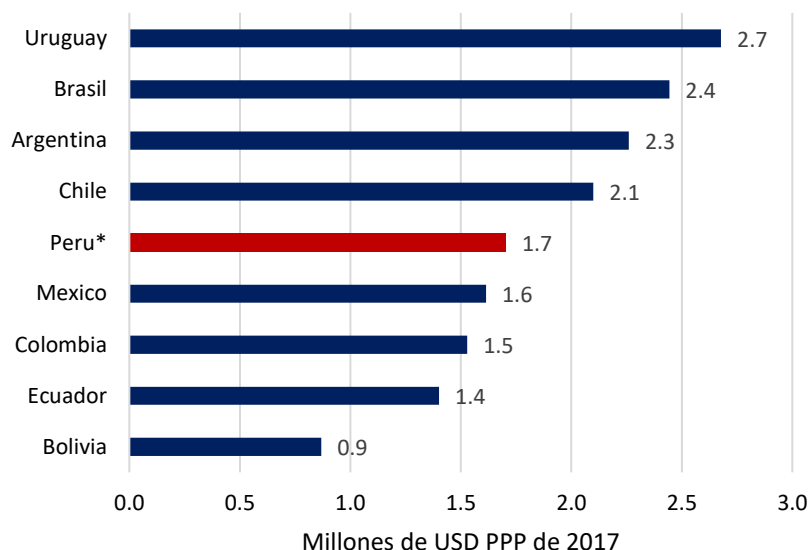
Los resultados muestran que el valor propuesto está en un nivel intermedio respecto al promedio de los otros estudios identificados para los países de la región. Países como Bolivia, Colombia, Ecuador o México registraron un VVE entre los rangos de 0.9 a 1.6 millones de US\$ PPP 2017. Por el

<sup>16</sup>  $VVE_c = VVE_c \times \left(\frac{Y_c}{Y_{US}}\right)^\eta$ ; donde  $VVE_c$  es el Valor de la vida estadística para el país "c";  $Y_c$  y  $Y_{US}$  los ingresos per cápita del país "c" y de EE.UU, respectivamente; y  $\eta$  es la elasticidad ingreso del VVE. Viscusi y Masterman (2017) consideran un  $\eta = 1$  para realizar la transferencia de valor.

<sup>17</sup> Se utilizó la metodología de OCDE (2012) para expresar todos los valores estimados en dólares PPP de 2017.

contrario, países como Argentina, Brasil, Uruguay o Chile registraron valores entre los 2.3 a 3.4 millones de US\$ PPP 2017 (véase ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.).

**Gráfico 4: Comparación del VVE a nivel Latinoamericano**



\*Resultado final

Elaboración: GPAE-Osinergmin

## 5. Conclusiones

El presente documento de trabajo tiene como objetivo calcular el Valor de la Vida Estadística (VVE) para el Perú, utilizando la mayor información disponible, tanto a nivel local como internacional, y el desarrollo de nuevas metodologías de estimación.

El VVE cuantifica la disposición a pagar de una persona para reducir el riesgo de perder la vida o de deteriorar su salud. Se utilizaron dos métodos de cálculo: el método del gasto en salud y el meta-análisis.

Bajo el método del gasto en salud, se estimó que el VVE es de S/ 3.26 millones, mientras que el resultado del meta-análisis el VVE fue de S/ 2.93 millones. Sin embargo, con el fin de tener un resultado único que captura las dimensiones de ambos enfoques se calculó el valor medio de estas estimaciones, obteniendo un VVE de S/ 3.10 millones para el 2019.

Los resultados obtenidos guardan coherencia con la revisión de la literatura, (Viscusi,1993; Kochi et al., 2006), que refiere que las estimaciones realizadas mediante el enfoque de preferencias reveladas tienden a ser mayores en comparación a las estimaciones por preferencias declaradas. Además, el valor final se encuentra en una ubicación media dentro de las estimaciones del VVE realizadas para varios países de Latinoamérica.

## 6. Bibliografía

Acton, Jan Paul (1973), *Evaluating Public Programs to Save Lives: The Case of Heart Attacks*, R 950 RC, Rand Corporation, Santa Monica.

Alberini, Anna et al. (2004), “Does the value of a statistical life vary with age and health status? Evidence from the US and Canada”, *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 48, pp. 769-792.

Brabander, Bram de (2009), *Valuing the reduced risk of road accidents. Empirical estimates for Flanders based on stated preference methods*. PhD thesis, Hasselt University, Belgium.

Buzby, Jean C., Richard C. Ready y Jerry R. Skees (1995), “Contingent Valuation in Food Policy Analysis: A Case Study of a Pesticide-Residue Risk Reduction”, *Journal of Agricultural and Applied Economics*, Vol. 27, pp. 613-625.

