

# IMPACTO DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE SOBRE LA SALUD DE LOS HOGARES DEL PERÚ

## IMPACT OF CONSUMPTION OF DRINKING WATER HEALTH HOMES OF PERU

**FREDDY CARRASCO CHOQUE**

Freddy Carrasco Choque. Ing. Economista; Magíster en Economía del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales. Program In Environmental Economics And Natural Resources. Programa Conjunto Universidad de Los Andes (Colombia) – Universidad de Maryland (Estados Unidos). Docente de la Universidad Néstor Cáceres Velásquez – Perú.  
E-mail:fredcarrasco@gmail.com, fcch29@hotmail.com

Recibido el 07/05/2013  
Aprobado el 27/06/2013

### RESUMEN

En el presente trabajo se intenta hallar el impacto del consumo de agua potable sobre la salud y la relación que existe entre el ingreso, la educación y los beneficios de salud de los hogares en el Perú. Para determinar el impacto, se utilizó el método de evaluación *Propensity Score Matching* (PSM). Los resultados muestran que si un hogar tiene acceso al agua potable reduce la prevalencia de enfermar con diarrea en promedio 4.8%. Los rangos de impacto medio oscila de 4.4% (Kernel bandwidth 0.02) a 5.5% (5-Vecinos cercanos). Adicionalmente, se encuentra que en los estratos más pobres, si una mujer tiene por lo menos educación primaria (acceso a la información), entonces los hogares obtienen mejoras significativas en la salud, por el acceso al agua. En estos hogares la educación de las mujeres es un factor decisivo para obtener los beneficios de salud para los miembros del hogar a partir del acceso al agua.

**PALABRAS CLAVES:** modelo probit, agua potable, salud, evaluación de impacto.

### ABSTRACT

In this paper, we try to find the impact of drinking water on health and the relationship between income, education and health benefits of households in Peru. To determine the impact assessment method *Propensity Score Matching* (PSM) was used. The results show that if a household has access to drinking water reduces the prevalence of ill with diarrhoea on average 4.8 %. The ranges of mean impact ranges from 4.4 % (Kernel bandwidth 0.02 ) to 5.5 % (5 - Neighbours nearby) . Additionally, it was found that in the poorest areas, if a woman has at least primary education (access to information), then households obtain significant improvements in health, for access to water. In the poorest houses, education of women is a key to get the health benefits for household members from access to water factor.

**KEYWORDS:** Probit model, drinking water, health, impact assessment.

## I. INTRODUCCIÓN

La situación del acceso al agua potable en el mundo sigue siendo un problema principal para la salud. Las enfermedades asociadas al consumo de agua son una de las mayores causas de morbilidad y mortalidad en el mundo. Según la OMS (2004), se estima que 2.300 millones de personas en el mundo sufren enfermedades relacionadas con el agua; 60% de la mortalidad infantil mundial se debe a enfermedades infecciosas y parasitarias relacionadas con el agua. El Grupo Agua – RPP (2010), manifiesta que “en el mundo mueren al año un millón 800 mil personas por falta de agua, higiene y saneamiento”.

El acceso al abastecimiento de agua potable y saneamiento es fundamental en términos de salud y desarrollo, y como tal, ha sido un tema abordado frecuentemente en conferencias y declaraciones internacionales, por tanto, el acceso universal se ha señalado repetidamente. Según el PNUD (2004) los Objetivos de Desarrollo del Milenio incluían el compromiso de "reducir a la mitad la proporción de personas sin acceso sostenible al agua potable" para el año 2015, una meta que, según el ritmo de los progresos recientes muy pocos podrán alcanzar, como Asia, África, América Latina y el Caribe, donde se espera que la población aumente rápidamente (OMS / UNICEF, 2006).

El inadecuado abastecimiento de agua y saneamiento y las malas prácticas de higiene puede causar enfermedades hacia la salud, especialmente la diarrea, que ataca a grupos vulnerables como niños. La población, en particular aquella en situación de pobreza, se enfrenta a una situación donde prevalece una alta tasa de enfermedades diarreicas por consumo de agua de mala calidad e insalubre aunada a la falta de servicios adecuados de agua potable y alcantarillado y a un alto costo del abastecimiento de agua por otro tipo de fuentes como camiones cisterna.

Según Borja (2005), Perú, a pesar de poseer el cinco por ciento del agua potable del mundo, debido a que cuenta con importantes recursos hídricos, pero, este recurso cada vez más escaso, se maneja de manera inadecuada, sólo 2% de los recursos abastece al 90% de la población debido a las bajas coberturas.

El Grupo Agua – RPP (2009), manifiesta que:

En el Perú, las enfermedades diarreicas agudas (EDA) son una de las tres primeras causas de morbilidad y mortalidad en niños menores de cinco

años y están directamente relacionadas con la falta de acceso a los servicios de agua, saneamiento y a malas prácticas de higiene. Se estima que los niños de zonas donde no cuentan con agua y desagüe tienen entre 10 y 12 episodios de diarrea al año. Ya que las EDA son una de los principales determinantes de desnutrición crónica. En Perú, 1 de cada 4 niños sufre de desnutrición crónica, lo cual representa una importante pérdida de capital humano para el país.

En el presente trabajo, se estima el impacto del consumo de agua potable sobre la salud de los hogares. El acceso al agua potable podría no ser una condición suficiente para mejorar el estado de salud de los hogares. Se sabe que el comportamiento juega un papel importante en las situaciones en donde los padres (o personas que manipulan los alimentos), tengan que decidir cómo y dónde almacenar el agua, hervir el agua y otros aspectos básicos de higiene. También es importante conocer cómo y dónde acceder para recibir el tratamiento de rehidratación oral, tratamiento médico, nutrición, entre otros, en caso de estar afectado por la diarrea. Con la combinación correcta de estos insumos las enfermedades diarreicas pueden ser prevenibles casi por completo.

El agua en varios lugares, es mucho más segura que en otras zonas, pero a menudo existe el caso de que todavía tiene que ser hervida o filtrada y almacenada en forma segura para beber. Esto puede constituir (manejo de agua) un problema para una familia pobre o una madre sin educación, que puede utilizar en otras cosas el tiempo y el dinero necesario para hacer estas labores complementarias de agua. Entonces, estar conectado a una red de agua potable puede ser de relevancia limitada desde el punto de vista epidemiológico. La pobreza (bajos ingresos), la falta de educación y de conocimientos pueden restringir los beneficios de salud por el acceso a la red de agua potable.

Los beneficios en salud en los hogares con acceso al servicio podrían pasar por alto (no beneficiar) en aquellas familias pobres, teniendo en cuenta las respuestas de comportamiento de los padres hacia la pobreza. Aun cuando las instalaciones de sistemas de agua tienen como objetivo los pobres.

Jalan y Ravallion (2001), sostiene que “Si el agua potable incrementa los beneficios de salud marginal, incrementando el gasto en salud de los miembros del hogar, ese gasto se considera como un bien normal, entonces los beneficios de salud a

partir del consumo de agua tienden a aumentar con el ingreso”.

En este contexto el presente estudio tiene como objetivo: (i) determinar el impacto del consumo de agua potable sobre la salud de los hogares, (ii) encontrar la relación existente entre los beneficios de la salud respecto a los ingresos (iii) encontrar la relación existente entre los beneficios de salud respecto a la educación, finalmente brindar sugerencias de políticas a partir de los resultados obtenidos.

