



**“ESTIMACIÓN DE LA RENTABILIDAD SOCIAL DE  
INCREMENTAR LA COBERTURA DE AGUA POTABLE EN LIMA  
METROPOLITANA”**

**Trabajo de Investigación presentado  
para optar al Grado Académico de  
Magíster en Regulación de Servicios Públicos y Gestión de Infraestructura**

**Presentado por**

**Sr. Sandro Alejandro Huamaní Antonio**

**2017**

## **Dedicatoria**

A mis padres y hermanos, por estar siempre  
conmigo.

A mi novia, Mayra Pizarro, por el apoyo que me  
brinda todos los días.

A Sunass, por ser la institución en donde he  
aprendido la importancia de los servicios de  
saneamiento.

### **Agradecimiento**

A Abel Rodríguez, por sus valiosos aportes, y a Max Carbajal, por sus importantes comentarios. A los funcionarios de la Gerencia de Regulación Tarifaria de Sunass por el apoyo brindado en el desarrollo de esta investigación.

## **Resumen ejecutivo**

La presente investigación se desarrolla en el contexto en el cual el Estado peruano tiene como una de sus prioridades alcanzar la cobertura universal del servicio de agua potable, dicho objetivo se ve reflejado en la aprobación de la nueva Política Nacional de Saneamiento, aprobada mediante Decreto Supremo N° 007-2017-Vivienda, que tiene como objetivo el alcanzar el acceso universal, sostenible y de calidad a los servicios de saneamiento; y la creación del Fondo de Inversión de Agua Segura, aprobada mediante Decreto Legislativo N° 1284, que tiene por finalidad financiar programas, proyectos y/o actividades orientados a cerrar brechas de cobertura de agua.

El incremento de la cobertura o el acceso al servicio a las familias que hoy no cuentan con agua potable es relevante para una sociedad debido a que eleva los beneficios sociales mediante: i) el incremento del consumo de agua potable y la reducción del precio debido a la sustitución del abastecedor de agua, ii) el ahorro en el tiempo de traslado del agua desde el lugar de compra hasta la vivienda y iii) el ahorro en el gasto del tratamiento para evitar enfermedades diarreicas.

Sin embargo, la implementación de políticas para el incremento de la cobertura de agua potable desarrolladas por el Estado requiere de costos de inversión, de operación y mantenimiento. En ese sentido, la investigación tiene como principal objetivo cuantificar los beneficios y costos sociales del acceso al servicio de agua potable en Lima Metropolitana y evaluar la rentabilidad social mediante la metodología de análisis costo-beneficio, en el marco de la nueva Política Nacional de Saneamiento.

La investigación presenta una estimación del incremento beneficio social anual, a valores del 2015, de abastecer de agua potable a los hogares que no cuentan con dicho servicio en Lima Metropolitana que asciende a S/ 270.620.008. Asimismo, el costo social de inversión para la implementación de un programa para incrementar el acceso de agua potable asciende a S/ 2.333.461.398 al 2015, mientras que el costo anual de operación y mantenimiento fue estimado en S/ 87.363.860.

La estimación de la rentabilidad social de incrementar la cobertura de agua potable se realiza bajo el análisis costo-beneficio que muestra un ratio beneficio/costo a valor presente mayor a uno, con un flujo de caja de solo 10 años, con lo que se puede concluir que el proveer agua potable a los hogares que hoy no cuentan con el servicio es realmente rentable, dado que la vida útil promedio de la infraestructura necesaria es de 25 años. Además, mediante una simulación de Monte Carlo

se estimó que la probabilidad de que el ratio beneficio/costo a valor presente con un flujo de caja de 10 y 11 años es de 52,3% y 94,3%, respectivamente, es decir, existe un alto grado de certidumbre en los resultados.

De otro lado, el documento también muestra una descripción del mercado de agua en sectores que no son abastecidos por Sedapal con el objetivo de conocer la forma en que se abastecen actualmente de agua, cuánto consumen, cuánto pagan por metro cúbico, así como las características socioeconómicas de los hogares en Lima Metropolitana que no cuentan con el servicio.

Asimismo, se describe que el ciclo del uso de agua comprende las siguiente etapas: i) El abastecimiento del agua, ii) el almacenamiento, iii) el traslado del agua, iv) la ubicación del recipiente de agua en la vivienda, iv) distribución y uso del agua, v) el tratamiento y iv) el reúso del agua.

## Índice

<b>Índice de tablas.....</b>	<b>viii</b>
<b>Índice de gráficos.....</b>	<b>ix</b>
<b>Índice de anexos.....</b>	<b>x</b>
<b>Capítulo I. Introducción .....</b>	<b>1</b>
1. Planteamiento del problema y sus antecedentes .....	1
2. Objetivo de la investigación y su alcance .....	3
3. Estructura del documento .....	3
<b>Capítulo II. Información empleada en la investigación.....</b>	<b>4</b>
<b>Capítulo III. Descripción del mercado de agua en sectores que no son abastecidos por Sedapal.....</b>	<b>6</b>
1. Características de la demanda. ....	6
1.1Ciclo uso del agua. ....	6
1.2Perfil socioeconómico de los hogares .....	14
2. Características de la oferta .....	16
2.1Actores de la distribución de agua por camiones cisterna. ....	16
2.2 Competencia entre los abastecedores. ....	17
3. Precio y cantidad.....	18
<b>Capítulo IV. Marco teórico .....</b>	<b>24</b>
1. Bienestar desde el enfoque de la Teoría Microeconómica.....	24
2. Impacto social de incremento de la cobertura.....	25
<b>Capítulo V. Planteamiento de hipótesis .....</b>	<b>29</b>
<b>Capítulo VI. Metodología .....</b>	<b>30</b>
1. Intervención.....	30
2. Beneficios esperados.....	31
3. Costos de la implementación de la intervención.....	34

<b>Capítulo VII. Resultados .....</b>	<b>36</b>
1. Beneficio social.....	36
1.1Estimación del beneficio por mayor consumo de agua.....	36
1.2Estimación del beneficio por el ahorro en tiempo .....	38
1.3Estimación del beneficio por ahorro en tratamiento .....	40
1.4Estimación del bienestar social .....	41
1.5Impactos en el acceso al servicio .....	41
2. Costo social de implementación .....	42
2.1Estimación del costo de inversión.....	42
2.2Estimación del costo de operación y mantenimiento .....	42
3. Análisis costo-beneficio.....	43
3.1Ratio beneficio/costo (Ratio B/C).....	43
3.2Simulación de Monte Carlo. ....	44
<b>Capítulo VIII. Propuestas para incrementar la cobertura de agua potable.....</b>	<b>46</b>
1. Propuestas desde la gestión de infraestructura.....	46
2. Propuestas desde la regulación tarifaria.....	47
<b>Conclusiones, recomendaciones y agenda pendiente .....</b>	<b>49</b>
1. Conclusiones.....	49
2. Recomendaciones.....	52
3. Agenda pendiente.....	52
<b>Bibliografía.....</b>	<b>53</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>56</b>
<b>Nota biográfica.....</b>	<b>74</b>

## Índice de tablas

Tabla 1.	Tamaño de muestra.....	4
Tabla 2.	Error <i>muestral</i> .....	5
Tabla 3.	Formas de abastecimiento de agua por parte de los hogares (hogares).....	7
Tabla 4.	Forma de almacenamiento de agua por parte de los hogares (hogares).....	8
Tabla 5.	Distancia que el usuario traslada el agua (hogares).....	9
Tabla 6.	Responsable de trasladar el agua (hogares).....	9
Tabla 7.	Tiempo que el usuario emplea en trasladar el agua (hogares).....	10
Tabla 8.	Ubicación del recipiente de agua en la vivienda (hogares).....	11
Tabla 9.	Usos del agua en el hogar (hogares).....	11
Tabla 10.	Hogares que tratan el agua (hogares).....	12
Tabla 11.	Formas de tratar el agua (hogares).....	13
Tabla 12.	Rango de ingresos (hogares).....	14
Tabla 13.	Tipo de vivienda (hogares).....	15
Tabla 14.	Material que predomina en la vivienda (hogares).....	16
Tabla 15.	Número de abastecedores para un hogar (hogares).....	17
Tabla 16.	Factores de competencia de los abastecedores (hogares).....	18
Tabla 17.	Precio y cantidad promedio.....	19
Tabla 18.	Beneficios y costos sociales identificados.....	29
Tabla 19.	Estimación de la función de la demanda.....	36
Tabla 20.	Estimación de los componentes de las fórmulas (3) y (4).....	38
Tabla 21.	Estimación del beneficio total por mayor consumo de agua.....	38
Tabla 22.	Valor social del tiempo.....	39
Tabla 23.	Estimación del ahorro en tiempo si un miembro del hogar traslada el agua ...	39
Tabla 24.	Valor unitario de mangueras.....	40
Tabla 25.	Estimación del ahorro en tiempo cuando el hogar traslada el agua mediante mangueras.....	40
Tabla 26.	Estimación del beneficio por ahorro en tiempo.....	40
Tabla 27.	Estimación del beneficio por ahorro en tratamiento.....	41
Tabla 28.	Estimación del beneficio social.....	41
Tabla 29.	Estimación del costo de inversión.....	42
Tabla 30.	Estimación del costo de O&M.....	43
Tabla 31.	Estimación de la rentabilidad social.....	44
Tabla 32.	Supuesto de entrada de la situación.....	44



## Índice de gráficos

Gráfico 1.	Evolución de cobertura del agua (2001-2015).....	2
Gráfico 2.	Etapas que conforman el ciclo del uso de agua .....	6
Gráfico 3.	Formas de abastecimiento de agua por parte de los hogares (%).....	7
Gráfico 4.	Formas de almacenamiento de agua por parte de los hogares (%).....	8
Gráfico 5.	Distancia que el usuario traslada el agua (%).....	8
Gráfico 6.	Responsable de trasladar el agua (%).....	9
Gráfico 7.	Tiempo que el usuario emplea en trasladar el agua (%).....	10
Gráfico 8.	Ubicación del recipiente de agua en la vivienda (%) .....	10
Gráfico 9.	Usos del agua en el hogar (%).....	11
Gráfico 10.	Hogares que tratan el agua (%).....	12
Gráfico 11.	Formas de tratar el agua (%).....	12
Gráfico 12.	Actividad cuya agua es reusada (%).....	13
Gráfico 13.	Actividad en la que reúsan el agua (%) .....	14
Gráfico 14.	Rango de ingresos (%).....	14
Gráfico 15.	Tipo de vivienda (%).....	15
Gráfico 16.	Material que predomina en la vivienda (%) .....	16
Gráfico 17.	Número de abastecedores para un hogar (%) .....	17
Gráfico 18.	Factores de competencia de los abastecedores (%) .....	18
Gráfico 19.	Relación entre el precio y la cantidad.....	19
Gráfico 20.	Precio por m <sup>3</sup> según forma de abastecimiento (S//m <sup>3</sup> ) .....	20
Gráfico 21.	Precio por m <sup>3</sup> según forma de almacenamiento (S//m <sup>3</sup> ).....	20
Gráfico 22.	Precio por m <sup>3</sup> según nivel de competencia (S//m <sup>3</sup> ).....	21
Gráfico 23.	Precio por m <sup>3</sup> según nivel de ingreso del hogar (S//m <sup>3</sup> ).....	21
Gráfico 24.	Cantidad consumida según miembros en el hogar (m <sup>3</sup> ) .....	22
Gráfico 25.	Cantidad consumida según nivel de ingreso del hogar (m <sup>3</sup> ).....	22
Gráfico 26.	Cantidad consumida según frecuencia de compra (m <sup>3</sup> ).....	23
Gráfico 27.	Beneficio por mayor consumo y menor precio del servicio de agua.....	32
Gráfico 28.	Comparación entre las cantidades reales y estimadas del consumo de agua (m <sup>3</sup> ).	37
Gráfico 29.	Identificación de hogares que trasladan el agua .....	39
Gráfico 30.	Acceso según nivel de ingreso del hogar.....	42
Gráfico 31.	Ratios beneficio/costo por año a valor presente .....	43
Gráfico 32.	Estimación de probabilidades de ocurrencias.....	45

## Índice de anexos

Anexo 1.	Cuestionario de uso de agua .....	57
Anexo 2.	Una revisión de la Teoría del Consumidor .....	59
Anexo 3.	Sintaxis en STATA para el cálculo de variables .....	63
Anexo 4.	Evaluación del modelo econométrico estimado. ....	66
Anexo 5.	Resumen de la ficha de proyectos de ampliación de redes de Sedapal .....	68
Anexo 6.	Flujo de caja para determinar el ratio beneficio/costo .....	69
Anexo 7.	Supuestos de la simulación.....	70
Anexo 8.	Regulación tarifaria en el sector saneamiento .....	71

## Capítulo I. Introducción

### 1. Planteamiento del problema y sus antecedentes

Uno de los principales objetivos del actual Gobierno, manifestado por el Presidente de la República Pedro Pablo Kuczynski, es alcanzar la cobertura universal del servicio de agua. Dicho objetivo fue dado a conocer en el mensaje a la nación del 28 de julio del 2016. Dicho objetivo fue dado a conocer en el mensaje a la nación del 28 de julio del 2016, en donde el Presidente señaló lo siguiente: «En el año 2021, año del Bicentenario, todos los peruanos deberán tener acceso a agua potable de calidad y desagüe las 24 horas. Pero tengo que ser realista, los programas de inversión pública toman tiempo y creo que si lo hacemos en siete años eso ya será un gran logro. Invito a este Parlamento, al Perú entero, a que proclamemos una política de Estado para que el saneamiento y la salud estén en todos los hogares del Perú» (Kuczynski 2016: 03).

Asimismo, dicho objetivo fue también mencionado por el Presidente de Consejo de Ministros, Fernando Zavala Lombardi, ante el Congreso de la República el día 18 de agosto del 2016: «El acceso a los servicios de agua y desagüe para todos los peruanos es uno de nuestros pilares fundamentales. No se puede decir que existe igualdad de oportunidades cuando gran parte de la población no puede siquiera tener agua limpia en sus hogares y cuando cerca de la tercera parte de la población no tiene acceso a los servicios de alcantarillado» (Zavala 2016: 11).

El 30 de marzo del 2017, el objetivo del Gobierno de incrementar la cobertura de agua se plasmó en la Política Nacional de Saneamiento, aprobada mediante Decreto Supremo N° 007-2017-Vivienda, la cual es de cumplimiento obligatorio para los tres niveles de Gobierno y las Empresas Prestadores de los Servicios de Saneamiento (EPS), y que tiene como objetivo el alcanzar el acceso universal, sostenible y de calidad a los servicios de saneamiento. En ese sentido, se estructura en **6 ejes de política**, en donde una de ellas es: “**Acceso de la población a los servicios de saneamiento**: priorizando a la población de escasos recursos, logrando el acceso al 100 % en el 2021 para el área urbana y en el 2030 para el ámbito rural”.

Asimismo, el 28 de diciembre del 2016 se crea el Fondo de Inversión de Agua Segura, aprobado mediante Decreto Legislativo N° 1284, con la finalidad de financiar programas, proyectos y/o actividades orientados a **cerrar brechas de cobertura de agua**, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales a nivel nacional, contribuyendo a la eficiencia económica y operativa de los prestadores de los servicios de saneamiento y a la sostenibilidad de los servicios de agua y saneamiento.

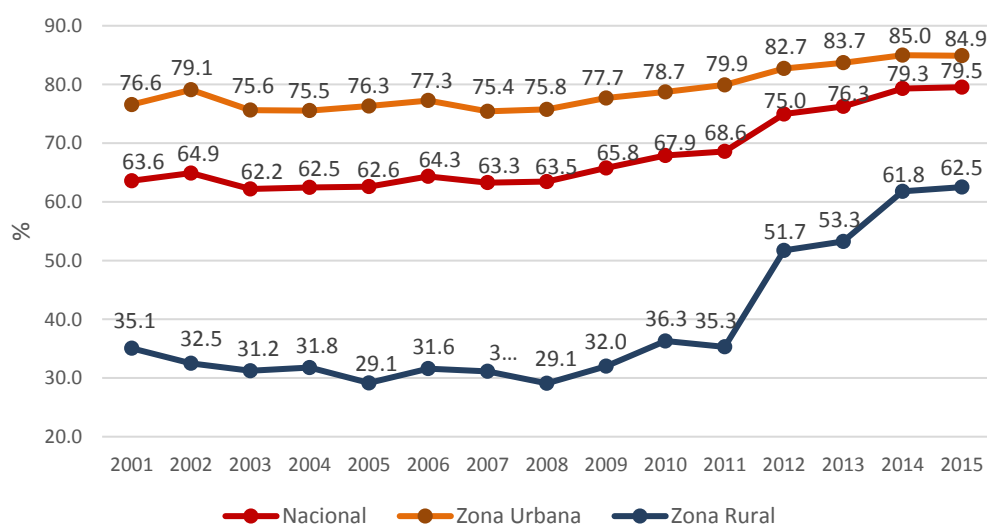
Sin embargo, el cumplimiento del objetivo de incrementar la cobertura de agua potable por parte del Estado puede encontrar dificultades en el actual modelo de gestión de las Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS) que no ha permitido garantizar una solvencia óptima ni acelerar las inversiones en el sector para incrementar significativamente la cobertura del servicio de agua potable.

Al respecto, la evaluación del Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento (OTASS) mostró que la mitad de las empresas (25 EPS) se encuentran en una situación de insolvencia financiera y/o técnica.

Asimismo, la ejecución de las inversiones bajo el actual modelo se realiza mediante “obra pública”, el cual ha tenido problemas debido a malos diseños de los proyectos, injerencia política, debilidad institucional del supervisor, insuficiente capacidad técnica e informalidad de los consorcios que se adjudican las licitaciones. En consecuencia, la inversión en saneamiento hoy en día es insuficiente (representa en promedio el 14% del total de la inversión pública en el periodo 2007 y el 2013), y su crecimiento es lento, pues solo creció 3,3 entre el 2007 y 2013, según cifras del Plan Nacional de Inversiones del sector Saneamiento.

Lo mencionado ha traído como consecuencia que alrededor de 20% de los hogares en el Perú no cuentan con el servicio de agua potable y dicho dato asciende a 37,5% en las zonas rurales.

**Gráfico 1. Evolución de cobertura del agua (2001 - 2015)**



Fuente: INEI (2016). Elaboración propia 2017.

El gráfico anterior manifiesta el poco esfuerzo que los Gobiernos han destinado a incrementar la cobertura del servicio de agua potable. Nótese, que cobertura del servicio de agua potable a nivel nacional ha crecido solo un 25,08% entre el 2001 y 2015, mientras que la cobertura a nivel urbano creció en 10,89% en el mismo periodo

Las cifras de cobertura evidencian la existencia de un problema social, dado que la ausencia del agua potable tiene efectos en la salud, calidad de vida, educación, etc. Sin embargo, para hacer frente a dicho problema se requiere hacer grandes inversiones debido a la gran brecha de infraestructura en el sector saneamiento. Al respecto, en la Resolución Ministerial 336-2014-VIVIENDA, que aprobó el Plan de Inversiones del Sector Saneamiento de Alcance Nacional 2014-2021, se cuantificó una inversión de alrededor de S/ 53.400 millones a fin de alcanzar la cobertura universal.

## **2. Objetivo de la investigación y su alcance**

En el contexto descrito, en donde existe voluntad política para incrementar significativamente las inversiones en el sector saneamiento, pero los recursos del Estado son escasos, se **justifica** realizar una investigación cuyo principal objetivo sea medir los beneficios y costos sociales de incrementar la cobertura o el acceso al servicio de agua potable a fin de estimar su rentabilidad social, en el marco de la nueva Política Nacional de Saneamiento. En este caso, la investigación se centra en Lima Metropolitana debido a la disponibilidad de la información necesaria para las estimaciones.

## **3. Estructura del documento**

El documento inicialmente realiza una descripción del mercado de agua en sectores que no son abastecidos por Sedapal, en donde se señalan las características de la demanda y la oferta. Seguidamente, se desarrolla un marco teórico en donde se contempla la revisión del concepto de bienestar desde el enfoque de la microeconomía y una revisión de la literatura nacional e internacional sobre el impacto social del acceso al agua potable. Después del desarrollo del marco teórico se plantea la hipótesis de la investigación, además, se define la metodología empleada. Finalmente, se muestran los resultados de la investigación, sus conclusiones y algunas recomendaciones para incrementar la cobertura de agua potable.

## Capítulo II. Información empleada en la investigación

Las principales estimaciones en la investigación son los beneficios y los costos sociales de brindar el servicio agua potable a los hogares que actualmente no cuentan con dicho servicio. Para la estimación de los beneficios se empleó la información recolectada en la encuesta realizada por la empresa Directo Marketing Investigación y Consultoría durante el mes de abril del 2015 a solicitud de la Sunass con el objetivo de conocer la forma que se abastecen actualmente de agua, cuánto consumen, cuánto pagan por metro cúbico, así como las características socioeconómicas de los hogares en Lima Metropolitana que no cuentan con el servicio prestado por la empresa Sedapal. La encuesta, cuyo cuestionario se muestra en el anexo 1, tuvo como grupo objetivo a los hogares de la zona urbana de Lima Metropolitana que no son abastecidos por Sedapal. El tamaño de muestra inicial fue de 1.005 hogares, distribuidos de la siguiente forma:

**Tabla 1. Tamaño de muestra**

Zona	Distritos	N° de casos
Callao	Ventanilla	124
Este	Ate	107
Norte	San Juan de Lurigancho	59
Sur	Puente Piedra	22
	Carabaylo	84
	San Martín de Porres	49
	Comas	28
	Villa María del Triunfo	141
	Villa El Salvador	27
	Chorrillos	98
	San Juan de Miraflores	256
Lurín	10	
	Total	1.005

Fuente: Encuesta realizada por Directo Marketing (2015) a solicitud de Sunass. Elaboración propia 2017.

La muestra seleccionada fue del tipo probabilístico, *multietápica* y sistemática. Fue probabilística porque cada una de las viviendas tuvo la misma probabilidad de ser seleccionada, es decir, la elección es totalmente aleatoria, fue *multietápica*, porque la selección de las unidades fue en etapas (centro poblado, conglomerado y vivienda en particular), y fue sistemática, porque una vez ordenadas las viviendas en grupo se seleccionó una por cada grupo.

Posteriormente, se evaluó la información resultante de la encuesta y se eliminó algunas observaciones que presentaban datos atípicos, resultando un nuevo tamaño de muestra de 958 hogares. De otro lado, se consideró una población que asciende a 195.600 hogares, la que fue estimada a partir de la información del número de habitantes en el ámbito de Sedapal (9,6 millones), la densidad (4,1 habitantes/vivienda) y la cobertura de agua (91,6%) considerados en el Estudio Tarifario de Sedapal para el quinquenio regulatorio 2015-2020, elaborado por la Sunass. Sobre la base de la información mencionada se estimó un error *muestral* de 3,2%, lo cual evidencia la confiabilidad de la información para realizar inferencias estadísticas.

**Tabla 2. Error muestral**

Variable	Valor
Población	195.600
Muestra	958
Frecuencia esperada del parámetro	0,5
$Z(\alpha=0,05)=1,96$	1,96
Error <i>muestral</i>	3,158%

Fuente: Elaboración propia 2017.

De otro lado, para la estimación de los costos se empleó la información de las fichas de los proyectos de ampliación de redes de agua potable y alcantarillado presentados por Sedapal a Sunass para la elaboración del programa de inversiones contenidos en Estudio Tarifario de Sedapal para el quinquenio regulatorio 2015-2020.

Se debe tener en cuenta que los proyectos de ampliación de redes tienen como objetivo principal incrementar la cobertura de los servicios de saneamiento en una determinada zona que carece del servicio. Para efecto de la investigación se han revisado 21 fichas de proyectos que cuentan con viabilidad (ver anexo 5), en las cuales se puede encontrar la siguiente información:

- Zona donde se ejecutará el proyecto.
- Sistema de abastecimiento del servicio de agua.
- Resultados esperados del proyecto (nuevas conexiones).
- Monto de inversión.
- Costo de operación y mantenimiento.
- Fecha de los precios unitarios usados para la estimación de la inversión y los costos.

