



ARTÍCULO ORIGINAL



Impacto del acceso a los servicios de agua y alcantarillado en anemia en niños menores de 5 años en Perú

Impact of access to water and sewage services on anemia in children under 5 years of age in Peru

Wagner Guzmán-Castillo^{1*}; Luis Alberto Acosta Sulcahuaman¹; Arturo Rodolfo Lázaro Pérez¹; Christiam Miguel Gonzales Chavez¹; Herman Paul Moreno Alvarado¹; Cynthia Roxana Peña Wagner¹; Kate Bertha Leiva Ganoza¹; Marcos Yair Zevallos Timoteo¹; Mirton Enrique Crisólogo Rodríguez¹; Adolfo Quispe Tito¹; Wilmer Castillo Villanueva¹

¹Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, Sunass. Av. Bernardo Monteagudo 210-216, Magdalena del Mar, Lima, Perú.

* Autor de correspondencia: wguzman@sunass.gob.pe

Recepción: 05/06/2021; Aceptación: 15/12/2021; Publicación: 30/12/2021

Resumen

La anemia es un problema multidimensional que se agudiza en edades tempranas. Cuando las tasas de prevalencia de anemia superan el 40 %, la OMS lo reconoce como un grave problema de salud pública. En Perú, infantes entre edades de 6 y 36 meses presentan anemia en el 43,5 % del ámbito urbano y el 51,1 % del ámbito rural. El objetivo del estudio fue determinar el impacto del acceso de agua y alcantarillado en anemia en infantes menores de 5 años, para ello, empleamos el Propensity Score Matching como técnica de evaluación de impacto y a través del uso de data de la Endes 2019. Los resultados muestran que, en general, contar con acceso a agua y alcantarillado contribuye a disminuir la presencia de esta enfermedad. Concluimos que en general, contar con servicios de agua y alcantarillado incide en disminuir la anemia en 14,6 % en hogares con infantes menores de 5 años, particularmente, contar con servicio solo de agua, contribuye en una disminución de 12,4 % y solo con servicio de alcantarillado la disminución de anemia en este grupo es de 7,6 %. Al comparar el impacto del acceso de estos dos servicios en anemia según ámbitos urbano y rural, este resulta mayor en el ámbito urbano y cuando se accede solo al servicio de agua, lo cual estaría relacionado con la mayor incidencia de acciones de cloración.

Palabras clave: Agua y alcantarillado; anemia; emparejamiento por puntaje de propensión.

Forma de citar el artículo: Guzmán-Castillo, W., Acosta, L., Lázaro, A., Gonzales, C., Moreno, H., Peña, C., Leiva, K., Zevallos, M., Crisólogo, M., Quispe, A., Castillo, W. (2021). Impacto del acceso a los servicios de agua y alcantarillado en anemia en niños menores de 5 años en Perú. *Natura@economía*. 6(2), 103-117. <http://dx.doi.org/10.21704/ne.v6i2.1940>

DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/ne.v6i2.1940>

* Autor de correspondencia: Wagner Guzmán-Castillo. Email: wguzman@sunass.gob.pe

© El autor. Publicado por la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

El artículo es de acceso abierto y está bajo la licencia CC BY

Abstract

Anemia is a multidimensional problem that worsens at an early age. When anemia prevalence rates exceed 40 %, the WHO recognizes it as a serious public health problem. In Peru, infants between the ages of 6 and 36 months have anemia in 43,5 % of urban areas and 51,1 % of rural areas. The objective of the study was to determine the impact of access to water and sewerage on anemia, for this, we used the Propensity Score Matching as an impact evaluation technique and through the use of data from the Endes 2019. The results show that in general, having with access to water and sewage contributes to reducing the presence of this disease. We conclude that in general, having water and sewage services has an impact on reducing anemia by 14,6 % in households with children under 5 years of age, particularly, having only water services contributes to a decrease of 12,4 % and having only a sewage service reduces anemia in this group by 7,6 %. When comparing the impact of access to these two services on anemia according to urban and rural areas, this is greater in the urban area and when only the water service is accessed, which would be related to the greater incidence of chlorination actions.

Keywords: Water and sewage; anemia; propensity score matching.

1. Introducción

A nivel mundial, 1620 millones de personas padecen anemia lo cual equivale al 24,8 % de la población (Khan, 2018). Los niños menores de cinco años, las adolescentes y las mujeres embarazadas son la población más vulnerable en padecer anemia (Kothari et al. 2019). Cuando las tasas de prevalencia de anemia superan el 40 %, la Organización Mundial de la Salud, lo reconoce como un grave problema de salud pública (ONU, 2008). En Perú, aproximadamente el 43,5 % (urbano) y el 51,1 % (rural) de los niños entre las edades de 6 y 36 meses tienen anemia. Aun así, al ser promedios nacionales, estas cifras no son un reflejo de realidades locales, Amerson et al. (2017), encontraron en la localidad de Ollantaytambo (Cusco) que, el 47,5 % de 160 participantes estaban anémicos, producto de monitoreo en niveles de hemoglobina.

En el año 2018, el Gobierno Peruano elaboró el Plan Multisectorial de Lucha Contra la Anemia (PMLCA, 2018) donde se señala que una de las principales causas de la anemia es la deficiencia hierro en el embarazo, nacimiento prematuro, entre otros, existiendo factores que agravan el problema e inciden en la alta prevalencia

de anemia y refieren a la falta de agua y saneamiento básico en el hogar, así como las prácticas de higiene inadecuadas (WASH), asociado a ello, Baldi et al. (2020) indican que estudios transversales recientes han demostrado asociaciones entre la anemia y las condiciones WASH adversas.