En el presente estudio, agua potable es aquella que por reunir requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos, puede ser consumida por la población humana sin producir efectos adversos a la salud. Se utiliza un enfoque empírico de la economía: el *Propensity Score Matching*. Los resultados ayudaran a enriquecer el análisis del funcionamiento del sector saneamiento y la toma de decisiones de política en Perú.

## II. MARCOTEÓRICO

### 2.1. Estudios de Infraestructura de agua potable y alcantarillado y desarrollo humano

Según Van Poppel y Van Der Heidjen (1997), “las intervenciones en agua y saneamiento se basan principalmente en la extensa evidencia histórica sobre reducción de enfermedades y control de epidemias que siguió a la creación de las primeras instalaciones de agua potable y saneamiento”. La idea de un derecho universal a la protección contra la enfermedad y la consiguiente búsqueda de mejoras de la salud pública surgieron por primera vez en Europa, en el siglo XIX, como un resultado natural del crecimiento urbano y la ilustración del pensamiento progresista.

Sin embargo, según Meckel (1990), importantes y necesarias inversiones para establecer y mejorar los sistemas de salud urbana se produjeron sólo después de grandes desastres epidemiológicos, una

vez que los dirigentes cívicos obtuvieron suficiente poder político para idear fuentes públicas de financiación

En un tiempo más actual, el acceso al agua como un derecho, ha sido asociado al derecho a la salud establecido en la Declaración Universal de los Derechos Humanos de 1948. En 2002, las Naciones Unidas, adicionalmente, ha reconocido al agua como un derecho fundamental (OMS, 2003a). Las normas mínimas de consumo varían, pero en general se considera que al menos se necesitan 15 a 20 litros diarios por persona para beber y asearse.

Coleman (1982) y Szreter (2003), consideran que existe una larga historia de estudios y evaluaciones del agua y ampliaciones de alcantarillado, que típicamente han estudiado los efectos sobre los indicadores de salud. De hecho, la diarrea, las medidas antropométricas y mortalidad en los niños son los resultados típicos de las investigaciones.

Según el estudio de Prüss et al (2002), el mayor problema de salud respecto al agua, saneamiento e higiene han sido atribuidas a enfermedades infecciosas como la diarrea. Aunque la diarrea ha sido identificada como el principal contribuyente al problema de enfermedad causada por el agua, saneamiento e higiene, la desnutrición y una variedad de enfermedades de diverso origen también se han asociado con el problema. Las enfermedades relacionadas con el agua, saneamiento e higiene principalmente se originan de la ingestión de agua contaminada o por contacto con agua contaminada, la falta de agua para la higiene adecuada, mala gestión de los sistemas de agua y los vectores que proliferan en aguas estancadas (Ver cuadro 1).

Para el caso de los países en desarrollo, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2004) ha encontrado que las enfermedades asociadas con la contaminación del agua son la principal causa para la mortalidad.

**Cuadro 1.**  
**ENFERMEDADES RELACIONADAS CON EL AGUA**

Clasificación	Ejemplos	Definición
Enfermedades transmitidas por el agua	Enfermedades causadas por el agua que ha sido contaminado por el ser humano, animal o desechos químicos.	Diarrea Disentería Cólera Polio La hepatitis A y E Gusano de Guinea (dracunculiasis)
Enfermedades de lavado(aseo)/escasos de agua	Enfermedades causadas por el volumen insuficiente de agua para la higiene personal (enfermedades que se desarrollan en condiciones donde el agua dulce es escasa y el saneamiento es deficiente).	El tracoma Tuberculosis Tétanos Difteria Diarrea
Enfermedades a base de agua	Enfermedades causadas por organismos acuáticos que pasan parte de su ciclo de vida en el agua y otra parte como parásitos de animales, acceden directamente a los seres humanos por ingestión o a través de la piel.	Gusano de Guinea (dracunculiasis) Schistosomiasis Ascariasis
Enfermedades relacionadas con vectores del agua	Infecciones transmitidas por vectores que se reproducen y viven en o cerca del agua contaminada y no contaminada	Malaria Dengue La oncocercosis Tifus La fiebre amarilla

Fuente: Bradley (1977); Van Poppel & Van der Heidjen (1997), WHO (2003b)

La Agenda 21 (1992), reconoce que el suministro de agua potable y el saneamiento son vitales para la protección del medio ambiente, el mejoramiento de la salud y la mitigación de la pobreza. Según el informe del CNUMAD (1992), se estimaba que el 80% de todas las enfermedades y más de un tercio de los fallecimientos en los países en desarrollo se debían al consumo de agua contaminada, es decir de mala calidad, y que en promedio, hasta la décima parte del tiempo productivo de cada persona se perdía a causa de enfermedades relacionadas con el agua.

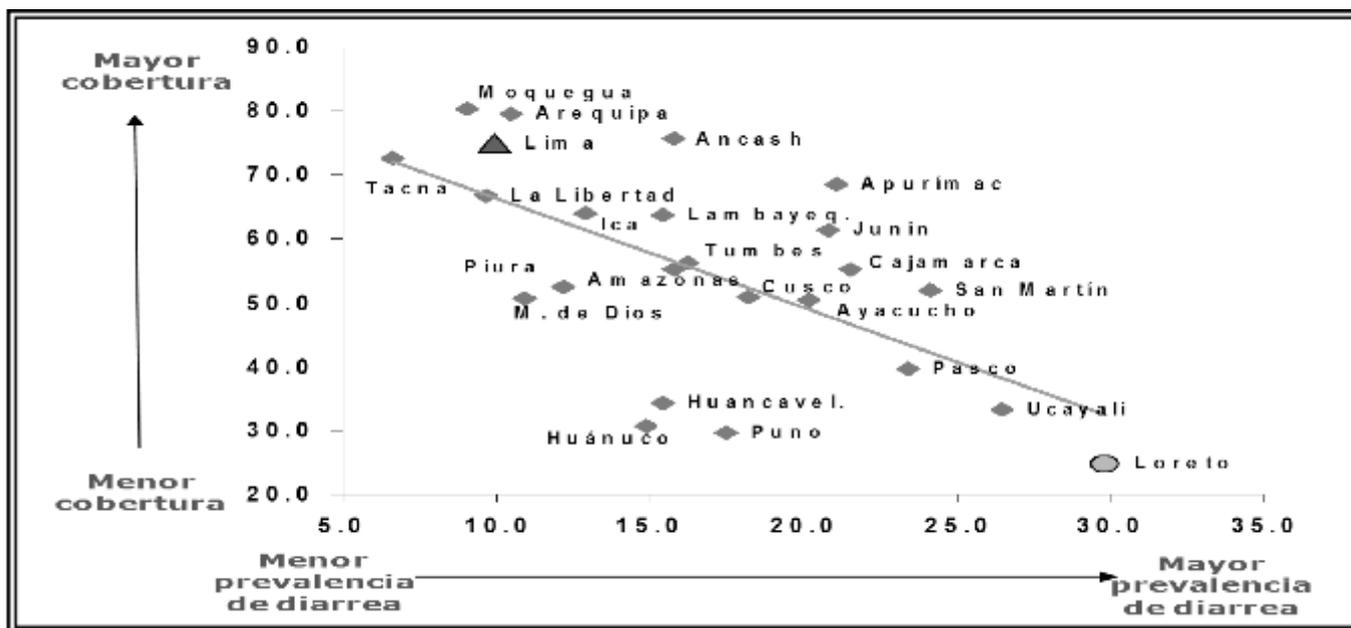
Como Dever Alan (1991), estima la contaminación del agua y la manipulación inadecuada de los alimentos tienen una relación directa con las infecciones gastrointestinales epidémicas y endémicas producidas por bacterias; con infecciones virósicas como la hepatitis, amebiasis, esquistosomiasis, hidatidosis y otras infecciones parasitarias debidas a protozoarios y metazoarios.