Finalmente, para el procesamiento de la información se empleó el *software* STATA 12, cuyos códigos trabajados se muestran en el anexo 3.

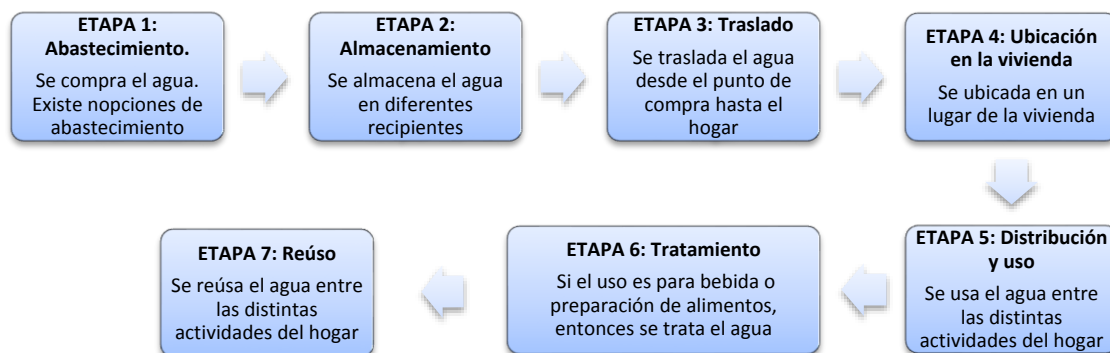
## Capítulo III. Descripción del mercado de agua en sectores que no son abastecidos por Sedapal

### 1. Características de la demanda

#### 1.1 Ciclo uso del agua

La información recogida mediante la encuesta desarrollada por Directo Marketing (2015) evidencia la existencia de un ciclo del uso de agua realizada por los hogares que no son abastecidos de agua por Sedapal en Lima Metropolitana. Al respecto, se ha identificado que dicho ciclo está conformado por siete etapas, que parte desde el abastecimiento de agua y finaliza en su reúso, tal como se muestra en el siguiente gráfico:

**Gráfico 2. Etapas que conforman el ciclo del uso de agua**



Fuente: Elaboración propia 2017.

En primer lugar, los hogares que no son abastecidos por Sedapal tienen que comprar el agua, normalmente, a camiones cisternas o a un vecino. Dicha compra la realizan mediante diferentes recipientes, por ejemplo, bateas, galones, tinas, cilindros, etc. Una vez comprada el agua, un miembro del hogar, generalmente el padre o la madre, tiene que trasladarla desde el punto de compra hasta la vivienda. Seguidamente, se coloca el recipiente de agua en un punto específico de la vivienda.

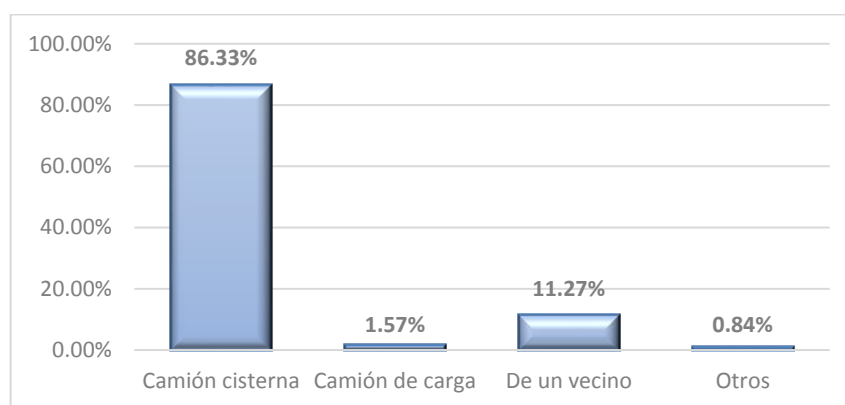
Una vez que el agua se encuentra en el hogar, se distribuye para distintas actividades como la preparación de alimentos o bebidas, el aseo, el lavado de ropa, etc. En caso el uso de agua sea para la preparación de alimentos o para beber, los hogares tienden a realizar algún tipo de tratamiento al agua como el hervido, el uso de lejía o el cloro. Finalmente, el agua se reúsa en actividades como el regado, la limpieza de los servicios higiénicos, el aseo de la casa, etc. A continuación, se presentan algunas estimaciones para cada etapa.



### Etapa 1: Abastecimiento de agua

El abastecimiento de agua mediante camiones cisternas representa la principal forma de abastecimiento que optan los hogares que no cuentan con el servicio de Sedapal, debido a que el 86,53% (168.800) del total de hogares optan por dicha forma de abastecimiento. De otro lado, existe un importante grupo de hogares que se abastece mediante la compra del agua a un vecino, dicho grupo representa el 11,27% (22.000) del total. Los siguientes gráfico y tabla muestran lo mencionado:

**Gráfico 3. Formas de abastecimiento de agua por parte de los hogares (%)**



Fuente: Encuesta realizada por Directo Marketing (2015) a solicitud de Sunass. Elaboración propia 2017.

**Tabla 3. Formas de abastecimiento de agua por parte de los hogares (hogares)**

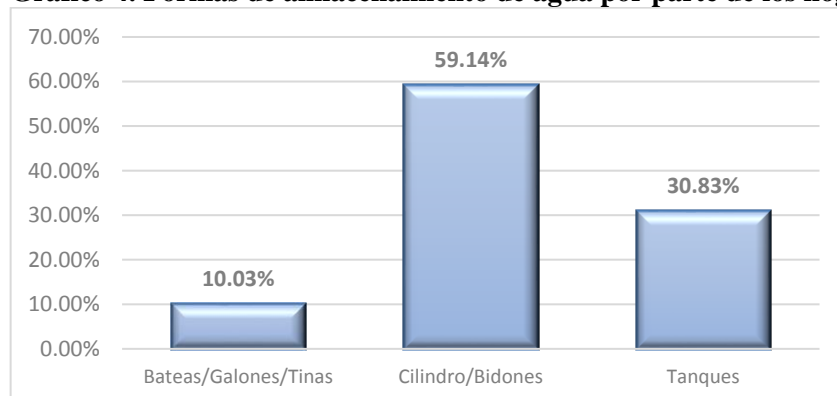
Tipo de abastecimiento	Nº Hogares
Camión cisterna	168.853
De un vecino	22.051
Camión de carga	3.063
Otros	1.633
TOTAL	195.600

Fuente: Encuesta realizada por Directo Marketing (2015) a solicitud de Sunass. Elaboración propia 2017.

### Etapa 2: Almacenamiento del agua

El usuario recibe el agua en distintos recipientes, así el 59,14% (149.000) del total de hogares almacena el agua comprada en cilindros o en bidones. De otro lado, el 30,83% de los hogares (77.800) almacenan el agua en tanques y el 10,03% (25.300) de los hogares almacenan el agua en bateas, galones o tinas, tal como se muestra en los siguientes gráfico y tabla:

**Gráfico 4. Formas de almacenamiento de agua por parte de los hogares (%)**



Fuente: Encuesta realizada por Directo Marketing (2015) a solicitud de Sunass. Elaboración propia 2017.

**Tabla 4. Forma de almacenamiento de agua por parte de los hogares (hogares)**

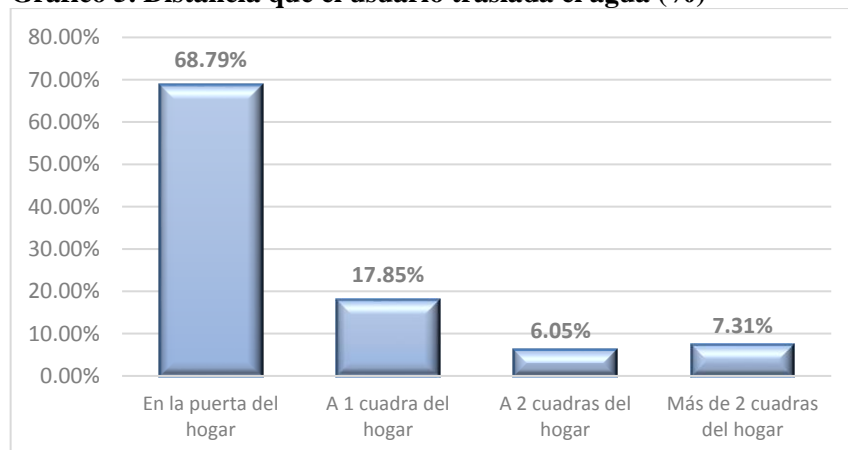
Tipo de almacenamiento	N° Hogares
Bateas/Galones/Tinas	25,318
Cilindro/Bidones	149,252
Tanques	77,791
TOTAL	252,361

Fuente: Encuesta realizada por Directo Marketing (2015) a solicitud de Sunass. Elaboración propia 2017.

### Etapa 3: Traslado del agua

En el siguiente gráfico se observa que un 31,21% (61.000) de los hogares no recibe el agua en la puerta de su casa, por lo que existe la necesidad de trasladar el recipiente de agua desde el punto de compra hasta la vivienda. Un 17,85% (34.900) de los hogares traslada el agua alrededor de una cuadra, 6,05% (11.800) de los hogares, dos cuadras y 7,31% (14.200) de los hogares, más de dos cuadras. Por lo que se observa que existe un costo adicional al precio para los hogares que no son abastecidos de agua por Sedapal, pero no en la mayoría de los casos.

**Gráfico 5. Distancia que el usuario traslada el agua (%)**



Fuente: Encuesta realizada por Directo Marketing (2015) a solicitud de Sunass. Elaboración propia 2017.

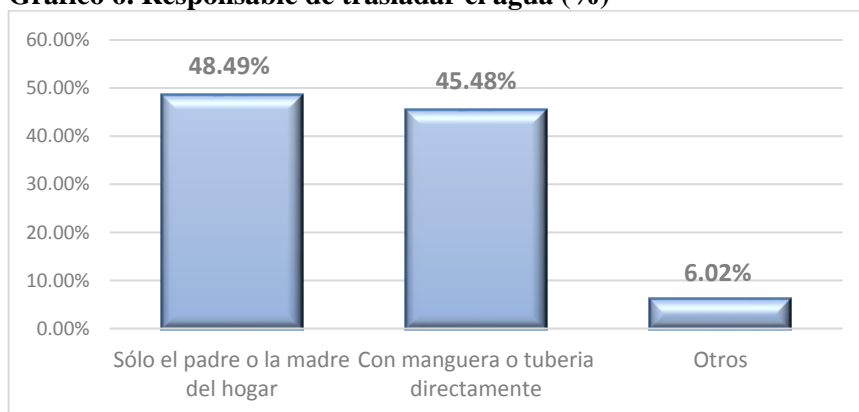
**Tabla 5. Distancia que el usuario traslada el agua (hogares)**

Distancia de traslado	N° Hogares
En la puerta del hogar	134.551
A 1 cuadra del hogar	34.914
A 2 cuadras del hogar	11.842
Más de 2 cuadras del hogar	14.292
TOTAL	195.600

Fuente: Encuesta realizada por Directo Marketing (2015) a solicitud de Sunass. Elaboración Propia 2017.

Asimismo, el 48,49% (29.600) de los hogares que tienen que trasladar el agua, es el padre o la madre de familia quién realiza dicha actividad, y solo en un 6,02% (3.600) de hogares, la actividad es realizado por los hijos. De otro lado, el 45,48% (27.700) de hogares que tienen que trasladar el agua, lo realiza a través de mangueras o tuberías directamente.

**Gráfico 6. Responsable de trasladar el agua (%)**



Fuente: Encuesta realizada por Directo Marketing (2015) a solicitud de Sunass. Elaboración propia 2017.

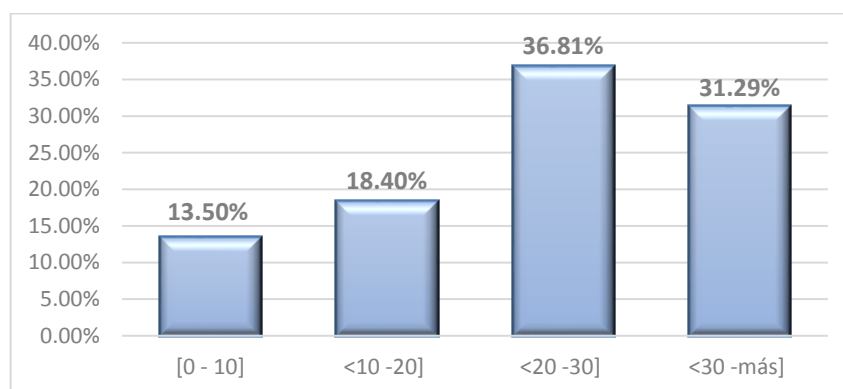
**Tabla 6. Responsable de trasladar el agua (hogares)**

Concepto	N° Hogares
Solo el padre o la madre del hogar	29.605
Con manguera o tubería directamente	27.768
Otros	3.675
TOTAL	61.048

Fuente: Encuesta realizada por Directo Marketing (2015) a solicitud de Sunass. Elaboración propia 2017.

Finalmente, cuando es un miembro del hogar quien tiene que trasladar el agua, el 13,5% (4.400) de hogares demoran en dicha actividad como máximo 10 minutos, el 18,40% (6.100 hogares aprox.), entre 10 y 20 minutos, 36,81% (12.200 hogares aprox.), entre 20 y 30 minutos, y el 31,29% (10.400 hogares aprox.), más de 30 minutos. Los siguientes gráfico y tabla muestran lo mencionado:

**Gráfico 7. Tiempo que el usuario emplea en trasladar el agua (%)**



Fuente: Encuesta realizada por Directo Marketing (2015) a solicitud de Sunass. Elaboración propia 2017.

**Tabla 7. Tiempo que el usuario emplea en trasladar el agua (hogares)**

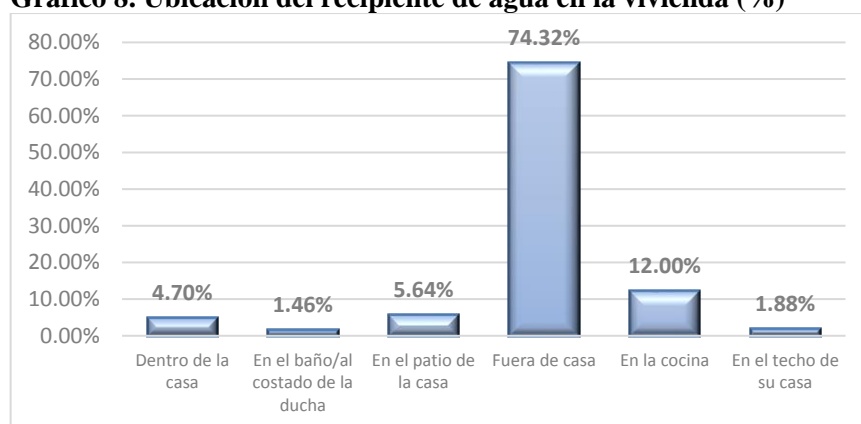
Tiempo (min)	Nº Hogares
[0 - 10]	4.492
<10 -20]	6.125
<20 -30]	12.251
<30 -más]	10.413
TOTAL	33.281

Fuente: Encuesta realizada por Directo Marketing (2015) a solicitud de Sunass. Elaboración propia 2017.

#### Etapa 4: Ubicación en la vivienda

La información recolectada muestra que los hogares tienden a ubicar el recipiente de agua en algún lugar específico de su vivienda. La mayoría de los hogares, el 74,32% (145.300), ubica el recipiente fuera del hogar, seguido por el 12% (23.400) que ubica el recipiente en la cocina, y el 5.64% (11.000) que ubica el recipiente en el patio.

**Gráfico 8. Ubicación del recipiente de agua en la vivienda (%)**



Fuente: Encuesta realizada por Directo Marketing (2015) a solicitud de Sunass. Elaboración propia 2017.

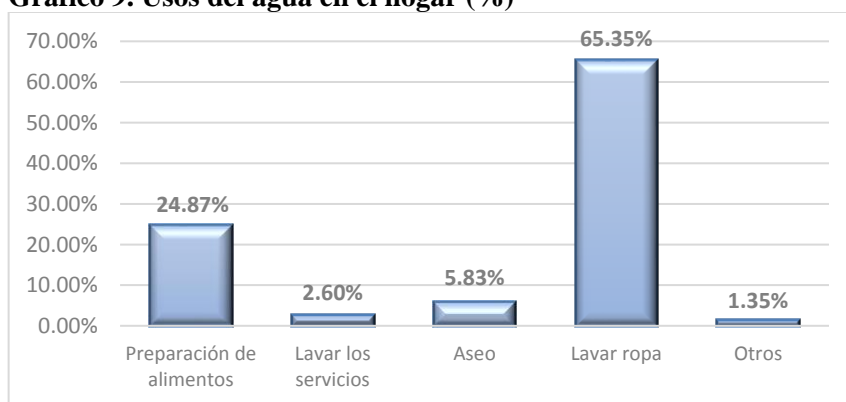
**Tabla 8. Ubicación del recipiente de agua en la vivienda (hogares)**

Ubicación	N° Hogares
Dentro de la casa	9.188
En el baño/al costado de la ducha	2.858
En el patio de la casa	11.025
Fuera de casa	145.373
En la cocina	23.480
En el techo de su casa	3.675
TOTAL	195.600

Fuente: Encuesta realizada por Directo Marketing (2015) a solicitud de Sunass. Elaboración propia 2017.

### Etapa 5: Distribución y uso del agua

Los principales usos del agua que los hogares realizan son en las siguientes actividades: i) lavado de ropa, ii) la preparación de alimentos y iii) el aseo. Al respecto, el 65,35% (128.200) de los hogares destinan la mayor cantidad del agua en el lavado de ropa, el 24,87% (48.700), destinan la mayor cantidad de agua a la preparación de alimentos, y el 5,83% (11.400), destinan la mayor cantidad de agua al aseo. Los siguientes gráfico y tabla muestran lo mencionado.

**Gráfico 9. Usos del agua en el hogar (%)**

Fuente: Encuesta realizada por Directo Marketing (2015) a solicitud de Sunass. Elaboración propia 2017.

**Tabla 9. Usos del agua en el hogar (hogares)**

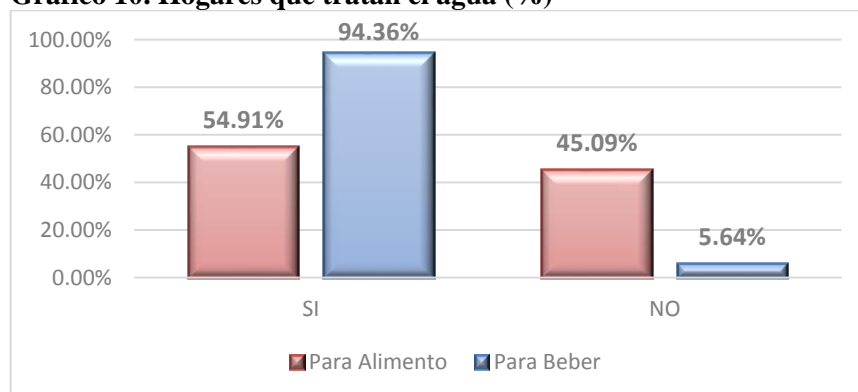
Actividad del hogar	N° Hogares
Preparación de alimentos	48.798
Lavar los servicios	5.104
Aseo	11.434
Lavar ropa	128.222
Otros	2.654
TOTAL	196.212

Fuente: Encuesta realizada por Directo Marketing (2015) a solicitud de Sunass. Elaboración propia 2017.

## Etapa 6: Tratamiento

Cuando los hogares destinan el agua para la preparación de alimentos o para beber, la mayoría tiende a realizar algún tipo de tratamiento al agua. Así el 54.91% (107.300) de los hogares trata el agua antes de usarlo para la preparación de alimentos y el 94.36% (184.500) trata el agua antes de beberla. Los siguientes gráfico y tabla muestran lo mencionado.

**Gráfico 10. Hogares que tratan el agua (%)**



Fuente: Encuesta realizada por Directo Marketing (2015) a solicitud de Sunass. Elaboración propia 2017.

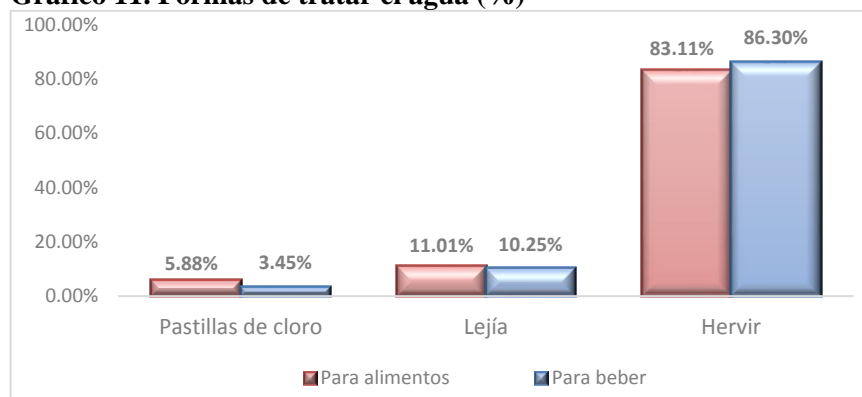
**Tabla 10. Hogares que trata el agua (hogares)**

¿Tratan el agua?	Para beber(Hogares)	Para alimentos (Hogares)
SÍ	184.574	107.396
NO	11.025	88.204
TOTAL	195.600	195.600

Fuente: Encuesta realizada por Directo Marketing (2015) a solicitud de Sunass. Elaboración propia 2017.

De los hogares que tratan el agua, la mayoría hacer hervir el agua, otros, en menor proporción, usan lejía o pastillas de cloro para dicho fin. En el gráfico y tabla siguientes se muestran los porcentajes y números de hogares correspondientes.

**Gráfico 11. Formas de tratar el agua (%)**



Fuente: Encuesta realizada por Directo Marketing (2015) a solicitud de Sunass. Elaboración propia 2017.

**Tabla 11. Formas de tratar el agua (hogares)**

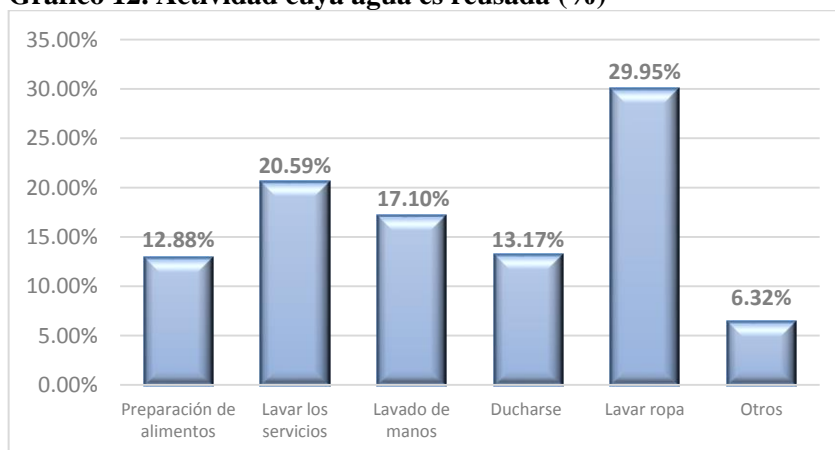
Insumo usado para tratar el agua	Para beber (hogares)	Para alimentos (hogares)
Pastilla de cloro	6.738	6.329
Lejía	20.009	11.842
Hervir	168.445	89.429
TOTAL	195.192	107.600

Fuente: Encuesta realizada por Directo Marketing (2015) a solicitud de Sunass. Elaboración propia 2017.

### **Etapa 7: Reúso del agua**

Debido a que el agua es un recurso muy escaso para los hogares que no cuentan con el servicio de Sedapal, ellos tienden a reusar el agua de manera intensa. Al respecto, el agua que mayormente se reusa es el del lavado de ropa (29,95%), seguido por el de lavado de los servicios (20,59%), el lavado de mano (17,1%), la ducha (13,17%), y la preparación de alimentos (12,88%).

