



**“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**

Presentado por

Sr. Diego Alonso Marino Negrón

Asesor: Profesor Francisco Galarza Arellano

[0000-0001-5558-0178](tel:0000-0001-5558-0178)

2020

Dedico el presente trabajo a mi familia, por su apoyo incondicional.

Resumen ejecutivo

La presente investigación analiza el impacto del acceso a los servicios de agua y alcantarillado en las zonas rurales del país sobre el desempeño académico en las pruebas de lectura y matemática de la Evaluación Censal de Estudiantes para el periodo 2012 al 2016. En la estimación, se aprovecha el rápido incremento en la cobertura de agua y alcantarillado en las zonas rurales del país, producto de la implementación del Programa Nacional de Saneamiento Rural. Mediante el empleo de un modelo de diferencias en diferencias, los resultados muestran que, para estudiantes de segundo grado de primaria, los servicios de saneamiento en zonas rurales incrementan las notas estandarizadas de matemática y comprensión lectora en 0,07 y 0,056 desviaciones estándar, respectivamente. Adicionalmente, se estiman efectos heterogéneos y se concluye que las niñas son las más beneficiadas del acceso a los servicios de saneamiento. Los resultados se mantienen robustos ante la inclusión de controles adicionales.

Índice de contenidos

Índice de tablas	v
Índice de gráficos	vi
Índice de anexos	vii
Capítulo I. Introducción	1
Capítulo II. Revisión de literatura.....	5
Capítulo III. Marco teórico	9
1. Salud y educación	9
Capítulo IV. El Programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR)	11
Capítulo V. Metodología.....	14
1. Base de datos	14
2. Estrategia de identificación	16
Capítulo VI. Análisis de resultados	19
1. Impactos heterogéneos	20
2. Test de tendencias comunes	22
3. Test de falsificación	23
Conclusiones y recomendaciones.....	25
Bibliografía.....	27
Anexos	31

Índice de tablas

Tabla 1.	Literatura revisada sobre evaluación de impacto del acceso al agua y alcantarillado.....	8
Tabla 2.	Comparación de promedios entre el grupo de control y tratamiento en el año 2011.....	15
Tabla 3.	Efecto del PNSR sobre las notas estandarizadas en razonamiento matemático y comprensión lectora. Muestra total.....	19
Tabla 4.	Efecto del PNSR sobre las notas estandarizadas en razonamiento matemático y comprensión lectora. Solo niños.....	21
Tabla 5.	Efecto del PNSR sobre las notas estandarizadas en razonamiento matemático y comprensión lectora. Solo niñas.....	21
Tabla 6.	Efecto del PNSR sobre las notas estandarizadas en razonamiento matemático y comprensión lectora, considerando adelantos y rezagos del tratamiento.....	22
Tabla 7.	Efecto del PNSR sobre las variables resultado en periodos previos al tratamiento	23
Tabla 8.	Variable de resultado en los años 2009 al 2011 versus tratamiento para los años 2012 al 2014.....	24

Índice de gráficos

Gráfico 1.	Evolución de la cobertura de agua (2005 - 2018)	2
Gráfico 2.	Resultados de la ECE 2016-2018 (cuarto grado de primaria).....	3
Gráfico 3.	Resultados de la ECE 2016-2018 (segundo grado de secundaria).....	3
Gráfico 4.	Cobertura de agua en zonas rurales, periodo 2010-2016.....	12
Gráfico 5.	Cobertura de alcantarillado en zonas rurales, periodo 2010-2016	12
Gráfico 6.	Evolución de los proyectos de saneamiento rural, periodo 2012-2016 (Número de proyectos)	13
Gráfico 7.	Evolución de los proyectos de saneamiento rural, periodo 2012-2016 (Monto de inversión).....	13

Índice de anexos

Anexo 1.	Cobertura de agua y alcantarillado a nivel departamental, año 2017	32
Anexo 2.	Evolución de los proyectos de saneamiento rural por distrito, periodo 2012-2016	33
Anexo 3.	Distribución de las notas en lógico matemática y comprensión lectora de la ECE. Muestra Total.....	34
Anexo 4.	Distribución de las notas en lógico matemática y comprensión lectora de la ECE. Solo niños	35
Anexo 5.	Distribución de las notas en lógico matemática y comprensión lectora de la ECE. Solo niñas	36

Capítulo I. Introducción

La educación es esencial para el desarrollo de toda sociedad, puesto que un mayor nivel de años de educación se traduce en una mayor acumulación de capital humano, lo que a su vez incrementa la productividad y permite obtener salarios más altos. No obstante, de acuerdo con la Evaluación Internacional de Estudiantes de Secundaria (PISA, por sus siglas en inglés) en 2015, el Perú se ubica en el puesto 64 de un total de 79 países evaluados a nivel global y entre los últimos lugares dentro de los países de América Latina. Así, el desempeño del país es muy inferior al que se esperaría para su nivel de Producto Bruto Interno (PBI) per cápita.

Este bajo desempeño académico puede explicarse por una serie de motivos, incluyendo condiciones inadecuadas de infraestructura en los centros educativos y falta de acceso a servicios básicos como el agua, alcantarillado y electricidad (Duarte *et al.* 2011). Esta falta de acceso a infraestructura en el sector educación se traduce en una brecha de infraestructura de aproximadamente S/ 100 mil millones¹.

En relación a la cobertura de agua, en el gráfico 1 se muestra la evolución de este servicio tanto a nivel nacional, como por zona urbana o rural. Como se observa, la cobertura de agua en las zonas rurales presentó un crecimiento significativo, pasando de 32,3 % en 2011 a 66,9 % en 2018; en comparación con las zonas urbanas, que tuvieron un modesto aumento de 87,5 % en 2011 a 92,8 % en 2018². Este rápido incremento de cobertura en las zonas rurales se debe a la implementación del Programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR) que inició en el año 2012.

En este sentido, la presente investigación analiza el efecto del incremento en la cobertura de saneamiento³ sobre el desempeño académico, utilizando un panel de datos a nivel de colegios entre los años 2012 y 2016. El análisis se centra en colegios en zonas rurales, para explotar la variación del rápido incremento en la cobertura de agua debido a la implementación del PNSR.

Nótese que una comparación entre colegios que cuentan con el servicio de agua y colegios que no disponen de este servicio puede generar resultados sesgados, debido a la presencia de variables no observables, como la calidad de las instituciones educativas o la motivación de los directores, que podrían estar explicando tanto el acceso al servicio de saneamiento en la escuela como el

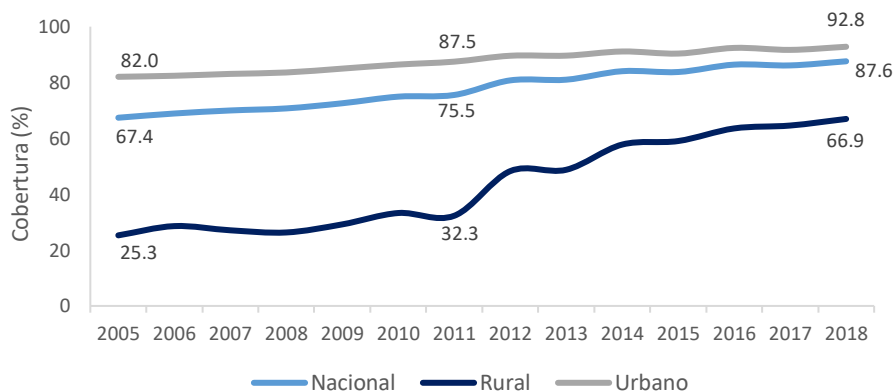
¹ Entrevista de octubre de 2018 al ministro de Educación Daniel Alfaro.

² No obstante, a pesar del rápido incremento de cobertura a nivel nacional, aún existe gran disparidad en el acceso a los servicios de agua y alcantarillado entre los distintos departamentos del país. Ver anexo 1 para mayor detalle sobre la cobertura de agua y alcantarillado a nivel departamental.

³ En adelante se utilizará la palabra *saneamiento* como sinónimo de agua y alcantarillado.

desempeño académico (Ortiz *et al.* 2016). Por ello, se busca determinar un efecto casual aprovechando la variación exógena en el incremento de cobertura producto del PNSR.

Gráfico 1. Evolución de la cobertura de agua (2005 - 2018)

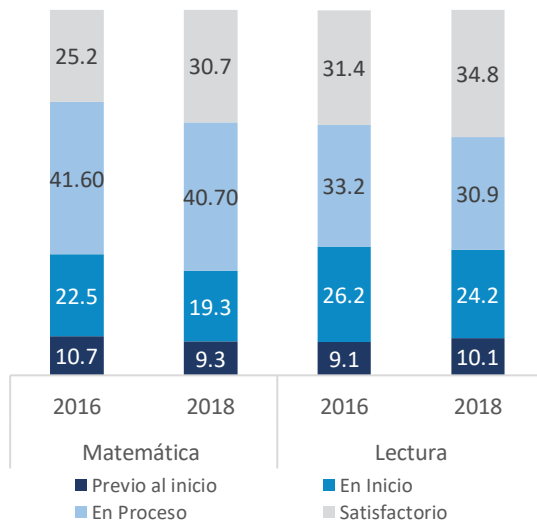


Fuente: INEI. Elaboración propia 2020.

En el Perú, el análisis de la relación entre el acceso a los servicios de saneamiento y los logros educativos es relevante, en un contexto en el que la mayoría de los estudiantes no alcanza el nivel de desempeño académico esperado para el grado que cursan. En efecto, según la Evaluación Censal de Estudiantes⁴ (ECE) de 2018, solo el 31 % y 35 % de los estudiantes de cuarto grado de primaria lograron los aprendizajes esperados en las pruebas de matemáticas y lectura, respectivamente (ver gráfico 2). Estos resultados son menos favorables para los alumnos de segundo grado de secundaria, en cuyo caso solo el 14 % y 16 % de ellos alcanzaron los resultados esperados en las pruebas de matemáticas y lectura.

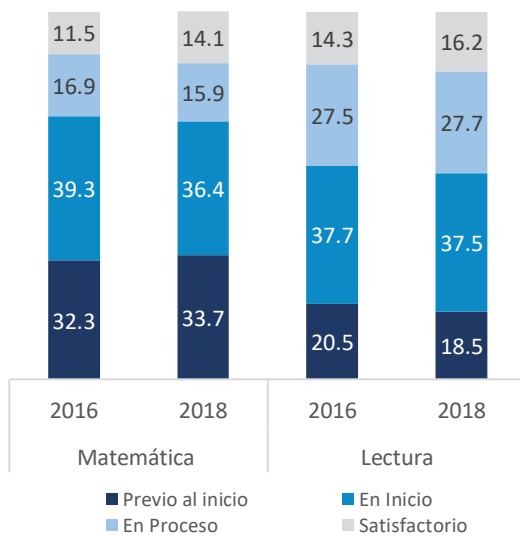
⁴ La ECE es una evaluación estandarizada llevada a cabo anualmente por el Ministerio de Educación, con el objetivo de recoger información sobre el nivel de aprendizaje de los estudiantes de segundo grado de primaria, cuarto grado de primaria y segundo grado de secundaria. En 2017, se suspendió la ECE, debido a la interrupción de las clases producto del fenómeno El Niño y la huelga de docentes.