Según el Banco Mundial (1992), en los países en desarrollo la contaminación del agua es la causa de los novecientos millones de casos anuales de enfermedades diarreicas, que generan la muerte a más de dos millones de niños. El Perú, en su condición de país en vías de desarrollo, no ha sido la excepción a este hecho, y las enfermedades diarreicas agudas (EDA) son una de las principales causas de morbilidad entre los grupos de menores ingresos principalmente.

IPE-ADEPSEP (2005), indica que en el Perú, la mala calidad del agua es causa de enfermedades sobre la población, la cual proviene en gran medida por el déficit en las coberturas de sistemas de agua potable y alcantarillado, además de un manejo inadecuado de las plantas de tratamiento. Existe una relación directa e inversa entre los niveles de cobertura de agua potable y los niveles de prevalencia de enfermedades diarreicas (ver gráfico 1).

**Grafico 1.**

**COBERTURA DE AGUA POTABLE VS PREVALENCIA DE LA DIARREA EN NIÑOS MENORES DE 5 AÑOS**



Fuente: La Infraestructura que necesita el Perú: Brecha de inversión en infraestructura de servicios públicos. Instituto Peruano de Economía (IPE). Asociación de Empresas Privadas de Servicios Públicos (ADEPSEP), 2005.

*Descripción de la cobertura de agua potable y alcantarillado en Perú.* El Perú contaba con una población de 28'220,764 habitantes en 2007, según el INEI del Perú, y su densidad demográfica era de 22 hab/km<sup>2</sup>. La distribución espacial es desigual: alrededor del 40% de la población habita en la región de La Sierra, el 50% en La Costa y solo el 10% en La Selva. El 75% de la población peruana vive en áreas urbanas.

**42** Perú, a pesar de haber logrado importantes avances en las últimas dos décadas del siglo XX y la primera del siglo XXI, como el aumento en el acceso de agua potable (de 30% al 62% durante los años 1980 al 2005) y el incremento del acceso de saneamiento (del 9% al 30% entre los años 1985 al 2004), enfrenta una serie de problemas: sociales, políticos,

económicos, ambientales. Por tanto, la falta de acceso de agua potable se ha convertido en el principal problema de salud pública; las enfermedades asociadas con la calidad de agua son una de las principales causas de mortalidad que atacan principalmente a niños y ancianos.

De acuerdo con la ENAHO 2007, el 55.9% de hogares peruanos cuentan con acceso a la red pública de agua potable, el 6.2% tienen acceso a la red pública fuera de la vivienda pero dentro del edificio, 2.8% por medio de pilón de uso público y 5.1% de las viviendas utiliza pozos, mientras que 2.9% accede mediante camiones cisterna u otro similar. El 22.3% se abastece de ríos, acequias o manantiales. Finalmente 5% se proveen de otras formas.

**Tabla 1.**

**COBERTURAS DE AGUA POTABLE EN EL PERÚ (1997 – 2007) - EN PORCENTAJES**

Abastecimiento de Agua	1997	1998	1999	2000	2001 <sup>a/</sup>	2003/2004	2005	2007
Red pública dentro de la vivienda	54.8	58.8	60.2	59.9	60.8	64.4 <sup>b/</sup>	63.6	55.9
Red pública fuera de la vivienda pero dentro del edificio	4.4	4.4	5.2	5.6	2.9	—	3.4	6.2
Pilón de uso público	4.4	4.4	4.7	3.5	4.8	4.1	4.8	2.8
Pozo	5.9	6.0	4.7	7.7	6.3	5.9	7.4	5.1
Camión cisterna u otro	3.2	3.3	2.1	4.1	4.6	3.5	3.9	2.9
Río, acequia, manantial	21.4	18.8	16.9	14.0	15.6	18.0	12.6	22.3
Otra	5.9	4.3	6.2	5.2	5.0	4.1	4.2	5.0
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fuente: INEI – ENAHO IV Trim. 1997-2001, ENAHO 2003/2004, ENAHO 2007, CENSO 2007

De acuerdo con el Instituto Peruano de Economía (IPE 2005), el 3% de la población nacional accede a la fuente de agua en un tiempo de 20 min., el 19% accede en un tiempo de 5 a 20 min. (Consideradas estas como poblaciones con un riesgo de salud alto y muy alto), el 14% lo hace hasta en 5 min., y el 62% está conectado a la red pública de agua potable.

## 2.1. Estudios sobre el acceso al agua potable y su impacto en la salud.

Merrick, T. (1985), estudia el efecto del acceso al agua entubada en la reducción del nivel mortalidad infantil en las zonas urbanas de Brasil, utilizando muestras de madres del censo de población de 1970 y 1976. Concluye que, una mayor educación de los padres contribuye a la disminución de la mortalidad infantil, más que cualquier otro factor como acceso al agua por cañería. El acceso al agua potable también ha ayudado a reducir la mortalidad infantil sobre las diferencias en los niveles de ingresos. Sostiene que una mayor educación de los padres juega un papel primordial, y un mayor acceso a agua por cañería un papel secundario.

Por su parte Esrey et al. (1996), luego de realizar análisis de impacto sobre la salud dentro de los hogares por la utilización de agua de mala calidad. Los análisis revelan que el consumo sistemático de agua no potable genera enfermedades que causan problemas digestivos, polio, tifoidea, diarrea, dracunculiasis, esquistosomiasis, ascariasis entre otras enfermedades. Tal situación tiene mayor incidencia en la ingestión de patógenos por vía oral y se relaciona directamente con la calidad del agua.

Mientras que Jalan & Ravallion (2001), investigan la incidencia de las mejoras en la salud infantil con acceso a agua por cañería en la zona rural de la India. Utilizando la metodología de *Propensity Score Matching*, encuentran que la prevalencia y duración de la diarrea entre los niños menores de cinco años son significativamente menor en promedio para las familias con agua entubada que para las familias sin él. Pero los beneficios de salud en gran medida suelen quedar al margen para niños de familias pobres, particularmente cuando la madre no está bien educada. Los autores apuntan la importancia de combinar las inversiones en infraestructuras con medidas eficaces para promover el conocimiento público de la salud y la reducción de la pobreza de ingresos.

Abou-Ali (2002), evalúa los impactos del agua y saneamiento en la mortalidad infantil en Egipto, utilizando la Encuesta Demográfica y de Salud de Egipto a partir de 1995. Los resultados muestran que el acceso al agua municipal disminuye el riesgo de mortalidad y el saneamiento tiene un impacto más prominente sobre la tasa de mortalidad que el agua. Los resultados sugieren que la sensibilización de la población egipcia relativo a la atención de la salud y la higiene es una característica importante para disminuir el riesgo de mortalidad infantil. Además, la discriminación de género resulta ser un efecto importante más allá del período neonatal. Educación de la madre mostró ser de importancia para reducir la mortalidad infantil.