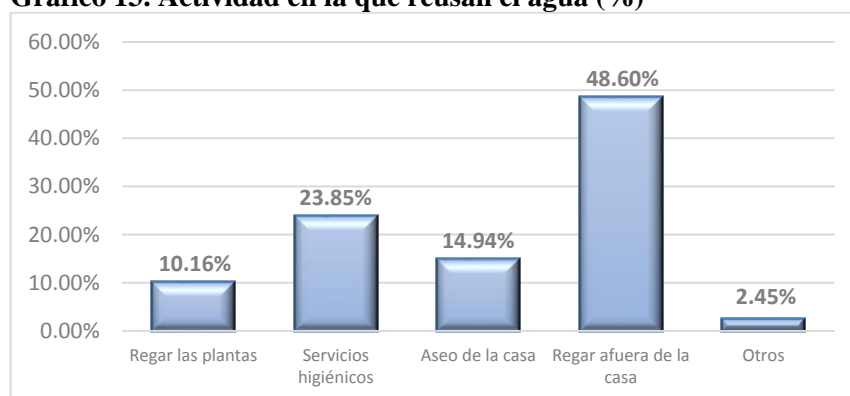
**Gráfico 12. Actividad cuya agua es reusada (%)**



Fuente: Encuesta realizada por Directo Marketing (2015) a solicitud de Sunass. Elaboración propia 2017.

Mientras que las actividades en donde los hogares emplean con mayor frecuencia el agua reusada son en el regado de afuera de la vivienda (48,6%), uso para el servicio higiénico (23,85%), y el aseo de la casa (14,94%). En el siguiente gráfico se evidencia lo mencionado.

**Gráfico 13. Actividad en la que reúsan el agua (%)**

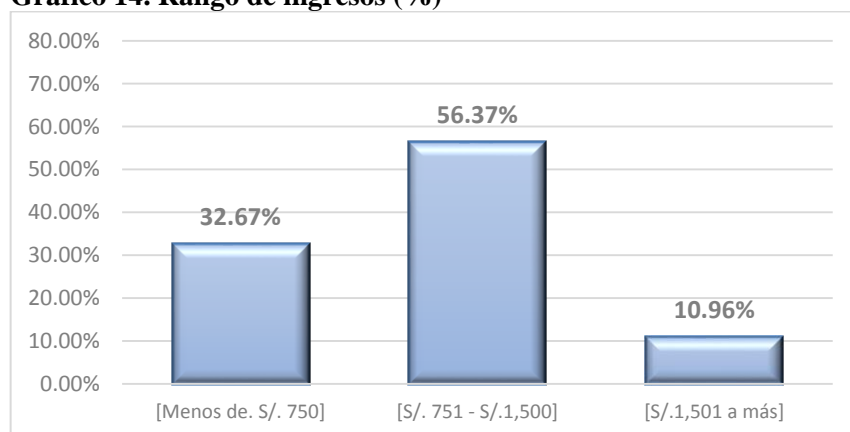


Fuente: Encuesta realizada por Directo Marketing (2015) a solicitud de Sunass. Elaboración propia 2017.

### 1.2 Perfil socioeconómico de los hogares

De la encuesta realizada por Directo Marketing (2015) se observa que el 56,37% (110.200) de los hogares, que no cuentan con el servicio de agua que presta Sedapal, tienen ingresos que fluctúan entre S/ 751 y S/ 1.500. De otro lado, un 32,67% (63.900) de hogares perciben ingresos menores a S/.750, y solo un 10,96% (21.400), perciben ingresos mayores a S/. 1.500.

**Gráfico 14. Rango de ingresos (%)**



Fuente: Encuesta realizada por Directo Marketing (2015) a solicitud de Sunass. Elaboración propia 2017.

**Tabla 12. Rango de ingresos (hogares)**

Rango de ingreso	N° Hogares
[Menos de. S/. 750]	63.907
[S/. 751 - S/.1.500]	110.255
[S/.1.501 a más]	21.438
TOTAL	195.600

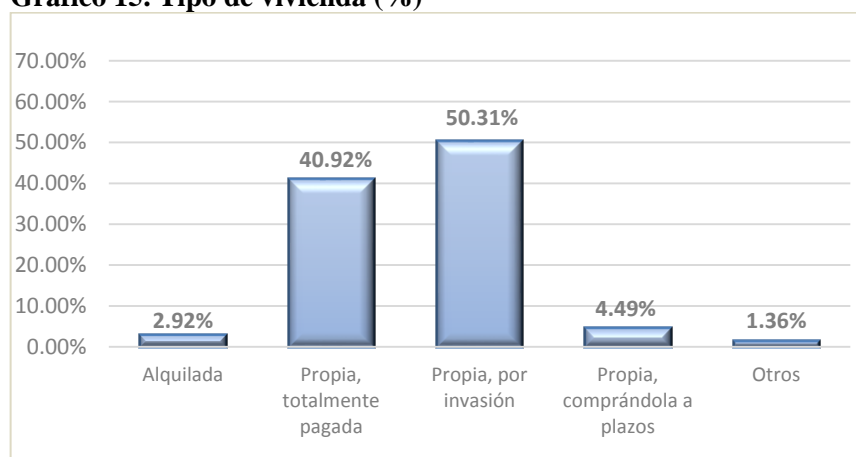
Fuente: Encuesta realizada por Directo Marketing (2015) a solicitud de Sunass. Elaboración propia 2017.



Sobre el particular, si se considera que la línea de pobreza estimada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) para el 2015 en Lima Metropolitana fue de S/ 339 por persona al mes, y de pobreza extrema es de S/ 204. Entonces, asumiendo una densidad del 4,1 habitantes por hogar (estimado en el Estudio Tarifario de Sedapal), tenemos que para que un hogar sea considerado pobre o pobre extremos sus ingresos mensuales tendrían que estar por debajo a S/ 1.635 y S/ 836, respectivamente. Por lo tanto, se podría concluir que casi un 90% de los hogares que hoy no cuentan con el servicio de agua potable son pobres.

De otro lado, se observa que el 50,31% (98.400) de los hogares tienen casa propia, producto de una invasión. Asimismo, el 40,92% (80.000) tienen su casa propia que adquirieron mediante un préstamo que a la fecha ya fue cancelada, el 4,49% (8.700) tienen su casa propia y continúan pagando el préstamo, y solo el 2,92% (5.700) viven en casas alquiladas.

**Gráfico 15. Tipo de vivienda (%)**



Fuente: Encuesta realizada por Directo Marketing (2015) a solicitud de Sunass. Elaboración propia 2017.

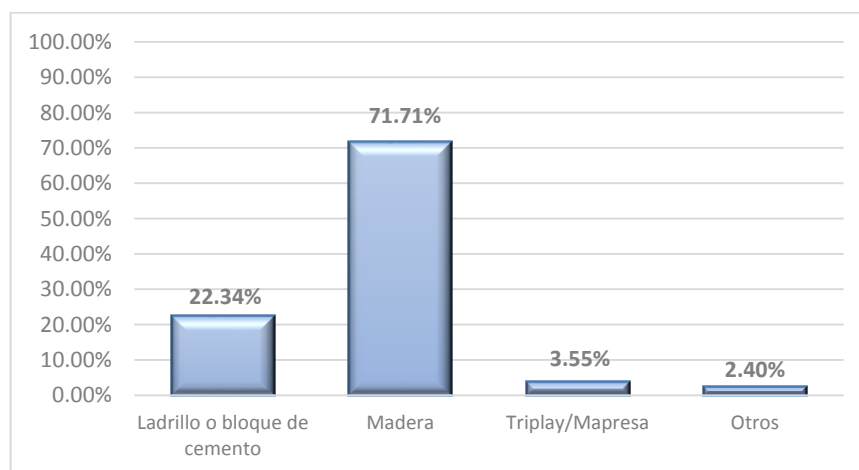
**Tabla 13. Tipo de vivienda (hogares)**

Propiedad de la vivienda	N° Hogares
Alquilada	5.717
Propia, totalmente pagada	80.037
Propia, por invasión	98.412
Propia, comprándola a plazos	8.780
Otros	2.654
<b>TOTAL</b>	<b>195.600</b>

Fuente: Encuesta realizada por Directo Marketing (2015) a solicitud de Sunass. Elaboración propia 2017.

El tipo de material que predomina en la vivienda de los hogares es la madera, así se observa que el 71,71% (140.200) de los hogares viven en casa de madera, el 40,92% (43.600) viven en casa de ladrillo o bloque de cemento, y el 3,55% (6.900) viven en casa de triplay o mapresa. En el siguiente gráfico se muestra lo mencionado.

**Gráfico 16. Material que predomina en la vivienda (%)**



Fuente: Encuesta realizada por Directo Marketing (2015) a solicitud de Sunass. Elaboración propia 2017.

**Tabla 14. Material que predomina en la vivienda (hogares)**

Material de la vivienda	N° Hogares
Ladrillo o bloque de cemento	43.693
Madera	140.268
Triplay/Mapresa	6.942
Otros	4.696
TOTAL	195.600

Fuente: Encuesta realizada por Directo Marketing (2015) a solicitud de Sunass. Elaboración propia 2017.

## 2. Características de la oferta

### 2.1 Actores de la distribución de agua por camiones cisterna

De acuerdo al gráfico 3 el medio de abastecimiento de agua más común es vía camiones cisterna (86,33%). Este medio de abastecimiento, en el lado formal, requiere la intervención de los siguientes principales actores:

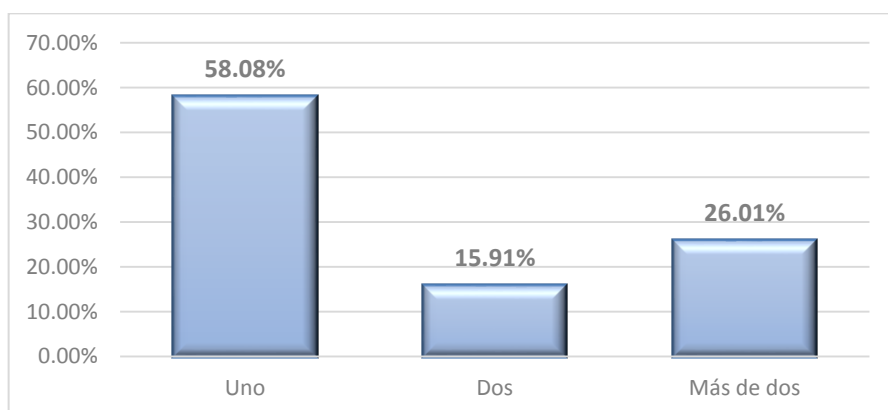
- Ministerio de Salud: Brindan las autorizaciones sanitarias a través de la Dirección de Salud (DISA) y dan opinión favorable, de ser el caso, mediante la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental (DESA).

- Municipalidades distritales: Regulan el funcionamiento, control y/o fiscalización del suministro de agua apta para el consumo humano desde surtidores, y su transporte a través de camiones cisterna.
- Sedapal: Provee el servicio de agua para consumo humano a los distribuidores, mediante surtidores.
- Distribuidores: Encargados de abastecer a la población que carece del servicio de agua potable, pueden ser personas naturales o jurídicas, normalmente representados a través de una asociación.

## 2.2 Competencia entre los abastecedores

En la mayoría de los casos no existe competencia entre los abastecedores debido a que el 58,08% (99.800) de los hogares son abastecidos de agua por un solo abastecedor, mientras tanto, el 15,94% (27.300) por dos abastecedores y el 26,01% (44.700) por más de dos abastecedores. A su vez, de los hogares que son abastecidos por más de un abastecedor, el 58,07% (41.800) consideran que si existe una competencia entre sus abastecedores.

**Gráfico 17. Número de abastecedores para un hogar (%)**



Fuente: Encuesta realizada por Directo Marketing (2015) a solicitud de Sunass. Elaboración propia 2017.

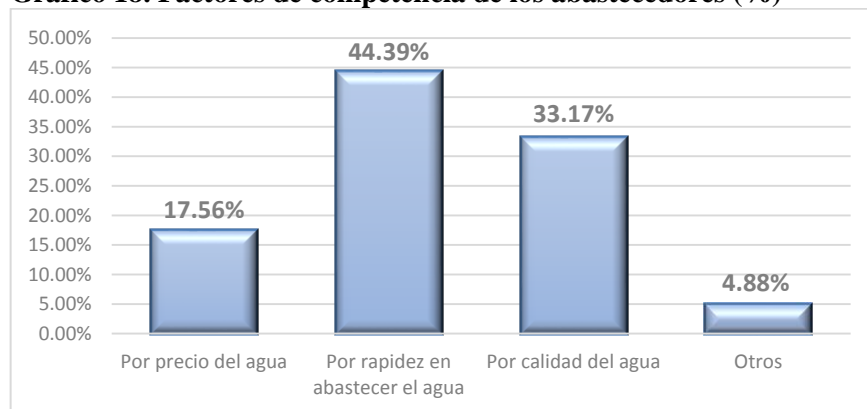
**Tabla 15. Número de abastecedores para un hogar (hogares)**

N° de abastecedores	N° Hogares
Uno	99,842
Dos	27,359
Más de dos	44,714
TOTAL	171,916

Fuente: Encuesta realizada por Directo Marketing (2015) a solicitud de Sunass. Elaboración propia 2017.

De otro lado, en los casos en donde sí existe competencia, el 44,39% (18.500) de los hogares que mencionaron la existencia de competencia entre sus abastecedores indicaron que la competencia es en la rapidez en abastecer el agua, el 33,17% (13.800) señalaron que la competencia es en la calidad del agua que ofrecen y el 17,56% (7.300), indicaron que es el precio de venta.

**Gráfico 18. Factores de competencia de los abastecedores (%)**



Fuente: Encuesta realizada por Directo Marketing (2015) a solicitud de Sunass. Elaboración propia 2017.

**Tabla 16. Factores de competencia de los abastecedores (hogares)**

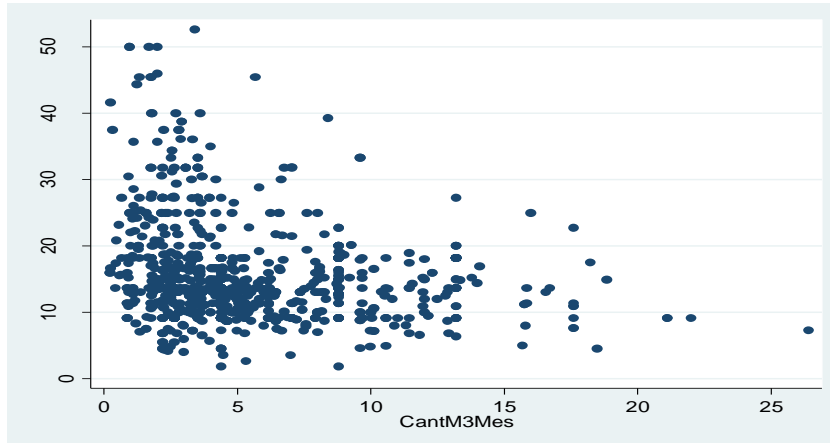
Factores de competencia	Hogares
Por precio del agua	7.350
Por rapidez en abastecer el agua	18.580
Por calidad del agua	13.884
Otros	2.042
<b>TOTAL</b>	<b>41.856</b>

Fuente: Encuesta realizada por Directo Marketing (2015) a solicitud de Sunass. Elaboración propia 2017.

### 3. Precio y cantidad

El siguiente gráfico muestra la relación negativa entre el precio y la cantidad que existe en el mercado de agua en sectores que no son abastecidos por Sedapal. Dicha relación es consistente con la teoría del consumidor, en donde a mayores precios, se tiene menores cantidades demandadas.

**Gráfico 19. Relación entre el precio y la cantidad**



Fuente: Elaboración propia 2017.

Asimismo, se ha estimado que los hogares que no cuentan con el servicio de agua prestado por Sedapal tienen que pagar, en promedio, un precio por cada metro cúbico de S/ 15,28 y consumen, en promedio, 5,44 metros cúbicos por mes.

**Tabla 17. Precio y cantidad promedio**

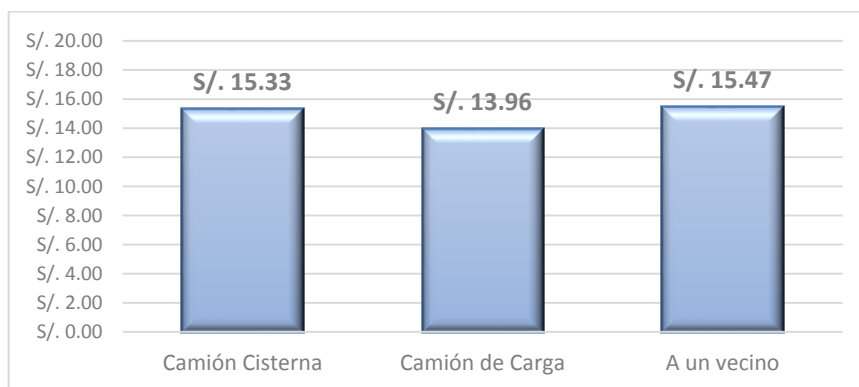
Precio y Cantidad	Hogares
Precio promedio (S/ /m <sup>3</sup> )	15,28
Cantidad promedio (m <sup>3</sup> al mes)	5,44

Fuente: Elaboración propia 2017.

Se observa que los hogares que no cuentan con el servicio de agua prestado por Sedapal pagan un precio inmensamente superior al precio que pagan los usuarios de Sedapal. Al respecto, según la estructura tarifaria aprobada mediante resolución de consejo directivo 022-2015-SUNAS-CD, un usuario de Sedapal que consume 5,44 metros cúbicos por mes pagaría un precio de S/ 1,12 por metro cúbico más un cargo fijo de S/ 4,89, lo que da como resultado un precio implícito de S/ 2, por lo que se observa que el precio que pagan los usuarios de Sedapal, con el mismo nivel de consumo, es aproximadamente la séptima parte del precio que pagan los no usuarios de Sedapal.

Adicionalmente, se observa que el precio que pagan los no usuarios de Sedapal puede diferenciarse según la forma de abastecimiento, la forma del almacenamiento del agua, la competencia y el nivel de ingreso de los hogares. En ese sentido, se evidencia que el precio promedio por metro cúbico es distinto según la comprar de agua haya sido efectuada a un camión cisterna (S/ 15,33), a un vecino (S/ 15,47) o a un camión de carga (S/ 13,96), tal como se observa en el siguiente gráfico:

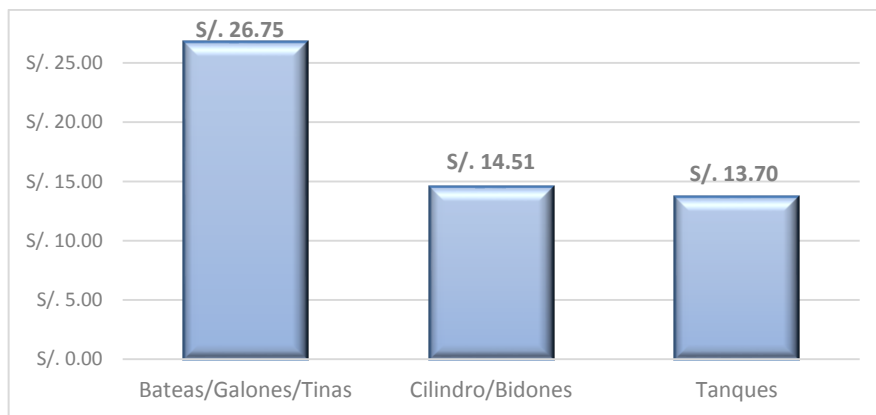
**Gráfico 20. Precio por m<sup>3</sup> según forma de abastecimiento (S/ /m<sup>3</sup>)**



Fuente: Elaboración propia 2017.

El precio promedio por metro cúbico se diferencia según el recipiente que se usa para comprar el agua. El precio promedio es S/ 26,75 si lo compras en bateas, galones o tinas, S/ 14,51 si lo compras en cilindro o bidones, y S/ 13,7 si lo compras en tanques. Por lo que se observa que existe un menor precio mientras compras en recipientes de mayor cantidad, es decir, podría existir un descuento indirecto por la compra en mayores cantidades.

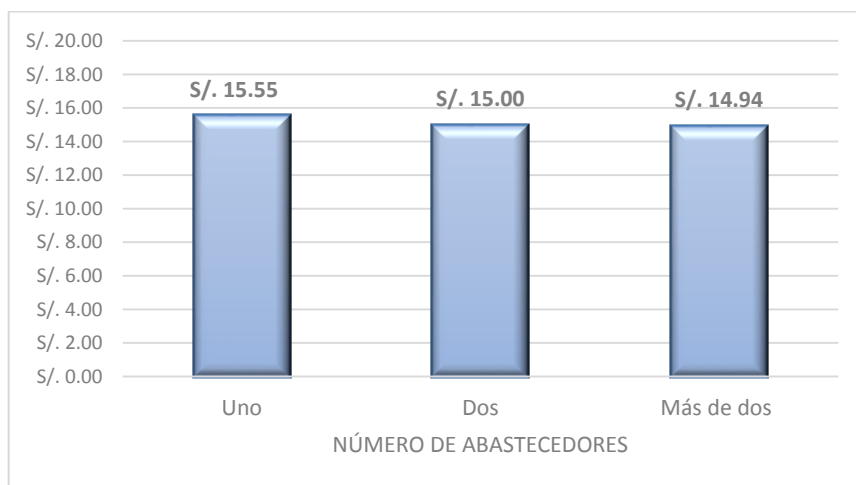
**Gráfico 21. Precio por m<sup>3</sup> según forma de almacenamiento (S/ /m<sup>3</sup>)**



Fuente: Elaboración propia 2017.

De otro lado, se observa que si existe un único abastecedor el precio promedio es S/ 15,55 por metro cúbico, si existe dos abastecedores, el precio promedio es S/ 15 por metro cúbico y si existe más de dos abastecedores, el precio promedio es S/ 14,94 por metro cúbico. Esta situación evidencia que si bien existe una relación negativa entre el precio y el número de abastecedores, dicha relación no se manifiesta de manera significativa.

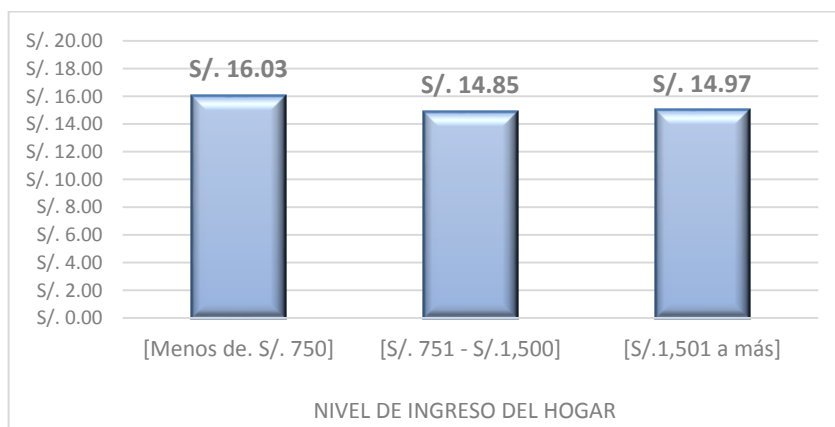
**Gráfico 22. Precio por m<sup>3</sup> según nivel de competencia (S/ /m<sup>3</sup>)**



Fuente: Elaboración propia 2017.

Finalmente, se observa que los hogares más pobres vienen pagado por el agua un precio promedio mayor. Al respecto, hogares con ingresos familiares menores a S/ 750 pagan por el agua un precio promedio de S/. 16,03 por metro cúbico, mientras que hogares con ingresos entre S/ 751 - S/ 1.500, pagan un precio promedio de S/. 14,85 por metro cúbico, y hogares que cuentan con un ingreso familiar mayor a S/. 1.501 pagan por el agua un precio promedio de S/. 14,97 por metro cúbico. Esta situación podría responder a que las familias más pobres tienen a comprar en recipientes más pequeños tales como bateas, galones, tinas, etc.