Gráfico 2. Resultados de la ECE 2016-2018 (cuarto grado de primaria)



Fuente: ECE. Elaboración propia 2020.

Gráfico 3. Resultados de la ECE 2016-2018 (segundo grado de secundaria)



Fuente: ECE. Elaboración propia 2020.

1. Objetivo e hipótesis

Teniendo como contexto lo señalado párrafos atrás, la presente investigación tiene como objetivo cuantificar el impacto del acceso a los servicios de saneamiento sobre el desempeño académico

de los estudiantes, medido por las notas promedio por colegio obtenidas en las evaluaciones de lectura y matemáticas de la ECE.

Por otro lado, sobre la base de la literatura revisada, se plantea como hipótesis principal que el acceso a los servicios de saneamiento incrementa las notas obtenidas en las pruebas de la ECE, como consecuencia de las condiciones más favorables en los colegios y la prevalencia de un menor número de enfermedades relacionadas con el agua. Además, se plantea como hipótesis secundaria la existencia de efectos heterogéneos según el sexo del estudiante.

El presente documento está compuesto de la siguiente manera: En el segundo capítulo, de revisión de literatura, se describen los aspectos principales de investigaciones relacionadas a evaluaciones de impacto de los servicios de saneamiento en otros países. Posteriormente, en el capítulo III se expone el marco teórico, donde se analiza la relación entre el acceso a los servicios de saneamiento y el desempeño académico. En el capítulo IV se describe el PNSR. En el capítulo V, de metodología, se presenta la estrategia empírica de estimación y la base de datos utilizada. En el capítulo VI se discuten los resultados y, finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones.

Capítulo II. Revisión de literatura

Tradicionalmente, las evaluaciones de impacto relacionadas a la cobertura de saneamiento se han enfocado en variables asociadas a la salud de los niños, tales como un menor número de enfermedades diarreicas (Jalan y Ravallion 2003; Carbajal 2014), menor incidencia de anemia en niños (Coffey *et al.* 2017) o mejoras en las medidas antropométricas⁵ de los niños (Adewara y Visser 2011).

Por otro lado, el efecto de una mejora en la salud de los niños se traduce en una menor tasa de inasistencia escolar, un mayor número de años de educación y mejoras en los niveles de alfabetización (Bleakley 2007; Miguel y Kremer 2004). Además, como señalan Dreibelbis *et al.* (2013), las instalaciones adecuadas de saneamiento en las escuelas brindan un ambiente más atractivo para el aprendizaje, donde los niños pueden acceder a servicios que pueden no estar disponibles en el hogar, como letrinas o fuentes de agua potable.

De esta forma, el acceso al agua y alcantarillado afecta el desempeño académico de los estudiantes, principalmente mediante su impacto en la salud. A continuación, se presentan los documentos revisados que cuantifican el impacto del acceso al servicio de saneamiento sobre distintas variables resultado relacionadas a la educación de los niños.

Anjali Adukia (2017) realiza una evaluación de impacto de los servicios de alcantarillado sobre el nivel de matrícula y deserción escolar en estudiantes de primaria y secundaria en la India. La autora utiliza una base de datos de panel de 139 mil colegios y emplea técnicas de diferencias en diferencias (DID). Además, para evitar posibles sesgos de selección se utiliza información de un programa de saneamiento en la India que incrementó rápidamente la cobertura de letrinas en los colegios ubicados en zonas rurales. Los resultados muestran que, en relación al nivel de matrícula escolar, existe un efecto positivo de 8 % para alumnos de secundaria y 12 % en primaria. Respecto de la tasa de deserción escolar, se estima un efecto negativo de -5,3 % en secundaria y -12,2 % en primaria. Adicionalmente, la autora emplea técnicas de *matching* para analizar la robustez de los resultados y se obtienen estimaciones similares al método DID.

Ortiz *et al.* (2016) evalúan el impacto de la cobertura de agua y alcantarillado sobre los años de educación de niños y jóvenes entre 6 y 18 años. Mediante la técnica de variables instrumentales,

⁵ Hacen referencia, principalmente, al peso y a la talla. Estas medidas se utilizan para evaluar el crecimiento y desarrollo en los niños, mediante la comparación con estándares obtenidos en estudios realizados en poblaciones de niños saludables.

los autores buscan corregir posibles problemas de endogeneidad de la variable cobertura de agua, para ello utilizan los siguientes instrumentos: (i) número de ríos en la jurisdicción de la municipalidad donde vive la familia, (ii) una variable *dummy* que toma el valor de uno si la red de alcantarillado debe ampliarse, (iii) una *dummy* que toma el valor de uno si la vivienda es propia, (iv) el acceso a electricidad y (v) la existencia de un baño dentro de la vivienda. Finalmente, los autores encuentran un efecto significativo 0,7 años de educación adicionales.

Barde y Walkiewicz (2014) realizan una evaluación de impacto del acceso al agua por redes sobre las notas obtenidas en pruebas estandarizadas de matemática en niños de cuarto grado de primaria en Brasil. Los autores usan data del Sistema Nacional de Evaluación de la Educación Básica que es ejecutado cada dos años por el Ministerio de Educación de Brasil y contiene información de un total de 9.200 colegios entre los años 1999 al 2005. Los autores estiman mediante DID un impacto positivo de aproximadamente 11 % de una desviación estándar. Además, se realizan estimaciones de impactos heterogéneos diferenciando por ámbito geográfico urbano o rural, y encuentran resultados significativos solamente en zonas urbanas.

Koolwal y Van de Walle (2013) estiman, mediante la técnica de variables instrumentales, el impacto del acceso al agua en los hogares sobre 3 variables resultado: (i) la probabilidad de que las mujeres accedan al mercado laboral, (ii) la tasa de matrícula escolar en estudiantes de 5 a 19 años, y (iii) las medidas antropométricas de los estudiantes. Los autores utilizan como instrumento el tiempo en horas que le toma a cada hogar ir hasta la fuente de agua más cercana. Además, incluyen variables de control asociadas a las características geográficas de cada ciudad. Utilizando data de 9 países en vías de desarrollo, se concluye que no existe un efecto significativo sobre la probabilidad de que las mujeres ingresen al mercado laboral. No obstante, existe un impacto positivo de 9 % en el nivel de matrícula escolar en Yemen y 19 % en Pakistán. Además, existe un efecto significativo sobre las medidas antropométricas en alrededor de 0,82 desviaciones estándar en las niñas.

Freeman *et al.* (2011) realizan un experimento aleatorio controlado en el oeste de Kenia, concluyendo que una intervención de promoción de la higiene y tratamiento del agua reduce significativamente la tasa ausentismo escolar en un 58 % entre las niñas en determinadas áreas geográficas, mientras que para los niños el impacto resultó no significativo.

Por otro lado, en el Perú, entre las distintas evaluaciones de impacto relacionados al incremento de la cobertura de servicios básicos y que hayan empleado técnicas de diferencias en diferencias, se encuentran los siguientes trabajos:

Dasso *et al.* (2015) realizan una evaluación de impacto del programa de electrificación rural sobre las siguientes variables resultado: (i) tasa de matrícula escolar, (ii) asistencia escolar, (iii) gasto destinado a la educación de los hijos y (iv) las notas de matemáticas y lectura de la ECE. Los autores emplean dos bases de datos: un panel a nivel de hogares y un panel a nivel de colegios entre los años 2007-2010. Utilizando data a nivel de hogares, los autores estiman impactos heterogéneos para niñas y niños mediante la técnica de diferencias en diferencias, concluyendo que existe un impacto positivo en la tasa de matrícula y en el gasto en educación de las niñas. Además, utilizando el panel a nivel de colegios, se concluye que aquellos colegios que han recibido el tratamiento (electrificación) por un mayor número de meses presentan un impacto positivo sobre las notas de matemáticas y lectura de la ECE.

Por otro lado, Beuermann *et al.* (2012) estiman el efecto de ampliar la cobertura de telefonía celular sobre diferentes medidas de desarrollo económico. Para ello, se aprovecha información del rápido incremento en la cobertura de telefonía móvil entre los años 2004 y 2009. Los resultados principales muestran que la expansión de telefonía móvil ha (i) incrementado el consumo real por hogar en alrededor de 11 %, (ii) reducido la pobreza en 8 puntos porcentuales y (iii) disminuido la pobreza extrema en aproximadamente 5,4 %. Además, el ampliar la cobertura de celulares genera externalidades que benefician también a los hogares que no poseen un celular.

Como se desprende de esta revisión, los trabajos empíricos que han estimado el impacto del acceso a servicios básicos como agua, electricidad o telefonía móvil, han utilizado algún método para controlar por variables no observables, mediante el empleo de modelos de efectos fijos o variables instrumentales. Además, la mayoría de trabajos ha explotado información de algún programa o iniciativa gubernamental que incrementó rápidamente la cobertura del servicio (programas de saneamiento o electrificación, por ejemplo). De esta forma, la presente investigación contribuye a la literatura de evaluación de impacto de los servicios de saneamiento sobre el desempeño académico en el Perú, un tema que no se ha investigado previamente en el país y que es relevante en la implementación de políticas educativas.

A manera de resumen, en la tabla 1 se presentan los principales estudios que estiman los efectos de la provisión de los servicios de agua y alcantarillado sobre el desempeño académico.

Tabla 1. Literatura revisada sobre evaluación de impacto del acceso al agua y alcantarillado

Año	2016	2017	2014	2013
Título	Impact of acces to water and sanitation services on educational attainment	Sanitation and Education	The Impact of Access to Piped Drinking Water on Human Capital Formation - Evidence from Brazilian Primary Schools	Access to Water, Women's Work and Child Outcomes
Autores	Ortiz, J., Resende, M. y Dinar, A.	Anjali Adukia	Barde, J. y Walkiewicz, J.	Koolwal, G., y Van de Walle, D.
Journal	Water Resources and Economics	American Economics Journal: Applied Economics	German Economic Association.	Economic Development and Cultural Change
País	Brasil	India	Brasil	Yemen
Tratamiento	Agua por redes y alcantarillado	Alcantarillado	Agua por redes	Agua por redes
Método de estimación	VI	DID	DID	VI
Variable resultado	Años de educación	Nivel de matrícula	Notas	Nivel de matrícula
Impacto estimado	0,7 años de educación adicionales	12 % en primaria 8 % en secundaria	11 % de una desviación estándar	9 %

Fuente: Elaboración propia 2020.