En 2015, la OMS estimó que la anemia por deficiencia de hierro (IDA) representa aproximadamente el 50 % de los casos en mujeres y el 42 % en niños (DI, 2018), debido a ello, Baldi et al. (2020) señalan que caracterizar la biología y la etiología subyacente de la anemia más allá de la deficiencia nutricional de hierro es fundamental para reducir la carga existente, por ello, la mirada hacia determinar y cuantificar el impacto que genera el acceso a los servicios de saneamiento en anemia es cada vez más relevante considerando los grandes brechas de acceso a estos servicios en Perú.

Según la ONU (2017), más de 2000 millones de personas aún no tienen acceso a instalaciones básicas de saneamiento, como inodoros o letrinas, y casi 850 millones de personas no tienen acceso a un servicio básico de agua potable. Según ENAPRES (2016) 3,4 millones de peruanos carecen del

servicio de agua y 8 millones del servicio de alcantarillado. Asimismo, se tiene que el 29,6 % de la población rural defeca al aire libre (MVCS, 2016).

Sobre el acceso a agua y alcantarillado en ámbitos urbano y rural en Perú, el diagnóstico indicado en la política nacional de saneamiento señala que, en el área urbana, la cobertura a nivel nacional de agua potable, medida como la disponibilidad de una conexión física a la vivienda, es de 94,7 %; mientras que la cobertura de alcantarillado es 89,5 %. Por su parte, en el área rural, la cobertura de agua potable, medida como el acceso a una fuente segura, es 70,5 % en agua; mientras que la de alcantarillado alcanza el 23,7 %. En cuanto a calidad de agua, en el ámbito rural se tiene una brecha de calidad de 96,8 %, es decir solo el 3,2 % de la población consumió agua con nivel de cloro adecuado (ENAPRES-ENAH0, 2018-2019)

Existen escasos estudios publicados en el Perú que evalúan el impacto de las condiciones o características de la provisión de los servicios de saneamiento con la presencia de anemia a temprana edad. Ello se debería a lo complejo que resulta encontrar relaciones, causa-efecto o causalidad. Algunos esfuerzos encontramos en Lázaro et al. (2020), quienes encontraron una reducción aditiva en enfermedades diarreicas agudas, EDAS, al acceder a servicios de saneamiento de agua y alcantarillado, siendo el impacto mayor al acceder a ambos servicios en el ámbito rural. Un trabajo similar es el de Sotelo (2016) el cual se relaciona con desnutrición crónica infantil. Estudios similares que emplean técnicas de evaluación de impacto entre provisión de servicios de saneamiento y logros educativos que ameritan mencionarse es Marino (2020) en Perú, Ortiz et al. (2016) en Brasil y Adukia (2017) en la India.

Considerando los antecedentes señalados y la relevancia del acceso al agua y alcantarillado en el impacto de la anemia, nuestro objetivo se centró en cuantificar la relación causal entre las características

de la provisión de estos servicios de saneamiento y la anemia en niños menores de 5 años. ¿Cómo enfrentar este problema?. ¿Es posible cuantificar el impacto de la provisión de agua y alcantarillado en anemia en niños menores de 5 años?. Basándonos en una técnica de evaluación de impacto dentro de los métodos no experimentales, respondemos estas interrogantes.

2. Materiales y métodos

Aspectos teóricos sobre evaluación de impacto

La teoría económica referida a evaluación de impacto se sustenta en encontrar la diferencia, entre los resultados de individuos seleccionados que son objeto de una intervención (grupo de tratamiento o tratados) con los resultados de aquellos individuos, seleccionados también, pero que no fueron objeto de la intervención (grupo control). Estos individuos del grupo de control tienen la característica de diferenciarse respecto a los primeros solo por el hecho de no ser parte de la intervención. De esta manera, el impacto de la intervención se puede expresar como la diferencia entre los resultados de la intervención sobre el grupo de los tratados y los resultados de sus correspondientes y que pertenecen al grupo de control, es decir, la diferencia entre un resultado visible o real y un resultado de no participar o hipotético (contrafactual). Se puede entonces expresar que el impacto potencial de una intervención es:

$$\text{Impacto} = Y_1 - Y_0$$

Donde:

Y_1 = Resultado potencial de participar en la intervención (real o visible)

Y_0 = Resultado potencial de no participar (contrafactual o hipotético)

Lo antes indicado, ayuda entonces a responder que, en nuestro caso, nos

enfrentamos al problema estableciendo que se persigue encontrar el impacto que se tendría al tener como intervención el contar o no con servicios de saneamiento bajo determinadas características y cómo esta situación (intervención) estaría contribuyendo con la presencia o no de anemia en hogares con niños menores de 5 años. Complementariamente y en respuesta a la segunda pregunta previamente presentada, determinar el impacto implica que tengamos que definir cómo obtenemos el contrafactual (Y_0) para cada uno de los individuos que tienen o presentan servicios de saneamiento con determinadas características, para ello, es importante conocer, cuáles son las diversas técnicas dentro de la evaluación de impacto, que nos permiten obtener de la mejor manera el contrafactual.

Existen básicamente dos métodos de evaluación de impacto y que, a partir de ellos, es posible conocer cómo se logra determinar el contrafactual y a su vez encontrar cual es la ruta más adecuada para enfrentar resolver preguntas como la que se enfrenta. Estos dos métodos se denominan métodos experimentales y métodos no experimentales. Los métodos experimentales se sustentan en la aleatoriedad o sorteo como vía para determinar los participantes tratados como los de control, por otro lado, los métodos no experimentales, no emplean la aleatoriedad como vía para determinar los grupos de tratamiento y control, sino que hacen uso de una serie de diversas técnicas estadísticas, econométricas, entre otros, para dicho fin. Definitivamente, cada uno de los métodos indicados presentan virtudes y debilidades, pero lo más importante que amerita mencionar es que, dadas las restricciones existentes de la información con que se cuenta y cómo esta ha sido construida, es posible aplicar uno de estos métodos y su aplicación rigurosa permitirá lograr el objetivo planteado.