Cameron, T.A. (2010). “Euthanizing the value of a statistical life”. *Review of Environmental Economics and Policy*, Vol 4 (4), pp. 161-178.

Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, Colombia. (2009). “Regulación de agua potable y saneamiento básico, revista no. 15 (Regulation of Potable Water and Basic Sanitation, Review No. 15).

De Lima, M. (2020). The value of a statistical life in Mexico. *Journal of Environmental Economics and Policy*, Vol 9(2), p. 140-166.

Doucouliagos, C., Stanley, T.D. y M. Giles (2012). “Are estimates of the value of a statistical life exaggerated?”, *Journal of Health Economics*, Vol 31, p. 197-206.

GreenLab UC. 2014. “Estimación del valor de la vida estadística asociado a contaminación atmosférica y accidentes de tránsito.” Informe Final preparado para el Ministerio del Medio Ambiente, 1–217, Santiago.

Golub, Elena, Irina Klytchnikova, Gerardo Sanchez-Martinez, Juan Carlos Belausteguigoitia y Centro Mario Molina. (2014). “Environmental Health Costs in Colombia: The Changes from 2002 to 2010.” Latin America and Caribbean Region, Environment and Water Resources Occasional Paper Series 92956, World Bank, Washington, DC.

Hammit, James K. and Ying Zhou (2006), “The Economic Value of Air-Pollution-Related Health Risks in China: A Contingent Valuation Study”, *Environmental and Resource Economics*, Vol. 33, pp. 399-423.

Hammit, J. y Ibarrarán, E. (2006). The economic value of fatal and non-fatal occupational risks in Mexico City using actuarial-and perceived-risk estimates.

Heckman, J. (1979). Sample selection bias as a specification error. *Econometrica*, 47.

Hojman, P.; Ortúzar, J. y L. Rizzi. (2005). "On the Joint Valuation of Averting Fatal and Severe Injuries in Highway Accidents." *Journal of Safety Research* 36 (4), p. 377–386

Iragüen, P. y Ortúzar, J. (2004). "Willingness-to-Pay for Reducing Fatal Accident Risk in Urban Areas: An Internet-Based Web Page Stated Preference Survey." *Accident Analysis and Prevention*, Vol 36 (4), p. 513–524.

Kouchi, I., Hubbell, B. y Kramer, R. (2006) An Empirical Bayes Approach to Combining and Comparing Estimates of the Value of a Statistical Life for Environmental Policy Analysis.

Lanoie, P., Pedro, C. y Latour, R. (1995). *The value of a Statistical Life: A comparative of two Approaches. Journal of Risk and Uncertainty.*

Lindhjem Henrik et al. (2011), "Valuing mortality risk reductions from environmental, transport and health policies: A global meta-analysis of stated preference studies", *Risk Analysis*, Vol. 31, pp. 1381-1407.

Lindhjem Henrik et al. (2010), *Meta-analysis of stated preference VSL studies: Further model sensitivity and benefit transfer issues*, OECD, Paris.

Majumder, A. y Madheswaran, S. (2017). Meta-analysis of Value of Statistical Life Estimates. *IIM Kozhikode Society & Management Review*, Vol 6(1), pp. 110–120.

Mardones, C. y Riquelme, M. (2018). *Estimation of the Value of Statistical Life in Chile and Extrapolation to Other Latin American Countries. Latin American Research Review* 53(4). pp. 815–830.

Miller, Ted (2000). Variations between Countries in Values of Statistical Life. *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol 34 (2), p. 169-188.

Mori Mojalott, J. P. y Alarcón-Novoa J. A. (2017). Valoración económica de la vida del trabajador minero peruano. *Ambiente y Desarrollo*, 21(40), 143-158. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd21-40.vevt>

OCDE (2012), *Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies*, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264130807-en>

Ortiz, R.; Markandya, A. y A. Hunt (2009), "Willingness to Pay for Reduction in Immediate Risk of Mortality Related to Air Pollution in Sao Paulo, Brazil", *Revista Brasileira de Economia*, Vol. 63, pp. 3-22.

Ortúzar, J.; Cifuentes, L. y Williams, H. (2000). "Application of Willingness-to-Pay Methods to Value. Transport Externalities in Less Developed Countries." *Environment and Planning A*, Vol 32 (11), p. 2007–2018.

Pretnar, N. (2020). *The Intergenerational Welfare Implications of Disease Contagion*. University of California Santa Barbara.

Rizzi, L. y de Dios, J. (2003), "*Stated preference in the valuation of interurban road safety*", Accident Analysis and Prevention, Vol. 35, pp. 9-22.