Capítulo III. Marco teórico

La presente investigación se basa en los aportes teóricos desarrollados por Hanushek y Harbison, y ampliados por diversos autores como Coleman (1968), Leibowitz (1971) y Pritchett y Filmer (1999), entre otros. Estos autores, desde un enfoque de función de producción educativa, plantean que los determinantes del rendimiento académico se pueden resumir en dos grupos: factores de demanda y oferta.

Los factores de demanda se refieren a las características de los alumnos, como educación de los padres, lengua materna, nivel socioeconómico, habilidad innata, asistencia previa a inicial, situación conyugal de los padres, entre otros. Por otro lado, los factores de oferta están relacionados a la infraestructura del centro educativo (presencia de servicios básicos, aulas suficientes), a la gestión educativa y a la calidad de la plaza docente (Beltrán y Seinfeld 2011).

Brunner y Elacqua (2003) señalan que la importancia relativa entre los factores explicativos de oferta y demanda varía según el nivel de desarrollo de un país. Así, en los países desarrollados, los factores de demanda explican alrededor del 80 % del rendimiento, mientras que los factores de oferta tan solo el 20 %. Sin embargo, en los países en desarrollo la situación es diferente: los factores de oferta representan el 60 % y los de demanda, el 40 %. Al respecto, Carrasco (2007) afirma que, en los países industrializados, el grado de equipamiento y conservación de las escuelas no varía mucho entre colegios, mientras que, en países en vías de desarrollo, los recursos escolares presentan bastante variabilidad entre escuelas.

1. Salud y educación

Glewwe y Miguel (2008) analizan el desempeño académico mediante un enfoque de función de producción, como se presenta en la ecuación [1]. Donde Y_i es el desempeño académico (notas en los exámenes del colegio) del estudiante “ i ” y es determinado por el nivel de salud del estudiante H_i , el nivel de *inputs* educativos provisto por los padres, P_i (material escolar, libros y el tiempo que los padres dedican a sus hijos), S_i representa las características del colegio y los profesores, A_i los años de educación del estudiante y u_i representa la habilidad innata.

$$Y_i = F(H_i, P_i, S_i, A_i, \mu_i) \quad [1]$$

La ecuación [1] captura el impacto directo de la salud sobre el desempeño académico⁶. En la siguiente sección se plantea una estrategia de identificación basada en la ecuación anterior, bajo el supuesto de que el acceso al servicio de saneamiento afecta el desempeño académico mediante su impacto en la salud de los estudiantes. En efecto, como señalan Prüss-Üstün *et al.* (2008), alrededor del 50 % del nivel de desnutrición infantil se debe a enfermedades relacionadas con el agua. Además, diversos trabajos empíricos han analizado cómo el acceso al saneamiento reduce la incidencia y la duración de las enfermedades relacionadas con el agua (Carbajal 2014; Jalan y Ravallion 2003; Kremer *et al.* 2011). Así, Coffey *et al.* (2017) estiman que el acceso a saneamiento básico disminuye la probabilidad de tener anemia moderada en aproximadamente 40 % en niños menores de 5 años. Por otro lado, Checkley *et al.* (2008) y Dillingham y Guerrant (2004) muestran evidencia del efecto negativo de las enfermedades diarreicas y la desnutrición sobre el crecimiento físico de los niños. Además, en conformidad con lo señalado por Almond y Currie (2010), existe una gran variedad de trabajos que estiman efectos causales de la talla por edad en niños menores de 5 años sobre el desempeño académico futuro. Asimismo, Miguel y Kremer (2004), mediante el empleo de un experimento aleatorio en colegios de Kenia, estiman que una reducción en la incidencia de parásitos intestinales genera un incremento de 7 puntos porcentuales en el nivel de asistencia escolar.

En conclusión, tomando en consideración la literatura sobre las enfermedades relacionadas con el agua y su impacto en la salud, así como la literatura sobre el impacto de mejoras en la salud sobre el desempeño académico, es posible establecer el nexo entre el acceso a saneamiento y el desempeño académico. En este sentido, siguiendo el análisis desarrollado por Barde y Walkiewicz (2014), el acceso a saneamiento se puede utilizar como una variable proxy para el nivel de salud actual y pasado.

⁶ La ecuación [1] subestima el efecto de los padres sobre el desempeño académico, puesto que son los padres los encargados de proveer el nivel de salud de los niños. Por lo tanto, si se asume una función de utilidad de los padres y se maximiza dicha función sujeta a las restricciones presupuestarias tradicionales se puede derivar una función de demanda condicional del desempeño académico que contiene la demanda por los niveles de salud, así como la respuesta de los padres ante los cambios en el nivel de salud de los niños. Los efectos indirectos no se pueden determinar en el enfoque de función de producción presentado en la ecuación [1]. Ver Glewwe y Miguel (2008) para una exposición más detallada.

Capítulo IV. El Programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR)

En el 2011, tres de cada diez hogares en el ámbito rural contaban con el servicio de agua potable. Con el objetivo de mejorar esta situación y promover el desarrollo económico y social en las zonas rurales del país, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) implementó el Programa Nacional de Saneamiento Rural (PNSR). El PNSR fue creado mediante el Decreto Supremo 002-2012-VIVIENDA y ha tenido como objetivo mejorar la calidad, ampliar la cobertura y promover el uso sostenible de los servicios de agua y alcantarillado en las zonas rurales del país. Como se indica en el mencionado Decreto Supremo, la línea de intervención de este programa se ha orientado principalmente a las siguientes acciones:

- Construcción, rehabilitación o ampliación de la infraestructura de agua y alcantarillado
- Instalación de sistemas de disposición sanitaria de excretas
- Fortalecimiento de la educación sanitaria en la población beneficiaria
- Fortalecimiento de capacidades en los gobiernos regionales, locales y organizaciones comunales para la gestión, operación y mantenimiento de los servicios

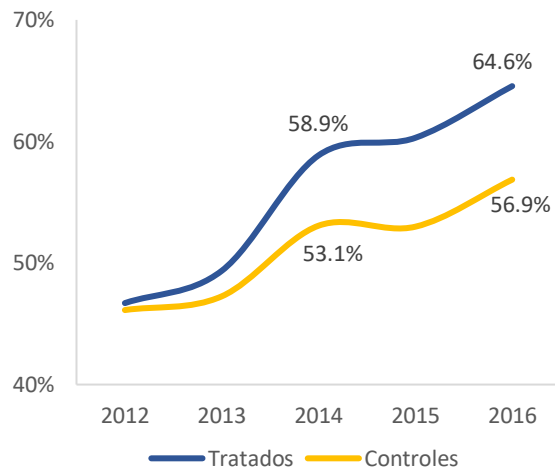
El PNSR ha seguido una estrategia de focalización⁷, atendiendo prioritariamente aquellos centros poblados con mayores índices de pobreza (a partir de la información contenida en el Sistema de Focalización de Hogares [Sisfoh]) y, además, se prioriza aquellos lugares con prevalencia de enfermedades diarreicas aguas (EDAS) en niños menores de cinco años.

En los gráficos 4 y 5 se muestra la evolución de la cobertura de agua y alcantarillado en todos los distritos que recibieron el PNSR (distritos tratados) y aquellos distritos que no lo hicieron (distritos de control). Como se observa en el gráfico 4, al inicio de la implementación del PNSR la cobertura de agua es similar en ambos grupos. No obstante, cuatro años después de la implementación del programa, la cobertura de agua en los distritos tratados es aproximadamente 8 puntos porcentuales superior. En relación a la cobertura de alcantarillado, en el 2012, los distritos tratados presentaban un nivel de cobertura cercano al 35 %, en comparación a un 45 % para los distritos de control. Sin embargo, 4 años después, la brecha entre ambos grupos se ha reducido notablemente, de tal forma que el nivel de cobertura de alcantarillado⁸ para los distritos tratados y de control asciende a 47,2 % y 47,8 %, respectivamente.

⁷ Los criterios y metodología de focalización de las intervenciones del PNSR se establecieron en la Resolución Ministerial 161-2012-Vivienda, publicada en agosto de 2012.

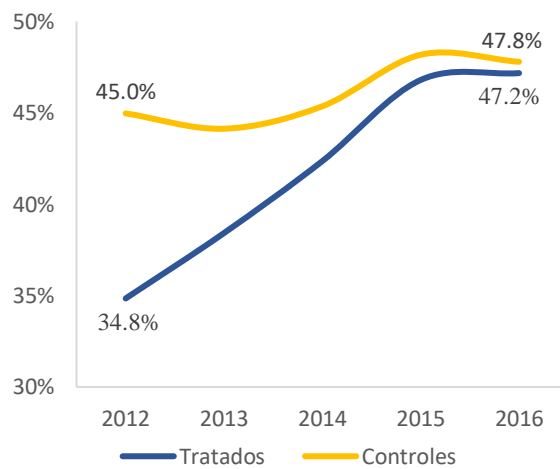
⁸ Se consideró las conexiones de red pública de desagüe dentro y fuera de la vivienda, letrinas y pozos ciegos.

Gráfico 4. Cobertura de agua en zonas rurales, periodo 2012-2016



Fuente: INEI. Elaboración propia 2020.

Gráfico 5. Cobertura de alcantarillado en zonas rurales, periodo 2012-2016



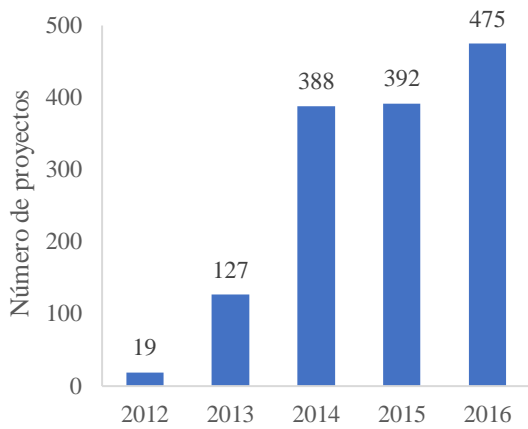
Fuente: INEI. Elaboración propia 2020.

En los gráficos 6 y 7 se muestra la evolución del número de proyectos de saneamiento rural, entre los años 2012 al 2016. En este periodo se concluyeron 1.401 proyectos de saneamiento rural⁹ por un monto de inversión equivalente a 3.343 millones de soles. En el anexo 2 se muestra un mapa de la evolución del número de proyectos del PNSR. Como se observa, la implementación del

⁹ Información remitida por el MVCS en atención a la solicitud de acceso a la información pública registrada mediante la CARTA N° 616-2019-VIVIENDA/SG-OAC-AIP.