Galdo & Briceño (2005), evalúa el impacto de una ampliación del abastecimiento de agua y alcantarillado sobre la mortalidad infantil en Quito – Ecuador, utiliza la metodología de *Propensity Score Matching* (PSM) a nivel individual, con datos recogidos en los censos nacionales de Ecuador, por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) en noviembre de 1990 y noviembre de 2001. El uso de este índice como un estimador demostró que la mortalidad infantil se redujo mucho más en el sur de la ciudad, lugar donde se ejecuta el proyecto. Se encontró que el impacto medio para los rangos del programa (ampliación de agua y saneamiento) varió de 7,2 por ciento al 9,0 por ciento; también se manifiesta una reducción del 8 por ciento en los niveles de mortalidad infantil para los beneficiarios del programa.

Galiani et ál. (2007), analiza los efectos de un programa de expansión de agua en barrios urbano marginales llevadas a cabo por una empresa privada en la Argentina, utilizando la metodología del *Propensity Score Matching*. Encuentra grandes reducciones en los episodios de diarrea, su duración y su gravedad entre los niños en la población tratada. También registra una reducción significativa de los gastos relacionados con el agua, ya que el agua corriente (entubada) es más barata que el agua embotellada. También muestra que los efectos de ahorro y de salud son importantes para los hogares que antes tenían conexiones clandestinas a la red de agua, que era libre, pero de baja calidad.

Los resultados destacan dos conclusiones principales. En primer lugar, hay importantes ahorros por acceder a la red de agua para los

hogares que antes tenían que recurrir a fuentes alternativas de agua. Estos ahorros se pasan por alto en los análisis tradicionales de la privatización de los servicios de agua. En segundo lugar, la aparente pérdida monetaria para los hogares a la hora de sustituir su conexión libre y clandestina con una toma de agua de red formal puede ser superada mediante las importantes mejoras en la salud.

Gamper-Rabindran et al. (2008), examina el impacto del acceso de las aguas por tuberías en la tasa de mortalidad infantil en Brasil, con datos del censo publicado por el Instituto Brasileño de Análisis Económico (IPEA) para los años 1970, 1980, 1991 y 2000. Sostiene que el suministro de agua corriente en Brasil tiene una alta correlación con otros factores determinantes observables y no observables de la tasa de mortalidad infantil. Los resultados de las estimaciones indican que el suministro de agua corriente (entubada) reduce la mortalidad infantil significativamente mucho más en los cuantiles más altos de la distribución condicional de la tasa de mortalidad infantil que en los cuantiles inferiores condicional (a excepción de casos de extremo subdesarrollo). Los resultados implican que una intervención específica del agua corriente hacia las áreas en los cuantiles superiores de la distribución del índice de mortalidad infantil condicional, cuando se acompaña de otros insumos básicos de salud pública, se puede lograr reducciones significativamente mayores en la mortalidad infantil.



Como se pudo observar, la mayoría de los trabajos empíricos consultados, realizan un estudio para evaluar el impacto sobre la salud por el consumo de agua entubada (cañería) en niños tanto en la prevalencia, la duración de diarrea, como en la mortalidad infantil, en diferentes lugares del mundo. En forma global los resultados indican que disminuye significativamente la probabilidad de que se enfermen de diarrea, también disminuye la mortalidad infantil, debido a instalaciones de agua, también resaltan la importancia de algunas características socioeconómicas, como el ingreso y la educación de las mujeres, asegurando de esa manera que el agua sea segura para beber y la mejor manera de tratar la enfermedad.

### III. METODOLOGÍA

Para desarrollar el trabajo se utilizó la metodología del “*Propensity Score Matching*” (PSM) de Rosenbaum y Rubin (1983). El PSM es un método no paramétrico de comparación, clasificado como

una técnica de evaluación experimental, busca comparar una persona que es beneficiario directo de un proyecto o una política con una persona, que tenga las mismas características pero que no haya sido beneficiada

Empleando el PSM aproximamos el impacto ocasionado por tener acceso al agua potable, sobre el estado de salud de los miembros del hogar. Este proceso implica la comparación de los hogares con características socioeconómicas y sociodemográficas homogéneas, pero diferenciándose una de la otra, en que unos (hogares) tienen acceso al agua potable y los otros no tienen. Consideramos que el efecto hacia la salud entre un hogar y el otro está asociado al acceso de agua potable.

El PSM se basa en la idea intuitiva de comparar los resultados de participantes en un proyecto o política, con los resultados de individuos que no hayan sido tratados por el proyecto. En la investigación, el método permite responder a la pregunta: ¿Qué hubiera pasado con el estado de salud de los hogares que tienen acceso al agua potable, si no lo hubieran tenido? La respuesta a esta interrogante es exactamente el efecto del consumo de agua potable sobre la salud.

La aplicación de la metodología requiere en forma general: primero, estimar un modelo de participación en el proyecto o política (*Propensity Scores*) y segundo, condicional en el modelo de participación estimado, se usan los estimadores de *Matching* para obtener el impacto (beneficios) del proyecto o política.

La estimación de la probabilidad de participación en el proyecto o política, es una primera etapa, se hace estimando un modelo dicotómico (*Logit* o *Probit*) usando como variable dependiente un indicador de que si el hogar es beneficiario (tiene agua) o control y como variables independientes, una serie de variables de entorno (socioeconómicas y demográficas) que reflejen la situación antes del proyecto o política.

Para la estimación de la segunda etapa se usan estimadores de *Matching* (k-nearest neighbour, Radius matching, Kernel), se trata de estimar el efecto promedio del proyecto o política en los hogares que han sido efectivamente beneficiarios de éste, comparando su salud versus la salud que ellos podrían haber obtenido en caso de no ser beneficiarios (contrafactual). Dado que es imposible conocer al mismo tiempo el estado de

salud en ambos estados, es necesario simularlo construyendo un contrafactual, o grupo de control, a partir de las características observables de los hogares.

### 3.1. Propensity Score Matching

Siguiendo a Hekman, Ichimura y Todd (1997), asumimos que cada hogar puede estar en uno de los dos posibles estados, tener acceso al agua potable y no tener acceso al agua potable, por lo tanto, se compara el estado de salud de los hogares que tienen acceso al agua potable con aquellos que no lo tienen. Siendo el criterio para comparación que los hogares cuenten con una probabilidad similar de tener acceso al agua potable, probabilidad que ha sido calculada con base a las características del entorno.

Si con la aplicación del PSM, se encuentra diferencias estadísticamente representativas entre el estado de salud con o sin acceso al sistema de agua potable, se podrá concluir que el agua potable tiene un impacto sobre la salud de las personas. Que el impacto sea positivo (existe más enfermos) o negativo (menos enfermos) estará determinado por el signo de la diferencia calculada entre los estados de uno y de otro grupo.

### 3.2. Pasos para la estimación del modelo

Se realizan los siguientes pasos:

1. Se estiman los modelos logit o probit, con la finalidad de calcular la probabilidad que un hogar cuente con acceso al agua potable, de acuerdo a las características ( $iX$ ) de su entorno. Con el modelo probit o logit se estiman los parámetros para la ecuación de probabilidad.

2. A partir de los resultados del modelo probit o logit, se obtiene la probabilidad de que, a partir de las características del entorno ( $iX$ ), un hogar cuente con el acceso al agua potable y se restringe la muestra al soporte común, esto significa que solo se tendrán en cuenta para la evaluación de impacto los hogares que cumplan con  $0 < Pr(1) | iDX <= <$ .

3. Para cada hogar con acceso al agua potable, se busca una muestra en el grupo de control (sin acceso al agua potable), que tenga una probabilidad parecida de contar con acceso al sistema de agua potable y se comparan sus valores promedio. Para realizar este emparejamiento existen diferentes métodos, en el presente trabajo se utilizan vecinos cercanos (*Nearest Neighbor Estimator*) y Kernel.