**Gráfico 23. Precio por m<sup>3</sup> según nivel de ingreso del hogar (S/ /m<sup>3</sup>)**

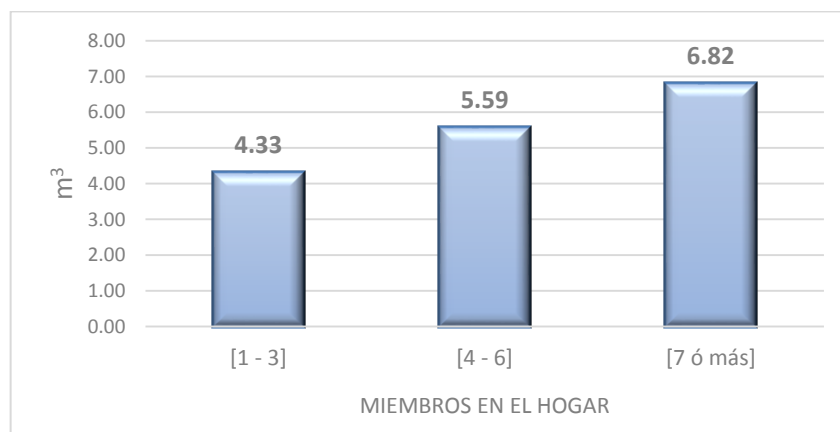


Fuente: Elaboración propia 2017.

En cuanto a la cantidad promedio de agua que consumen al mes los hogares que no cuentan con los servicios de agua por parte de Sedapal, esta se diferencia en función al número de miembros en el hogar, ingreso familiar, frecuencia de compra y a la distancia que incurren para trasladar el agua desde el punto de compra hasta la vivienda.

En primer lugar, se observa que la cantidad de agua promedio comprada al mes se incrementa mientras mayor sea el número de miembros que conforman el hogar. Al respecto, cuando el hogar cuenta con uno a tres personas, el consumo promedio es de 4,33 m<sup>3</sup>, si el hogar cuenta con cuatro a seis personas, el consumo promedio es 5,59 m<sup>3</sup>, y si el hogar cuenta con siete o más miembros, el consumo promedio es 6,82 m<sup>3</sup>.

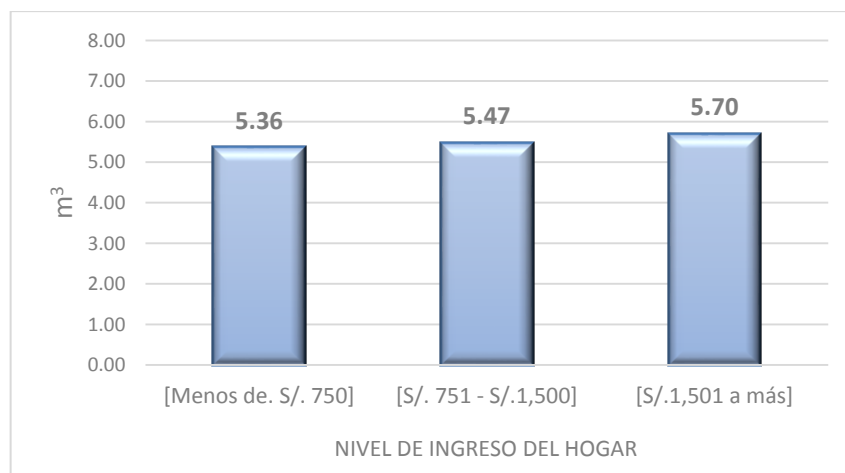
**Gráfico 24. Cantidad consumida según miembros en el hogar (m<sup>3</sup>)**



Fuente: Elaboración propia 2017.

De otro lado, también se observa que la cantidad de agua promedio comprada al mes se incrementa mientras mayor sea el ingreso del hogar. Al respecto, para hogares cuyo ingreso mensual es menor al S/ 750, el consumo promedio es 5,36 m<sup>3</sup>, para hogares cuyo ingreso mensual está en el rango de S/ 751 - S/ 1.500, el consumo promedio es 5,47 m<sup>3</sup>, y para hogares cuyo ingreso mensual es mayor a S/ 1.500, el consumo promedio es 5,70 m<sup>3</sup>.

**Gráfico 25. Cantidad consumida según nivel de ingreso del hogar (m<sup>3</sup>)**

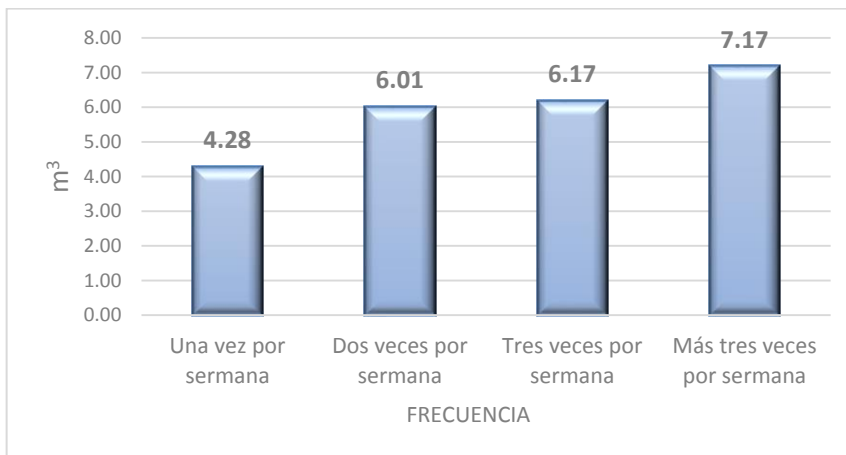


Fuente: Elaboración propia 2017.



Finalmente, la cantidad de agua promedio comprada al mes se incrementa mientras mayor sea la frecuencia de compra de agua por parte del hogar. Se observa que los hogares que compran agua más de tres veces por semana consumen en promedio 7,17 m<sup>3</sup>, mientras que hogares que solo compran agua una vez por semana consumen en promedio 4,28 m<sup>3</sup>.

**Gráfico 26. Cantidad consumida según frecuencia de compra (m<sup>3</sup>)**



Fuente: Elaboración propia 2017.

## Capítulo IV. Marco teórico

### 1. Bienestar desde el enfoque de la Teoría Microeconómica

De acuerdo al economista Joseph Stiglitz (2000) es un problema medir los beneficios que reporta los resultados de un proyecto. Asimismo, el enfoque de la teoría del consumidor (ver anexo 2) señala que el beneficio de un usuario puede ser representado como el incremento de su utilidad, sin embargo es difícil su medición.

Una posible medida del bienestar es la disposición a pagar, es decir, determinar cuánto estaría dispuesta a pagar una persona en una situación en comparación con otra. La diferencia entre lo que una persona está dispuesta a pagar y lo que tiene que pagar se denomina excedente del consumidor. En otras palabras, es la diferencia que los economistas clásicos denominaban el “valor de uso” y “valor de cambio”.

De otro lado, según Jorge Fernández Baca (2010) para evaluar el impacto de una determinada política del gobierno sobre el bienestar de los consumidores, existe dos métodos de valoración que se han popularizado entre los economistas: i) variación equivalente y ii) variación compensatoria.

En la teoría del consumidor, el bienestar de dicho consumidor viene dado por la función de utilidad ( $U(X)$ ) que depende de una canasta de consumo ( $X$ ) o la función de utilidad indirecta ( $V(P,I)$ ) que depende de precios ( $P$ ) e ingreso ( $I$ ). Teniendo en cuenta ello, para determinar, en términos teóricos, si el consumidor está peor o mejor ante cambios en el precio se debe observar la siguiente expresión:

$$V(P^1, I) - V(P^0, I)$$

Sin embargo, la función de utilidad indirecta no puede ser expresa en alguna unidad, por lo que no permite hacer comparaciones interpersonales y mucho menos agregar los cambios en el bienestar de dos o más personas, por lo tanto, se puede expresar los cambios en el bienestar en unidades monetarias, que se puede construir a partir de la función de gasto:

$$e(\bar{p}, V(p^1, I)) - e(\bar{p}, V(p^0, I))$$

Dado que la función de gasto es monótona (conserva el orden del cambio) en la función de utilidad indirecta, mantiene la lógica de medida del bienestar inicial por la función de utilidad indirecta, esto es el consumidor está peor ante cambios en el precio de un bien cuando.

$$e(\bar{p}, V(p^1, I)) - e(\bar{p}, V(p^0, I)) < 0$$

Se observa que el bienestar del consumidor puede variar cuando el precio de mercado de un bien de su cesta de consumo varía, en ese sentido, si un usuario de agua pasa de comprar el agua de un camión cisterna a Sedapal, entonces existirá una variación en su bienestar.

Ahora, si denotamos que:

$$V(p^1, I) = u^1$$

$$V(p^0, I) = u^0$$

Entonces, se definirá como variación equivalente (Ve) a la siguiente expresión:

$$Ve(p_1^0, p_1^1, I) = e(p_1^0, u^1) - e(p_1^0, u^0) = e(p_1^0, u^1) - I$$

La variación equivalente utiliza como base los precios iniciales y mide el mínimo monto en soles que el consumidor estaría dispuesto a aceptar en lugar del cambio en el precio, es decir, el cambio en su ingreso que sería equivalente al cambio en los precios, en términos de impacto en el bienestar.

De otro lado, la variación compensada (Vc) es un indicador del bienestar definido como:

$$Vc(p_1^0, p_1^1, I) = e(p_1^0, u^1) - e(p_1^0, u^0) = e(p_1^0, u^1) - I$$

La variación compensatoria utiliza como base los precios finales y mide el monto en soles con el que habría que compensar al consumidor, después del cambio en los precios, para que regrese a su nivel de utilidad inicial.

## 2. Impacto social de incremento de la cobertura

El trabajo realizado por Hutton, Haller y Bartran (2007) publicado en el *Journal of Water and Health*, tuvo como objetivo principal estimar los beneficios y costos económicos de mejorar el acceso al agua potable y alcantarillado en países en vía de desarrollo. Los autores señalan que el acceso al potable y alcantarillado generan efectos sobre la salud y otros distintos a la salud.

El impacto en la salud está asociado a evitar las diarreas infecciosas, por lo que se esperaría que se genere una reducción en las tasas de incidencia y el número de víctimas a consecuencia de dicha enfermedad. Dicho beneficio se estimó como el ahorro de evitar el tratamiento debido a menores casos de diarrea debido al acceso de agua potable y/o alcantarillado.

En los impactos distintos a la salud se mencionan el ahorro en tiempo que el usuario tiene por contar con el servicio del agua potable en su hogar. Dicho ahorro fue calculado asumiendo un ahorro de tiempo diario, apoyado en un *benchmarking*, por persona para el suministro de agua y alcantarillado por separado y multiplicando por el ingreso nacional bruto per cápita para dar el beneficio económico.

De otro lado, el costo de intervención viene dado por los costos incrementales de implementar proyectos para proveer el servicio de agua potable y alcantarillado. Dichos costos incrementales se dividen en dos grupos: i) costo de inversión y ii) costos corrientes.

Hutton, Haller y Bartran (2007) estimaron un ratio beneficio/costo de 8,83 al año por abastecer de agua potable (beneficio total de US\$ 15.330 millones y un costo total de US\$ 1.737 millones), y un ratio beneficio-costo de 11,7 al año por abastecer de agua potable y alcantarillado (beneficio total de US\$ 129.270 millones y un costo total de US\$ 11.044 millones).

Asimismo, la literatura sobre los efectos de la provisión de servicios de saneamiento en la salud es relativamente amplia. Entre los más citados se encuentra Jalan y Ravalion (2003) quienes señalan que el acceso a servicios a través de red pública de agua disminuye en 0,2% la incidencia de enfermedades diarreicas para el caso de la India. En la misma línea, Kumar y Vollmer (2011) para el caso de la India, Chase (2003) para el caso de Armenia, Pradhan y Rawlings (2002) para el caso de Nicaragua, y Esrey (1996) para un conjunto de 11 países en desarrollo, concluyen que la provisión de los servicios de saneamiento disminuye la incidencia de enfermedades de diarreas principalmente en los niños. De otro lado, Galdo y Briceño (2005) encuentran que la provisión de agua potable y saneamiento tiene un impacto de 7,2% en la incidencia de la mortalidad infantil en Quito-Ecuador.

En el caso peruano, uno de los documentos que describe de manera amplia los beneficios (costos) potenciales de la buena (mala) prestación de los servicios de saneamiento para el caso peruano es el desarrollado por Oblitas (2010) de la CEPAL, quien diferencia dichos beneficios (costos) desde tres perspectivas: i) la social, ii) la económica, y iii) la medioambiental. Para efectos de la presente investigación nos centraremos en la revisión de los beneficios que el autor identificó desde la perspectiva social.

Desde dicha perspectiva, Oblitas (2010) identifica incidencias sobre la salud pública, el bienestar social, y la inclusión y la paz social. Sobre la incidencia en la salud pública, señala que, en el Perú,

las enfermedades derivadas de la falta de acceso a los servicios de saneamiento y las deficiencias de higiene, provocan 6.600 muertes al año debido a patologías diarreicas. Dicha incidencia varía en función a la edad y al nivel de ingresos, por ello, el impacto en la salud es casi tres veces mayor en los grupos de bajos ingresos que en el resto de la población, siendo más agudo en los niños.

Oblitas (2010) señala que los impactos producidos por la mala prestación de los servicios de saneamiento se traducen en costos que debe asumir la sociedad. Dichos costos pueden ser estimados a partir de los siguientes aspectos: i) costos de morbilidad, que incluyen los de atención médica, medicinas y tiempo de la persona que tuvo que atender al enfermo y tiempo que el enfermo no puede trabajar; ii) costo de la mortalidad; y iii) costo de la prevención, que incluye los costos que incurren las personas que perciben un riesgo de enfermedad. Al respecto, Sánchez-Triana y Awe (2006) estimaron el costo anual asociado a condiciones inadecuadas del abastecimiento de agua potable, alcantarillado e higiene en el Perú, entre 514 y 782 millones de dólares.

En cuanto a la incidencia en el bienestar social, Oblitas (2010) identifica tres grandes áreas donde los servicios de saneamiento contribuyen a mejorar el bienestar de la sociedad, estas áreas son: i) disminución de los niveles de pobreza, ii) mejora de los niveles de asistencia y rendimiento escolar, y iii) una vida más saludable y digna.

Los beneficios de acceder a los servicios de saneamiento que ayuda a disminuir los niveles de pobreza y mejorar la calidad de vida son: i) la disminución de gastos de atención médica, medicinas y tiempo de cuidado de los enfermos, ii) la disminución de los índices de mortalidad, iii) los beneficios derivados del menor tiempo que se utiliza en el acarreo de agua desde los ríos, acequias, manantiales o piletas públicas, y iv) la disminución del costo por el agua debido a que dicho costo es bastante mayor cuando el abastecimiento del agua es mediante camiones cisternas.

Finalmente, respecto a la incidencia sobre la inclusión y la paz social, Oblitas (2010) señala que la situación de pobreza y olvido desencadena generalmente en situaciones de conflicto, los cuales, en varios casos, tienen su origen en la insatisfacción por la falta de los servicios o su mala prestación. Estos conflictos generan costos que afectan a la sociedad, tales como la afectación a la propiedad pública y privada o producen pérdidas de vida.

Bonifaz y Aragón (2008) son primeros autores que cuantifican los beneficios del acceso del agua potable para el caso de Lima Metropolitana. Los autores estimaron, para el año 2007, en

US\$ 160,23 millones el valor de los sobrecostos por la falta de infraestructura en agua potable basados en una interpretación de la teoría de los costos de transacción desarrollada principalmente por el economista Ronald Coase (1937). Los autores diferenciaron el valor de los sobrecostos según la condición del usuario: i) no conectado y ii) conectado.

Respecto a los usuarios no conectados a la red pública de agua potable, identificaron que éstos se enfrentan a dos sobrecostos: i) la falta de cobertura de agua y ii) la mala calidad del agua. El sobrecosto asociado a la falta de cobertura de agua responde a la utilización de sustitutos de mayor precio. En caso que el abastecimiento sea mediante camiones cisterna, las familias no conectadas a red pública incurren en un costo adicional de S/ 52,7 millones y S/ 45,6 millones, en Lima y provincias, respectivamente.

Si el abastecimiento es proveniente de ríos, acequias, manantiales o caños público, el sobre costo adicional viene dado por el costo de oportunidad del tiempo que las familias incurren para trasladar el agua, que se estima en S/ 24,7 millones en Lima y S/ 167,7 millones en provincias. Asimismo, debido a que la fuente de abastecimiento alternativa es restringida, los no conectados consumen menos que lo que podrían consumir. Es decir, existe un consumo potencial que está siendo perdido por la sociedad a lo que se denomina pérdida de eficiencia social (PES), que se estimó en S/ 105,5 millones en Lima y S/ 32 millones en provincias.

Por último, el sobrecosto de la mala calidad del agua está asociado a la afectación a los niños menores de 3 años con enfermedades diarreicas agudas, lo cual es estimado como el costo que incurren las familias y el Estado para tratar dichas enfermedades. Dicho costo fue estimado en S/ 41,7 millones y S/ 93,8 millones en Lima y provincias, respectivamente.

Finalmente, Carbajal (2014) cuantifica el beneficio en la salud del acceso a los servicios de saneamiento. Sobre el particular, el autor estimó, sobre la base de una técnica econométrica de evaluación de impacto conocida como *Propensity Score Matching* (PSM), que la provisión de agua potable por medio de redes reduce la incidencia de diarrea de los niños menores a 5 años de edad en 3,6% en promedio, mientras que la provisión conjunta del agua potable y alcantarillado, el efecto en la incidencia asciende a 4,5%.

## Capítulo V. Planteamiento de hipótesis

En base al marco teórico, se plantea la siguiente hipótesis a ser probada en la investigación:

“Si el Estado ejecuta proyecto de ampliación de redes para incrementar el acceso al agua potable por parte de los hogares que actualmente no cuentan con el servicio de Sedapal en Lima Metropolitana, se generarán los siguientes beneficios y costos sociales:

**Tabla 18. Beneficios y costos sociales identificados**

Beneficio cuantificables	Costo cuantificables
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Beneficio por el incremento del consumo y la reducción del precio debido a la sustitución del abastecedor de agua. Se espera que el mayor consumo de agua del hogar, cuando la persona se convierta usuario de Sedapal, elimine la pérdida de eficiencia social (PES).</li><li>2. Beneficio por el ahorro en tiempo que el usuario invierte por trasladar el agua que compra, debido a que no cuenta con el servicio del agua potable en su hogar.</li><li>3. Beneficio por el ahorro por evitar el tratamiento médico, debido a la reducción de los casos de diarrea debido al acceso de agua potable.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Costos de inversión.</li><li>2. Costos de operación y mantenimiento.</li></ol>

Fuente: Elaboración propia 2017.

Además se esperarí que los beneficios superen a los costos, es decir que el ratio beneficio/costo debería ser mayor a uno, por lo que se concluiría que brindar el acceso al agua potable a los hogares que no cuentan con el servicio de Sedapal en Lima Metropolitana es **rentable** en términos sociales”.

## Capítulo VI. Metodología

La metodología empleada es una aproximación de la metodología utilizada por Hutton, Haller y Bartran (2007)<sup>1</sup> para estimar los beneficios y costos económicos de mejorar el acceso al agua potable y alcantarillado en países en vía de desarrollo. En general, la metodología consiste en un análisis costo-beneficio a nivel social, que busca cuantificar el impacto en el bienestar de una intervención, para tal fin, se compara el valor de todos los beneficios cuantificables asociados a una política específica (o intervención) con los costos de implementación de dicha política.

Según Stiglitz (2000), existen dos diferencias fundamentales entre el análisis de los costos y los beneficios privados y el de los costos y los beneficios sociales. En primer lugar, mientras que las únicas consecuencias de un proyecto que importa a una empresa privada son las asociadas a su rentabilidad, al Estado le interesan las consecuencias asociadas al bienestar social. En segundo lugar, mientras que la empresa utiliza los precios de mercado para calcular sus ingresos y costos, el Estado podría no utilizar dichos precios debido a que no existen precios mercados de algunos beneficios sociales como el tiempo.

El análisis costo-beneficio ayuda a decidir si una intervención debe ejecutarse o no. Al respecto, los economistas se fijan en el valor del cociente entre los beneficios y los costos. El criterio para realizar la intervención cuyos beneficios, B, son superiores a los costos, C, pueden expresarse de la siguiente forma:

$$\text{Realiza un proyecto si } B/C > 1$$

En el supuesto de que el Estado deba elegir entre varias intervenciones, entonces debe elegir aquella intervención cuyos beneficios netos sean máximos, no aquella cuyo cociente entre los beneficios y los costos sea más alto.

Para el caso de la presente investigación, en los siguientes capítulos se detalla el tipo de intervención o política social a desarrollarse, los beneficios esperados y los costos de implementación de dicha intervención.

### 1. Intervención

La intervención supuesta vendría dada por políticas de ampliación de redes de agua potable para

---

<sup>1</sup> Guy Hutton, Laurence Haller and Jamie Bartran (2007). "Global cost – benefit analysis supply and sanitation interventions". Journal of Water and Health.



la ciudad de Lima Metropolitana que permitan incrementar la cobertura y/o acceso al servicio de agua potable brindado por Sedapal, con un promedio de 20 horas de continuidad. Para ello, se requiere proyectos de inversión que contemplen, entre otras cosas, la elaboración de estudios de factibilidad, elaboración de expedientes técnicos, construcción de pozo y reservorios, instalación de redes primarias y secundarias de agua, conexiones domiciliarias, instalación de micromedidores, suministros eléctricos, etc.

## **2. Beneficios esperados**

En función al marco teórico y la hipótesis planteada, se propone estimar el incremento en el beneficio social (BS) de abastecer de agua potable a los hogares que no cuentan con dicho servicio en Lima Metropolitana como la suma del: i) beneficio por el incremento del consumo y la reducción del precio debido a la sustitución del abastecedor de agua, es decir, por pasar a ser usuario de Sedapal (beneficio por mayor consumo de agua), ii) beneficio por el ahorro en el tiempo de traslado del agua desde el lugar de compra hasta la vivienda (beneficio por ahorro en tiempo) y iii) beneficio por el ahorro en el gasto del tratamiento por evitar enfermedades diarreicas (beneficio por ahorro en tratamiento). Lo mencionado se reduce en la siguiente fórmula:

$$BS = \text{Beneficio por mayor consumo de agua} + \text{Beneficio por ahorro en tiempo} + \text{Beneficio por ahorro en tratamiento... (1)}$$

En primer lugar, el mayor consumo de agua, luego de la sustitución del abastecedor de agua, se explica debido al menor precio del agua que cobra Sedapal y la mayor frecuencia (disponibilidad) del servicio que ofrece este a diferencia del servicio que ofrecen los camiones cisternas.

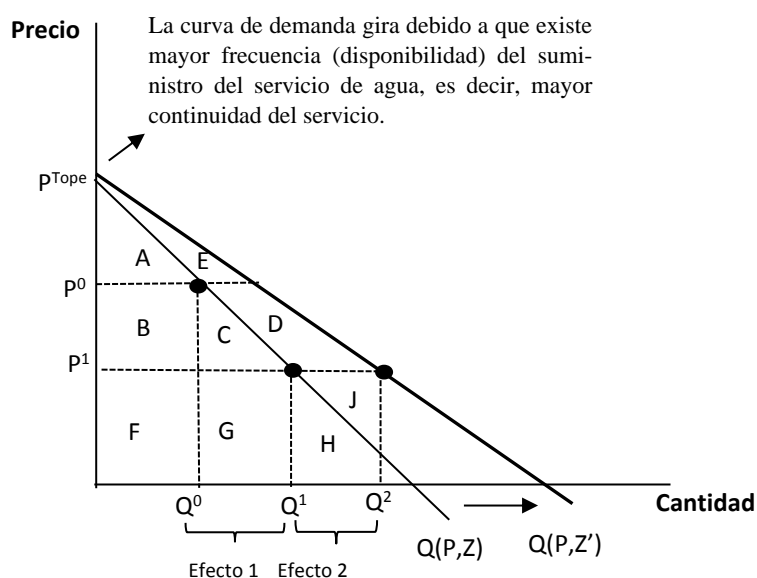
El consumo del agua, a un menor precio y con mayor disponibilidad del servicio, genera un incremento en el excedente del hogar (excedente del consumidor) que hoy no cuentan con el servicio de Sedapal, parte del nuevo excedente es solo bienestar que se traslada de los propietarios de los camiones cisternas a los hogares, y la otra parte constituye efectivamente un mayor incremento en el bienestar social. Asimismo, la incorporación a la cartera de usuarios de Sedapal de los hogares en análisis generará mayores ingresos a la empresa que, descontando los costos de brindar el servicio y parte del beneficio que hoy corresponde a los propietarios de los camiones cisternas, constituyen incrementos en el bienestar social.