¿Qué técnica dentro de los métodos no experimentales se emplea y como se aplica para encontrar los contrafactuales para el presente estudio?. Consideramos

en nuestro el uso de información de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar, Endes, para el año 2019, y a partir de ello aplicamos una técnica dentro de los métodos no experimentales denominada técnica del Propensity Score Matching, PSM.

Propensity score matching, PSM

Permite el emparejamiento entre dos grupos denominados grupos de tratamiento y de control, existiendo entre ellos como única diferencia, el de participar o no en la intervención, que para nuestro caso refiere a disponer o no de servicios de saneamiento con determinadas características (observables) los cuales se distinguen a su vez por estar relacionados con hogares con o sin presencia de anemia en niños menores de 5 años acorde con la data de la Endes 2019. Fueron Rosenbaum y Rubim (1983) quienes propusieron esta técnica como una alternativa para solucionar dos problemas que se presentan cuando se trata de emparejar grupos de tratamiento y control. El primero refiere que para lograr el emparejamiento es necesario definir un grupo denominado soporte común que es una condición necesaria para la formación de los nuevos grupos de tratamiento y control. Este grupo se caracteriza por presentar un conjunto de variables observables y que, por tanto, acota o define un nuevo grupo de participantes o no participantes de la intervención.

El otro aspecto que aplicando el PSM se consigue solucionar, es el problema denominado problema de dimensión o dimensionalidad el cual surge cuando, al tener muchas variables observables, resulta difícil determinar el emparejamiento entre participantes del grupo de tratamiento y control. ¿Cómo el PSM soluciona estos dos problemas en la práctica? ¿Cuáles son las medidas de impacto de una intervención a través de PSM? Tal como lo señala Carrasco (2019), el procedimiento para solucionar los problemas indicados consiste en reducir el número de características en un solo índice

que resumirá todas las características de los individuos. En otras palabras, se toma en cuenta solo el índice de probabilidad para encontrar pares similares. Este índice es conocido como score de propensión y se define como:

$$p(X_i) = P(T_i = 1 | X_i)$$

Donde:

$p(X_i)$: Score de propensión

$p()$: Denota la medida de probabilidad

$T_i = 1$: El individuo i participa del programa

$T_i = 0$: El individuo no participa del programa

$|$: Símbolo que se refiere a la palabra “dado” o “conocido”, y

X_i : Vector de características observadas

Como el score de propensión $p(X_i)$ es la probabilidad de que un individuo i participe o no dado un conjunto de variables X_i , suele emplearse modelos logit o probit para su estimación, cumpliéndose que:

$$0 < p(X_i) < 1$$

En la formación de grupos, es posible seguir diferentes estrategias de emparejamiento, en la que se consideren otras medidas de proximidad al score de propensión. Caliendo y Kopeining (2005) realizan una amplia discusión y planteamientos sobre los diferentes pasos que hay que tener en cuenta para determinar el soporte común, considerando las diversas dificultades que se presentan ante cuestionamiento de qué variables deben incluirse en el score de propensión. Igualmente, y desde el punto de vista práctico, trabajos como Valdez (2012), Grotta y Bellocco (2014) y Coscia (2017) muestran cómo es posible determinar, a través del software Stata, el score de propensión.

En cuanto a las medidas de impacto que se emplean para lograr determinar el impacto de una intervención, la técnica de PSM

utiliza las mismas medidas que se emplean en las diversas metodologías experimentales y no experimentales, es decir:

- **ATT** (Average impact of Treatment on the Treated). Medida que permite obtener el impacto promedio producido para una parte de la población que es atendida por la intervención.
- **ATE** (Average Treatment Effect). Medida empleada para lograr el impacto promedio causado por la intervención sobre toda la población y,
- **ATU** (Average impact of Treatment on the Untreated). Refiere a la medida que indica el impacto promedio causado por la intervención sobre los no tratados.

Un resumen de los pasos al aplicar PSM puede ser descrito como sigue (Carrasco, 2019):

1. Estimación del score de propensión $p(X_i)$: la probabilidad puede ser estimada usando los modelos probit o logit.
2. Identificación y análisis del soporte común
3. Cálculo del impacto, ATT, ATE o ATU.
4. Test de balance: La condición de balance verifica que no haya diferencias sistemáticas en los valores de X_i entre los grupos formados.

Finalmente, es muy importante conocer cuáles son las fortalezas y debilidades que presenta el PSM como sucede con todas las técnicas. Tal como indican Bernal y Peña (2011), el PSM es flexible y tiene requerimientos de datos mucho menos exigentes que los otros métodos existentes. Se puede aplicar a un único levantamiento de información, siempre y cuando exista información para los grupos de tratamiento y control, por tanto, se usa con mucha frecuencia. Sin embargo, la confiabilidad de sus resultados depende de manera crucial de que tan factible es que se cumplan los

supuestos que se establecen. En particular, los resultados son confiables siempre y cuando existan razones para pensar que las variables no observables o no disponibles en las bases de datos, que determinan la variable resultante, no son un determinante de la participación en el programa.

Procedimientos operativos

Los procedimientos que se establecieron para efectos de definir cómo alcanzar el objetivo planteado fueron: i) Identificación de fuentes de información a emplear, ii) Recopilación y sistematización de la información; iii) Aplicación de criterios y consideraciones en la metodología del PSM.