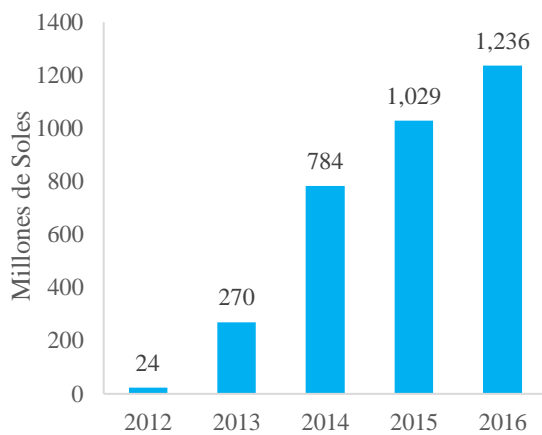
programa no se ha concentrado en una zona geográfica en particular; por el contrario, la expansión del PNSR se ha distribuido en la mayoría de distritos del país.

Gráfico 6. Evolución de los proyectos de saneamiento rural, periodo 2012-2016 (Número de proyectos)



Fuente: MVCS. Elaboración propia 2020.

Gráfico 7. Evolución de los proyectos de saneamiento rural, periodo 2012-2016 (Monto de inversión)



Fuente: MVCS. Elaboración propia 2020.

Capítulo V. Metodología

1. Base de datos

En la presente investigación se utilizan dos fuentes de datos: la ECE y el PNSR.

La ECE es administrada por el Ministerio de Educación (Minedu), y tomada por todos los estudiantes de segundo grado de primaria, cuarto grado de primaria y segundo grado de secundaria. No obstante, la base de la cual se dispone más información (desde el año 2007) es la evaluación para los alumnos de segundo grado de primaria¹⁰. Por ello, en la presente investigación se utilizará la ECE de segundo grado de primaria.

Los estudiantes de 2° de primaria son evaluados, al final de cada año escolar, en habilidades de lógico matemática (LM) y comprensión de textos (CT). El Minedu reporta los resultados tanto por puntaje obtenido como por nivel alcanzado. Como señalan Beltrán y Seinfeld (2011), para el cálculo de los puntajes obtenidos por los estudiantes, se transforman las respuestas de acuerdo con la escala del modelo de Rasch¹¹. Posteriormente, sobre la base del puntaje Rasch de las pruebas, se determinan tres niveles de calificación (de mayor a menor nivel de competencia): satisfactorio, en proceso y en inicio. El último nivel denota que el estudiante logró aprendizajes muy elementales en relación al año en que está matriculado.

Para construir la variable dependiente, se calculó la nota promedio estandarizada¹² en cada centro educativo para cada una de las materias evaluadas. Además, siguiendo a Dasso *et al.* (2015), para asegurar que los resultados sean significativos se restringió la muestra a escuelas con al menos cinco estudiantes.

Por otro lado, la información administrativa del PNSR contiene la lista de proyectos de saneamiento que se han ejecutado, el monto de inversión, el estado del proyecto, el año de culminación, entre otros datos. Esta base de datos se fusionó con la ECE para los años 2012 al

¹⁰ En 2015 se evaluó por primera vez a estudiantes de segundo grado de secundaria; y en 2016, se evaluó también a estudiantes de cuarto grado de primaria.

¹¹ Como señala Cueto (2004), el modelo Rasch utiliza el nivel de dificultad de las preguntas como parámetro de cálculo de los puntajes. De esta manera, se estima la probabilidad de que un estudiante responda correctamente cada pregunta, ya sea que en realidad lo haya respondido bien o no. Conforme esta teoría probabilística, se determina la nota a partir de una transformación logarítmica que va desde menos infinito a más infinito. De esta manera, se logra que los resultados sean comparables entre las pruebas. El análisis Rasch, con el objetivo de conseguir una distribución del puntaje menos sesgada, elimina las observaciones extremas de la muestra, es decir, aquellos estudiantes que no respondieron nada en la prueba o que lo respondieron todo.

¹² Para estandarizar la variable se procedió a restar la media y dividir entre la desviación estándar.

2016, utilizando como identificadores el distrito, el año de evaluación de la ECE y el año de culminación de los proyectos del PNSR. De esta forma, la base final consiste en un panel de datos de 3.401 colegios para un periodo de 5 años. Se eligió este periodo de análisis debido al rápido incremento en la cobertura de saneamiento en el ámbito rural. Además, debido a la cancelación de la ECE en el año 2017 como consecuencia del fenómeno El Niño y la huelga docente, no se dispone de información de la variable resultado para ese año.

En la tabla 2 se muestran estadísticos descriptivos entre los distritos de tratamiento y control en un año previo a la intervención del PNSR. Como se observa, ambos grupos presentan características similares en variables como acceso a electricidad (59 %), sexo del jefe del hogar (el jefe de hogar es varón en el 82 % de hogares), edad del jefe del hogar (52 años), jefe del hogar sin educación formal (entre el 15 % y el 16 % de hogares, el jefe de hogar no contaba con educación formal), porcentaje de hijos matriculados en el colegio (entre 72 % y 73 %). No obstante, ambos grupos son diferentes en relación a la variable gasto per cápita, S/ 287 en el grupo de tratados y S/ 228 en el grupo de tratamiento. Esta diferencia es consistente con la estrategia de focalización del programa detallada en la sección anterior, puesto que el programa priorizó los hogares de bajos ingresos.

Tabla 2. Comparación de promedios entre el grupo de control y tratamiento en el año 2011

Variables en el año 2011	Control	Tratado	p value
	(1)	(2)	(1) = (2)
Jefe del hogar varón	0,822 (0,006)	0,825 (0,006)	0,712
Edad del jefe del hogar	51,881 (0,242)	52,472 (0,253)	0,092
Jefe del hogar casado	0,735 (0,007)	0,744 (0,007)	0,330
Jefe del hogar sin educación formal	0,150 (0,005)	0,161 (0,006)	0,162
Jefe del hogar trabajó la semana pasada	0,925 (0,004)	0,917 (0,004)	0,167
Acceso a la electricidad	0,591 (0,008)	0,584 (0,008)	0,513
Gasto per cápita	287,097 (3,412)	228,265 (2,454)	0,000
Hijos matriculados en el colegio	0,735 (0,009)	0,719 (0,009)	0,208
Estudiante aprobó el año pasado	0,493 (0,010)	0,507 (0,010)	0,319

Fuente: INEI. Elaboración propia 2020.

2. Estrategia de identificación

En conformidad con lo expuesto en el marco teórico, es muy probable que un análisis de corte transversal entre colegios con acceso al servicio de saneamiento y colegios sin acceso resulte en estimaciones sesgadas e inconsistentes, debido a la presencia de variables no observables. Por ello, se propone como estrategia de identificación un modelo DID, de tal forma que se aproveche el rápido incremento en la cobertura de saneamiento en el ámbito rural producto de la implementación del PNSR. Por lo tanto, para estimar el impacto del acceso al servicio de saneamiento en las zonas rurales se plantea la siguiente regresión:

$$Y_{ijt} = \alpha_i + \alpha_j + \alpha_t + \beta * PNSR_{jt} + \varepsilon_{ijt} \quad [2]$$

Donde el subíndice “*i*” denota al colegio, “*j*” el distrito y “*t*” el año. Y_{ijt} es la variable resultado, α_i es un intercepto específico a cada colegio (efecto fijo por colegio), este término controla por cualquier variable observable o no observable que sea invariante en el tiempo. De manera similar, α_j es un efecto fijo por distrito¹³ y α_t , un efecto fijo por año, este último término controla por cualquier *shock* agregado que afecta a la economía cada año. La variable $PNSR_{jt}$ es una *dummy* que indica si en el distrito “*j*” se ha concluido por lo menos un proyecto de saneamiento en el año “*t*”. Nótese que el supuesto de identificación consiste en que, luego de condicionar por efectos fijos por año, distrito y colegio, la variable de tratamiento $PNSR_{jt}$ es ortogonal al error. Además, para incorporar el hecho de posible heterocedasticidad y autocorrelación entre los colegios de un mismo distrito, se clusterizan los errores estándar a nivel distrital.

Por otro lado, verificar el supuesto de tendencia común mediante el análisis gráfico es complicado en un modelo con múltiples periodos, cuando los individuos reciben el tratamiento en momentos distintos del tiempo. No obstante, como señala Pischke (2005), una forma de testear este supuesto consiste en incluir rezagos y adelantos de la variable de tratamiento, como se muestra en la ecuación [3].

$$Y_{ijt} = \alpha_i + \alpha_j + \alpha_t + \sum_{p=-1}^1 \beta_p * PNSR_{jk(k=t+p)} + \varepsilon_{ijt} \quad [3]$$

¹³ Se hace la distinción entre efectos fijos por colegio y distritos para fines explicativos. Puesto que, en la práctica, el efecto fijo por distrito es capturado por el efecto fijo por colegio, debido a que en la base de datos los colegios no migran entre distritos.

Donde “ k ” denota el año en el cual el distrito “ j ” recibe el programa. Por lo que β_1 es el coeficiente del primer adelanto de la variable tratamiento y β_{-1} , el coeficiente del primer rezago. De esta forma, si la tendencia de la variable resultado entre los grupos de tratados y control es la misma un año antes de la implementación del programa, entonces el parámetro del primer adelanto debería resultar no significativo.

Adicionalmente, como test de falsificación se plantea estimar el impacto del $PNSR_{jt}$, sobre una variable que no debió verse afectada por el tratamiento. En particular, se propone utilizar valores de la variable resultado para los años 2009 al 2011, previos a la implementación del programa, y estimar una regresión similar a la ecuación [2] considerando valores del $PNSR_{jt}$ para los años 2012 al 2014. De esta forma, un test de falsificación equivale a testear la hipótesis nula de que el parámetro β de esta ecuación es igual a cero. Puesto que valores de la variable resultado para años previos a la intervención no deberían reaccionar ante cambios que aún no han ocurrido en la variable tratamiento.

Por último, es importante resaltar que existen otros métodos de estimación que también controlan por variables no observables, como el método de variables instrumentales (VI). Al respecto, un instrumento que se ha utilizado bastante en la literatura de evaluación de impacto de servicios básicos¹⁴ como agua o electricidad, consiste en la distancia entre cada individuo y la red de abastecimiento del servicio. No obstante, en la práctica es posible que este instrumento presente cierto nivel de correlación con variables no observables, lo cual podría incrementar el sesgo en la estimación. En general, encontrar un instrumento que cumpla la propiedad de exogeneidad resulta una tarea bastante complicada. En este aspecto, el método DID es superior, puesto que permite controlar por variables no observables que sean invariantes en el tiempo.