El gráfico 27 muestra el incremento en el bienestar social por el mayor consumo de agua a partir de la situación inicial del hogar, que cuenta con un excedente del consumidor equivalente al área A. Una vez que el hogar pasa a ser usuario de Sedapal se generan dos efectos en el consumo, uno vía

precios (efecto 1) y otro vía mayor disponibilidad del servicio (efecto 2), que generan un incremento en el excedente del consumidor equivalente a las áreas B, C, D y E, sin embargo, el área B solo representa un traslado de excedente del propietario de los camiones cisternas hacia el hogar, por lo que, el aporte al bienestar social por parte del consumidor es la suma de las áreas C, D y E.

Asimismo, el ingreso incremental de Sedapal viene dado por la suma de las áreas F, G, H y J, sin embargo, el área F es solo un traslado de recursos del propietario de los camiones cisternas hacia Sedapal, por lo que, el aporte al bienestar social por parte de Sedapal es la suma de las áreas G, H y J menos el costo de brindar el servicio.

**Gráfico 27. Beneficio por mayor consumo y menor precio del servicio de agua**



Fuente: Elaboración propia 2017.

Para estimar el valor de las áreas que representa un mayor bienestar social se emplea una función de demanda de los hogares que hoy no cuentan con el servicio de Sedapal. La función de demanda viene dada por  $Q(P, Z)$ , en donde el precio del servicio ( $P$ ) y variables ( $Z$ ) tales como la cantidad de personas, capacidad de almacenamiento, entre otras, explican las variaciones de la cantidad consumida ( $Q$ ). Sobre la base de lo estudiado en el capítulo III, la función de demanda se podría representar de la siguiente forma:

$$\ln Q_i = \beta_0 + \beta_1 \ln P_i + \beta_2 \text{Frecuencia} + \beta_3 \text{NumPersonas} + \beta_4 \text{CapAlmacenamiento} + \varepsilon \dots (2)$$

Donde:

LnQ: Es el logaritmo de la cantidad consumida en metros cúbicos al mes por parte del hogar “i”.

LnP: Es el logaritmo del precio (S//m<sup>3</sup>) que asume el hogar “i”.

Frecuencia: Es el número de veces que el camión cisterna pasa por el hogar “i” (Disponibilidad del servicio).

NumPersonas: Es el número de personas que conforman el hogar “i”.

CapAlmacenamiento: Es la capacidad de almacenamiento que cuenta el hogar “i”.

De otro lado, la función Q (P, Z') representa la función de demanda bajo las condiciones del servicio de Sedapal, es decir aquella situación en donde la disponibilidad de agua es siempre y la capacidad de almacenamiento irrelevante. En ese sentido, dado el gráfico anterior, el aporte al bienestar social tanto del hogar o usuario y de Sedapal viene dado por las siguientes expresiones:

Usuario:

$$C + D + E = \int_{p^1}^{P^{T\text{ope}}} Q(P, Z') dp - \int_{p^0}^{P^{T\text{ope}}} Q(P, Z) dp - (p^0 - p^1)Q^0 \dots(3)$$

Empresa (Sedapal):

$$G + H + J - \text{Costo} = p^1(Q^2 - Q^0) - \text{Costo} \dots(4)$$

Donde:

P<sup>ope</sup>: Es el precio en donde la cantidad de agua consumida por parte del usuario es cero.

P<sup>1</sup>: Es el precio que pagarían los hogares al ser usuarios de Sedapal (S//m<sup>3</sup>).

P<sup>0</sup>: Es el precio que actualmente pagan los hogares por el agua (S//m<sup>3</sup>).

Q<sup>0</sup>: Es la cantidad de agua que actualmente consumen los hogares (m<sup>3</sup>).

Q<sup>2</sup>: Es la cantidad de agua que consumirían los hogares al ser usuarios de Sedapal (m<sup>3</sup>).

Finalmente, el beneficio por mayor consumo de agua viene dado por<sup>2</sup>:

$$\text{Beneficio por mayor consumo de agua} = C + D + E + G + H + J \dots(5)$$

En segundo lugar, en cuanto a la estimación del beneficio por el ahorro al mes que tendrían los hogares por no incurrir en costos de traslado del agua desde el lugar de compra hasta la vivienda (beneficio por ahorro en tiempo), esta se tendría que dividir en dos: i) la estimación del ahorro

---

<sup>2</sup> Por ahora no se considerará en la fórmula los costos de brindar el servicio debido a que estos serán incluidos en el ratio beneficio/costo estimado en los siguientes capítulos.

para el hogar cuando uno de sus miembros es quién traslada el agua, en este caso es importante definir un valor del tiempo, y ii) la estimación del ahorro para un hogar emplea mangueras. Lo mencionado se reduce en la siguiente fórmula:

$$\text{Beneficio por ahorro en tiempo} = VST * TTA_i + VM * D_j \dots(6)$$

Donde:

i: Hogar en donde un miembro (padre, madre o hijo) es el encargado de trasladar el agua.

j: Hogar que traslada el agua a través de mangueras.

VST: Valor social del tiempo (S//minutos).

TTA<sub>i</sub>: Tiempo que incurre al mes el hogar “i” para trasladar el agua desde el punto de compra hasta su vivienda (minutos).

VM: Valor de la manguera que se emplea para el traslado del agua desde el punto de compra hasta la vivienda (S//metros).

D<sub>i</sub>: Distancia desde el punto de compra hasta la vivienda del hogar “j” (metros).

En tercer lugar, el acceso de agua potable genera el beneficio por ahorro en el gasto de tratamiento de enfermedades diarreicas agudas (beneficio por gasto en tratamiento). En detalle se evita el costo para los hogares por cada episodio de EDA y costo para el Estado de tratar la EDA. En ese sentido, se estima el beneficio por el ahorro en el gasto del tratamiento mediante la siguiente fórmula.

$$\text{Beneficio por gasto en tratamiento} = (CHD + CED) * NEH * N \dots(7)$$

Donde:

CHD: Costo para los hogares por cada episodio de EDA (S/)

CED: Costo para el Estado de tratar la EDA (S/).

NEH: Número de episodios por hogar

N: Número de hogares sin el servicio de Sedapal.

### **3. Costos de la implementación de la intervención**

Se consideran los costos incrementales de implementar políticas de ampliación de redes de agua potable que permitan incrementar la cobertura del servicio. Dichos costos incrementales se dividen en dos grupos: i) costo de inversión y ii) costos de operación y mantenimiento.

Los costos de inversión son determinados en base a la información registrada en programa de inversiones del Estudio Tarifario de Sedapal para el quinquenio 2015-2020, en donde se encuentran todos los proyectos viables de ampliación y mejoramiento de los sistemas de agua potable y alcantarillados para distintas zonas de Lima Metropolitana que no cuentan con el servicio, y que deberá ser ejecutados por Sedapal en los próximos años.

Los componentes de dichos costos vienen dados principalmente por la elaboración de estudios de preinversión y los expedientes técnicos, construcción y equipamiento de pozos y reservorios, instalación de redes primarias y secundarias, conexiones domiciliarias, instalación de micromedidores, contratación del supervisor de obras, suministros eléctricos, instalación de líneas de alcantarillados, obras preliminares, gastos administrativos, etc.

Para la estimación del costo de inversión, en primer lugar, se estimará el costo unitario de inversión (CUI) que representa la inversión requerida para atender a un hogar (una conexión), para ello se empleará la siguiente fórmula:

$$CUI = \frac{\sum_{j=1}^n Inversión_j}{\sum_{j=1}^n ConexNueva_j} \dots (8)$$

Seguidamente, se multiplica el CUI por el número de hogares sin el servicio de Sedapal (N) para obtener el costo total de inversión (CI) de implementar la intervención.

$$CI = CUI * N \dots(9)$$

Finalmente, para estimar el costo de operación y mantenimiento, se estimará un costo promedio basado en la información registrada en programa de inversiones del Estudio Tarifario de Sedapal.

## Capítulo VII. Resultados

### 1. Beneficio social

La estimación del incremento del beneficio social (BS) de abastecer de agua potable a los hogares que no cuentan con dicho servicio en Lima Metropolitana se va a realizar sobre la base de la fórmula (1) que se muestra en el apartado anterior. Para efectos prácticos se estimarán por separado el beneficio por mayor consumo de agua potable tanto para el usuario y Sedapal (beneficio por mayor consumo de agua), el beneficio por el ahorro en el tiempo de traslado del agua desde el lugar de compra hasta la vivienda (beneficio por ahorro en tiempo) y el beneficio por el ahorro en el gasto del tratamiento por evitar enfermedades diarreicas (beneficio por ahorro en tratamiento).

#### 1.1 Estimación del beneficio por mayor consumo de agua

Para calcular el beneficio por mayor consumo de agua se estima la fórmula (2) mediante el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), y se obtienen los siguientes resultados:

**Tabla 19. Estimación de la función de demanda**

Source	SS	df	MS			
Model	187.00206	4	46.7505149	Number of obs =	835	
Residual	180.780838	830	.217808238	F( 4, 830) =	214.64	
Total	367.782897	834	.440986687	Prob > F =	0.0000	
				R-squared =	0.5085	
				Adj R-squared =	0.5061	
				Root MSE =	.4667	

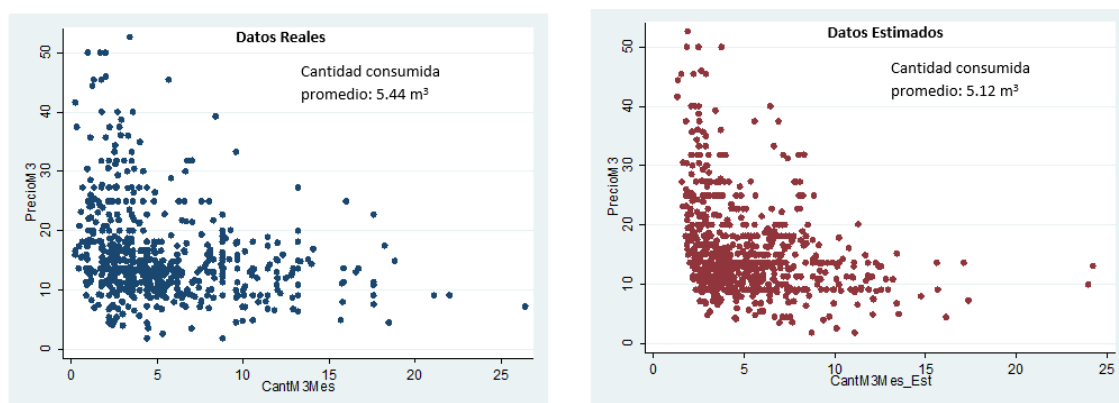
  

LnCantM3Mes	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
LnPrecioM3	-.2220658	.0404951	-5.48	0.000	-.3015506	-.142581
Frecuencia	.2416415	.0115067	21.00	0.000	.2190559	.2642271
Cantpersonas	.0291652	.0090136	3.24	0.001	.0114731	.0468573
CapAlmacenamiento	.0009922	.0000414	23.97	0.000	.000911	.0010735
_cons	.8491602	.1279949	6.63	0.000	.5979284	1.100392

Fuente: Elaboración propia 2017.

Tal como lo señala la teoría económica, la demanda de agua depende negativamente del precio, además se confirma al agua como un bien de primera necesidad por tener una demanda inelástica (elasticidad precio demanda es igual a -0,22). Asimismo, la demanda depende positivamente de la frecuencia del recorrido del camión cisterna cerca de los hogares (disponibilidad del servicio), de la cantidad de personas en el hogar, y la capacidad de almacenamiento de agua que poseen los hogares. Es importante señalar que el modelo cuenta con significancia individual y conjunta a un nivel de confianza del 95%, además se realizó algunas pruebas para verificar la validez de la estimación que se muestran en el anexo 4. A continuación, se muestra un comparativo de los datos reales y estimados de las cantidades de agua consumida por los hogares, observándose un buen ajuste de la estimación:

**Gráfico 28. Comparación entre las cantidades reales y estimadas del consumo de agua (m<sup>3</sup>)**



Fuente: Elaboración propia 2017.

Considerando la función de demanda estimada y el precio promedio de agua que Sedapal viene cobrando a los hogares, considerados pobres por el Sistema de Focalización de Hogares (SISFOH), ubicados en los mismos distritos en donde se desarrolló la encuesta, se estima que los hogares que hoy no cuentan con el servicio de Sedapal incrementarían su consumo mensual a 12,8 m<sup>3</sup> en promedio. Dicha cantidad de agua consumida se aproxima al promedio de consumo mensual de hogares (14,25 m<sup>3</sup>) pobres según SISFOH que son abastecidos por Sedapal en los distritos donde se realizó la encuesta.

Asimismo, se ha estimado que el excedente del consumidor que los hogares tienen por no ser usuarios de Sedapal es no significativo, en promedio S/ 1,83, por lo cual se infiere que el precio que cobran por el agua los camiones cisterna sería el de un monopolio sin regular.

Por otro lado, una vez estimada la fórmula (2), también se estiman los componentes de las fórmulas (3) y (4) para cada hogar. En la tabla siguiente se encuentran las estimaciones promedios por hogar, lo cual revela que el aporte promedio al beneficio social por parte de un hogar, una vez que accede al servicio de Sedapal, es de S/ 62,19 al mes y el aporte promedio al beneficio social por parte de Sedapal, sin restar aún los costos de brindar el servicio, es de S/ 13,70 al mes; lo que genera un incremento al beneficio social (beneficio por mayor consumo) de S/ 75,89 al mes por cada hogar, tal como se observa en la siguiente tabla.

**Tabla 20. Estimación de los componentes de las fórmulas (3) y (4)**

Componentes estimados de las fórmulas (3) y (4)	Valor estimado por hogar en promedio (S/)
<b>Usuario</b>	
$P^{Tope}$	15,69
$P^0$ (Precio Cisternas)	15,28
$P^1$ (Precio Sedapal)	1,78
$\int_{p^1}^{p^{Tope}} Q(P, Z') dp = e^{(\beta_0 + \beta_1 Z')} \frac{(P^{Tope(1+\beta_1)} - (P^1(1+\beta_1)))}{1 + \beta_1}$	127,22
$\int_{p^0}^{p^{Tope}} Q(P, Z) dp = e^{(\beta_0 + \beta_1 Z)} \frac{(P^{Tope(1+\beta_1)} - (P^0(1+\beta_1)))}{1 + \beta_1}$	1,83
$(p^0 - p^1)Q^0$	63,20
<b>C + D + E (gráfico 27)</b>	<b>62,19</b>
<b>Empresa</b>	
$p^1(Q^2 - Q^0)$	13,70
<b>Total (Usuario + Empresa)</b>	
<b>Beneficio por mayor consumo de agua.</b>	<b>75,89</b>

Fuente: Elaboración propia 2017.

Considerando el total de hogares que no cuentan con el servicio de agua potable, el beneficio total y anual por el mayor consumo de agua de los hogares asciende a S/ 178.128.889 al 2015, tal como se observa en la siguiente tabla.

**Tabla 21. Estimación del beneficio total por mayor consumo de agua**

Concepto	Monto (S/)
Beneficio por mayor consumo de agua mensual por hogar.	75.89
Beneficio por mayor consumo de agua anual por hogar	910,68
Beneficio total y anual por mayor consumo de agua anual	178.128.889

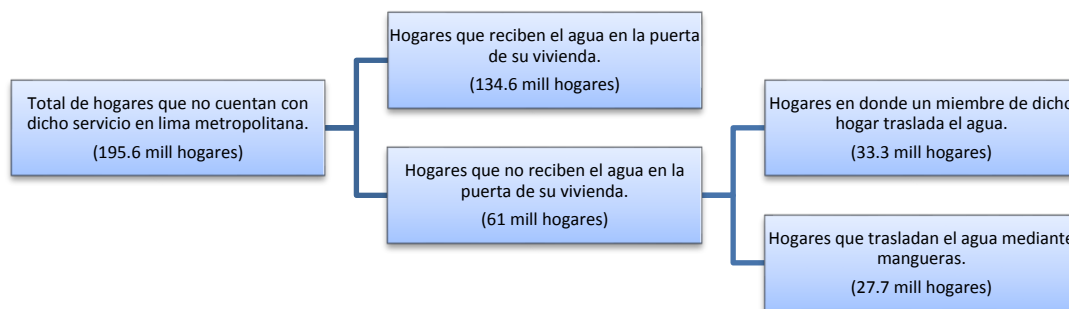
Fuente: Elaboración propia 2017.

### 1.2 Estimación del beneficio por el ahorro en tiempo

Para la estimación del beneficio por el ahorro al mes que tendrían los hogares por no incurrir en costos de traslado del agua desde el lugar de compra hasta la vivienda (beneficio: ahorro en tiempo), se tiene que considerar la información señalada en el siguiente gráfico:



### Gráfico 29. Identificación de hogares que trasladan el agua



Fuente: Elaboración propia 2017.

Para la estimación del ahorro para el hogar cuando uno de sus miembros es quien traslada el agua, se consideró el valor social del tiempo definido por el SNIP para la evaluación social de proyectos en los que se considere como beneficio de proyecto ahorros de tiempo de usuarios. Dichos parámetros son los siguientes:

**Tabla 22. Valor social del tiempo**

Parámetro	S/ / hora	S/ / minuto
Valor social del tiempo para los usuarios adultos	2,04	0,0341
Valor social del tiempo para los usuarios menores	1,02	0,0170

Nota: Se tomó el valor considerado para usuarios que no laboran y pertenecen al ámbito urbano.  
Fuente: Anexo SNIP 10 – Parámetros de evaluación.

Considerando el parámetro de la tabla anterior y el tiempo que incurren en trasladar el agua se estima el ahorro en tiempo cuando un miembro del hogar traslada el agua. El resultado se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 23. Estimación del ahorro en tiempo si un miembro del hogar traslada el agua**

Concepto	Monto (S/)
Ahorro mensual promedio de un hogar	12
Ahorro anual promedio de un hogar	139
Ahorro total mensual	385.950
Ahorro total anual (2015)	4.631.400

Fuente: Elaboración propia 2017.

De otro lado, para estimar el ahorro en tiempo para un hogar que emplea mangueras, se consideran los siguientes parámetros:

**Tabla 24. Valor unitario de mangueras**

Parámetro	Monto (S/)
Valor de la manguera por 100 metros	119.90
Costo de vida de la manguera	1 año
Valor anual de la manguera por 100 metros	119.90

Nota: Se tomó el costo promedio de una manguera de 5/8 de pulgadas.

Fuente: SODIMAC.

Considerando el parámetro del cuadro anterior y la distancia desde el punto de compra hasta la vivienda se estima el ahorro en tiempo cuando el hogar traslada el agua mediante el uso de mangueras. El resultado se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 25. Estimación del ahorro en tiempo cuando el hogar traslada el agua mediante mangueras**

Concepto	Monto (S/)
Ahorro anual promedio de un hogar	213
Ahorro total anual (2015)	5.924.308

Fuente: Elaboración propia 2017.

Finalmente, considerando la fórmula (6), el ahorro total anual en tiempo asciende a S/ 10.555.708 que considera la suma del ahorro en tiempo cuando un miembro del hogar traslada el agua, que asciende a S/ 4.631.400, y del ahorro en tiempo cuando el hogar traslada el agua mediante mangueras, que asciende a S/ 5.924.308, tal como se observa en la siguiente tabla:

**Tabla 26. Estimación del beneficio por ahorro en tiempo**

Concepto	Monto (S/)
Ahorro anual en tiempo cuando un miembro del hogar traslada el agua.	4.631.400
Ahorro anual en tiempo cuando el hogar traslada el agua mediante mangueras.	5.924.308
Beneficio total por gasto al año (2015)	10.555.708

Fuente: Elaboración propia 2017.

### 1.3 Estimación del beneficio por ahorro en tratamiento

Para la estimación del beneficio por ahorro en tratamiento se ha considerado los costos, actualizados al 2015, para los hogares por cada episodio de enfermedades diarreicas agudas (EDA) y el costo para el Estado de tratar dicha enfermedad estimado por Carla Knize y Paloma Linares (2004) en su trabajo titulado “Comparación de los costos sociales de las enfermedades diarreicas agudas y los costos de provisión de servicio de agua y desagüe”. Considerando el número de hogares que no cuentan con el servicio de agua potable en Lima Metropolitana y la fórmula (7), se obtiene lo siguiente:

**Tabla 27. Estimación del beneficio por ahorro en tratamiento**

Concepto	Monto (S/)
Costo por hogar por episodio EDA	32,2
Costo para el Estado por episodio EDA	72,5
Número de episodios por hogar	4
Número de hogares	195.600
Beneficio total por ahorro en tratamiento (2015)	81.935.411

Fuente: Elaboración propia 2017.

#### 1.4 Estimación del bienestar social

El bienestar social al año de abastecer de agua potable a los hogares que no cuentan con dicho servicio en Lima Metropolitana asciende a S/ 270.620.008, como consecuencia de sumar el beneficio por el ahorro que tendrían los hogares en el gasto por la compra del agua a Sedapal que asciende a S/ 178.128.889, el beneficio por el ahorro en el tiempo de traslado del agua desde el lugar de compra hasta la vivienda que asciende a S/ 10.555.708 y el beneficio por el ahorro en el gasto por evitar enfermedades diarreicas agudas asciende a S/ 81.935.411.

**Tabla 28. Estimación del beneficio social**

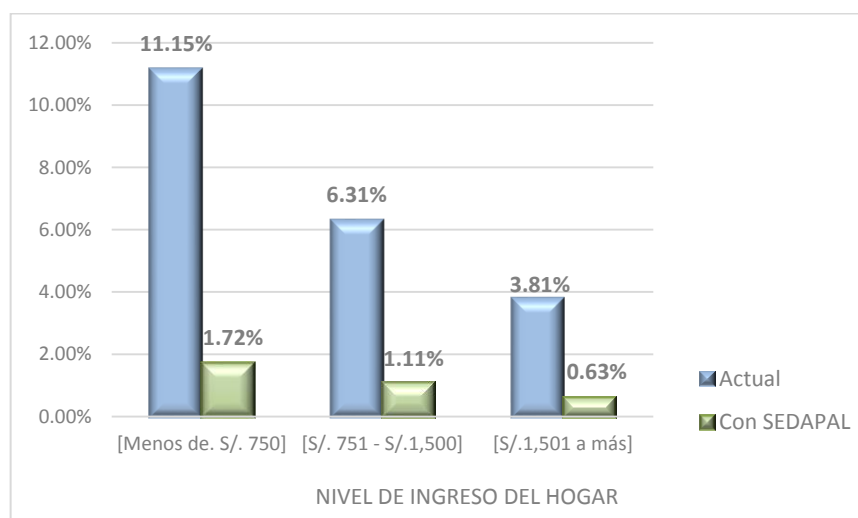
Concepto	Monto (S/)
Beneficio total por gasto anual	178.128.889
Beneficio total por ahorro en tiempo anual	10.555.708
Beneficio total por ahorra en tratamiento	81.935.411
Beneficio social incremental anual (2015)	270.620.008

Fuente: Elaboración propia 2017.

#### 1.5 Impactos en el acceso al servicio

Para efectos de determinar el impacto en el acceso del servicio, se tomará en cuenta lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud que señala que el gasto por los servicios de agua potable y alcantarillado no deberían superar el 5% de los ingresos del hogar, asumiendo así que estos servicios no afectan a la capacidad de las personas para adquirir otros productos y servicios esenciales, incluidos alimentos, vivienda, servicios de salud y educación. Al respecto, se observa que los hogares que cuentan con ingresos menores a S/ 1.500 al mes gastan en agua un porcentaje por encima al 5% de sus ingresos, por lo que tendrían problemas de acceso, sin embargo, si dichos hogares forman parte de los usuarios de Sedapal gastarían en agua un porcentaje por debajo al 5% de sus ingresos, tal como se observa en el siguiente gráfico.

**Gráfico 30. Acceso según nivel de ingreso del hogar**



Fuente: Elaboración propia 2017.