▪ **Identificación de fuentes de información a emplear.** Se identificó y usó la data de la Endes 2019, considerando la ventaja de tener, amén de una representatividad a nivel nacional, información de anemia para infantes menores de 5 años, acceso de agua y saneamiento junto a otras variables socioeconómicas relevantes en el hogar. Aspectos adicionales de la ficha técnica a destacar son (INEI, 2019):

○ Tipo de Muestra

- Bietápica, probabilística de tipo equilibrado, estratificada e independiente, a nivel departamental y por área urbana y rural.

○ Tamaño de muestra

- 14780 viviendas al área sede (capitales de departamento y los 43 distritos que conforman la Provincia de Lima)
- 9320 viviendas al resto urbano
- 12660 viviendas al área rural.

- Recopilación y sistematización de información. La data señalada fue objeto de recopilación y selección considerando las variables de interés y el objetivo del estudio para, posteriormente, operacionalizar y categorizar acorde con las necesidades en hojas Excel que serían luego a través del programa Stata el cual fue el software utilizado para la modelización.

- Aplicación de criterios y consideraciones acorde con la metodología del PSM. Conforme a lo indicado en secciones previas, se tomaron en cuenta los siguientes criterios y consideraciones para aplicar lo establecido en la teoría:

Debido al problema fundamental de la inferencia causal (Holland, 1986), el cual describe la imposibilidad de observar el valor de los resultados potenciales para una misma unidad, se optó por estimar un contrafactual para el escenario no observable, el cual fue el grupo de control.

Definido previamente el modelo de resultados potenciales, se tiene que:

$$d_i = \begin{cases} 1, & \text{Si } i \text{ accede a los servicios de saneamiento} \\ 0, & \text{Si } i \text{ no accede a los servicios de saneamiento} \end{cases}$$

Cada i puede ser descrita por el vector $(y_{0i}, y_{1i}, d_i, x_i, \theta_i)$, donde:

y_{0i} = Result. potencial si i no accede a serv. de agua y/o alcantarillado

y_{1i} = Result. potencial si i accede a serv. de agua y/o alcantarillado

x_i = Conjunto v. observables: Caract. de vivienda, hogar, madre, niño y otros)

θ_i = Conjunto de variables no observables

Para realizar el emparejamiento, se creó un puntaje que resume en una sola variable todas las características de los individuos, en otras palabras, el PSM, es la probabilidad de ser beneficiario del programa (Nuñez, 2011). Por ende, viene a ser la probabilidad condicional de acceder a los servicios de saneamiento dado el vector de variables explicativas, y se expresa de la siguiente manera:

$$P(x) = \text{Prob}(d=1 | x)$$

Para estimar el PSM se utilizó una regresión logística, y consiguientemente, mediante el efecto promedio de tratamiento sobre los tratados (ATT), se estimó el impacto del programa considerando las características de los servicios de saneamiento con los resultados de anemia que presentaban los hogares con niños menores de 5 años de la siguiente manera:

$$\tau \hat{=} E(y_{1i} - y_{0i} | d=1)$$

$$\tau \hat{=} E(E(y_{1i} - y_{0i} | d=1, P(x)))$$

$$\tau \hat{=} E(E(y_{1i} | d=1, P(x)) - E(y_{0i} | d=0, P(x))) | d=1)$$

Es decir, el impacto es la diferencia del estimado del valor esperado de grupo de tratamiento y de los estimados del valor esperado del grupo de control determinados a través del PSM. Es importante indicar, como se verá más adelante en la sección de resultados, que los valores y_{0i} así como de y_{1i} se consideraron para diseñar modelo teniendo en cuenta que los hogares que presentaron tanto servicios de agua o alcantarillado como para el escenario cuando disponían de ambos servicios.

Respecto al modelo empleado, se optó por un modelo tipo logit el cual presenta como variable dependiente la presencia (1) o ausencia (0) de agua y alcantarillado.

Como variables independientes se incluyó inicialmente, todas las variables observables y relacionadas a la intervención a los servicios de saneamiento (Caliendo y Kopeinig, 2005).

El score de propensión se obtuvo a través de una estratificación o bloques de las observaciones acorde con la probabilidad obtenida según mejor modelo. A partir de allí, según Becker e Ichino (2002) considerando algoritmos establecidos en Stata, se corroboró el cumplimiento de las propiedades de equilibrio del score de propensión.

3. Resultados y discusión

3.1 Selección del score de propensión

Los modelos encontrados corresponden a modelos probabilísticos con variable dependiente presencia (1) o ausencia (0) de agua y alcantarillado, así como un conjunto de covariadas (tabla 1).

Los modelos encontrados fueron posible a través de estratificación o bloques considerando algoritmos establecidos en Stata se muestran líneas abajo en la tabla 2. Se puede apreciar que estos modelos estimados para el score de propensión no presentan únicamente variables estadísticamente significativas, tal como señalan Valdez (2012), Grotta y Bellocco (2014) y Coscia (2017).

Adicionalmente, se aprecia que la cantidad de viviendas con agua o alcantarillado fue de 2496 mientras que para aquellas viviendas con ambos servicios fue de 1988. Lo antes indicado implica que, en total, 6980 viviendas contaron con la información que se indican en los modelos.

En la figura 1 se aprecia el soporte común para el caso de grupos con y sin la provisión de servicios de agua previo o ex ante al emparejamiento.