Un método alternativo de estimación consiste en emplear técnicas de regresión discontinua, aprovechando la discontinuidad geográfica de las redes de distribución de agua y alcantarillado. La idea general de este método consiste en que los individuos ubicados cerca del límite de las redes de distribución son muy similares entre sí. Por lo tanto, se puede utilizar como contrafactual aquellos individuos ubicados cerca del límite de las redes de distribución pero que no disponen del servicio de agua potable, mientras que el grupo de tratamiento serían aquellos individuos ubicados cerca del límite de las redes que sí disponen del servicio. De esta forma, si las

¹⁴ Por ejemplo, en relación al sector saneamiento, este instrumento fue utilizado por *Klasen et al.* (2012) para estimar el impacto de la cobertura de saneamiento sobre la incidencia de enfermedades diarreicas en Yemen. En relación al sector electricidad, los trabajos de Guyu Ye (2017) y Aguirre (2017) estiman el impacto del acceso a electricidad sobre las horas de estudio y se utiliza como instrumento la distancia a la red de transmisión más cercana.

características observables están balanceadas entre ambos grupos, este método de estimación presenta las mismas ventajas que un experimento aleatorio y permite controlar tanto por variables observables como por no observables. No obstante, a la fecha se dispone de escasa información sobre las coordenadas geográficas de las redes de saneamiento, lo cual reduciría bastante el tamaño de la muestra en la estimación y dificultaría balancear las características observables entre los grupos de tratados y controles.

Capítulo VI. Análisis de resultados

En este capítulo se muestran los resultados de las estimaciones. Con el objetivo de estimar posibles impactos heterogéneos, se dividió la muestra total en dos grupos: una muestra solo de estudiantes varones y otra solo de niñas. En la tabla 3 se muestran los resultados considerando la totalidad de la muestra entre los años 2012 y 2016. La variable resultado consiste en las notas estandarizadas de matemáticas y comprensión lectora de la ECE, como se observa en las columnas (1) y (3), los coeficientes estimados resultan significativos al nivel de 10 %.

Adicionalmente, a fin de realizar un chequeo de robustez de las estimaciones realizadas, se recolectó información de otros variables que pudieron haber afectado el desempeño académico de los estudiantes. Al respecto, en primer lugar, en el periodo de análisis (2012-2016) estuvo en vigencia el Programa Nacional de Apoyo Directo a los más Pobres – programa Juntos. Este programa social se basa en un esquema de transferencias monetarias a los hogares pobres o pobres extremos del Perú, siempre y cuando los hogares cumplan con enviar a sus hijos al colegio y llevarlos a centros de salud regularmente. Por lo tanto, el programa Juntos está correlacionado con el nivel de asistencia escolar, lo cual podría afectar directamente el desempeño académico. En segundo lugar, se recopiló información del Presupuesto Institucional Modificado (PIM) de cada municipalidad. Esta variable sirve como proxy del gasto del distrito y, puesto que presenta variabilidad temporal, no es excluida en la regresión por efectos fijos.

Tabla 3. Efecto del PNSR sobre las notas estandarizadas en razonamiento matemático y comprensión lectora. Muestra total

	Matemáticas		Lectura	
	(1)	(2)	(3)	(4)
PNSR	0,070*	0,067*	0,056*	0,055*
	(0,039)	(0,038)	(0,034)	(0,033)
Total de alumnos	-0,011***	-0,011***	-0,008***	-0,008***
	(0,002)	(0,002)	(0,002)	(0,002)
Programa Juntos		0,020		0,011
		(0,058)		(0,049)
Gasto		0,024		0,006*
		(0,025)		(0,022)
Intercepto	-0,193***	-0,600	-0,524***	-0,630
	(0,026)	(0,416)	(0,023)	(0,373)
Número de observaciones	17.005	16.925	17.005	16.925
Número de colegios	3.401	3.385	3.401	3.385
R2	0,490	0,491	0,521	0,522

Nota: Entre paréntesis se muestran errores estándar robustos clusterizados a nivel distrital. Los niveles de significancia son: ***p<0,01, **p<0,05, *p<0,1

Fuente: ECE. Elaboración propia 2020.

Estas variables podrían generar sesgos en los parámetros estimados, por lo que en las columnas (2) y (4) se muestran las estimaciones incluyendo estos controles adicionales. La variable “Programa Juntos” es una *dummy* que toma el valor de 1, si el distrito en cuestión se benefició del programa y la variable “Gasto” representa el logaritmo natural del PIM de cada municipalidad. Como se observa, los parámetros estimados se mantienen robustos ante la inclusión de estos controles, lo cual indica que estas variables no generan sesgos en el parámetro estimado que identifica el impacto del PNSR.

Es importante mencionar que pueden existir otras variables que afecten el desempeño académico de los estudiantes en el periodo analizado. Por ejemplo, en el 2007, el Minedu implementó el programa “Una laptop por niño”, cuyo objetivo principal consiste en mejorar la calidad de la educación pública primaria en las regiones más pobres del país, mediante la entrega de *laptops* a los estudiantes, además de brindar capacitaciones y manuales de uso a los docentes.

Por lo tanto, debido a la focalización de este programa en zonas de bajos ingreso (en su mayoría zonas rurales) y su posible efecto sobre el rendimiento académico, es posible que la exclusión de esta variable genere sesgos en las estimaciones del impacto del PNSR. No obstante, según un estudio realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), en el 2012, el programa “Una laptop por niño” no ha tenido impactos significativos en el rendimiento académico de los estudiantes. En efecto, mediante la metodología DID, el estudio encontró un efecto positivo, pero no significativo, equivalente a 0,06 desviaciones estándar sobre las notas en matemáticas y -0,03 para las notas de comprensión lectora. Entre las posibles razones que explican estos resultados Lavado *et al.* (2015) señalan que la entrega de *laptops* disminuye la probabilidad de que el estudiante reciba un método de enseñanza centrado en el alumno donde se fomentan las actividades cooperativas y, en consecuencia, se afecta negativamente el rendimiento académico. Por otro lado, la entrega de *laptops* reduce el tiempo que los niños destinan a realizar los quehaceres del hogar y aumenta la probabilidad de que los niños realicen su tarea en casa, lo que incrementa el rendimiento académico.

1. Impactos heterogéneos

Con el objetivo de identificar posibles impactos heterogéneos por género se divide la muestra en dos según el género del estudiante. En la tabla 4 se muestra el impacto del programa considerando solo la muestra de niños y en la tabla 5 el impacto sobre las niñas. Además, también se incorpora el efecto de controles adicionales para verificar la robustez de las estimaciones. Considerando la

muestra de estudiantes niños, en la tabla 4 se observa que luego de considerar el efecto del programa Juntos y la variable gasto, el impacto del PNSR resulta no significativo. No obstante, para la muestra de niñas, el impacto del programa sí resulta significativo y las estimaciones se mantienen robustas ante la inclusión de controles adicionales.

Tabla 4. Efecto del PNSR sobre las notas estandarizadas en razonamiento matemático y comprensión lectora. Solo niños

	Matemáticas		Lectura	
	(1)	(2)	(3)	(4)
PNSR	0,066*	0,062	0,050	0,048
	(0,039)	(0,039)	(0,034)	(0,033)
Total de alumnos	-0,009***	-0,008***	-0,006***	-0,006***
	(0,003)	(0,003)	(0,003)	(0,003)
Programa Juntos		-0,006		0,002
		(0,056)		(0,049)
Gasto		0,025		0,020*
		(0,025)		(0,023)
Intercepto	-0,256***	-0,675	-0,521***	-0,854
	(0,019)	(0,420)	(0,018)	(0,379)
Número de observaciones	16.794	16.716	16.795	16.717
Número de colegios	3.359	3.343	3.359	3.343
R2	0,474	0,475	0,487	0,489

Nota: Entre paréntesis se muestran errores estándar robustos clusterizados a nivel distrital. Los niveles de significancia son: *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$

Fuente: ECE. Elaboración propia 2020.

Tabla 5. Efecto del PNSR sobre las notas estandarizadas en razonamiento matemático y comprensión lectora. Solo niñas

	Matemática		Lectura	
	(1)	(2)	(3)	(4)
PNSR	0,076*	0,073*	0,064*	0,064*
	(0,038)	(0,037)	(0,033)	(0,033)
Total de alumnos	-0,007***	-0,007***	-0,005***	-0,005***
	(0,003)	(0,003)	(0,003)	(0,003)
Programa Juntos		0,014		0,006
		(0,063)		(0,048)
Gasto		0,029		0,001*
		(0,025)		(0,023)
Intercepto	-0,248***	-0,737	-0,573***	-0,590
	(0,022)	(0,416)	(0,019)	(0,381)
Número de observaciones	16.609	16.529	16.610	16.530
Número de colegios	3.322	3.306	3.322	3.306
R2	0,458	0,459	0,498	0,499

Nota: Entre paréntesis se muestran errores estándar robustos clusterizados a nivel distrital. Los niveles de significancia son: *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$

Fuente: ECE. Elaboración propia 2020.

2. Test de tendencias comunes

En la tabla 6 se muestran los resultados de la estimación de la ecuación [3], la variable $PNSR_{(-1)}$ representa el primer adelanto de la variable tratamiento. Como se indicó en la sección anterior, un test de tendencia común equivale a testear la hipótesis de que el coeficiente de la variable $PNSR_{(-1)}$ es igual a cero. Por lo tanto, como se observa en la tabla 6, efectivamente, se cumpliría el test de tendencia común, puesto que el coeficiente del primer adelanto no resulta significativo. No obstante, al incorporar un segundo adelanto de la variable tratamiento, este coeficiente sí resulta significativo, lo cual contradiría el supuesto de tendencia común. Entre las posibles causas a esta situación se podría mencionar el hecho de que al incorporar rezagos o adelantos se pierde un año de información, lo cual reduce considerablemente el tamaño de la muestra.

Tabla 6. Efecto del PNSR sobre las notas estandarizadas en razonamiento matemático y comprensión lectora, considerando adelantos y rezagos del tratamiento

	Matemática	Lectura
	(1)	(2)
PNSR(0)	0,0794 (0,0579)	0,0508 (0,0497)
PNSR(-1)	-0,0211 (0,0709)	-0,0139 (0,0630)
PNSR(1)	-0,00219 (0,0408)	-0,00179 (0,0369)
Total de alumnos	-0,00275 (0,00214)	-0,00155 (0,00178)
Intercepto	-0,285*** (0,0296)	-0,565*** (0,0245)
Número de observaciones	13.277	13.278
Número de colegios	1.897	1.897
R2	0,439	0,488

Nota: Entre paréntesis se muestran errores estándar robustos clusterizados a nivel distrital. Los niveles de significancia son: *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$

Fuente: ECE. Elaboración propia 2020.