## 2. Costo social de implementación

### 2.1 Estimación del costo de inversión

Tal como se mencionó en la metodología, los costos de inversión son determinados en base a la información registrada en el programa de inversiones del Estudio Tarifario de Sedapal para el quinquenio 2015-2020, que se muestra en el anexo 5. Sin embargo, como los montos de inversión de cada proyecto están valorizados con precios de distintos tiempos, se ha procedido a homogenizarla a diciembre del 2015 mediante la variación del Índice de Precio al por Mayor (IPM). Teniendo en cuenta la fórmula (8) y (9), se tiene los siguientes resultados:

**Tabla 29. Estimación del costo de inversión**

Concepto	Monto (S/)
Sumatoria de la inversiones (precio diciembre 2015)	1.132.766.667
Sumatoria de las conexiones nuevas	94.953
Costo unitario de inversión (CUI)	11.929
N° de hogares sin el servicio de Sedapal (NHSS)	195.600
Costo de inversión	2.333.461.398

Fuente: Elaboración propia 2017.

### 2.2 Estimación del costo de operación y mantenimiento

Para estimar el costo anual de operación y mantenimiento (O&M), se consideró el costo promedio en base a la información registrada en el programa de inversiones del Estudio Tarifario de Sedapal que se muestra en el anexo 5. Al respecto, se tuvo los siguientes resultados.

**Tabla 30. Estimación del costo de O&M**

Concepto	Monto (S/)
Sumatoria de costos O&M (precio diciembre 2015)	39.451.303
Sumatoria de las conexiones nuevas	88.328
Costo unitario de O&M	447
N° de hogares sin el servicio de SEDAPAL (NHSS)	195.600
Costo anual de O&M	87.363.860

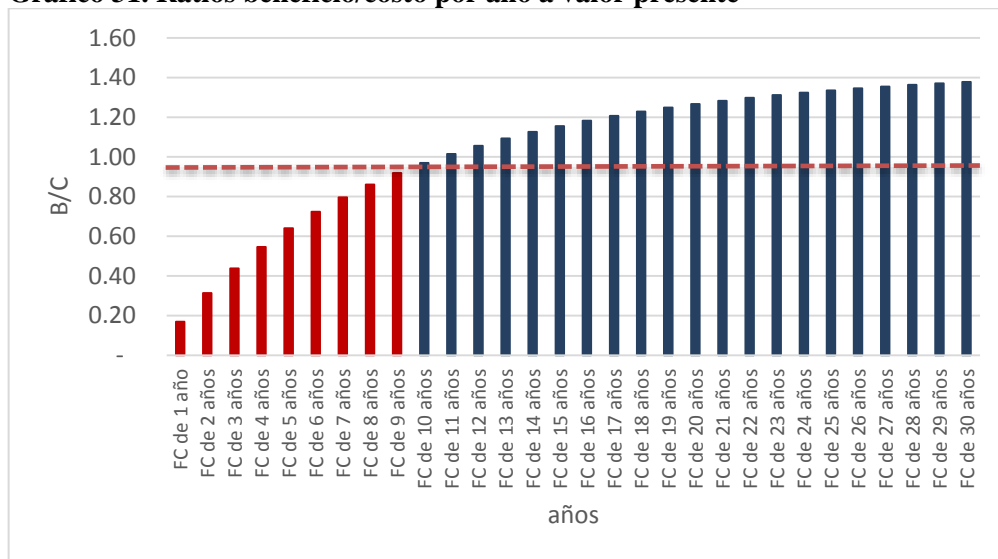
Fuente: Elaboración propia 2017.

### 3. Análisis costo-beneficio

#### 3.1 Ratio beneficio/costo (Ratio B/C)

Mediante un flujo de caja en soles y con precios constantes (ver el anexo 6), descontado a la tasa social de descuento para proyectos de inversión pública (9%), se ha estimado el ratio beneficio/costo acumulado para cada año, tal como se muestra en el siguiente gráfico.

**Gráfico 31. Ratios beneficio/costo por año a valor presente**



Fuente: Elaboración propia 2017.

Nótese que a partir de un flujo de caja de 10 años los beneficios sociales superan a los costos de implementación a valor presente, por lo que se podría concluir, teniendo en cuenta que la vida útil promedio de la infraestructura es de 25 años<sup>3</sup>, que el proveer de agua potable a los hogares que hoy no cuentan con el servicio es realmente rentable. La siguiente tabla muestra el Valor Actual Neto (VAN) social para distintos años de vida útil de la infraestructura:

<sup>3</sup> Indicada por los ingenieros sanitaria de la Gerencia de Regulación Tarifaria de Sunass.

**Tabla 31. Estimación de la rentabilidad social**

Concepto	Vida Útil 20 años	Vida Útil 25 años	Vida Útil 30 años
Valor actual neto social (S/)	560.349.604,3	752.880.319,9	852.420.933,8

Fuente: Elaboración propia 2017.

### 3.2 Simulación de Monte Carlo

En este apartado se realiza una simulación de Monte Carlo para determinar la probabilidad de que el ratio B/C sea mayor a uno con un flujo de caja de 10 y 11 años. La simulación calcula la distribución de resultados de la variable endógena del modelo a partir de numerosos escenarios de un modelo al escoger repetidamente valores de las variables exógenas (variables de salida) bajo una determinada distribución de probabilidades. La simulación fue realizada usando el software @risk versión 7 y siguiendo los siguientes pasos:

1. Se definió las variables de entrada del modelo, así como su distribución y valores mínimos y máximos (ver tabla 32).
2. Se definió el ratio B/C como variables de salidas del modelo.
3. Se realizó la simulación considerando 1.000 iteraciones.
4. A partir de los resultados de la simulación, se estimó la probabilidad de que el ratio B/C sea mayor que uno con un flujo de caja de 10 y 11 años (ver gráfico 32).

Las funciones de probabilidad y los valores mínimos y máximos de las variables de entrada se muestran en la siguiente tabla.

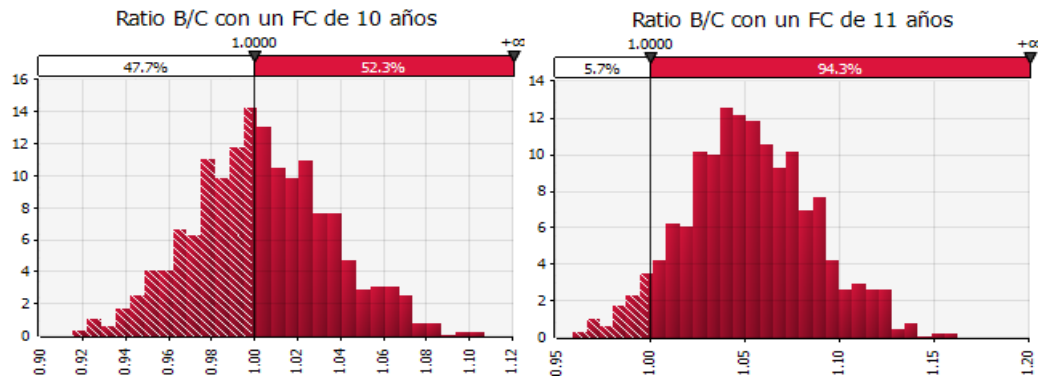
**Tabla 32. Supuesto de entrada de la simulación**

Variable	Función de distribución	Valor mínimo (S/)	Valor base (S/)	Valor máximo (S/)
Costo por hogar por episodio EDA	Uniforme	25	32	40
Costo para el Estado por episodio EDA	Uniforme	65	72.5	80
Bienestar mensual promedio por hogar por mayor consumo de agua.	Pert	70	75.9	80
Ahorro mensual promedio por hogar en tiempo cuando un miembro del hogar traslada el agua.	Pert	10	11.6	13
Ahorro anual promedio por en tiempo cuando el hogar traslada el agua mediante mangueras.	Pert	200	213	300
Costo unitario (por conexión) por inversión.	Pert	6.800	7.233	7.600
Costo O&M (por conexión) por inversión.	Pert	200	255	300

Fuente: Elaboración propia 2017.

A partir de los resultados de la simulación (ver el anexo 7) se estimó que la probabilidad de que el ratio B/C a valor presente con un flujo de caja de 10 y 11 años es de 52,3% y 94,3%, respectivamente, tal como se muestra en el siguiente gráfico.

**Gráfico 32. Estimación de probabilidades de ocurrencias**



Fuente: Elaboración propia 2017.

Las probabilidades estimadas revelan un alto grado de certidumbre de los resultados obtenidos en el análisis costo-beneficio mostrado en el apartado anterior.

## Capítulo VIII. Propuestas para incrementar la cobertura de agua potable

### 1. Propuestas desde la gestión de infraestructura.

La evidencia empírica muestra que el modelo de gestión actual de las Empresas de Prestación de Servicio (EPS) no ha permitido garantizar una solvencia óptima, incrementar significativamente la cobertura del servicio ni acelerar las inversiones en el sector. En cuanto a la solvencia, el Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento (OTASS)<sup>4</sup> señala que en la actualidad 25 empresas cuentan con insolvencia financiera y/o técnica, y una, EPS Grau, se encuentra en proceso concursal.

De otro lado, tal como lo muestra el gráfico 1 la cobertura de agua no se ha incrementado significativamente. Además, sobre las inversiones, Pastor y Pérez (2009) por el Instituto Peruano de Economía (IPE) estimaron una brecha de infraestructura para el Perú al 2018 de USD 37.760 millones, de los cuales USD 6.306 millones corresponden a saneamiento.

Al respecto, existe extensa literatura que muestra que la situación descrita podría ser superada mediante la participación del sector privado (PSP)<sup>5</sup>. Beato (1997) del BID señala que la PSP permite la ruptura del círculo de ineficiencia creciente del sector saneamiento en Latinoamérica, debido a que la PSP aporta tecnología, capacidad de gestión, capacidad financiera y decisiones independientes a las decisiones políticas. Asimismo, Clarke, Kosec y Wallstern (2004) señala que de 25 proyectos en países en desarrollo, la PSP ha tenido un impacto positivo en cobertura, calidad del servicio y productividad en 16 casos. De otro lado, Andrés, Guasch, Haven y Foster (2008) señalan, en base al análisis de 49 empresas de Latinoamérica, que la PSP mejora la cobertura en los primeros años, dicha conclusión es complementada con la conclusión de Gassner, Popov y Pushak (2009) del Banco Mundial, en base a 977 empresas de agua de varias partes de mundo, sobre que la PSP conduce a una expansión del 12% del servicio de agua.

Para el caso peruano, Wenceslao (2003) de ESAN explora la posibilidad de implementar la PSP en la EPS Grau S.A. y concluye que es indispensable y posible la participación del PSP mediante un contrato de arrendamiento, aunque señala que la concesión es el tipo de PSP más adecuada en términos financieros y económicos. Asimismo, Pastor y Pérez (2009) señalan que dadas las limitaciones presupuestales y operativas del sector público, se hace crecientemente más urgente la

---

<sup>4</sup> Informe Final de Resultados de Evaluación de EPS del año 2014 y 2015.

<sup>5</sup> Entre los más citados encontramos: Ringskog, Hammond y Locussol (2006); Estache y Kouassi (2002, caso África); Galiani, Gertler y Schargrodsky (2005, caso Argentina); Estache y Rossi (2002, caso Asia); Rossi de Oliveira (2008, caso Brasil); Bitran y Valenzuela (2003, caso Chile); Barrera y Olivera (2007, caso Colombia); entre otros.



participación del sector privado en el sector saneamiento para poder atender las demandas de la población y de la actividad económica.

Sin embargo, la implementación de la PSP en el sector saneamiento no es una tarea fácil. Al respecto, Oblitas de Ruiz (2010) de CEPAL señala que el tema del agua es sensible en términos sociales y políticos, lo que se traduce en un rechazo de la población a la intervención privada. Beato (1997) del BID señala que la necesidad de elevar las tarifas para hacer viable la incorporación de la PSP genera en la sociedad una asociación entre la PSP y las elevaciones de tarifas, lo cual se deriva en un rechazo social a la PSP.

Sin embargo, Gassner, Popov y Pushak (2009) señalan que no necesariamente la PSP genere un incremento de la tarifa residencial promedio. Finalmente, Marin (2009) del Banco Mundial señala que los usuarios normalmente se reusan a aceptar incrementos tarifarios antes de una mejora tangible, y eso puede generar un círculo vicioso de tener un servicio pobre, baja disposición a pagar de los usuarios e insuficiente ingresos para la operación, razón por la cual, los diseñadores de varios proyectos de concesiones han separado la remuneración al sector privado de las tarifas del consumidor.

En resumen, la PSP podría ser una alternativa para incrementar la cobertura, dada la experiencia internacional, sin embargo, su implementación es una tarea difícil, entre otros, por el rechazo de la población a los posibles incrementos tarifarios. En ese sentido se propone un modelo de gestión con PSP que cumpla con dos requisitos: i) aceptación social y ii) optimice los recursos del Estado de una mejor manera que la inversión pública. Para ello, es necesario: i) Identificar los atributos del servicio y de la PSP que sean de mayor valoración para los usuarios con el fin de ser incorporado en un futuro contrato de concesión y así minimizar el rechazo social, y ii) evaluar si la PSP genera mayor valor sobre la inversión que el mecanismo de obra pública.

## **2. Propuestas desde la regulación tarifaria**

Los lineamientos para la regulación tarifaria del sector saneamiento en el Perú (ver anexo 8) se estipulan en el Reglamento General de Regulación Tarifaria (2007). Al respecto, en el artículo 5 de dicho reglamento se establecen los “Principios y Criterios Aplicables a la Regulación Tarifaria” que incluye el principio de equidad social, el cual señala que Sunass, el regulador, implementará una política que permita el acceso a los servicios de saneamiento del mayor número de pobladores.

En esa línea, el regulador viene implementando un esquema de subsidios cruzados focalizados mediante la condición de pobreza en Lima Metropolitana, el cual no asigna el subsidio basado en el consumo del usuario, sino sobre la base de la información de pobreza que consta en el Padrón General de Hogares del Sistema de Focalización de Hogares (SISFOH). Dicho esquema permitiría: i) proteger a los usuarios pobres y pobres extremos (alrededor de 721.000 familias), ii) sincerar las tarifas de agua potable y alcantarillado para los usuarios domésticos, acercándolas al costo medio. La propuesta es que dicho esquema se replique a nivel nacional.

De otro lado, el marco regulatorio peruano del sector saneamiento permite que el regulador garantice la sostenibilidad de la empresa regulada, sea pública o privada, mediante la determinación de la tarifa de los servicios de saneamiento que cubra los costos de operación y mantenimiento de brindar el servicios, así como las inversiones de mejora que la empresas de saneamiento programa con sus recursos propios. Asimismo, el marco regulatorio facilita la inclusión de nuevas inversiones durante el periodo regulatorio mediante la posibilidad de determinar una tarifa incremental para financiar los costos de operación y mantenimiento que se deriven de dicha inversión. En ese sentido, la regulación tarifaria contribuye a generar condiciones que permitan desarrollar inversiones sea públicas o privadas.

Finalmente, en el contexto de Asociaciones Público-Privadas (APP), el rol de regulador contribuye al éxito de las APP, debido a que se requiere un regulador técnico y autónomo que garantice la adecuada supervisión de las obligaciones de la empresa privada, así como opiniones técnicas sobre el adecuado diseño del contrato de concesión. Asimismo, el regulador puede contribuir identificando necesidades de inversión, fijando una tarifa que garantice la sostenibilidad del servicio y generando lineamientos que generen predictibilidad de las políticas regulatorias.

## Conclusiones y recomendaciones

### 1. Conclusiones

- Uno de los objetivos del actual Gobierno es alcanzar la cobertura universal del servicio de agua potable, lo cual es importante debido a que genera externalidades positivas a la sociedad, sin embargo, para cumplir con dicho objetivo se requiere de inversiones. Por lo tanto, la investigación tiene como principal objetivo estimar los beneficios y costos sociales del acceso al servicio de agua potable a fin de evaluar su rentabilidad social.
- El ciclo del uso de agua comprende las siguientes etapas: i) El abastecimiento del agua, ii) el almacenamiento, iii) el traslado del agua, iv) la ubicación del recipiente de agua en la vivienda, iv) distribución y uso del agua, v) el tratamiento y iv) el reúso del agua.
- Un 86,53% (168.800) del total de hogares que no cuentan con el servicio de Sedapal se abastecen a través de camiones cisternas, por lo que es la principal fuente de abastecimiento. De otro lado, el usuario recibe el agua comprada en distintos recipientes, siendo el recipiente más usado el cilindro o el bidón, dado que el 59,14% (149.000) del total de hogares almacena el agua en dichos recipientes.
- El 68,79% (134.500) de los hogares recibe el agua en la puerta de su casa, mientras que el 17,85% (34.900) de los hogares debe trasladar el agua alrededor de una cuadra, el 6,05% (11.800) de los hogares, dos cuadras y 7,31% (14.200) de los hogares, más de dos cuadras.
- EL 74,32% (145.300) de los hogares ubican el recipiente de agua comprada fuera del hogar. De dicho punto distribuyen el agua, siendo el principal uso en lavado de ropa (65,35% del total de hogares), la preparación de alimentos (24,87% del total de hogares) y el aseo (5,83% del total de hogares).
- Cuando los hogares destinan el agua para la preparación de alimento o para beber, la mayoría tiende a realizar algún tipo de tratamiento al agua. Así el 54,91% (107.300) de los hogares lo hace para la preparación de alimentos y el 94,36% (184.500) trata el agua antes de beberla.
- El agua que mayormente se reusa es el del lavado de ropa (29,95%), seguido por el de lavado de los servicios (20,59%), el lavado de mano (17,1%), la ducha (13,17%), y la preparación de alimentos (12,88%). De otro lado, las actividades en donde los hogares emplean agua reusada con mayor frecuencia son en el regado de afuera de la vivienda (48,6%), uso para el servicio

higiénico (23,85%), y el aseo de la casa (14,94%).

- Los hogares que no cuentan con el servicio de agua prestado por Sedapal viven en condición de pobreza, debido a que el 56,37% (110.200) de dichos hogares tienen ingresos que fluctúan entre S/ 751 y S/ 1.500. De otro lado, un 32,67% de dichos hogares (63.900) perciben ingresos menores a S/.750, y solo un 10,96% (21.400), perciben ingresos mayores a S/. 1.500.
- Los hogares que no cuentan con los servicios de agua por parte de Sedapal en Lima Metropolitana tienen que pagar en promedio un precio por cada metro cúbico de S/ 15,28 y su consumo en promedio es de 5,44 metros cúbicos al mes.
- El precio promedio por metro cúbico es distinto según la compra de agua haya sido efectuada a un camión cisterna (S/ 15,33), a un vecino (S/ 15,47) o a un camión de carga (S/ 13,96). De otro lado, el precio disminuye mientras se compra en recipientes de mayor cantidad, por ello, el precio promedio es S/ 26,75 si lo compras en bateas, galones o tinas, es S/ 14,51 si lo compras en cilindro o bidones, y S/ 13,7 si lo compras en tanques.
- A mayor competencia entre los abastecedores, el precio promedio del agua por metro cúbico es menor. Al respecto, si existe un único abastecedor el precio promedio es S/ 15,55 por metro cúbico, si existe dos abastecedores, el precio promedio es S/ 15 por metro cúbico y si existe dos abastecedores, el precio promedio es S/ 14,94 por metro cúbico.
- Los hogares más pobres vienen pagando por el agua un precio promedio mayor. Hogares con ingresos familiares menores a S/ 750 pagan por el agua un precio promedio de S/ 16,03 por metro cúbico, mientras que hogares con ingresos entre S/ 751 - S/ 1.500, pagan un precio promedio de S/. 14,85 por metro cúbico, y hogares que cuentan con un ingreso familiar mayor a S/ 1.501 pagan por el agua un precio promedio de S/. 14,97 por metro cúbico.
- De otro lado, la cantidad de agua promedio comprada al mes se incrementa mientras mayor sea el número de miembros que conforman el hogar. Hogares conformados de uno a tres personas, su consumo promedio es de 4,33 m<sup>3</sup>, hogares conformado de cuatro a seis personas, su consumo promedio es 5,59 m<sup>3</sup>, y si el hogar cuenta con siete o más miembros, el consumo promedio es 6,82 m<sup>3</sup>.
- En base al marco teórico, los beneficios del acceso al agua potable pueden ser: i) Ahorro en el

gasto por la compra de agua potable, debido al alto precio del agua que pagan los hogares que no cuentan con el servicio de Sedapal, ii) Ahorro en tiempo que el usuario invierte por trasladar el agua que compra, debido a que no cuenta con el servicio del agua potable en su hogar, y iii) Ahorro por evitar el tratamiento médico, debido a la reducción de los casos de diarrea debido al acceso de agua potable.

- De otro lado, para generar los beneficios se requieren de costos de implementar políticas de ampliación de redes de agua potable que permitan incrementar la cobertura del servicio, los cuales se dividen en dos grupos: i) costo de inversión y ii) costos de operación y mantenimiento.
- El beneficio social anual al 2015 de abastecer de agua potable a los hogares que no cuentan con dicho servicio en Lima Metropolitana asciende a S/ 270.620.008 como consecuencia de sumar el beneficio por el incremento de agua a un menor precio que asciende a S/ 178.128.889, beneficio por el ahorro en el tiempo de traslado del agua desde el lugar de compra hasta la vivienda que asciende a S/ 10.555.708, y el beneficio por el ahorro en el gasto del tratamiento por evitar enfermedades diarreicas que asciende a S/ 81.935.411.
- El costo social de inversión para la implementación de un programa de incrementar el acceso de agua potable asciende a S/ 2.333.461.398 al 2015, mientras que el costo anual de operación y mantenimiento fue estimado en S/ 87.363.860.
- Considerando la tasa social de descuento para proyectos de inversión pública de 9%, se ha estimado que el ratio beneficio/costo a valor presente mayor a uno con un flujo de caja de solo 10 años, por lo que se puede concluir que el proveer de agua potable a los hogares que hoy no cuentan con el servicio es realmente rentable, dado que la vida útil promedio de la infraestructura es de 25 años.
- La rentabilidad social estimada a través del valor actual neto (VAN) social asciende a S/ 560.349.604,3 y S/ 852.420.933,8 con un flujo de caja de 20 y 30 años, respectivamente.
- Como resultado de una simulación de Monte Carlo se conoció que la probabilidad de que el ratio beneficio/costo a valor presente sea mayor que uno con un flujo de caja de 10 y 11 años es de 52,3% y 94,3%, respectivamente. Por lo tanto, se puede concluir que existe un alto grado de certidumbre a los resultados obtenidos en el análisis costo-beneficio.

## **2. Recomendaciones**

- Dada la rentabilidad social de incrementar la cobertura del servicio agua potable estimada en la presente investigación, se recomienda al Estado peruano brindar los recursos necesarios a fin de garantizar el cumplimiento de los objetivos establecidos en la Política Nacional de Saneamiento.
- Según la Política Nacional de Saneamiento se pretende alcanzar la cobertura universal al 2021, se recomienda que la inversión para incrementar el acceso al agua potable y conseguir la cobertura de 100% sea en el corto plazo debido a que existe un considerable y rápido incremento del bienestar social una vez que el usuario se conecta a la red.

## **3. Agenda pendiente**

- A fin de complementar la investigación se requiere evaluar la eficiencia del esquema actual de inversiones. En ese sentido, es necesario evaluar si la participación del sector privado (PSP) en el sector saneamiento puede incrementar la cobertura, asimismo evaluar si su implementación es posible dado el rechazo de la población a los posibles incrementos tarifarios.
- En caso la PSP es viable, queda pendiente diseñar un modelo de gestión con PSP que cumpla con dos requisitos: i) aceptación social y ii) que optimice los recursos del Estado de una mejor manera que la inversión pública. Para ello, es necesario: i) identificar los atributos del servicio y de la PSP que sean de mayor valoración para los usuarios con el fin de ser incorporado en un futuro contrato de concesión y así minimizar el rechazo social, y ii) evaluar si la PSP genera mayor valor sobre la inversión que el mecanismo de obra pública.
- De otro lado, desde la regulación y en un contexto de PSP en el sector saneamiento, queda pendiente evaluar las condiciones para garantizar la existencia de un regulador técnico y autónomo para una adecuada supervisión de las obligaciones de la empresa privada, así como opiniones técnicas sobre el adecuado diseño de contrato de concesión. Así como para contribuir identificando necesidades de inversión, fijando una tarifa que garantice la sostenibilidad del servicio y generando lineamientos que generen predictibilidad de las políticas regulatorias.