Tabla 1. Variables, valores y tipos en modelo de score de propensión

Variable	Referencia	Tipo	Valor
Diarrea	Presenta diarrea	Cualitativa	0,1
Orden de nacimiento	Orden de nacimiento	Cualitativa	1, 2, 3, etc.
TV	Presenta TV	Cualitativa	0,1
TrabajaMujer	Mamá tiene o no trabajo	Cualitativa	0,1
TieneSeguro	Mamá tiene seguro	Cualitativa	0,1
AñosEducMama	Años de educación mamá	Cuantitativa	1, 2, 3, etc.
EdadJefeHogar	Edad del jefe de hogar	Cuantitativa	Años
Rico	Nivel socioec. muy alto	Cualitativa	5
Rural	Se ubica en ámbito rural	Cualitativa	0, 1
Lima	Se ubica en Lima	Cualitativa	0, 1
Medio	Nivel socioec. medio	Cualitativa	3
Muy Pobre	Nivel socioec. muy bajo	Cualitativa	1
Num.niños.menor5	Número de niños menores de 5 años	Cuantitativa	1, 2, 3, etc.
Num.habitaciones	Número de habitaciones en hogar	Cuantitativa	1, 2, 3, etc.
AnemiaMadre	Madre presenta anemia	Cualitativa	0, 1
Casada	Madre se encuentra casada	Cualitativa	0, 1
Electricidad	Hogar con energía eléctrica	Cualitativa	0, 1

Tabla 2. Modelos logit del score de propensión

Variable	Coeficiente		
	Agua	Alcantarillado	Agua y Alcantarillado
Diarrea	0,297626	0,0070276	0,193076
Orden de nacimiento	-0,0668454	0,030307	0,0069109
TV	-0,3571456	-0,3451956	-0,6724472*
TrabajaMujer	0,2937486*	0,4390446***	.6123055***
TieneSeguro	-0,4246986**	-0,3477271*	-.617857**
AñosEducMama	0,1252533***	0,1060495***	0,1614448***
EdadJefeHogar	0,0250246***	.0165157***	0,0318859***
Rico	1,485244***	1,614479***	2,192901***
Rural	-1,11961***	-1,761379***	-1,962462***
Lima	-0,6672429**	0,2467857	-0,5929191*
Medio	0,699990***	0,7100023***	1,186429***
MuyPobre	-1,84585***	-2,750029***	-3,558728***
Num.niños.menor5	-0,1651684*	0,1681257*	0,1011928
Número.habitaciones	0,1114372*	0,0004565	0,0526464
AnemiaMadre	0,309769*	-0,0858452	0,2463854
Casada	0,0591221	0,2196	0,0486932
electricidad	0,3530631	0,9343856	1,318603*
Constante	-1,171934*	-1,983144**	-2,584524**
N	2496	2496	1988

* p<0,05, ** p<0,01, *** p<0,001

Fuente: Información propia. Cálculos realizados con el software Stata 15

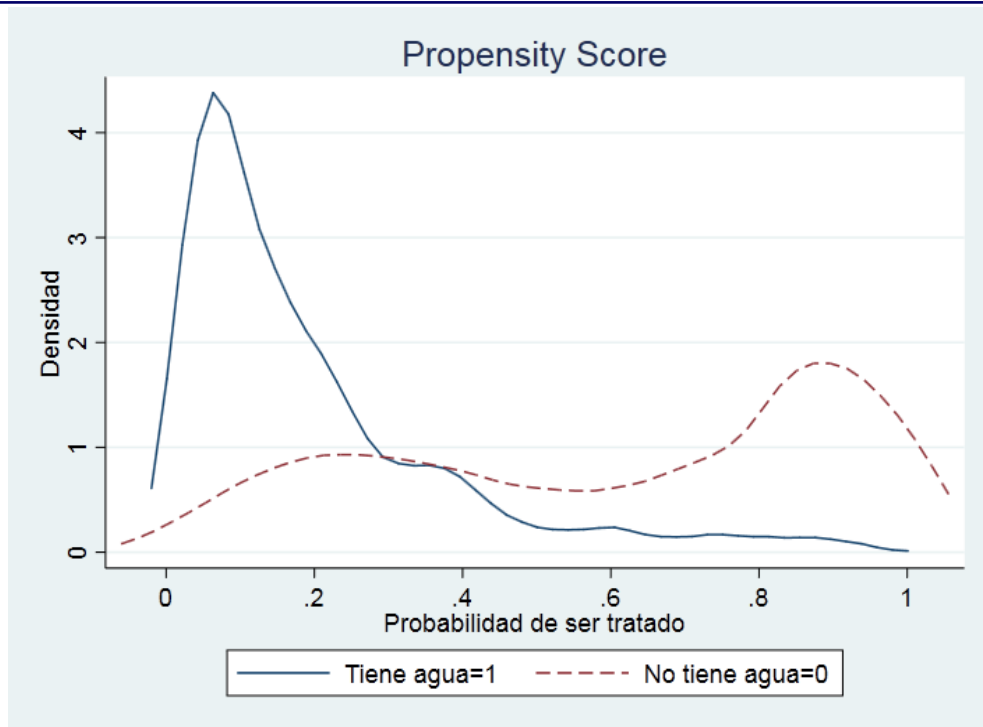


Figura 1. Soporte común para tratados y control con servicio de agua

3.2 Causalidad por la provisión de servicio de agua y anemia

Al obtener y evaluar la medida de ATT o el impacto promedio en los hogares que cuentan con agua y forman parte del grupo de tratamiento, cómo se puede apreciar en tabla 3 abajo mostrada, la presencia de agua en los hogares incide en la disminución de la anemia en niños menores de 5 años en un 12,4 %. Esto es significativo y menor al 5 % (2,0 %).

Por otro lado, los resultados para la medida de ATE o el impacto promedio en todos los hogares que cuentan con agua o para toda la población en Perú, indican que ello conllevaría a una disminución de la anemia en niños menores de 5 años en un 8,7 % con alta significancia y menor a 5 % (4,7 %).