- El método de vecinos cercanos consiste en comparar cada hogar con acceso al agua potable con aquellos hogares que tienen la probabilidad más cercana de tener agua potable. En la práctica se estima para cada hogar la probabilidad de contar con acceso al agua potable y se calcula la diferencia de probabilidades entre los hogares que efectivamente cuentan con acceso al agua potable y aquellos que no cuentan. Con estas diferencias se construye un vector de distancias y se ordena de forma ascendente (mayor a menor). A continuación se compara el estado de salud promedio de los hogares con agua potable, con los  $N$  hogares más cercanos en probabilidad del grupo de hogares que carecen el servicio de agua potable

- El método Kernel, por su parte, es semejante al de vecinos más cercanos, pero se diferencia en la ponderación que se le da al grupo de control con el factor  $\omega(i) = \frac{1}{n_i}$  Donde  $n_i$  es igual al número de observaciones con  $\omega(i) \neq 0$ . Los hogares con acceso al agua potable son emparejados con una ponderación inversamente proporcional a la distancia entre el *Propensity Score* de los tratados y los controles. Dicha ponderación se obtiene a partir de la función kernel que requiere un ancho de banda.

Cabe resaltar que es posible ser más exigentes en escoger a los no participantes (grupo de control) utilizados, de modo que no solo se encuentren dentro del soporte común sino también dentro de un ancho de banda establecido, medido con la diferencia máxima aceptada del *Propensity Score* del hogar beneficiario y de su pareja potencial. Este método permite darle mayor peso a las observaciones más cercanas en términos de la diferencia de probabilidad de tener acceso al agua potable de los tratados y de los controles.

4. Se calcula un promedio de las diferencias para todos los participantes y realiza una verificación estadística de los resultados mediante la técnica *bootstrapping*, que consiste en generar de manera aleatoria  $K$  muestras con reemplazo y se obtiene para cada muestra el diferencial del estado de salud con cada uno de los métodos de emparejamiento descritos en el paso 3.

5. por último se calcula el error de predicción del diferencial de la salud en cada muestra y el promedio de todos los errores estándar de la predicción.

## IV. ANÁLISIS DE DATOS

### 4.1. Los datos

Los datos utilizados provienen de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar -ENDES- 2007, realizada en Perú por el Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI. La encuesta tiene una cobertura nacional con representatividad tanto en el área urbana como en el rural, en las 25 regiones del País. Esta se divide en dos partes. Primero, aplica un cuestionario al hogar, que cubre temas sobre las características demográficas, educativas, económicas y características básicas de la vivienda como: estructurales (paredes, techo, piso), servicios básicos (alumbrado, agua y desagüe), equipamiento del hogar, tenencia de tierra agrícolas y de alguna cuenta bancaria, entre otros.

Segundo, aplica un cuestionario individual a la mujer, donde cubre temas sobre los antecedentes de la entrevistada, reproducción, anticoncepción, embarazo, parto, puerperio y lactancia, además trata temas sobre inmunización y salud, nupcialidad, preferencias de fecundidad, antecedentes del cónyuge y trabajo de la mujer, SIDA y otras enfermedades de transmisión sexual (ETS), mortalidad materna, violencia doméstica, entre otros.

El objetivo de la ENDES Continua 2004 – 2007 es de producir estimaciones estadísticamente confiables, esta encuesta se realiza en Perú desde el año 2004. La ENDES Continua está conformada por 1,131 conglomerados seleccionados, 283 trabajadas en el 2004, 284 en el 2005, 283 en el 2006 y 281 en el 2007.

Para el trabajo se utilizó la ENDES del año 2007 aplicado a la mujer (15 – 49 años), porque dentro de este cuestionario existen variables de salud y acceso al agua. Como se mencionó en la sección 1, hubo limitantes en la base de datos, si bien la Encuesta Nacional de Hogares – ENAHO – 2007 contiene variables del hogar más específicas y completas, pero, esta no se usó debido a la falta de variables imprescindibles para el análisis de la salud.

### 4.2. Variables

Las variables independientes utilizadas son aquellas sugeridas por otros estudios similares, vistos en la sección de marco teórico, y disponibles en la ENDES del año 2007. En el siguiente cuadro observamos un resumen de las variables que se va utilizar para el trabajo.

**Cuadro 2.**  
**VARIABLES PARA EL PRESENTE ESTUDIO**

Tipo		Variables	Descripción
Variables independientes	Características del jefe de hogar y de la mujer	EdadJefHogar	Edad del jefe del hogar
		SexoJefHog	Género o sexo del jefe de hogar
		JefHablaEsp	1= Si el jefe de hogar habla español, 0= de lo contrario
		EdadMujer	Edad de la madre
		NPrimario	Nivel educativo primario de la mujer
		NSecundario	Nivel educativo secundario de la mujer
		NSuperior	Nivel educativo superior de la mujer
		Mujer Habla Esp	1= Si la mujer habla español, 0= de lo contrario
	Características del hogar	MiemHogar	El número de integrantes de la familia
		SSaneamiento	Si el hogar tiene servicio de saneamiento, baño o letrina
		Telectrici	Si el hogar cuenta con servicio de electricidad
		Ttelefon	Si el hogar tiene teléfono
		Tradio	Si el hogar tiene radio
		Ttelevisor	Si el hogar tiene televisor
		Trefri	Si el hogar tiene refrigerador
		MatPiso	Si el piso de la vivienda está terminada con parket, azulejos, baldosas o con cemento y ladrillo
		MatPared	Si la pared de la vivienda está terminado con ladrillo, bloques de cemento
		Mtecho	Si el techo de la vivienda está terminado con placas de concreto, madera o placas de otros materiales
		LeePeriod	Si la mujer lee periódico
		EsRadio	Si la mujer escucha radio
VeTv	Si la mujer ve television		
Dependiente	Tratado (Agua potable)	1= si el hogar tiene acceso al agua potable, 0= si el hogar no tiene acceso al agua potable	
Comparación	Diarrea	1= si algún integrante del hogar tiene diarrea, 0= de lo contrario	

Fuente: Elaboración propia

Para determinar el impacto sobre la salud por el consumo de agua potable, se utilizaron dos grupos de variables independientes (*variables de entorno*), una que representa las características principales del jefe de hogar y de la mujer, dentro de ellas: edad del jefe de hogar, sexo del jefe de hogar, si habla español, edad de la mujer, nivel educativo, si la mujer habla español. El otro grupo representa las características del hogar y de la casa: número de miembros en el hogar, si cuentan con el servicio de saneamiento (baño o letrina), principales servicios públicos que cuentan, si tienen los principales medios de comunicación (teléfono, radio, tv) y algunos bienes, estructura de la casa, tipo de material con el que está construido la vivienda y si realizan algunas actividades.

La variable dependiente, en este caso “*agua potable*”, se estimará mediante el modelo probit y es de tipo binaria, tomando el valor de 1 si el hogar tiene agua potable y 0 de lo contrario. El comportamiento de la variable dependiente, se relaciona con variables del *entorno*. Los hogares con acceso al sistema de agua potable, son el grupo de tratamiento (participantes del proyecto), mientras que el grupo de control está representado por aquellos hogares que no tienen agua potable.

Luego de haber definido el grupo de tratamiento y de control, con la metodología del PSM se busca emparejar los grupos, de acuerdo con la probabilidad de tener acceso al sistema de agua potable, que se obtendrá con la aplicación del modelo probit. Mediante este procedimiento, se encuentra la observación del grupo control que más se asemeja a la observación del grupo de tratamiento.