Otra manera de verificar el supuesto de tendencia común consiste en realizar estimaciones de corte transversal para años previos a la implementación del PNSR. De esta forma, si no existen diferencias significativas en las notas de la ECE antes de la intervención entre los grupos de tratados y controles, entonces el coeficiente de la variable PNSR debería resultar no significativo. En la tabla 7, cada columna corresponde a una regresión diferente, y se verifica que la variable

PNSR resulta no significativa, por lo que las notas entre los grupos de tratamiento y control son estadísticamente iguales para los años 2010 y 2011.

Lo anterior se puede analizar gráficamente. En el anexo 3 se muestran las distribuciones de las notas de matemáticas y lectura de la ECE para los grupos de controles y tratados en los periodos antes y después de la intervención del PNSR. Como se observa, las distribuciones de las notas son muy similares antes de la intervención del programa. No obstante, después de la intervención, la distribución de notas en el grupo de tratamiento tiende a desplazarse a la derecha, lo cual indica una mejora en el rendimiento académico de estos alumnos.

Tabla 7. Efecto del PNSR sobre las variables resultado en periodos previos al tratamiento

	Matemática		Lectura	
	2010	2011	2010	2011
	(1)	(2)	(3)	(4)
PNSR	0,022 (0,023)	-0,011 (0,024)	-0,013 (0,019)	-0,027 (0,019)
Total de alumnos	0,003** (0,001)	0,001 (0,002)	0,009*** (0,001)	0,006*** (0,001)
Intercepto	-0,362*** (0,022)	-0,395*** (0,024)	-0,677*** (0,019)	-0,710*** (0,019)
Número de observaciones	9442	8560	9441	8562
R2	0,099	0,130	0,138	0,153

Nota: Los errores estándar se muestran entre paréntesis. Los niveles de significancia son: ***p<0,01, **p<0,05, *p<0,1. Se consideraron efectos fijos a nivel departamental.

Fuente: ECE. Elaboración propia 2020.

3. Test de falsificación

Para verificar la validez de las estimaciones, se consideró información de la variable resultado para 3 periodos previos a la intervención del programa. Es decir, se estimó una regresión de las notas para los años 2009 al 2011 sobre la variable de tratamiento correspondiente a los años 2012 al 2014. A priori, se esperaría que la variable de resultado no reaccione ante cambios en la variable de tratamiento que aún no han ocurrido, por lo que el coeficiente asociado a la variable PNSR debería ser no significativo. En la

Tabla **8** se muestran los resultados de esta regresión y se puede verificar que, efectivamente, no se puede rechazar la hipótesis nula de que el coeficiente de interés no es estadísticamente diferente de cero.

Tabla 8. Variable de resultado en los años 2009 al 2011 versus tratamiento para los años 2012 al 2014

	Matemáticas	Lectura
	(1)	(2)
PNSR	0,0505 (0,0427)	0,0296 (0,0327)
Total de alumnos	-0,00390* (0,00220)	-0,000117 (0,00198)
Intercepto	-0,287*** (0,0278)	-0,550*** (0,0250)
Número de observaciones	15.021	15.021
Número de colegios	5007	5007
R2	0,554	0,583

Nota: Entre paréntesis se muestran errores estándar robustos clusterizados a nivel distrital. Los niveles de significancia son: *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$.

Fuente: ECE. Elaboración propia 2020.

Conclusiones y recomendaciones

Este estudio busca contribuir a la literatura sobre evaluaciones de impacto de la provisión de servicios de saneamiento, mediante el uso de la técnica de diferencias en diferencias. Cuantificar la relación entre la cobertura de saneamiento y los logros educativos es relevante para priorizar inversiones y poder formular adecuadamente políticas y estrategias destinadas a cerrar las brechas existentes tanto en capital humano como en cobertura de agua y alcantarillado. Es importante señalar que el efecto del acceso al servicio de saneamiento sobre los logros educativos se transmite mediante la menor incidencia de faltas a la escuela por parte de los estudiantes. En efecto, la provisión de servicios de saneamiento en los centros educativos aumenta la tasa de asistencia escolar, debido a la menor incidencia de enfermedades en los estudiantes. En consecuencia, estudiantes más saludables que faltan menos a clases presentan un mejor desempeño académico.

Este mecanismo de transmisión se puede observar en las estimaciones obtenidas por Adukia (2017), quien concluye que el acceso a los servicios de saneamiento en las escuelas incrementa la matrícula escolar en 12 % para los estudiantes de primaria en la India. Además, en relación a los impactos heterogéneos por sexo, se esperaría que el efecto del acceso a los servicios de saneamiento incremente en mayor medida la tasa de asistencia escolar en las niñas. Esta hipótesis es consistente con los resultados del Informe sobre Desarrollo Humano¹⁵ del 2006, donde se analiza que en Tanzania los niveles de asistencia escolar son un 12 % más elevados entre las niñas que viven a unos quince minutos o menos de una fuente de agua que entre aquellas que viven a una hora o más. Mientras que la tasa de asistencia de los niños está mucho menos influenciada por la distancia a la que se encuentre la fuente de agua. Por lo tanto, puesto que brindar acceso al servicio de saneamiento reduce la distancia a la fuente de agua, entonces se impactaría en mayor medida sobre el nivel de asistencia escolar en las niñas que en los niños.

De esta forma, como señalan Ortiz *et al.* (2016), el acceso a servicios de saneamiento permite romper el círculo de pobreza en el que se encuentran las familias de bajos ingresos, dado que el acceso al agua y alcantarillado influye positivamente en la acumulación de capital humano de los hogares y esto, a su vez, aumenta la productividad, lo cual permite obtener un mayor nivel de ingresos y así alcanzar una mejor calidad de vida.

¹⁵ Elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Los resultados de este trabajo muestran que, para los estudiantes de segundo grado de primaria, los servicios de saneamiento en las zonas rurales del país incrementan las notas estandarizadas de matemáticas y comprensión lectora de la ECE en 0,070 y 0,056 desviaciones estándar, respectivamente. Para colocar las cifras en perspectiva, el impacto del programa “Una laptop por niño” incrementó las notas de matemáticas en 0,06 desviaciones estándar, aunque este impacto resultó no ser estadísticamente significativo. Por otro lado, como señalan Dasso *et al.* (2015), la electrificación en zonas rurales del país genera un incremento pequeño (menor a un punto porcentual), aunque estadísticamente significativo, en la probabilidad de aprobar los exámenes de comprensión lectora de la ECE.

Los resultados se mantienen robustos ante la inclusión de controles adicionales. Además, se estiman efectos heterogéneos y se concluye que las niñas son las más beneficiadas del acceso a los servicios de saneamiento. Este resultado puede explicarse por las siguientes razones: Primero, en las zonas rurales donde no se cuenta con el servicio de agua potable, las tareas domésticas de recolección y traslado del agua recaen principalmente en las mujeres y niñas del hogar (WHO y Unicef 2017). Segundo, ante la falta de infraestructura de saneamiento en las escuelas, los estudiantes se ven obligados a hacer sus necesidades al aire libre; en este aspecto, las niñas son más vulnerables a recibir ataques verbales e incluso físicos (WaterAid 2017). Por lo tanto, el acceso al servicio de saneamiento permite disminuir la brecha de género existente en las zonas rurales y, de esta forma, el impacto sobre la población de niñas es mayor. Por último, se realiza un test de falsificación para verificar la validez de los resultados y, efectivamente, se comprueba que el programa no tiene impacto en las notas de años previos a la intervención.

Bibliografía

Adewara, S., y Visser, M. (2011). “Use of anthropometric measures to analyse how sources of water and sanitation affect children’s health in Nigeria”. *Environment for Development: Discussion Paper Series* 11(02).

Adukia, A. (2017). “Sanitation and Education”. *American Economic Journal: Applied Economics*, American Economic Association, vol. 9(2), p. 23-59.

Aguirre, J. (2017). “The Impact of Rural Electrification on Education: A Case Study from Peru”. *Lahore Journal of Economics*, Department of Economics, The Lahore School of Economics, vol. 22(1), p. 91-108, Jan-June.

Almond, D. and Currie, J. (2010). “Human Capital Development Before Age Five”. *Handbook of Labor Economics*, 4b (2010), 1316–1476.

Baschieri, A. y Falkingham, J. (2009). “Staying in school: assessing the role of access, availability, and economic opportunities – the case of Tajikistan”. *Population, Space and Place*, 15 (3), p. 205–224.

Barde J., Walkiewicz J. (2014). “The Impact of Access to Piped Drinking Water on Human Capital Formation - Evidence from Brazilian Primary Schools”. *Discussion Papers N° 28*, Department of International Economic Policy, Institute for Economic Research, University of Freiburg. Germany

Beuermann, D., McKelvey, C. y Vakis, R. (2012). “Mobile phones and economic development in rural Peru”. *The Journal of Development Studies*, 48(11), p. 1617–1628.

Bleakley, H. (2007). “Disease and Development: Evidence from Hookworm Eradication in the American South”. *Quarterly Journal of Economics*, 122(1), p. 73-117.

Bloom, D., Canning, D. y Weston, M. (2005). “The value of vaccination”. *World Economics*, 6 (3), p. 15 – 39.

Bobonis, G., Miguel, E. y Puri-Sharma, C. (2006). “Anemia and School Participation”. *Journal of Human Resources*, 41(4).

Brunner, J. y Elacqua, G. (2003). *Factores que inciden en una educación efectiva: evidencia internacional*. Documento de Trabajo. Universidad Adolfo Ibáñez.

Carbajal, M. (2014). *Evaluación del impacto del saneamiento en el Perú: Efectos sobre la salud*. Documento de trabajo 1. Lima: Sunass.

Carrasco, G. (2007). “Calidad y equidad en las escuelas peruanas: un estudio del efecto escuela en la prueba de matemática PISA 2000”. Lima: CIES/DESCO.

Checkley, W., Buckley, G., Gilman, R., Assis, A., Guerrant, R., Morris, S., Molbak, K., Valentiner-Branth, P., Lanata, C., Black, R. E., Malnutrition, T., y Network, I. (2008). “Multi-Country Analysis of the Effects of Diarrhoea on Childhood Stunting”. *International Journal of Epidemiology*, 37(4):816-830.

Chernichovsky, D. (1985). “Socioeconomic and demographic aspects of school enrollment and attendance in rural Botswana”. *Economic Development and Cultural Change*, 33 (2), p. 319–332.

Coffey, D., Geruso, M. y Spears, D. (2018). “Sanitation, Disease Externalities and Anaemia: Evidence From Nepal”. *Economic Journal, Royal Economic Society*, 128(611), p. 1395-1432.

Coleman, J. (1968). “Equality of Educational Opportunity”. *Journal of Human Resources*, 2(3), p. 237-246.

Cueto, S. (2004). “Factores predictivos del rendimiento escolar, deserción e ingreso a educación secundaria en una muestra de estudiantes de zonas rurales del Perú”. *Education Policy Analysis Archives*, 12(35). Lima: Grade.