Estos resultados guardan relación con lo encontrado con Kothari et al. (2019) quienes constatan, a través de un metaanálisis para 47 países evaluados, que en el 91 % de ellos, la prevalencia de anemia resultó

Tabla 3. Impacto de acceso al servicio de agua en anemia

Anemia niño < 5		Coef.	AI Robust (Std. Err.)	z	P>z	[95% Conf. Interval]
Acceso a Agua (1, 0)	ATT	-0,1244764	0,0535537	-2,32	0,02*	-0,2294397 -0,019513
	ATE	-0,0871394	0,0438937	-1,99	0,047*	-0,1731695 -0,0011094

*p<0.05

Fuente: Información propia. Cálculos realizados con el software Stata 15

mayor para aquellos que presentaron acceso al agua fuera de las instalaciones, por otro lado, Larsen et al. (2017), para 93 países objeto de análisis, descubren que el acceso al saneamiento a nivel comunitario está asociado con menores probabilidades de retraso en el crecimiento y anemia para los niños, independientemente del acceso al saneamiento a nivel del hogar, y menores probabilidades de diarrea para los niños en casas con instalaciones de saneamiento. Los hallazgos antes descritos, resultan en parte diferentes con los encontrados por Yu et al. (2020) quienes indican que si bien la mejora del saneamiento en el hogar se asoció con una menor prevalencia de anemia, esta asociación no fue consistente, en tanto, el acceso a una fuente de agua mejorada en general no se asoció con la anemia en todas las encuestas evaluadas para 19 países. Los autores señalan que una investigación adicional podría ayudar a aclarar la heterogeneidad encontrada.

3.3 Causalidad por presencia de servicio de alcantarillado y anemia

Al obtener y evaluar la medida de ATT o

el impacto promedio en los hogares que cuentan solo con alcantarillado y forman parte del grupo de tratamiento, cómo se puede apreciar en tabla 4, la presencia de agua en los hogares incide en la disminución de la anemia (signo negativo) en niños menores de 5 años en un 7,6 %. El resultado es significativo y menor al 5 % (3,8 %).

Por otro lado, la medida de ATE o el impacto promedio en todos hogares que cuentan solo con alcantarillado incide en la disminución de la anemia (signo negativo) en niños menores de 5 años en un 10,7 % con un nivel alto de significancia y menor a 1 %.

3.4 Causalidad por presencia de servicio de agua y alcantarillado y anemia

Al obtener y evaluar la medida de ATT o el impacto promedio en los hogares que cuentan servicio de agua y alcantarillado y forman parte del grupo de tratamiento, cómo se puede apreciar en tabla 5, la presencia de estos servicios en los hogares incide en la disminución de la anemia (signo negativo) en niños menores de 5 años en un 14,8 %. El resultado es significativo y menor al 10 % (9 %).

Tabla 4. Impacto de acceso al servicio de alcantarillado en anemia

Anemia niño < 5	Coef.	AI Robust (Std. Err.)	z	P>z	[95% Conf.	Interval]
Acceso a alcantarillado (1, 0)	ATT -0,0762656	0,0366617	-2,08	0,038*	-0,1481212	-0,00441
	ATE -0,1077724	0,0294563	-3,66	0,000**	-0,1655057	-0,0500392

*p<0.05; **p<0.001

Fuente: Información propia. Cálculos realizados con el software Stata 15

Tabla 5. Impacto de acceso al servicio de agua y alcantarillado en anemia

Anemia niño < 5	Coef.	AI Robust (Std. Err.)	z	P>z	[95% Conf.	Interval]
Acceso a agua y alcantarillado (1, 0)	ATT -0,147913	0,087263	-1,7	0,09*	-0,3189476	0,0231204
	ATE -0,118963	0,061987	-1,92	0,055*	-0,240456	0,0025285

*p<0.1

Fuente: Información propia. Cálculos realizados con el software Stata 15

Por otro lado, la medida de ATE o el impacto promedio en todos hogares que cuentan tanto con servicio de agua como con alcantarillado, el impacto en los hogares incide en la disminución de la anemia (signo negativo) en niños menores de 5 años en un 11,9 % con un nivel alto de significancia y menor a 10% (5,5 %).

Los resultados arriba presentados, permiten no solo encontrar la existencia de una disminución en la anemia ante la presencia de alcantarillado en los hogares, sino también, un valor agregado de este servicio cuando se complementa con la provisión de agua. Al respecto, Galiani et al. (2005) y Watson (2006), mencionan que esto no es posible, sin embargo, diversos estudios para Brasil y África corroboran no solo el valor agregado cuando se evalúan en conjunto, sino que concluyen el impacto del agua es mayor que el impacto que provee solo el servicio de saneamiento (Gamper-Rabindran et al., 2010; Rocha y Soares, 2015; Soares, 2007 y Kosec, 2014). Como complemento y para el caso de impacto de los servicios de saneamiento en enfermedades diarreicas, EDAS, Lázaro et al. (2020) encuentran y corroboran el carácter agregado o aditivo mencionado. En seguidamente mostrada se aprecia un resumen de los resultados antes indicados.

3.5 Impacto del acceso de agua y alcantarillado en anemia en ámbitos urbano y rural

De los resultados mostrados en Tabla 7 se aprecia que, en general, el impacto por acceso a agua y alcantarillado en ámbito rural es mayor que en el ámbito urbano, sin embargo, el indicador resulta no significativo, lo cual se debería a la escasa cantidad de observaciones o viviendas (N) con las características o variables en el marco de los modelos elegidos. Por otro lado, con respecto al nivel de cada servicio, se encontró que el impacto en la anemia por contar con acceso a agua en el ámbito rural y urbano incide en una disminución de esta enfermedad en 14,3 % y 12,9 % respectivamente, cantidades muy similares, pero con mejores niveles de significancia en el ámbito urbano (1 %). A diferencia de lo antes indicado y en cuanto al impacto producto de contar solo con el servicio de alcantarillado, se encuentra una disminución en la anemia, pero mayor para el caso del ámbito rural.