Antes de describir los resultados, hay que recordar que la unidad de análisis en el estudio son las mujeres entre 15 y 49 años. Pero solo se tuvieron en cuenta a las esposas o jefes de hogar que son mujeres y se restringió la muestra a la zona urbana por las características del entorno común que se desea comparar.

**V. RESULTADOS**

A continuación, se muestran los resultados estimados, los efectos marginales y las elasticidades, todas las variables seleccionadas son significativas al 1% (para este caso las no significativas, no se tomó en cuenta). Los resultados obtenidos en el modelo probit de acceso al agua potable son consistentes con la evidencia empírica de otros países.

**Tabla 2.**

RESULTADO MODELO PROBIT RESTRINGIDO, EFECTOS MARGINALES Y ELASTICIDADES

Variable	Coefficientes Probit	Efectos Marginales dy/dx	Elasticidades ey/ex
Edad de jefe de hogar	0.0076142***	0.0023826	0.125171
Edad de la mujer	0.0162659***	0.0050899	0.1998871
Nivel primario	0.2705775***	0.0879365	0.0804969
Servicio de saneamiento	0.6514424***	0.225438	0.2126332
Si el hogar tiene radio	0.4622568***	0.1584183	0.1605213
Material del piso de la casa	0.5149331***	0.1521854	0.0767558
Material del techo de la casa	0.8670499***	0.306812	0.2873044
Constante	-2.067894***	-	-
Numero de observaciones	2002		
LR chi2(19)	487.63		
Prob > chi2	0.0000		
Pseudo R2	0.2052		

Significancia: \*p<10%, \*\*p<5%, \*\*\*p<1%

En la tabla 2, se muestra resultados de efectos marginales y también de elasticidades, de cada una de las variables independientes respecto a la dependiente, con algunos resultados similares. Se interpreta las elasticidades según la probabilidad

del hogar de tener acceso al agua potable. Cuando la edad del jefe de hogar y de la mujer se incrementa en un año, la probabilidad de acceder al agua potable se incrementa en 12% y 19% respectivamente. Si la mujer tiene un año más de



educación la probabilidad de tratamiento se incrementa en 8%. En cuanto al servicio de saneamiento, cuando el hogar tiene 1% más acceso a saneamiento (baño o letrina) aumenta la probabilidad de tener agua en 21%.

Si el hogar tiene 1% más acceso a medios de comunicación como la radio la probabilidad de acceder al agua potable se incrementa en 16%. Respecto a las características constructivas de la vivienda, si el material del piso de la casa es acabado 1% más con parquet, azulejos, baldosas o cemento y ladrillo, y cuando el techo es acabado 1% más con placas de concreto, madera o placas de otro material, la probabilidad de acceder al agua se incrementa en 7.6% y 28% respectivamente. En el cuadro 5 podemos ver el grado de importancia que tiene la edad, la educación, el servicio de saneamiento, los medios de comunicación y el material con los que está construido la vivienda para poder acceder al agua potable.

### 5.1. Impacto sobre la salud

En la Tabla 3, se muestra los resultados de la aplicación del modelo de *Propensity Score Matching* del consumo de agua potable sobre el impacto a la salud, el cuadro muestra el *efecto promedio de tratamiento sobre los tratados (ATT)*, por medio de dos estimadores con diferentes valores, ya que según teoría de Gerstenbluth y Pagano (2008), indica que cuanto menor sea el tamaño del vecindario y ancho de banda, mejor es la calidad del *matching*. Nuestro impacto promedio estimado por el consumo de agua potable sobre la enfermedad (diarrea) son valores significativos y relativamente homogéneos entre los distintos métodos empleados.

La prevalencia de la enfermedad (diarrea) entre la población que son del grupo de tratamiento (los que tienen agua potable) sería, en promedio, 4.8% por ciento superior si no hubieran recibido dicho tratamiento (si no hubiesen tenido agua). Los rangos de impacto medio oscila de 4.4% (Kernel bandwidth 0.02) a 5.5% (5-Vecinos cercanos).

Tabla 3.

#### PROPENSITY SCORE MATCHING - RESULTADOS DE EVALUACIÓN DE IMPACTO

Método de Emparejamiento	Tratamiento	Control	Diferencia	S.E.	T-stat	Disminución de incidencia de enfermedad (%)
<b>Variable: Enfermedad - diarrea</b>						
<b>5-Vecinos cercanos</b>						
Unmatched	0.124305556	0.129893238	-0.00558768	0.016506023	-0.34	
ATT	0.125088339	0.132014134	-0.0069258	0.025552824	-0.27	<b>-5.5</b>
<b>Kernel bwidth(0.01)</b>						
Unmatched	0.124305556	0.129893238	-0.00558768	0.016506023	-0.34	
ATT	0.125088339	0.130679884	0.00559155**	0.02514199	-0.22	<b>-4.5</b>
<b>Kernel bwidth(0.02)</b>						
Unmatched	0.124305556	0.129893238	-0.00558768	0.016506023	-0.34	
ATT	0.125088339	0.130550269	-0.00546193	0.024755065	-0.22	<b>-4.4</b>
<b>Kernel bwidth(0.03)</b>						
Unmatched	0.124305556	0.129893238	-0.00558768	0.016506023	-0.34	
ATT	0.125088339	0.131077195	0.00598886**	0.024667145	-0.24	<b>-4.8</b>

\*\* significancia a nivel del 5% o inferior; \* significancia del 5% al 10%.  
 Fuente: Elaboración propia

En conclusión, si un hogar tiene agua potable reduce la prevalencia de enfermarse de diarrea en promedio 4.8%. Por consiguiente, podríamos afirmar que existe un efecto positivo hacia la salud.

Tal como se mencionó en la primera parte. Los beneficios en la salud no solo dependen del acceso al agua potable, sino que naturalmente también

dependería de otros aspectos como la educación de la madre (mujer), asignaciones privadas dentro del hogar (es decir, gastos en insumos para hacer hervir el agua, jabón, etc.) junto con otros factores relacionados con los ingresos (Jalan et al, 2001).

De hecho, el ingreso y la educación están relacionados con la prevalencia de la enfermedad,

la diarrea también es atribuible al agua no segura para consumo. Frecuentemente el mejoramiento sanitario del agua tiende a ser mínimo para los hogares con menor número de mujeres educadas.

En la tabla 4 se presenta el efecto conjunto de índice de riqueza (*Debido a que en la ENDES 2007, no encontramos la variable ingreso de manera explícita, decidimos utilizar para el presente análisis la variable índice de riqueza (1 muy pobre, 2 pobre, 3 rico, 4 muy rico). Se considera 1 y 2 como pobre, 3 y 4 como rico.*) y educación de la mujer

para probar la hipótesis de que la educación femenina y los ingresos interactúan conjuntamente con el acceso al agua potable. Curiosamente, encontramos que incluso en los hogares más pobres, si una mujer tiene por lo menos educación primaria, entonces el hogar obtiene logros significativos de agua. Los resultados indican que en los hogares más pobres, la educación de las mujeres es un factor decisivo para obtener los beneficios de salud para los miembros del hogar a partir del acceso al agua.