Rojas-Bracho, L.; Garibay-Bravo, V.; Gretchen, S. y G. Echániz-Pellicer (2013). "Environmental Fuel Quality Improvements in Mexico: A Case Study of the Role of Cost-Benefit Analysis in the Decision-Making Process" in The Globalization of Cost-Benefit Analysis

SEMARNAT y INECC (2014). Valoración económica de los beneficios a la salud de la población que se alcanzarían por la reducción de las PM2.5 en tres zonas metropolitanas mexicanas.

Vásquez, A. (2006). *El Valor de la Vida Estadística y sus aplicaciones a la Fiscalización de la Industria de Hidrocarburos*. Documento de Trabajo No 18, Oficina de Estudios Económicos - OSINERGMIN.

Viscusi, K. (1993). *The value of Risks to Life and Health*. Journal of Economic Literature. Vol. XXXI

Viscusi, K. (2003). *The value of life: estimates with risks by occupation and industry*. Cambridge, Massachusetts: Harvard Olin Center for Law, Economics and Business, discussion paper N 422.

Viscusi, K. y Aldy, J. (2003). The value of statistical life: a critical review of market estimates throughout the world. National Bureau of Economic Research. Working Paper 9487

Viscusi, W. K., & Masterman, C. (2017). *Income Elasticities and global values of the statistical life*. Journal of Benefit-Cost Analysis, 8(2), 226–250.

Zhang, Jing et al. (2006), *Altruistic Values for Drinking Water Quality Improvements*, Paper prepared for the 3rd World Congress of Environmental and Resource Economics, Kyoto, Japan, 3-7 July 2006.



## 7. Anexos

**Tabla 7: Estimaciones del VVE bajo el Enfoque de Gasto**

Grupo de edad	Gasto en salud promedio por individuo	Tasa de mortalidad	VVE soles reales de 2007	VVE corrientes 2019	VVE (Robust maximum) soles reales de 2007	VVE (Robust maximum) corrientes 2019
Menos de 4 años	305	0.203%	719 457	1 032 312	1 079 327	1 548 670
De 5 a 9 años	207	0.022%	5 112 266	7 335 329	7 635 628	10 955 971
De 10 a 14 años	164	0.024%	3 149 359	4 518 854	4 631 287	6 645 197
De 15 a 19 años	295	0.043%	3 265 736	4 685 838	4 846 892	6 954 558
De 20 a 24 años	428	0.062%	3 006 788	4 314 286	4 389 268	6 297 935
De 25 a 29 años	479	0.074%	2 514 082	3 607 328	3 773 282	5 414 089
De 30 a 34 años	418	0.086%	1 918 075	2 752 147	2 878 008	4 129 507
De 35 a 39 años	438	0.109%	1 283 610	1 841 787	1 952 579	2 801 655
De 40 a 44 años	510	0.139%	1 389 971	1 994 398	2 025 193	2 905 846
De 45 a 49 años	697	0.197%	1 531 605	2 197 622	2 343 452	3 362 499
De 50 a 54 años	899	0.281%	1 750 766	2 512 084	2 621 231	3 761 070
De 55 a 59 años	1,061	0.411%	1 638 556	2 351 080	2 537 606	3 641 081
De 60 a 64 años	1,407	0.634%	1 603 154	2 300 284	2 447 716	3 512 103
De 65 a 69 años	1,660	0.985%	1 390 395	1 995 006	2 143 175	3 075 132
De 70 a 74 años	2,252	1.667%	1 201 406	1 723 836	1 773 650	2 544 919
De 75 a 79 años	3,231	2.710%	833 218	1 195 543	1 165 922	1 672 922
>= 80 años	3,168	9.429%	328 528	471 388	440 911	632 641

Elaboración: GPAE-Osinergmin

**Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería – Osinergmin**  
**Gerencia de Políticas y Análisis Económico – GPAE**

**Alta Dirección**

Antonio Angulo Zambrano                      Presidente (e) del Consejo Directivo

Julio Salvador Jacomé                      Gerente General

**Equipo de Trabajo de la GPAE**

Ricardo de la Cruz Sandoval                      Gerente (e) de Políticas y Análisis Económico

Especialistas Sectoriales:

Víctor Zurita Saldaña, María Alejandra Mendez Vega, Ben Solís Sosa y Carlos Renato Salazar Rios.

Analistas Económicos:

Francisco Javier Coello Jaramillo, Melissa Isabel Llerena Pratolongo, Carlos Alberto Miranda Velásquez, Pablo Anthony Suclupe Girio, Ernesto Yuri Guevara Ccama, Thaís Chávez Porta, Darha Chávez Vásquez, Alexander Carrillo Chávez y Juan José Morante Montenegro.

Asistentes:

José Emilio Chicasaca Huamani y Wilder Santos Viera.

Asistente Administrativo:

Clelia Bandini Malpartida