Tabla 6. Resumen de indicadores de impacto del acceso a agua y saneamiento en anemia en niños menores de 5 años

Indicador	Servicio al cual se accede		
	Agua (%)	Alcantarillado (%)	Agua y alcantarillado (%)
ATT	12,4**	7,6**	14,8***
ATE	6,7**	10,7*	11,9***

(*) significativo al 1%; (**) significativos al 5%; (***) significativos al 10%.

Fuente: Información propia. Cálculos realizados con el software Stata 15

Tabla 7. Resultados de impacto de agua y alcantarillado en anemia en niños menores de 5 años para ámbitos urbano y rural

Servicio	Ámbito	ATT	S.E.	t Stat.	N
Agua	Urbano	-0,1431	0,0863	-1,66*	2,062
	Rural	-0,1232	0,0398	-3,25***	434
Alcantarillado	Urbano	-0,0587	0,0346	-1,70*	2,062
	Rural	-0,1500	0,0839	-1,79*	355
Agua y alcantarillado	Urbano	-0,0551	0,0667	0,83	1,621
	Rural	-0,1835	0,1216	1,51	291

(*) Significativo al 10%. (***) Significativo al 1%.

Fuente: Información propia. Cálculos realizados con el software Stata 15

El impacto mayor en anemia por acceso al agua en ámbito urbano estaría relacionado a la mayor incidencia en el uso de cloro en este ámbito. Así, según el INEI (2020), en el área urbana, existió mayor población que consumió agua proveniente de red pública con nivel de cloro adecuado (48,7 %), mientras que, en el ámbito rural fue de tan solo el 3,2 %. Como complemento a lo indicado, Baldi et al. (2020) refieren a que los niños que viven en entornos de bajos ingresos a menudo están expuestos a una gran cantidad de patógenos debido al agua potable y las superficies contaminadas. Estudio transversales recientes como el caso de Kothari et al, (2019) han demostrado asociaciones entre la anemia y las condiciones adversas de agua, saneamiento e higiene, encontrando que en el 40 % de los países estudiados, las probabilidades de anemia en los niños eran más altas en los hogares que practicaban la defecación al aire libre o en instalaciones de saneamiento no mejoradas, y en aproximadamente una cuarta parte de los países, la anemia era más común en los niños que vivían en hogares sin acceso a una fuente de agua mejorada, aunque los resultados fueron inconsistentes entre países.

Conflictos de intereses

Los autores firmantes del presente trabajo de investigación declaran no tener ningún potencial conflicto de interés personal o económico con otras personas u organizaciones que puedan influir indebidamente con el presente manuscrito.

Rol de los autores

Los autores han realizado la conceptualización, Investigación, Escritura-Preparación del borrador original, Redacción-revisión y edición.

Fuentes de financiamiento

Esta investigación no recibió ninguna subvención específica de ninguna agencia de financiación, sector gubernamental ni comercial o sin fines de lucro.

Aspectos éticos / legales:

Los autores declaran no haber incurrido en aspectos antiéticos ni haber omitido normas legales.

ORCID y correo electrónico

Wagner Guzmán- Castillo	wguzman@sunass.gob.pe
	https://orcid.org/0000-0002-8000-0515

4. Conclusiones

El impacto del acceso a los servicios de agua y alcantarillado en Perú, contribuye en disminuir la presencia anemia en niños menores de 5 años.

En general, contar con acceso a los servicios de agua y alcantarillado conllevan a una disminución de anemia en niños menores de 5 años en 14,8 % mientras que con sólo uno de estos servicios el impacto disminuye. Así, la disminución en anemia es de 12,4 % cuando se dispone solo de agua y de 7,6 % cuando se cuenta solo con servicio de alcantarillado.

El acceso al servicio de agua en el ámbito urbano tiene un impacto mayor en la disminución de anemia en niños menores de 3 años respecto al ámbito rural, lo cual se debería a la mayor incidencia de acciones de cloración. Por otro lado, y contrario a lo antes indicado, el impacto del acceso a alcantarillado en anemia encontrado resultó mayor en el ámbito rural que en el urbano.

5. Literatura citada

- Adukia, A. 2017. Sanitation and Education. American Economic Journal: Applied Economics, American Economic Association, vol. 9(2), p. 23-59.
- Amerson, R; Miller, L; Glatt, M; Ramsey, K; Baker, J. 2017. Assessment of Anemia Levels in Infants and Children in High Altitude Peru. Global Journal of Health Science; Vol. 9, No. 7; 2017.
- Baldi, A.; Clucas, D.; Pasricha Sant-Rayn. 2020. Anemia and water, sanitation, and hygiene (WASH)—is there really a link?. Am J Clin Nutr 2020.;112:1145–1146.
- Becker, S.O.; Ichino, A. 2002. Estimation of average treatment effects based on propensity scores. The Stata Journal (2002) 2, Number 4, pp. 358–377.
- Bernal, R.; Peña, X. 2011. Guía práctica para la evaluación de impacto. Universidad de los Andes, Colombia.
- Caliendo, M.; Kopeinig, S. 2005. Some Practical Guidance for the Implementation of Propensity Score Matching, DIW Discussion Papers, No. 485, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Berlin.
- Carrasco, C.E. 2019. Introdução à avaliação de impacto e retorno econômico de programas sociais. Renata Cristina Teixeira da Silva. - 1. ed. – Curitiba: Appris, 2019. 169 p.; 21 cm (Ensino de ciências).
- Coscia, C. 2017. Métodos estadísticos para evaluar la causalidad en estudios observacionales. Trabajo de fin de Máster. Universidad Complutense de Madrid.
- D.I. 2018. Development Initiatives 2018. Global Nutrition Report: shining a light to spur action on nutrition. Development Initiatives, Bristol, UK.
- ENAPRES. 2016. Encuesta Nacional de Programas Presupuestales, 2016. Elaboración: MVCS, Oficina General de Estadística e Informática, Lima. https://www.inei.gov.pe/download/encuestas/documentos/ficha_tecnica_enapres_2015.pdf/
- ENAPRES-ENAHO. 2018-2019. Encuesta Nacional de Programas Presupuestales (ENAPRES) y Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO), datos del período noviembre 2018-octubre 2019. Agua Mas. Agua con calidad para la población rural. 2017-2019. MIDIS.
- Galiani, S.; Gertler, P.; Schargrodsky, E. 2005. Water for Life: The Impact of the Privatization of Water Services on Child Mortality. Journal of Political Economy 113(1): 83–120.
- Gamper-Rabindran, S.; Khan, S.; Timmins, C. 2010. The Impact of Piped Water Provision on Infant Mortality in Brazil: A Quantile Panel Data Approach. Journal of Development Economics 92(2): 188-200.
- Grotta, A.; Bellocco, R.A. 2014. Review of propensity score: principles, methods and application in Stata. Department of Statistics and Quantitative Methods University of Milano–Bicocca.
- Holland, P.W. 1986. Statistics and causal inference». Journal of the American Statistical Association. Vol. 81, N° 396, Theory and Methods, 945-960.
- INEI, 2020. Perú: Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Básico.