**Tabla 4.**

IMPACTO SOBRE LA SALUD DE ACUERDO A LA INTERACCIÓN DE ÍNDICE DE RIQUEZA Y EDUCACIÓN

	Hogares pobres y al menos educación primaria			Hogares ricos y al menos educación primaria		
	Tratamiento	Control	Diferencia	Tratamiento	Control	Diferencia
<b>5 - vecinos cercanos</b>						
Unmatched	0.1484375	0.1434263	0.00501121	0.12218268	0.13186813	-0.009685
ATT	0.1484375	0.17539063	-0.02695313	0.12218268	0.18434164	-0.062159**
<b>kernel bwidth 0.01</b>						
Unmatched	0.1484375	0.1434263	0.00501121	0.12218268	0.13186813	-0.009685
ATT	0.1484375	0.18899932	-	0.12218268	0.14728995	-0.025107**
<b>kernel bwidth 0.02</b>						
Unmatched	0.1484375	0.1434263	0.00501121	0.12218268	0.13186813	-0.009685
ATT	0.1484375	0.18896425	-	0.12218268	0.14728995	-0.025107
<b>kernel bwidth 0.03</b>						
Unmatched	0.1484375	0.1434263	0.00501121	0.12218268	0.13186813	-0.009685
ATT	0.1484375	0.18895756	-0.04052006	0.12218268	0.14728995	-0.025107

\*\* significancia a nivel del 5% o inferior; \* significancia del 5% al 10%.  
Fuente: Elaboración propia

Para hogares pobres con madres que tienen al menos educación primaria el impacto promedio es de 25%, mientras que para hogares ricos con madres que al menos tienen educación primaria el impacto es de 28.13%.

Aquí la educación sin duda actúa como un sustituto del conocimiento (acceso a la información) acerca de cómo manipular y tratar el agua para que sea segura para el consumo y la mejor forma para tratar la enfermedad.

**VI. CONSIDERACIONES FINALES**

De acuerdo con los resultados obtenidos con la metodología PSM, el impacto medio de hogares que cuentan con agua potable, en la salud oscila entre el 4.4% (Kernel bandwidth 0.02) al 5.5% (5-Vecinos cercanos). Por lo que se encontró una reducción promedio de aproximadamente 4.8% en

la prevalencia de la diarrea en los hogares beneficiarios del agua potable.

Por último, una vez que se ha estratificado la muestra por índice de riqueza (hogares pobres, hogares ricos), para encontrar la variación de impactos a través de los beneficiarios de los dos estratos y la educación. Según los resultados existe impactos importantes y crecientes hacia la salud, tanto en el primer estrato (pobres) como en el segundo (ricos). Los resultados mostraron que incluso en los estratos más pobres, si una mujer tiene por lo menos educación primaria (acceso a la información), entonces los hogares obtienen logros significativos por acceso al agua. En los hogares más pobres, la educación de las mujeres es un factor decisivo para obtener los beneficios de salud para los miembros del hogar a partir del acceso al agua.

El gobierno del Perú, a través del Ministerio de Vivienda y Construcción, ejecuta mediante diferentes programas como “*Agua Para Todos*” apoya a la construcción de nuevos sistemas de agua potable, disposición de excretas y del mejoramiento de la calidad de los servicios existentes a nivel nacional, con el objetivo de “contribuir a disminuir la incidencia de enfermedades diarreicas de la población, a través de la implementación y el mejoramiento de la calidad de los servicios de agua y saneamiento, la adopción de mejores prácticas de higiene por parte de la población, el fortalecimiento de las capacidades de la Municipalidad y otras organizaciones responsables de la administración, operación y mantenimiento de los servicios, para asegurar de esta manera su sostenibilidad”.

A pesar de los esfuerzos por parte del gobierno central, el programa no llega a beneficiar a toda la población, especialmente a las ciudades pequeñas o a los grupos de población urbanos pobres, por diferentes razones: distribución geográfica, concentración de la población, condiciones climáticas, distancia, la inversión resulta muy costosa o simplemente no se encuentran en el plan estratégico del ministerio. Existe limitaciones en la provisión del servicio, las empresas proveedoras son privadas, públicas, formales e informales, que muchas veces llegan al usuario con baja calidad y cantidad debido a la falta de tratamiento y a las pérdidas físicas del agua.

Los resultados del presente trabajo indican que existen beneficios significativamente positivos de salud por el hecho de que un hogar tenga acceso al agua potable. Tener agua potable puede disminuir la prevalencia de muchas enfermedades de origen hídrico, especialmente la diarrea, hepatitis, cólera, entre otros.

Por estas razones, se recomienda adicionar tres estrategias principales como política nacional para mejorar el acceso a servicios de agua potable entre las familias pobres del ámbito urbano como el ámbito de pequeñas ciudades: ofrecer opciones técnicas de costos más bajos; bajar la carga financiera de los costos iniciales a través de subsidios y/o programas de crédito; y mantener los servicios al alcance financiero utilizando estructuras tarifarias con subsidios cruzados.

Respecto a la educación sanitaria, se puede unir esfuerzos entre el Ministerio de Salud y el Ministerio de Vivienda Construcción y

Saneamiento, para llevar a cabo la capacitación y educación sanitaria en forma combinada a través de convenios de gestión, acreditación de operadores, formación de promotores, para sensibilizar y generar un cambio de actitud a través del desarrollo de conocimientos.

Impulsar políticas para mejorar la accesibilidad a la educación y la salud, que permitan una mayor igualdad de oportunidades de ingreso, en especial para la población en condiciones de pobreza.

La técnica del PSM, se basa únicamente en las características del entorno para evaluar el impacto, puede ser que se estén obviando muchas variables de interés, como decisiones del gobierno. El alcance de la encuesta nos permite realizar el estudio únicamente con las variables descritas en sección de datos. Los resultados del presente trabajo servirán para corregir, mejorar y tomar decisiones acerca del sector saneamiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Abou-Ali H. (2002): *The effect of water and sanitation on child mortality in Egypt*. Environmental Economics Unit, Department of Economics, Göteborg University, P.O.
2. Aedo, C. y González P. (2002): *Una evaluación paramétrica y no paramétrica del fondo de tierras y aguas indígenas*. Programa de Economía ILADES/ Georgetown University. Unidad de Presupuestos de Chile.
3. AGENDA 21. Programa 21. *Cap. 18: Protección de la calidad y suministro de los recursos de agua dulce: aplicación de criterios integrados para el aprovechamiento, ordenación y uso de los recursos de agua dulce*. Área de programa D) Abastecimiento de agua potable y saneamiento
4. Agua potable y saneamiento en el Perú. (2009), *Wiki pedía, La enciclopedia libre*. [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Agua\\_potable\\_y\\_saneamiento\\_en\\_el\\_Per%C3%BA&oldid=26839168](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Agua_potable_y_saneamiento_en_el_Per%C3%BA&oldid=26839168).
5. Banco Mundial (1992). *Informe sobre el Desarrollo Mundial, Desarrollo y Medio Ambiente, Banco Mundial*.
6. Borja, Juan (2005). *El agua abunda pero se desperdicia*. Perú. <http://www.tierramerica.net/2000/1119/noticias2.html>