## Bibliografía

- Andrés, Luis; Guasch, José Luis; Haven, Thomas y Foster, Vivien (2008). “The Impact of Private Sector Participation in Infrastructure: Lights, Shadows and the Road Ahead”. Latin American Development Forum Series. Washington, D.C.: World Bank.
- Arana, Vladimir; Gómez-García, René; e Higa, Claudio (2013). “Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento: Desafíos y Oportunidades en el Perú y América Latina”. Caracas: CAF.
- Bonifaz, José Luis y Aragón, Gisella (2012). “Sobrecostos por la falta de infraestructura en agua potable: una aproximación empírica”. Lima: Universidad del Pacífico.
- Beato, Paulina (1997). “Participación del sector privado en los sistemas de agua potable y saneamiento: Ventajas, riesgos y obstáculos”. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Carbajal, Max (2014). “Evaluación del impacto del saneamiento en el Perú: Efectos sobre la salud”. Documento de trabajo 1. Lima: Sunass.
- Chase, Robert (2003). “Supporting Communities in Transition: The Impact of the Armenian Social Investment Fund”. World Bank Research Papers Series 3049.
- Coto, José Luis y Romero, Rossmery (2010). “Equidad en el acceso al agua en la ciudad de Lima: Una mirada a partir del derecho humano”. Tesis PUCP. Lima.
- Coase, Ronald (1937). “The nature of the firm”. *Economica*, New Series, Vol. 4, N° 16.
- Clarke, George; Kosec, Katrina; y Wallsten, Scott (2004). “Has Private Participation in Water and Sewerage Improved Coverage? Empirical Evidence from Latin America”. Policy Research Working Paper 3445, World Bank, Washington, DC.
- Chong, Eshien; Huet, Freddy; Saussier, Stephane; y Steiner, Faye. (2006). “Public-Private Partnership and Prices: Evidence from Water Distribution in France”. *Review of Industrial Organization* 29, 149-169.
- Decreto Supremo N° 007-2017-Vivienda (2017) “Decreto Supremo que aprueba la Política Nacional de Saneamiento”. Lima: MVCS.
- Decreto Legislativo N° 1284 (2016) “Decreto Legislativo que aprueba la creación del Fondo de Inversión de Agua Segura”. Lima: Presidencia de la República del Perú.
- Directo Marketing (2015) “Informe Final Consultoría para la ejecución de encuesta sobre formas de acceso y gasto en agua potable en los distritos del sur de Lima y a usuarios en el ámbito de Sedapal sin acceso al servicio”. Preparado para Sunass. Lima.
- Fernández-Baca, Jorge (2002). “Microeconomía: Teoría y aplicaciones”. Lima: Universidad del Pacífico.

- Esrey, Steven (1996). “Water, waste and well-being: a multicountry study”. *American Journal of Epidemiology*. School of Public Health.
- Franco, Wenceslao; Núñez, Rubén; Rivera, María; y Valdez, Mario (2003). “Análisis de la situación de las Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS) y propuesta de un esquema para la participación privada en una administración: caso: EPS Grau S.A. (Piura)”. Tesis para optar el grado de MBA - ESAN. Lima
- Galdo, Virgilio y Briceño, Bertha (2005). “An impact evaluation of potable water and sewerage expansion in Quito: is water enough?”. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Gassner, Katharina; Popov, Alexander; y Pushak, Nataliya (2009). “Does Private Sector Participation Improve Performance in Electricity and Water Distribution?”. The World Bank and Public Private Infrastructure Advisory Facility (PPIAF).
- Greene, William (1998). *Análisis Económico*. New York: Prentice-Hall. Pearson Educación.
- Harris, Clive (2003). “Private Participation in Infrastructure in Developing Countries: Trends, Impacts, and Policy Lessons”. World Bank Working Paper 5.
- Hutton, Guy; Haller, Laurence; y Bartram, Jamie (2007). “Global cost-benefit analysis of water supply and sanitation interventions”. *Journal of water and health* N° 05.4. Geneva.
- Jalan, Jyotsna y Ravallion, Martin (2003). “Does piped water reduce diarrhea for children in rural India?”. Development Group, The World Bank.
- Kuczynski, Pedro Pablo (2016). “Mensaje a la Nación del 28 de julio del 2016 del Presidente de la República”. Lima: Presidencia de la República.
- Knize, Carla y Linares, Paloma (2004). “Comparación de los costos sociales de las enfermedades diarreicas agudas y los costos de provisión de servicios de agua y desagüe”. Lima: Universidad del Pacífico.
- Kumar, Santosh y Vollmer, Sebastian (2011). “Does improved sanitation reduce diarrhea in children in rural india?”. *Harvard Center for Population and Development Studies*.
- Lentini, Emilio (2010). *Servicios de agua potable y saneamiento en Guatemala: Beneficio potenciales y determinantes de éxito*. Documento 335. CEPAL.
- Mas-Colell, Andreu; Whinston, Michael; y Green, Jerry (1995). “Microeconomic theory”. Londres: Oxford Economic Press.
- Marin, Philippe (2009). “Public-Private Partnership for Urban Water Utilities: A Review of Experiences in Developing Countries”. The World Bank & Public Private Infrastructure Advisory Facility (PPIAF).
- Mc Donald, Darla; Barnes, Mary; Morrison, Mark; y Young, Michael (2005). “Using a choice



- modeling approach for customer service standards in urban water”. *Journal of the American Water Resources Association Vol. 45*. Documento N° 03136.
- Mohd, Yacob y Suleiman, Dauda. (2013). “Household’s Willingness to Pay for Drinking Water Quality Service Improvement in Damaturu, Nigeria”. *Current World Environment*.
  - MVCS (2014). *Plan Nacional de Inversiones del Sector Saneamiento para el periodo 2014-2021*. Lima: Dirección Nacional de Saneamiento.
  - Oblitas de Ruiz, Lidia (2010). “Servicios de agua potable y saneamiento en el Perú: beneficios potenciales y determinantes de éxito”. *Santiago de Chile: CEPAL*.
  - OTASS (2015). “Informe final de resultado de evaluación de EPS 2015”. Lima: OTASS.
  - Pastor, Cynthia y Pérez, Patricia. (2009). “El Reto de la Infraestructura al 2018: Brecha de Inversión en Infraestructura en el Perú 2008”. Lima: Instituto Peruano de Economía.
  - Pradhan, Menno y Rawlings, Laura (2002) “The Impact and Targeting of Social Infrastructure investments: Lessons from the Nicaragua Social Fund”. *The World Bank Economic Review*, vol. 16 N° 1. Washington, D.C.
  - Santiago, Javier; Resende, Moisés; y Dinar, Ariel (2015). “Impact of access to water and sanitation services on educational attainment”. *Water Resources and Economics* 14.
  - Sánchez-Triana, Ernesto y Awe, Yewande (2006). “Política Ambiental”. Documento: Perú: La oportunidad de un país diferente, próspero, equitativo y gobernable. Lima: Banco Mundial.
  - Stiglitz, Joseph (2000). “La economía del sector público”. Tercera Edición. Nueva York: Columbia University.
  - Sunass (2015). *Estudio Tarifario: Determinación de la fórmula tarifaria, estructuras tarifarias y metas de gestión aplicables a la Empresa Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima - SEDAPAL S.A. para el quinquenio regulatorio 2015-2020*. Lima: SUNASS.
  - Sunass (2007). *Reglamento General de Tarifas y Modificaciones*. Lima: SUNASS.
  - Tarfasa, Salomon y Brouwer, Roy (2013). “Estimation of the Public Benefits of Urban Water Supply Improvements in Ethiopia: A choice Experiment”. *Applied Economics* Vol. 45, paper N° 09.
  - Vassallo, José e Izquierdo de Bartolomé, Rafael (2010). *Infraestructura pública y participación privada: conceptos y experiencias en América y España*. Caracas: CAF.
  - Zavala, Fernando (2016). *Una sola República, firme y feliz por la unión*. Lima: Presidencia del Consejo de Ministros.

## **Anexos**

**Anexo 1. Cuestionario uso del agua**

**CUESTIONARIO USOS DE AGUA** N° Cuest. \_\_\_\_\_

**Hogares sin Red Pública de Agua** N° Ruta: \_\_\_\_\_

Buenos días/ tardes. Soy..... de DIRECTO PERÚ, y estamos realizando una encuesta sobre el servicio de abastecimiento de agua. Le agradeceremos nos brinde unos minutos para hacerle algunas preguntas con respecto a este tema. Los datos que usted nos proporcione serán de carácter confidencial y se utilizarán solo con fines estadísticos”

**E: Entrevistar a la persona responsable del el agua en el hogar**

**I. ABASTECIMIENTO DE AGUA EN EL HOGAR**

P1. En relación con el servicio de agua, el abastecimiento de agua en su hogar procede de

1. Por red pública, por tubería que llega hasta: (E: Leer alternativas y marcar una sola)
  - 1.1. Dentro de la vivienda (E: Pasar a 2)
  - 1.2. Fuera de la vivienda pero dentro de la edificación (E: Pasar a 2)
  - 1.3. Fuera de la vivienda en pilón de uso público / tanque elevado (E: Pasar a 2)
2. Disponibilidad y compra del servicio de agua por red pública:
  - 2.1. ¿Qué días de la semana cuenta con agua?
  - 2.2. ¿Qué horario cuenta con agua?
  - 2.3. ¿Compra agua adicional por otros medios que no son la red pública (por ejemplo: aguatero, etc.)?

2.1 Veces por semana	2.2 Horario	2.3 Compra de agua
1 Todos los días		1. Si 2. No
2 3 veces por semana		1. Si 2. No
3 2 veces por semana		1. Si 2. No
4 Menos de 2 veces por semana		1. Si 2. No

**E: (Si responde no compra agua registrar y terminar)**

3. Sin red pública:
 

**(E: Leer alternativas y marcar todas las que procedan)**

  - 3.1. Pozo de agua subterránea (E: Continuar)
  - 3.2. Cambión cisterna (E: Continuar)
  - 3.3. Carretillas/triciclo (E: Continuar)
  - 3.4. Rio/acequia/manantial o similar (E: Continuar)
  - 3.5. Otro: \_\_\_\_\_

**II. COMPRA DE AGUA FUERA DE LA RED PÚBLICA**

**(E: Leer alternativas y marcar todas las que procedan)**

- P1. ¿Dónde almacena el agua que recibe de..... (ver P1-3)?
1. Tanque elevado
  2. Pozo o cisterna
  3. Cilindros / Baldes / Galoneras
  4. Otros: \_\_\_\_\_
- P2. Cuando Ud. realiza la compra de agua ¿Qué tan cerca de su casa la recibe?
- P3. ¿Quién traslada el recipiente con agua?
- P4. ¿Cuánto tiempo se demoran en trasladar el contenido del recipiente comprado hasta el hogar

P3. Lugar de recepción	P4. Traslado	P5. Tiempo Minutos
1 En la puerta de mi casa		
2 A 1 cuadra de mi casa		
3 A 2 cuadras de mi casa		
4 Más de 3 cuadras de mi casa		

P5. En promedio, ¿cuántas veces en la semana compra agua?

1	1 vez por semana	5	5 veces por semana
2	2 veces por semana	6	6 veces por semana
3	3 veces por semana	7	Todos los días
4	4 veces por semana		

- P6. ¿En qué recipiente(s) suele efectuar la compra?
- P7. ¿Cuánto contiene aproximadamente el recipiente?
- P8. ¿Cuánto paga por cada recipiente de agua que compra?
- P9. ¿Cuántos envases suele comprar cada vez que adquiere el agua?

P7 Recipiente	P8 Contenido		P9 Costo	P10 N° Envases
	Cantidad	Unidad		

P10. ¿Qué cantidad de agua puede almacenar en su hogar aproximadamente?

7. Litros \_\_\_\_\_ Lts.
8. Galones \_\_\_\_\_ Gals.
9. Cilindros \_\_\_\_\_ Cil.
4. Otro \_\_\_\_\_
5. Otro \_\_\_\_\_

P11. ¿Dónde se ubica este recipiente?

P12. ¿Suele llenarlo por completo?

- 1.- SI 2.- NO

P13. ¿Qué día de la semana suele usar más agua?

1	Lunes	2	Martes	3	Miércoles
4	Jueves	5	Viernes	6	Sábado
7	Domingo				

P14. ¿Por qué?

P15. ¿Cuánto más, aproximadamente, suele comprar ese día?

10. Litros \_\_\_\_\_ Lts.
11. Galones \_\_\_\_\_ Gals.
12. Cilindros \_\_\_\_\_ Cil.
4. Otro \_\_\_\_\_
5. Otro \_\_\_\_\_

P16. ¿A quién(es) le suele comprar el agua? (RM)

P17. ¿A cuál compra con mayor frecuencia? (RU)

P18. ¿Cuántos..... suelen vender agua?

(E: Mencionar respuesta de P17)

P19. Los..... a quienes les compra ¿Son competencia?, es decir, ¿puede elegir entre varios vendedores?

**(E: Preguntar de P20 si P19 es 2 o más)**

P17. Proveedor	P18. Frecuencia	P19. Cantidad	P20. competencia
1 Camión Cisterna			1. Si 2. No
2 Camión de carga			1. Si 2. No
3 Carretillas/triciclo			1. Si 2. No
Otro _____			1. Si 2. No

P20. ¿Por qué.... son competencia? (E: Leer respuestas de SI en P20)

P21. ¿Tiene predilección o preferencia por algún vendedor de agua?

- 1.- SI (**E: Hacer P23**)  
2.- NO (**E: Pasar a P24**)

P22. ¿Por qué?

Motivos	
1	Calidad
2	Precio
3	Frecuencia de venta
4	Dejan cerca
	Otro _____

### III. USO Y REUSO DEL AGUA

P23. ¿Me podría mencionar de mayor a menor cantidad de agua que usa en sus actividades? Considere solo el primer uso que le da al agua

P24. ¿Y en qué reusa el agua?

Cód.		P24. PRIMER USO DE AGUA	P25. REUSO DEL AGUA
1	( )	Preparación de alimentos	
2	( )	Lavar los servicios	
3	( )	Lavado de manos	
4	( )	Ducharse	
5	( )	Lavar la ropa	
6	( )	Regar las plantas	
7	( )	Servicios higiénicos	
8	( )	Aseo de la casa (Trapear)	
9	( )	Bañar a las mascotas	
10	( )	Beber	
11	( )	Otro	
12	( )	Otro	

P25. ¿Suele tratar el agua para... (E: Ver siguiente tabla)?

P26. ¿Cómo suele tratar el agua? (E: Ver siguiente tabla)

Actividades	P26.Tratamiento	P27.Como trata
1 Beber	1. Si 2.No	1 Clorox pastilla 2 Clorox liquido 3 Lejía 4 Hervir 5 Otro_____
2 Cocinar	1. Si 2.No	1 Clorox pastilla 2 Clorox liquido 3 Lejía 4 Hervir 5 Otro_____

### IV. CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA

P27. El servicio higiénico que tiene su hogar está conectado a:(LEER 1-5)

- ¿Red pública, dentro de la vivienda?
- ¿Red pública, fuera de la vivienda pero dentro de la edificación?
- ¿Pozo séptico?
- ¿Pozo ciego o negro/ letrina/ silo?
- ¿Río, acequia o canal?
- No tiene
- ¿Otra? \_\_\_\_\_ (Especifique)

98 (NS)

P28. Tipo de vivienda (por observación)

- Casa independiente
- Dpto. en edificio
- Viv. En quinta
- Casa de vecindad
- Choza o Cabaña
- Viv. Improvisada
- Otros: \_\_\_\_\_

P29. La vivienda que ocupa su hogar es:

- ¿Alquilada?
- ¿Propia, totalmente pagada?
- ¿Propia, por invasión?
- ¿Propia, comprándola a plazos?
- ¿Cedida por centro de trabajo?
- ¿Cedida por otro hogar o institución?
- ¿Otra forma? \_\_\_\_\_

98 (NS)

P30. ¿Le voy a mencionar algunos servicios para que me diga si su vivienda cuenta con ellos? RM

P30.1. ¿Y cuál es el más importante? RU

Servicios	P31	P31.1
	Sí Cuenta	Más Importante
A. Luz	01	01
B. Teléfono fijo	02	02

C. Agua	03	03
D. Desagüe	04	04
E. Cable	05	05
F. Internet	06	06
G. Gas natural	07	07

P31. ¿Cuál es el tipo de alumbrado que tiene su hogar:

- ¿Electricidad?
- ¿Kerosene (mechero/lamparín)? Alcohol/Ron de quemar
- ¿Petróleo/gas (lámpara)?
- ¿Vela?
- ¿Generador?
- ¿Otro? \_\_\_\_\_
- No utiliza

P32. El material predominante de las paredes de esta vivienda es:

- ¿Ladrillo o bloque de cemento?
- ¿Piedra o sillar con cal o cemento?
- ¿Adobe?
- ¿Tapia?
- ¿Quincha (caña con barro)?
- ¿Piedra con barro?
- ¿Madera?
- ¿Estera?
- ¿Otro material? \_\_\_\_\_

P33. Me puede decir por favor ¿Cuántas personas en total durmieron y comieron aquí en su hogar durante los últimos 6 meses?

P34. ¿Cuántos colaboran para el sustento del hogar?

P35. Considerando las... personas que colaboran para el sustento del hogar, ¿me podría decir cuál es el ingreso familiar de acuerdo a estos rangos?:

- Menos de S/. 750 Soles
- Entre S/. 751 y S/. 1,000 soles
- Entre S/. 1,001 y S/. 1,500 soles
- Entre S/. 1,501 y S/. 2,000 soles
- Entre S/. 2,001 y S/. 3,000 soles
- Entre S/. 3,001 y S/. 4,000 soles
- Más de S/. 4,001 soles

P36. ¿Cuántos miembros del hogar (de acuerdo a la P34) son mayores de edad, cuantos menores de edad?

Mayores \_\_\_\_\_ Menores \_\_\_\_\_

### V. DATOS DEL ENTREVISTADO

Edad: \_\_\_\_\_

Sexo: 1. Hombre 2. Mujer

Nivel de Instrucción:

Ninguno / analfabeto	1
Primaria incompleta	2
Primaria completa	3
Secundaria incompleta	4
Secundaria completa	5
Superior técnico incompleto	6
Superior técnico completo	7
Universitaria incompleta	8
Universitaria completa	9
Post Grado / Maestría	10

Estado Civil:

Soltero	1
Casado	2
Conviviente	3
Viudo	4
Divorciado	5
Separado	6
No precisa	99

## Anexo 2. Una revisión de la Teoría del Consumidor

### 1. Introducción

En este anexo se modela la decisión del individuo que consiste en la elección de una cesta de consumo entre varias existentes y factibles. Denotaremos a todas las alternativas de canasta de consumo por  $X$  (por ejemplo cuando el individuo se enfrenta a la decisión de trabajar vs. ocio, consumir hoy vs. consumir mañana, etc.).

Se desarrollara únicamente el enfoque de las Preferencias, el cual empieza imponiendo una relación de preferencia que satisfacen ciertos axiomas de racionalidad sobre el conjunto de canastas de consumo  $X$  y luego analiza cómo estas preferencias y una restricción económicas determinan el comportamiento de elección del individuo. Finalmente, se presenta la construcción de la demanda.

### 2. Enfoque de las preferencias

#### 2.1 Relación de preferencia

Las preferencias del consumidor son capturadas por la relación de preferencia la cual se denota por  $\succsim$ , esta es una relación binaria sobre el conjunto de cestas de consumo  $X \subset R_+^n$ . Así tenemos, si  $x, y \in X$  podemos encontrar las siguientes relaciones entre estas dos cestas de consumo:

- La relación de preferencia débil:  
Si  $x \succsim y$  y se dice que “la cesta  $x$  es débilmente preferible a la cesta  $y$ ”.
- La relación de preferencia fuerte:  
Si  $x \succ y \leftrightarrow x \succsim y$ , pero no que  $y \succsim x$ , entonces se dice que “la cesta  $x$  es fuertemente preferible a la cesta  $y$ ”.
- La relación de indiferencia:  
Si  $x \sim y \leftrightarrow x \succsim y$  e  $y \succsim x$ , se dice que “la cesta  $x$  es indiferente a la cesta  $y$ ”.

Para que *las preferencias del individuo* sean racionales *la relación de preferencia* debe ser racional, para esto, se le impone a esta el cumplimiento de los siguientes axiomas de racionalidad.

#### 2.2. Axiomas de racionalidad

La relación de preferencias  $\succsim$  sobre  $X$  es racional si satisface las siguientes propiedades:

- Completitud.** Si para todo  $x, y \in X$ , el individuo elegirá una de las tres alternativas  $x \succ y$ ,  $y \succ x$  o  $x \sim y$ <sup>6</sup>.  
Este supuesto implica que para el individuo todo las cestas son comparables, además, este no puede decir que prefiere  $x$  a  $y$ , y también, que prefiere  $y$  a  $x$ .
- Transitividad.** Si para todo  $x, y, z \in X$ , el individuo elige  $x \succ y$  e  $y \succ z$  entonces dirá que  $x \succ z$ .  
Este supuesto nos dice que las preferencias del individuo son coherentes, permitiéndonos encontrar una cesta máxima. Este supuesto es muy fuerte, tal que, gran parte de la teoría económica se perdería si los agentes económicos no cumplirían con la transitividad. Se puede mencionar algunos contraejemplo en que la relación de preferencias viola la transitividad:

#### 2.3 Otros axiomas de las preferencias

Es útil decir que la relación de preferencias  $\succsim$  sobre  $X$  también cumple con las propiedades de:

- Monotonicidad.** Si para  $x, y \in X$ , el individuo elige  $x \succ y$ , entonces  $x \succ z$ . Y es monótona fuerte si el individuo elige  $x \succ y$ , e  $y \neq x$ , entonces  $x \succ z$ .

El supuesto de monotonicidad débil implica que una cesta que contiene por lo menos igual cantidad de bienes que otra cesta es por lo menos débilmente preferible a esta cesta, y en el caso de monotonicidad fuerte, una cesta que contiene igual cantidad de todos los bienes que otra cesta y más en alguno de ellos es fuertemente preferible que esta.

Esta propiedad supone que los bienes son buenos, por eso mientras más de este bien es mejor para el consumidor, en caso de bienes malos, se puede redefinir el concepto como la ausencia de ese bien malo<sup>7</sup>, lo cual, si cumpliría con esta propiedad.

<sup>6</sup> La completitud implica la propiedad de reflexividad de  $\geq$ , que nos dice si para todo  $x \in X$ , el individuo elegirá  $x \geq x$ .

<sup>7</sup> Por ejemplo: un bien malo, la contaminación del medio ambiente, se puede redefinir como un bien bueno, la disminución de la contaminación del medio ambiente.

Un supuesto que es más débil que cualquiera de los dos axiomas de monotonicidad<sup>8</sup>, es el axioma de **insaciabilidad local** que nos dice si para  $x \in X$  y para todo  $\epsilon > 0$ , existe un  $y \in X$  tal que  $\|y - x\| \leq \epsilon$ , entonces  $y \succ x$ . El supuesto de no saciedad local (por lo tanto el de monotonicidad) implica que ante pequeñas variaciones en la cesta de consumo es posible mejorar, incluso y puede tener menos cantidad de todos los bienes que  $x$ .

**b. Convexidad.** Si  $x, y, z \in X$ , y el individuo dice que  $y \succeq x$  y  $z \succeq x$ , entonces  $(1-t) \cdot y + t \cdot z \succeq x$  para todo  $t \in (0, 1)$ . Y es estrictamente convexa si  $y \succ x$  y  $z \succ x$ , entonces  $(1-t) \cdot y + t \cdot z \succ x$  para todo  $t \in (0, 1)$ .