Dasso, R., Fernández, F., and Ñopo, H. (2015). Electrification and Educational Outcomes in Rural Peru. *IZA Discussion Paper N°*. 892.

Dillingham, R. y Guerrant, R. (2004). Childhood Stunting: Measuring and Stemming the Staggering Costs of Inadequate Water and Sanitation. *Lancet*, 363(9403):94 - 95.

Duarte, J., Moreno, M. y Gargiulo, C. (2011). *Infraestructura Escolar y Aprendizajes en la Educación Básica Latinoamericana: Un análisis a partir del SERCE*. Washington D.C.: BID.

Dehejia, R. y Wahba, S. (2002). “Propensity score-matching methods for nonexperimental causal studies”. *Review of Economics and Statistics*, 84(1), p. 151–161.

Dreibelbis, R. *et al.* (2013). “Water, sanitation, and primary school attendance: A multi-level assessment of determinants of household-reported absence in Kenya”. *International Journal of Educational Development*, 33 (2013), p. 457–465.

Fewtrell, L., Kaufmann, R., Kay, D., Enanoria, W., Haller, L. y Colford Jr, J. (2005). “Water, Sanitation, and Hygiene Interventions to Reduce Diarrhoea in Less Developed Countries: A Systematic Review and Meta-Analysis”. *Lancet Infectious Diseases*, 5(1), p. 42–52.

Freeman, M.C. *et al.* (2011). “Assessing the impact of a school-based water treatment, hygiene and sanitation programme on pupil absence in Nyanza Province, Kenya: a cluster-randomized trial”. *Tropical Medicine and International Health*, 17 (3), p. 380–391.

González, B., Velázquez C. y Epele, N. (2013). *El impacto de la red cloacal sobre la salud de los niños: un análisis a partir de la Encuesta Nacional de Nutrición y Salud*. Documento de Trabajo DPEPE Núm. 08/2013. La Plata: Ministerio de Economía.

Günther, I. y Fink, G. (2010). *Water, Sanitation and Children's Health: Evidence from 172 DHS Surveys*. World Bank Policy Research Working Paper 5275, The World Bank.

Harbinson, R. y Hanushek, E. (1992). “Educational Performance of the Poor: Lessons from Rural Northeast Brazil”, Tercera edición, Washington: World Bank.

Huamaní, S. (2017). *Estimación de la rentabilidad social de incrementar la cobertura de agua potable en Lima Metropolitana*. Tesis de maestría, Universidad del Pacífico, Escuela de Postgrado. Lima.

Huisman, J. y Smits, J. (2009). “Effects of household- and district-level factors on primary school enrollment in 30 developing countries”. *World Development*, 37 (1), p. 179–193.

Hutton, G. (2012). “Global costs and benefits of drinking-water supply and sanitation interventions to reach the MDG target and universal coverage”. *World Health Organization*, 67.

Jalan, J. y Ravallion, M. (2003). “Does piped water reduce diarrhea for children in rural India?”. *Journal of Econometrics*, 112, (1), p. 153-173.

Kazeem, A., Jensen, L. y Stokes, C. (2010). “School attendance in Nigeria: understanding the impact and intersection of gender Urban–Rural residence, and socioeconomic status”. *Comparative Education Review*, 54 (2), p. 295–319.

Khanna, G. (2008). “The impact on child health from access to water and sanitation and other socioeconomic factors”. *HEI Working Paper. Graduate Institute of International Studies*, Geneva.

Kremer, M., Leino, J., Miguel, E., and Zwane, A. P. (2011). Spring Cleaning: Rural Water Impacts, Valuation, and Property Rights Institutions. *Quarterly Journal of Economics*, 126(1):145-205.

Leibowitz, A. (1974). “Home Investments in Children”. *Journal of Political Economy*, 82(2), p. 132-135.

Lavado, P., Montenegro, G. y Yamada, G. (2015). *El efecto de One Laptop per Child en las prácticas de enseñanza y en la distribución del tiempo en el hogar*. Working Papers, Centro de Investigación, Universidad del Pacífico.

McMahon, S.A. *et al.* (2011). “The Girl With Her Period is the One to Hang Her Head. Reflections on Menstrual Management Among Schoolgirls in Rural Kenya”. *BMC International Health and Human Rights*, p. 7.

Miguel, E. y Kremer, M. (2004). “Worms: Identifying Impacts on Education and Health in the Presence of Treatment Externalities”. *Econometrica*, 72(1), p. 159-217.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS] (2017). *Decreto Supremo N° 007-2017-Vivienda. Decreto Supremo que aprueba la Política Nacional de Saneamiento*. Lima: MVCS.

Ortiz, J. Resende, M. y Dinar, A. (2016). “Impact of access to water and sanitation services on educational attainment”. *Water Resources and Economics*, 14, p. 31–43.

Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo (2006). *Informe sobre desarrollo humano. Más allá de la escasez: poder, pobreza y la crisis mundial del agua*. Madrid: Mundi Prensa.

Pischke, J. S. (2005). Empirical methods in applied economics lecture notes. London School of Economics. Disponible en: <<http://econ.lse.ac.uk/staff/spischke/ec524/evaluation3.pdf>>.

Pritchett, L. y Filmer, D. (1999). “What education production functions really show: a positive theory of education expenditure”. *Economics of Education Review*, 18, p. 223–239.

Sommer, M. (2010). “Where the education system and women’s bodies collide: the social and health impact of girls’ experiences of menstruation and schooling in Tanzania”. *Journal of Adolescence*, 33 (4), p. 521–529.

Unicef (2010). *Raising Clean Hands: Advancing Learning, Health, and Participation Through WASH in Schools*. Nueva York: Unicef.

WaterAid (2017). *Out of order: the state of the world's toilets*. Disponible en: <<https://www.wateraid.org/uk/publications/out-of-order-the-state-of-the-worlds-toilets-2017>>.

Wells, R. (2009). “Gender and age-appropriate enrolment in Uganda”. *International Journal of Educational Research*, 48 (1), p. 40–50.

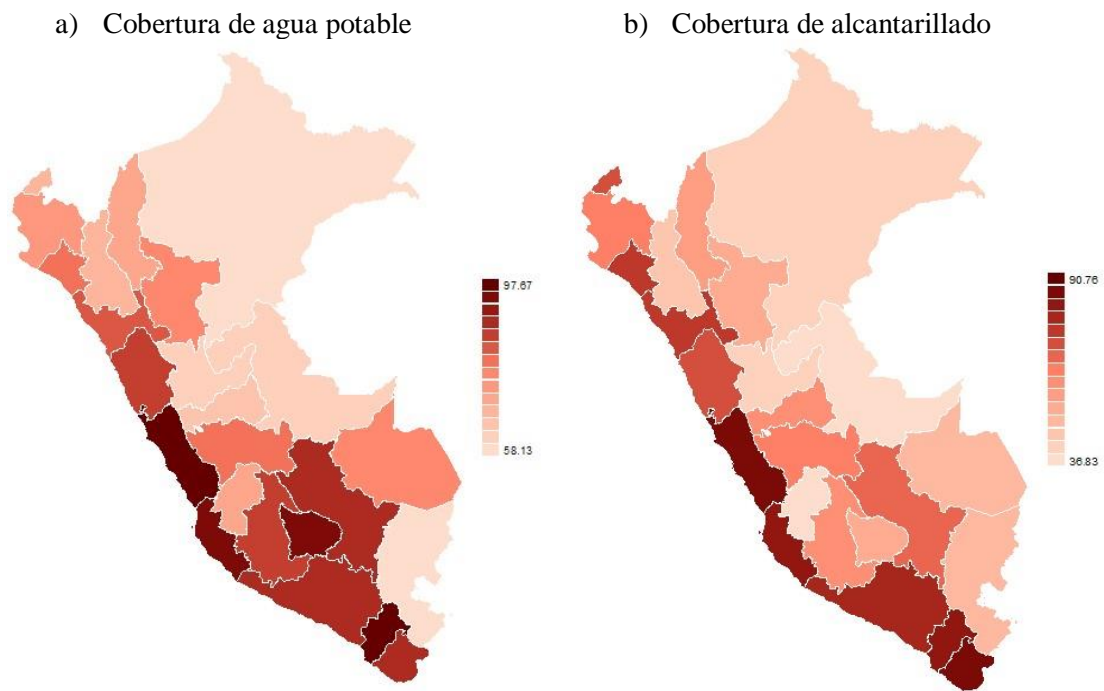
WHO (2017). *Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and SDG baselines*.

WHO y Unicef (2017). *Safely Managed Drinking Water*. Geneva: WHO.

Glewwe, P. y Miguel, E. (2008), “The Impact of Child Health and Nutrition on Education in Less Developed Countries”. *Handbook of the Economics of Education*, edited by Paul Schultz and Jhon A. Strauss. North Holland Press, Amsterdam, p. 3562–3606.

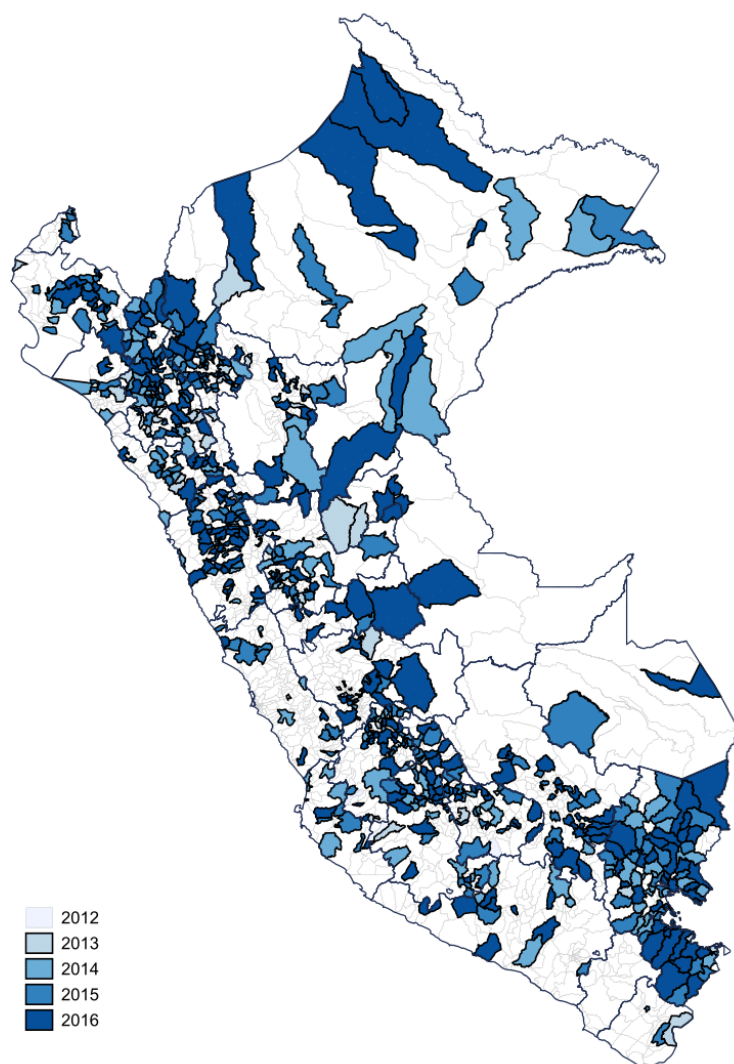
Anexos

Anexo 1. Cobertura de agua y alcantarillado a nivel departamental, año 2017



Fuente: INEI. Elaboración propia 2020.