7. Bradley, D. (1977): *Health aspects of water supplies in tropical countries* in *Water Waste and Health in Hot Climates*. Eds. Richard Feacham, Michael McGarry and Duncan Mara. London: John Wiley & Sons.
8. Canales R. y Cervantes M. (2007): *Nicaragua: Análisis del impacto de los servicios de infraestructura y las condiciones de vida en las zonas rurales*. Cooperación Técnica TN/SF-9142-RG, BID-CEPAL, Proyecto de Desarrollo Rural en Centroamérica.
9. Castro, J y Rivas-Llosa, R. (2008): *Econometría Aplicada*. Universidad del Pacifico, Centro de Investigación. Lima - Perú.
10. Coleman, W. (1982). *Death is a Social Disease: Public Health and Political Economy in Early Industrial France*. Madison: University of Wisconsin Press.
11. CNUMAD (1992). *Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Río de Janeiro, 3 a 14 de junio de 1992. Volumen I: Resoluciones aprobadas por la Conferencia.
12. CUESTA J. (2007): *Child Malnutrition and the Provision of Water and Sanitation in the Philippines*. Inter-American Development Bank, Washington, DC, USA. *Journal of the Asia Pacific Economy Vol. 12, No. 2, 125–157, May 2007*.
13. Dever, Alan (1991). *Epidemiología y administración de servicios de salud*. Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud.
14. Diez de Medina R. (\_\_\_\_): *Introducción a los métodos experimentales y cuasi experimentales para la elaboración de programas de capacitación*. Departamento de Políticas de Investigación de la Oficina Internacional del Trabajo.
15. Escobal J. (2005): *The Role of Public Infrastructure in Market Development in Rural Peru*. Wageningen University - Holanda. 254 pp.
16. Esrey, S.A. & Habicht, J.-P. (1986): *Epidemiologic evidence for health benefits from improved water and sanitation in developing countries*. *Epidemiologic Reviews* 8: 117-128.
17. Esrey, S. A., J. B. Potash, L. Roberts, y C. Zif. (1991): *“Effects of improved Water Supply and Sanitation on Ascariasis, Diarrhoea, dracunculiasis, Hookworm infection, Schistosomiasis and Trachoma,”* Bulletin of the World Health Organization.
18. Galdo V. & Briceño B. (2005): *Evaluating the Impact on Child Mortality of a Water Supply and Sewerage. Expansion in Quito: Is Water Enough?*. Office of Evaluation and Oversight (OVE); Inter-American Development Bank Washington, D.C. May 2005.
19. Galiani, S., P. Gonzales M., & E. Schargrodsky (2007): *Water Expansions in Shantytowns: Health and Savings*. Inter-American Development Bank. Research Network Working Paper #R-527
20. Galiani, S., P. Gertler, & E. Schargrodsky (2005): *Water for Life: The impact of Privatization of Water Services on Child Mortality*. *Journal of Political Economy*, 113: 83-120.
21. Gamper-Rabindran S., Khan S. & Timmins C. (2008): *The impact of piped water provision on infant mortality in Brazil: A quantile panel data approach*. National Bureau of Economic Research. Working Paper 14365. <http://www.nber.org/papers/w14365>.
22. Gerstenbluth y Pagano (2008), *Tratamiento de endogeneidad y métodos de correspondencia en Stata*. p. 11.
23. Greene, William (1993). *Econometric Analysis*, Prentice Hall.
24. Grupo Agua – RPP (2010): *En el Día Mundial de la Salud promueve el lavado de manos* <http://radio.rpp.com.pe/cuidaelagua/en-el-dia-mundial-de-la-salud-promueve-el-lavado-de-manos/#more-2266>.
25. Grupo Agua – Radio Programas del Perú – RPP (2009): *Falta de agua y saneamiento genera desnutrición infantil en el Perú* <http://radio.rpp.com.pe/cuidaelagua/falta-de-agua-y-saneamiento-genera-desnutricion-infantil-en-el-peru/>
26. Heckman, J., H. Ichimura, P. Todd (1997): *Matching as an Econometric Evaluation Estimator. Evidence from Evaluating a Job Training Program*. *Review of Economic Studies* 64:605-54.

27. Heckman, J. H., Ichimura, H., Todd, P. (1998a): *Characterizing Selection Bias using Experimental Data*. *Econometrica* 66 (5): 1017-1098.
28. Heckman, J., Ichimura, H., Todd, P. (1998b): *Matching as an Econometric Evaluation Estimator*. *Review of Economic Studies* 65 (2): 261-294.
29. Jalan J. & Ravallion M. (2001): *Does piped water reduce diarrhea for children in rural India*. The World Bank - Development Research - Group Poverty
30. Meckel, R (1990). "Cities as infant abattoirs: Anglo-American sanitary reform and the discovery of urban infant mortality." in *Save the Babies: American Public Health Reform and the Prevention of Infant Mortality, 1850-1929*. Johns Hopkins Univ. Press.
31. Merrick, Thomas (1985): *The Effect of Piped Water on Early Childhood Mortality in Urban Brazil, 1970-1976*. World Bank Staff - Working Papers. Number 594.
32. Murugesan A., Dayal V. & Chugh S. (2008): *An Empirical Study of Sanitation and Health in Rural Uttarakhand, India*. *International Journal of Ecological Economics & Statistics (IJEES)*. Winter 2008, Vol. 10, No. W08; *Int. J. Ecol. Econ. Stat.*
33. Organización Mundial de la Salud – OMS (2002a). *Water and Health, EEA and WHO, Regional Office for Europe, Copenhagen*.
34. OMS/UNICEF (2000). *World Health Organization and United Nations Children's Fund. Water Supply and Sanitation Collaborative Council. Global Water Supply and Sanitation Assessment, 2000 Report*, Geneva and New York.
35. Organización Mundial de la Salud – OMS (2004), *Agua, Saneamiento y Salud, Enfermedades relacionadas con el agua, La carga de enfermedad y los estimados de costo eficacia*. [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/diseases/burden/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/burden/es/)
36. OMS y Unicef (2006), *Programa Conjunto de Monitoreo del Abastecimiento de Agua y del Saneamiento, de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (Unicef)*.
37. Perdomo J., Mendoza C., Mendieta J. y Baquero F. (2007): *Investigación sobre el Impacto del Proyecto de Transporte Masivo TransMilenio sobre el Valor de las Propiedades en Bogotá, Colombia*. Lincoln Institute of Land Policy 2007. Working Paper.
38. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. PNUD (2004). *La Reducción de Riesgos de Desastres: un desafío para el desarrollo*. Informe Mundial.
39. Prüss, A., D. Kay, L. Fewtrell, J. Bartram (2002): *Estimating the burden of disease from water, sanitation and hygiene at a global level*. *Environmental Health Perspectives*, 110(5), May.
40. Salazar, R., Villena, J., Carvajal, G., Ramírez, A., Rosasco, O., (2006): *El agua y la población: abastecimiento, contaminación y problemática del agua en el Perú*. Simposio - Academia Nacional de Medicina - Anales 2006. Lima Perú.
41. Szretzer, S. (1988). "The Importance of Social Intervention in Britain's Mortality Decline c. 1850-1914: A Re-interpretation of the Role of Public Health." *Social History of Medicine* 1-37.
42. Rosenbaum, P. & Rubin D. (1983): *The Central Role of the Propensity Score in the Observational Studies for Causal Effects*. *Biometrika* 70: 41-55.
43. Van Poppel, F. & Van der Heidjen (1997): *The effects of water supply on infant and childhood mortality: a review of historical evidence*. *Health Transition Review*, 7: 113-148.
44. Wooldridge, Jeffrey M (2001): *Introducción a la Econometría. Un Enfoque Moderno*. Universidad Estatal de Michigan.
45. Zaldivar, Ernesto (2007): *Situación del agua potable en el Perú. Visión del organismo regulador*. Superintendencia Nacional de Servicios de Agua y Saneamiento – SUNNAS.