- Boletín N° 09. Junio, 2020.
- ---, 2019. Perú: Indicadores de Resultados de los Programas Presupuestales, 2019.
 - Khan L. Anemia in Childhood. *Pediatr Ann.* 2018. 47(2):42-7. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29446792>
 - Kosec, K. 2014. The Child Health Implications of Privatizing Africa's Urban Water Supply. *Journal of Health Economics* 35: 1-19.
 - Kothari, M.; Coile, A.; Huestis, A.; Pullum, T.; Garrett, D.; Engmann, D. 2019. Exploring associations between water, sanitation, and anemia through 47 nationally representative demographic and health surveys. The Authors. *Annals of the New York Academy of Sciences*.
 - Larsen DA, Grisham T, Slawsky E, Narine L. 2017. An individual-level meta-analysis assessing the impact of community-level sanitation access on child stunting, anemia, and diarrhea: Evidence from DHS and MICS surveys. *PLoS Negl Trop Dis* 11(6): e0005591. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0005591>
 - Lázaro, A.; Moreno, H.P.; Guzmán, W.; Carcheri, R. 2020. Impacto del acceso a los servicios de saneamiento en enfermedades diarreicas agudas en el Perú. V Congreso Nacional del Agua, CONA, UTEC, Lima, Perú.
 - Marino, D.S. 2018. Impacto de los servicios públicos de agua potable y alcantarillado sobre los logros educativos en el Perú. Trabajo de investigación presentado para optar al Grado Académico de Magíster en Economía. Universidad del Pacífico, Escuela de Postgrado.
 - MVCS. 2016. Consultoría para apoyar al MVCS en la preparación del nuevo plan nacional de saneamiento (PNS) 2016-2021. AC Pública S.A.C. – APOYO.
 - Núñez, L.C. 2011. Econometría de evaluación de impacto. *Economía* Vol. XXXIV, N° 67, 2011.
 - ONU. 2017. Progress on Drinking Water, Sanitation and Hygiene: 2017 Update and SDG Baselines. Geneva: World Health Organization (WHO) and the United Nations Children's Fund (UNICEF); 2017.
 - ONU. 2008. Worldwide Prevalence of Anaemia 1993-2005: WHO Global Database on Anaemia. Retrieved from http://apps.who.int/iris/stam/10665/43894/1/9789241596657_eng.pdf
 - Ortiz, J.; Resende, M.; Dinar, A. 2016. Impact of access to water and sanitation services on educational attainment. *Water Resources and Economics*, 14, p. 31–43.
 - Plan Multisectorial de Lucha Contra la Anemia, PMLCA. 2018. Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social. <https://www.gob.pe/midis>
 - Rocha, R.; Soares, R. 2015. Water Scarcity and Birth Outcomes in the Brazilian Semi-arid. *Journal of Development Economics* 112: 72–91.
 - Rosenbaum, P.R.; Rubin D.B. 1983. The Central Role of the Propensity Score in Observational Studies for Causal Effects. *Biometrika* 70 (1): 41–55.
 - Soares, R. 2007. Health and the Evolution of Welfare across Brazilian Municipalities. *Journal of Development Economics* 84: 590-608.
 - Sotelo, L. 2016. El Impacto del

Acceso a los Servicios de Agua y Saneamiento sobre la Desnutrición Crónica Infantil: evidencia del Perú. Tesis para optar el Título de Licenciada en Economía. Facultad de Ciencias Sociales. Pontificia Universidad Católica del Perú.

- Valdez, N.D. 2012. Evaluación de impacto con la metodología de efectos de tratamiento. El caso de las remesas en México 2012. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
- Watson, T. 2006. Public Health Investments and the Infant Mortality Gap: Evidence from Federal Sanitation Interventions on U.S. Indian Reservations. *Journal of Public Economics* 90(8-9): 1537-60.
- Yu, E.; Addo, O.; Williams, A.; Engle-Stone, R.; Ou J.; Huang, W.; Guo, J.; Suchdev, P.; Young, M. 2020. Association between anemia and household water source or sanitation in preschool children: the Biomarkers Reflecting Inflammation and Nutritional Determinants of Anemia (BRINDA) Project. *Am J Clin Nutr* 2020;112(Suppl):488S–497S.