Anexo 2. Evolución de los proyectos de saneamiento rural por distrito, periodo 2012-2016

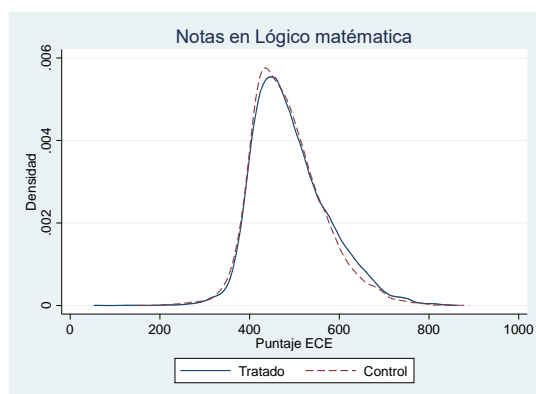


Fuente: MVCS. Elaboración propia 2020.

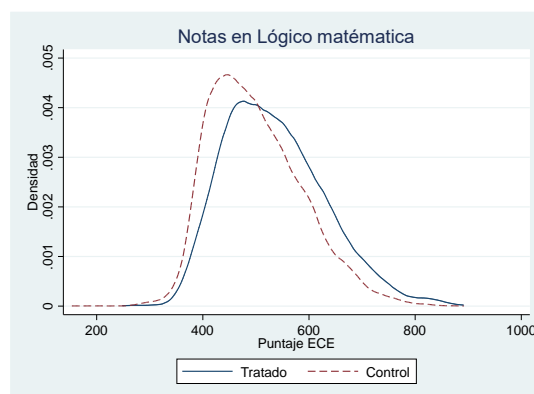
Anexo 3. Distribución de las notas en lógico matemática y comprensión lectora de la ECE - Muestra total

Distribución de las notas en lógico matemática – Muestra total

a) Antes de la intervención (2008-2011)



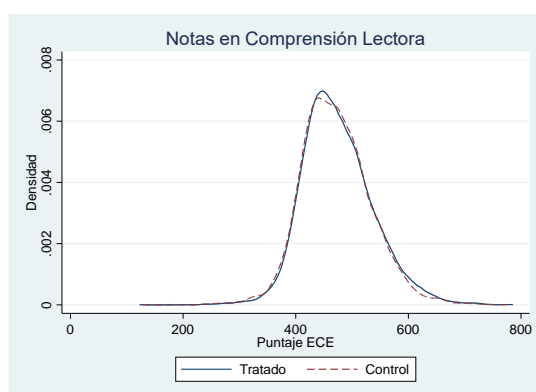
b) Después de la intervención (2012-2016)



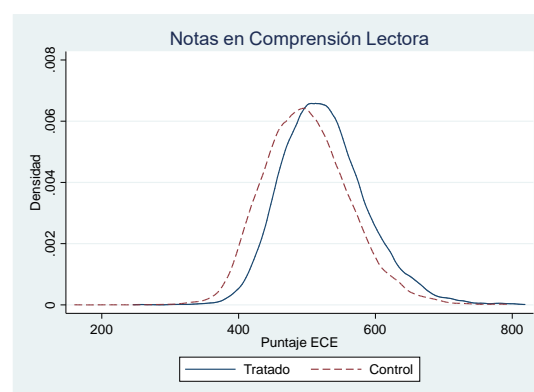
Fuente: ECE. Elaboración propia 2020.

Distribución de las notas en comprensión lectora – Muestra total

a) Antes de la intervención (2008-2011)



b) Después de la intervención (2012-2016)

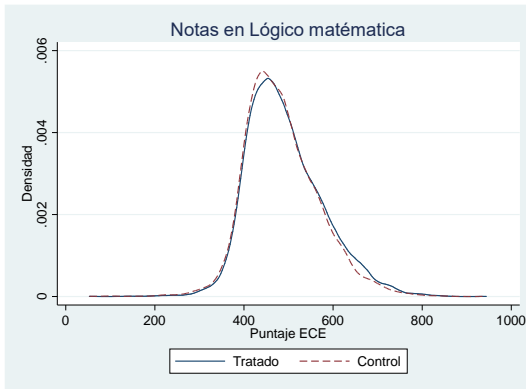


Fuente: ECE. Elaboración propia 2020.

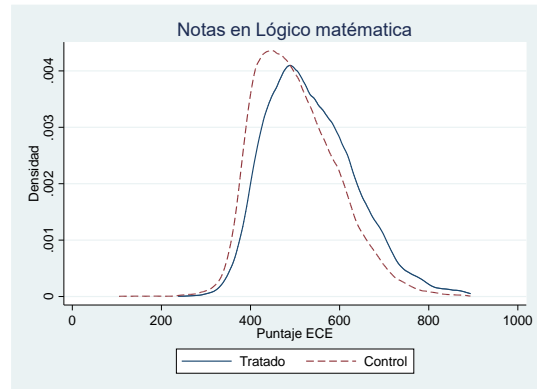
Anexo 4. Distribución de las notas en lógico matemática y comprensión lectora de la ECE - Solo niños

Distribución de las notas en lógico matemática – Solo niños

c) Antes de la intervención (2008-2011)



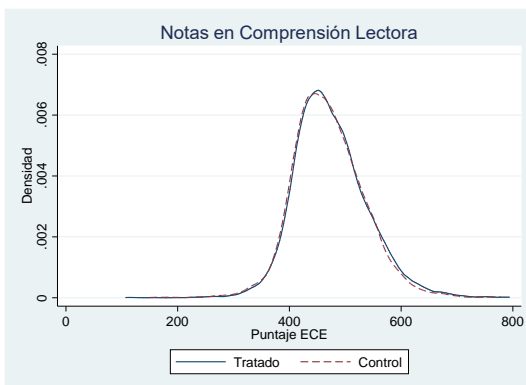
d) Después de la intervención (2012-2016)



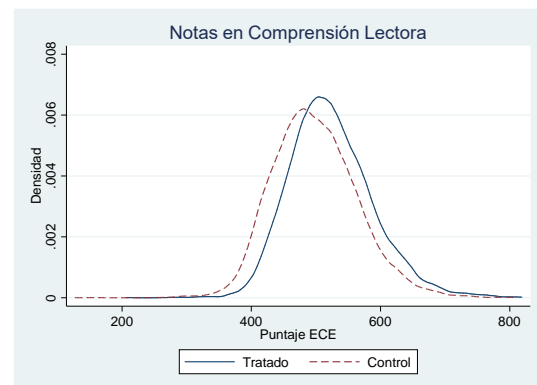
Fuente: ECE. Elaboración propia 2020.

Distribución de las notas en comprensión lectora – Solo niños

c) Antes de la intervención (2008-2011)



d) Después de la intervención (2012-2016)

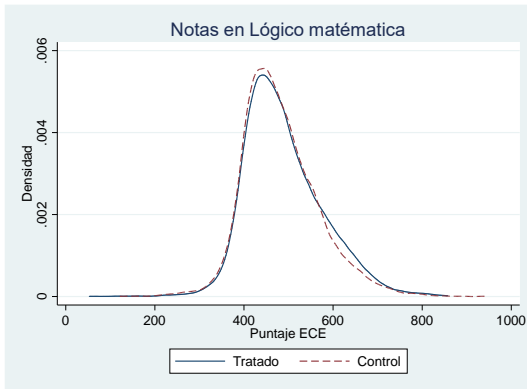


Fuente: ECE. Elaboración propia 2020.

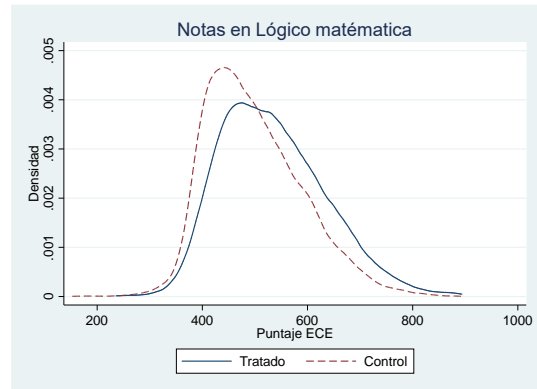
Anexo 5. Distribución de las notas en lógico matemática y comprensión lectora de la ECE - Solo niñas

Distribución de las notas en lógico matemática – Solo niñas

e) Antes de la intervención (2008-2011)



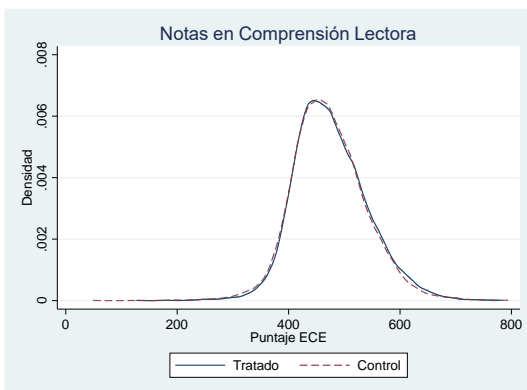
f) Después de la intervención (2012-2016)



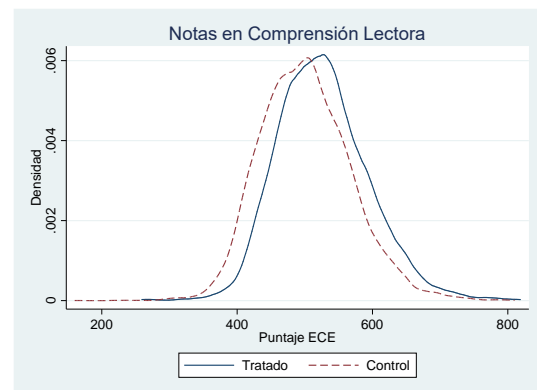
Fuente: ECE. Elaboración propia 2020.

Distribución de las notas en comprensión lectora – Solo niñas

e) Antes de la intervención (2008-2011)



f) Después de la intervención (2012-2016)



Fuente: ECE. Elaboración propia 2020.