Unos ejemplos de preferencias estrictamente convexas son las preferencias homotéticas y las cuasi lineales. Se entiende por preferencias homotéticas cuando todos los conjuntos de indiferencia están relacionados por un rayo de expansión proporcional, esto es si  $x \sim y \rightarrow tx \sim ty$ , además  $U(tx) = tU(x)$ , donde  $t > 0$ . Las preferencias cuasi lineales se definen como una utilidad del tipo:  $U = v(x_1) + bx_2$  cuyas curvas de indiferencia son paralelas.

## 2.4 De las preferencias a la función de utilidad

**a. Continuidad.** Si  $x \in X$ , el conjunto de cestas del contorno superior  $\{y : y \succeq x\}$  y el conjunto de cestas del contorno inferior  $\{y : y \preceq x\}$  son conjuntos cerrados.

Este supuesto nos dice que si existe una sucesión de cestas de consumo  $\{y_n\}_{n=1}^{\infty}$  tal que  $x \succeq y_n$  para todo  $n$ , y el  $\lim_{n \rightarrow \infty} y_n = y$  entonces  $x \succeq y$ , esto permite excluir a algunas preferencias discontinuas<sup>9</sup>.

Por ejemplo, la preferencia lexicográfica pueden ser denotado por las sucesiones  $x_n = (1/n^2, 0)$  y  $y_n = (0, 1)$  para todo  $n$  tenemos  $x_n \succ y_n$ , pero, en el límite  $\lim_{n \rightarrow \infty} x_n = (0, 0)$  y  $\lim_{n \rightarrow \infty} y_n = (0, 1)$  tenemos  $y_n \succ x_n$ , por lo tanto, estas preferencias son discontinuas.

*Proposición 1.* Si la relación de preferencia es racional  $\succeq$  sobre  $X$  y es continua, entonces existe una función de utilidad continua  $U: R_+^n \rightarrow R$  que representa esa preferencia.

## 3. Curva de indiferencia y funciones de utilidades comunes

Una curva de indiferencia representa todas las cestas de consumo que le dan una misma utilidad al consumidor. La pendiente de esta curva se conoce como tasa marginal de sustitución (TMS) y es la tasa a la que está dispuesto a intercambiar un consumidor de un bien por otro de tal forma que su utilidad se mantenga constante. La TMS es de signo negativo porque generalmente ante un aumento del consumo de un bien implica que el consumidor tenga que disminuir el consumo de otro bien para mantener su utilidad constante. Algunas de las preferencias comunes del consumidor y su representación en una función de utilidad son:

### a. Preferencias Cobb-Douglas

Es la preferencia más conocida y se representa por la siguiente función de utilidad para  $n$  bienes:

$$u(x_1, \dots, x_n) = \prod_{i=1}^n x_i^{\alpha_i}$$

Donde:

$x_i$ = la demanda del bien  $i$ .

$\alpha_i$ = cuanto prefiere el consumidor del bien  $i$ .

### b. Sustitutos perfectos:

Son curvas de indiferencias son lineales, con una TMS constante, es decir, el consumidor está siempre dispuesto a

<sup>8</sup> La monotonicidad fuerte implica la monotonicidad y esta implica la no saciedad local, pero, no viceversa.

<sup>9</sup> Así también, el axioma de completitud excluye la regla de dominancia, y el axioma de transitividad las diferencias cuasi-discernibles.

cambiar una cantidad constante de  $x_i$  por  $x_j$  sin importar la cantidad de  $x_i$  y  $x_j$  que este consumiendo, esto sucede cuando los bienes son sustitutos entre sí. Estas preferencias se representan por la siguiente función de utilidad para  $n$  bienes:

$$u(x_1, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^n \alpha_i \cdot x_i$$

**c. Complementos perfectos:**

Son curvas de indiferencias en forma de L, e implica que las cantidades de estos bienes a consumir van a estar en relaciones de proporciones fijas, esto sucede cuando los bienes se usan juntos. Estas preferencias se representan por la siguiente función de utilidad para  $n$  bienes:

$$u(x_1, \dots, x_n) = \text{Min} \left\{ \frac{x_1}{\alpha_1}, \dots, \frac{x_n}{\alpha_n} \right\}$$

**4. Restricción presupuestaria**

Se denota al conjunto de cestas existentes en la economía como  $X \subset R_+^n$ , esto es, el consumidor tiene para escoger su nivel de consumo entre combinaciones de  $n$  bienes existentes, donde,  $x_i$  es la cantidad consumida del bien  $i$  ( $i=1, \dots, n$ ), se verá, que la elección del conjunto de cestas del consumidor puede ser reducida por restricciones físicas, institucionales y económicas.

Entonces el conjunto de cestas existentes en la economía se reduce a un conjunto de posibilidades de consumo dado las restricciones físicas e institucionales. Un ejemplo de restricción física es cuando el bien es no divisibles, es decir, el individuo solo puede consumir cantidades enteras del bien, por ejemplo: una entrada al teatro. Asimismo, el individuo puede tener restricciones institucionales en su elección de consumo, por ejemplo: la remuneración mínima que establece el Gobierno.

Finalmente, la elección del consumo del individuo también se enfrenta a una restricción económica, si consideramos el vector de precios de los  $n$  bienes como  $p_i$  (el valor en dólares, no negativo, del bien  $i$ ), que es impuesto por el mercado. Además, el individuo tiene un ingreso  $I$ , por lo que el conjunto de cestas es asequible si el costo es menor o igual que el ingreso del consumidor, así tenemos:

$$p \cdot x = p_1 \cdot x_1 + \dots + p_n \cdot x_n \leq I$$

Con este resultado se puede definir el conjunto presupuestario Walrasiano o restricción presupuestaria como todas las cestas de consumo factibles para el consumidor, dado, el precio de mercado y el ingreso del individuo.

**5. La conducta del consumidor**

El consumidor se enfrenta dos problemas de decisión el problema de maximización de la utilidad y el problema de minimización del gasto.

**5.1 Problema de maximización de la utilidad**

Consideramos que las preferencias del consumidor son racionales, continuas y cumplen con la no saciedad local y son representadas por una función de utilidad continua  $u(x)$ , el problema de maximización de la utilidad del consumidor consiste encontrar una cesta de consumo en el conjunto presupuestario Walrasiano denotado por  $B = \{x \cdot p \in R_+^n : p \cdot x \leq I\}$  para todo  $p \succ 0$  dados y  $I \succ 0$ , tal que, maximice la utilidad. Esto puede expresarse como:

$$\text{Max}_{x \geq 0} u(x) \quad \text{s.a.} \quad p \cdot x \leq I$$

El resultado del problema de optimización son las demandas ordinarias.

$$X_1^* = X_1^d(p_1, p_2, I)$$

$$X_2^* = X_2^d(p_1, p_2, I)$$

Son las cestas óptimas del problema de maximización de la utilidad del consumidor, en general se denota como  $X^d = X_i(p_i, I)$ , para todo  $(p_i, I)$  donde  $i=1, \dots, n$ . Estas demandas tienen las siguientes características.

- 1) La  $X^d = X^d(P_i, I)$  es homogénea de grado 0 en  $P_i$  y en  $I$ .
- 2) La  $X^d = X^d(P_i, I)$  cumple con la ley de Walras:  $p \cdot x = I$  para todo  $x \in X^d(P_i, I)$ .
- 3) La  $X^d = X^d(P_i, I)$  si la preferencia es convexa, entonces  $u(\cdot)$  es cuasi cóncava, entonces,  $X^d(P_i, I)$  es un conjunto convexo. Además, si las preferencias son estrictamente cuasi cóncava, entonces  $X^d(P_i, I)$  consta de un solo elemento.

### 5.1.1 Función de utilidad indirecta

Es el valor de utilidad óptima resultado del problema de maximización de utilidad, en general, se denota como  $V(P_i, I) = u(x^*(p_i, I)) \in R$ , para cada  $(p_i, I)$ , donde:  $i = 1, \dots, n$ . y tiene las siguientes características.

- 1) La  $V(P_i, I)$  es homogénea de grado 0 en  $P_i$  y  $I$ .
- 2) la  $V(P_i, I)$  es una función creciente en  $I$  y no creciente en  $P_i$
- 3) La  $V(P_i, I)$  es cuasi convexa.
- 4) La  $V(P_i, I)$  es continua en  $I$  y en  $P_i$ .

### 5.2 Problema de minimización del gasto

El problema de minimización del gasto del consumidor consiste en dado  $p \succ 0$ , Calcular el nivel mínimo de gasto para llegar a un nivel de utilidad, esto es:

$$\underset{x \geq 0}{\text{Min}} p \cdot x \quad \text{s.a. } u \leq u(x)$$

A partir de dicha expresión se tiene obtiene las demandas compensadas o Hicksianas.

$$\begin{aligned} X_1^* &= X_1^h(p_1, p_2, u) \\ X_2^* &= X_2^h(p_1, p_2, u) \end{aligned}$$

Dichas demandas tienen las siguientes características:

- 1) La  $X_i^h(p_i, u)$  es homogénea de grado 0 en  $P_i$ .
- 2) No hay una utilidad en exceso: para  $x \in X_i^h(p_i, u)$ ,  $u(x) = u$ .
- 3) La  $X^d = X^d(P_i, I)$  si la preferencia es convexa, entonces  $X_i^h(p_i, u)$  es convexa, y si la preferencia es estrictamente convexa, entonces,  $u(x)$  es estrictamente cuasi cóncava, entonces hay un único elemento en  $X^d(P_i, I)$ .

### 5.2.1 Función de gasto

Es el valor óptimo de gasto resultado del problema de minimización del gasto, denotado como  $e(P_i, \bar{u})$  y tiene las siguientes características.

- 1) La  $e(P_i, \bar{u})$  es homogénea de grado 1 en  $P_i$ .
- 2) La  $e(P_i, \bar{u})$  es una función creciente en  $P_i$  y en la  $u$ .
- 3) La  $e(P_i, \bar{u})$  es cóncava en  $P_i$ .
- 4) La  $e(P_i, \bar{u})$  es continua en  $P_i$ .



## Anexo 3. Sintaxis en STATA para el cálculo de variables

### A. Precio y cantidad

#### 1. Estimación de la cantidad en litros consumida al mes (CantLitrosMes).

Se adecua la frecuencia

```
gen Frecuencia = p6
replace Frecuencia = 0.5 if Frecuencia == 8
replace Frecuencia = 0.25 if Frecuencia == 9
```

Fórmula para la estimación de la cantidad (Litros)

CantLitrosMes= {Frecuencia x [Σ (Número de envases que se adquiere x Contenido en litros del tipo de envase)] + Consumo adicional} x 4.

```
replace p1001=0 if p1001==.
replace p1002=0 if p1002==.
replace p1003=0 if p1003==.
replace p8_101=0 if p8_101==.
replace p8_102=0 if p8_102==.
replace p8_103=0 if p8_103==.
replace q16_1=0 if p16_1==.
gen CantLitrosMes= (Frecuencia*(p1001*p8_101 + p1002*p8_102 + p1003*p8_103) + q16_1)*4
```

#### 2. Estimación de la cantidad m3 al mes (CantM3Mes).

Fórmula para la estimación de la cantidad (m<sup>3</sup>)

```
gen CantM3Mes= CantLitrosMes/1000
Histogram CantM3Mes, discrete frequency
```

#### 3. Estimación del Gasto en el consumo de agua al mes (GastoMes).

Cálculos previos

```
replace p901=0 if p901==.
replace p902=0 if p902==.
replace p903=0 if p903==.
gen PrecioCA = (p901+p902+p903)/(p8_101+p8_102+p8_103)
```

Fórmula para la estimación el gasto (S/.)

GastoMes= {Frecuencia x [Σ (Número de envases que se adquiere x Precio por tipo de envase)] + Consumo adicional\*Precio(S/ / Litros)} x 4.

```
gen GastoMes= (Frecuencia*(p1001*p901 + p1002*p902 + p1003*p903) + q16_1*PrecioCA)*4
```

#### 4. Estimación Precio Unitario.

Fórmula Precio (S/ / Litros)

```
gen PrecioLitro=GastoMes/ CantLitrosMes
```

Fórmula Precio (S/ / m<sup>3</sup>)

```
gen PrecioM3=GastoMes/ CantM3Mes
```

### B. Relación entre el precio - cantidad

Por Zona:

```
twoway scatter PrecioM3 CantM3Mes || lpoly PrecioM3 CantM3Mes, by(zona)
```

Precio versus Forma de abastecimiento:

```
tabulate p17, summarize(PrecioM3)
graph bar (mean) PrecioM3, over(p17) title("Precio promedio según forma de abastecimiento ") blabel(bar,
position(outside) format(%9.1f) color(black))
graph bar (mean) PrecioM3, over(p17) by(zona) blabel(bar, position(outside) format(%9.1f) color(black))
```

Precio versus Almacenamiento:

```
gen PrecioM3a=p901*1000/p8_101
tabulate p701, summarize (PrecioM3a)
tabulate p701, summarize (p8_101)
graph bar (mean) PrecioM3a, over(p701) by(zona) blabel(bar, position(outside) format(%9.1f) col-
or(black))
tabulate p701 if p8_101<101, summarize(PrecioM3a)
```

```
tabulate p701 if p8_101>100 & p8_101<601, summarize(PrecioM3a)
tabulate p701 if p8_101>600, summarize(PrecioM3a)
```

Precio versus Competencia:

```
tabulate p17, summarize(PrecioM3)
graph bar (mean) PrecioM3, over(p19) title("Precio promedio según número de abastecimiento existentes")
blabel(bar, position(outside) format(%9.1f) color(black))
graph bar (mean) PrecioM3, over(p19) by(zona) blabel(bar, position(outside) format(%9.1f) color(black))
```

Cantidad versus Miembros que aportan al gasto:

```
tabulate p35 if p35<5, summarize(CantM3Mes)
graph bar (mean) CantM3Mes if p35<5, over(p35) title("Cantidad promedio (m3) según miembros en el hogar que aportan")
blabel(bar, position(outside) format(%9.1f) color(black))
graph bar (mean) CantM3Mes if p35<5, over(p35) by(zona) blabel(bar, position(outside) format(%9.1f) color(black))
```

Cantidad versus Miembros del hogar:

```
tabulate p34, summarize(CantM3Mes)
graph bar (mean) CantM3Mes, over(p34) title("Cantidad promedio (m3) según miembros en el hogar")
blabel(bar, position(outside) format(%9.1f) color(black))
graph bar (mean) CantM3Mes, over(p34) by(zona) blabel(bar, position(outside) format(%9.1f) color(black))
```

Cantidad – Precio versus Ingreso:

```
tabulate q36 if q36<5, summarize(CantM3Mes)
graph bar (mean) CantM3Mes if q36<5, over(p36) title("Cantidad promedio (m3) según nivel de ingreso")
blabel(bar, position(outside) format(%9.1f) color(black))
graph bar (mean) CantM3Mes if q36<5, over(q36) by(zona) blabel(bar, position(outside) format(%9.1f) color(black))
tabulate p36, summarize(CantM3Mes)
tabulate p36 if p36>1 & p36<4, summarize(CantM3Mes)
tabulate p36 if p36>3 & p36<8, summarize(CantM3Mes)
tabulate p36, summarize(PrecioM3)
tabulate p36 if p36>1 & p36<4, summarize(PrecioM3)
tabulate p36 if p36>3 & p36<8, summarize(PrecioM3)
```

Cantidad versus Frecuencia:

```
tabulate p6 if p6<8, summarize(CantM3Mes)
graph bar (mean) CantM3Mes if p6<8, over(p6) title("Cantidad promedio (m3) según frecuencia de compra")
blabel(bar, position(outside) format(%9.1f) color(black))
graph bar (mean) CantM3Mes if p6<8, over(p6) by(zona) blabel(bar, position(outside) format(%9.1f) color(black))
```

Cantidad versus Distancia:

```
tabulate p3 if p3<5, summarize(CantM3Mes)
graph bar (mean) CantM3Mes if p3<5, over(p3) title("Cantidad promedio (m3) según distancia")
blabel(bar, position(outside) format(%9.1f) color(black))
graph bar (mean) CantM3Mes if p3<5, over(p3) by(zona) blabel(bar, position(outside) format(%9.1f) color(black))
```

Acceso:

```
gen IngrMax = p36
replace IngrMax = 750 if IngrMax==1
replace IngrMax = 1000 if IngrMax==2
replace IngrMax = 1500 if IngrMax==3
replace IngrMax = 2000 if IngrMax==4
replace IngrMax = 3000 if IngrMax==5
replace IngrMax = 4000 if IngrMax==6
gen Acceso = GastoMes/IngrMax

tabulate p36, summarize(Acceso)
tabulate p36 if p36>1 & p36<4, summarize(Acceso)
tabulate p36 if p36>3 & p36<8, summarize(Acceso)
```

### C. Estimación de la función de demanda

```
regress LnCantM3Mes LnPrecioM3 Frecuencia Cantpersonas CapAlmacenamiento if pi_3==2
gen CantM3Mes_Est = exp(
0.8491602-0.2220658*LnPrecioM3+0.2416415*Frecuencia+0.0291652*Cantpersonas+0.0009922*CapAlm
acenamiento)
scatter PrecioM3 CantM3Mes
scatter PrecioM3 CantM3Mes_Est
```

### D. Estimación del beneficio por mayor consumo

```
gen B = (PrecioM3 - PrecioSedapal)*CantM3Mes_Est
sum B
gen CantM3Mes_Est2 = exp( 0.849
-0.222*LnPrecioSedapal+0.241*7+0.0291652*Cantpersonas+0.0001*0)
gen GHJ= PrecioSedapal*(CantM3Mes_Est2 - CantM3Mes_Est)
sum GHJ

gen Ptope =
exp((-0.8491602+ln(CantM3Mes_Est)-0.2416415*Frecuencia-0.0291652*Cantpersonas-0.0009922*CapAl
macenamiento)/(-0.22))
sum Ptope
gen A =
(exp(0.8491602+0.2416415*Frecuencia+0.0291652*Cantpersonas+0.0009922*CapAlmacenamiento))*((Pt
ope^0.778 - PrecioM3^0.778)/0.778)
sum A
gen ABCDE = (exp(0.8491602+0.2416415*7+0.0291652*Cantpersonas+0.0009922*0))*((Ptope^0.778 -
PrecioSedapal^0.778)/0.778)
sum ABCDE
```

### E. Gasto del usuario si fuese usuario de Sedapal

```
gen GastoMesSEDAPAL = .
replace GastoMesSEDAPAL = (4.886+CantM3Mes*1.116)*1.18 if CantM3Mes<10
replace GastoMesSEDAPAL = (4.886+10*1.116+(CantM3Mes-10)*1.295)*1.18 if CantM3Mes>10
replace GastoMesSEDAPAL = (4.886+10*1.116)*1.18 if CantM3Mes==10
```

### F. Estimación del ahorro

Ahorro en gasto:

```
gen AHORRO = GastoMes - GastoMesSEDAPAL
sum AHORRO
```

Ahorro en tiempo

```
gen ValorTiempoMin= 0.0341
replace ValorTiempoMin= 0.0170 if p4==2
replace ValorTiempoMin= 0.0170 if p4==7
```

AHORROTiempo= [Tiempo que incurrir en el traslado (min) x Valor del tiempo (S/. /min) x Frecuencia] x 4.

```
gen AHORROTiempo = p5*ValorTiempoMin*Frecuencia*4
sum AHORROTiempo
```

Ahorro en compra de manguera

```
gen ValorMangAño = .
replace ValorMangAño = 119.90 if p4==9
replace ValorMangAño = 119.90 if p4==20
replace ValorMangAño = 119.90 if p4==21
gen Distancia100M = 0
replace Distancia100M = 1 if p3==2
replace Distancia100M = 2 if p3==3
replace Distancia100M = 3 if p3==4
replace Distancia100M = 4 if p3==5
```

AHORROmang= [Valor de la manguera (100metros) x Longitud de la manguera (100metros)]

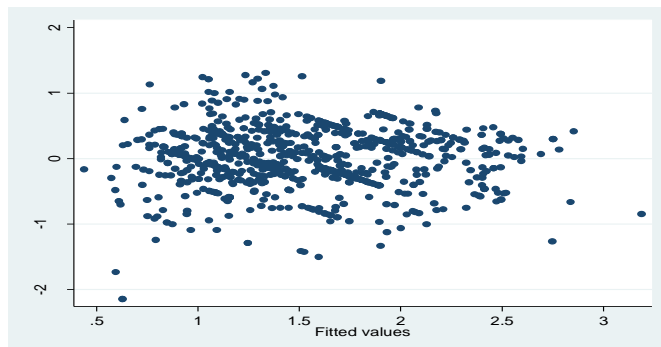
```
gen AHORROmang = Distancia100M*ValorMangAño
sum AHORROmang
```

#### Anexo 4. Evaluación del modelo econométrico estimado

El modelo econométrico estimado cuyos resultados se muestra en la tabla 19 de la presente investigación, se observa que las variables explicativas tienen una probabilidad menor al 5%, por lo que se rechaza la hipótesis nula que menciona que los coeficientes no son significativos. Asimismo, la prueba F también estimó una probabilidad menor al 5% y se concluye que los coeficientes en su conjunto también son significativos. Finalmente, se obtuvo un R cuadrado de 50,8%, porcentaje que es aceptable.

En cuanto a los residuos se observa en la siguiente gráfica que la media de éstos se encuentra alrededor de cero, con una dispersión bastante concentrada en dicha media (homocedasticidad), por lo que se esperaría que los parámetros estimados del modelo sean eficientes.

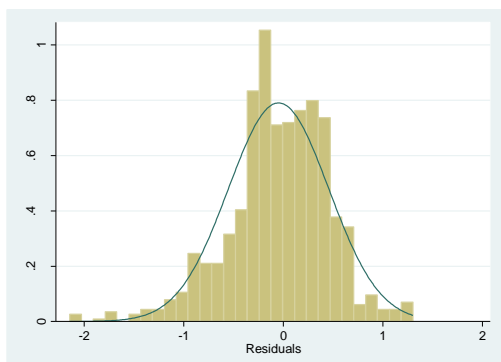
#### Estimación de los residuos



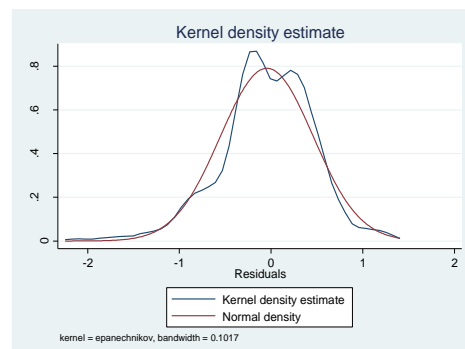
Fuente: Elaboración propia 2017.

De otro lado, el histograma de los residuos y la densidad estimada de Kernel, muestran que la distribución de los residuos se aproxima a la normal, por lo que se esperaría una buena inferencia del modelo.

#### Normalidad de los residuos



Fuente: Elaboración propia 2017.



Finalmente, en la prueba de multicolinealidad se observa que los factores de inflación de varianza (VIF) son menores a 10, por lo que se concluye que no existen relación entre las variable explicativas, y se garantiza la capacidad explicativa individual de cada variable explicativa.

### **Prueba de multicolinealidad**

Variable	VIF	1/VIF
Frecuencia	1.33	0.752596
CapAlmacen~o	1.33	0.754513
Cantpersonas	1.05	0.952009
LnPrecioM3	1.03	0.970311
Mean VIF	1.18	

Fuente: Elaboración propia 2017.

**Anexo 5. Resumen de la ficha de proyectos de ampliación de redes de SEDAPAL**

N°	SNIP	PROYECTO	DISTRITO	INVER-SION TOTAL (S/) (precio social)	INVER-SION AGUA (S/) (precio social)	O&M (S/)	N° DE CNX	Ultima Fecha de Actualiza-ción	INVERSION AGUA (S/) 2015	O&M (S/) 2015
1	44682	AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA EL ESQUEMA PARIACHI, LA GLORIA, SAN JUAN, HORACIO ZEVALLOS Y ANEXOS.	ATE	112,606,412	43,189,269	10,158,692	9,402	09/02/2009	49,382,806.23	4,455,028.00
2	122182	AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA EL ESQUEMA PROLONGACIÓN NICOLÁS DE PIÉROLA - SANTA CLARA SUR Y ANEXOS - DISTRITO DE ATE VITARTE.	ATE	55,351,246	40,978,615	1,178,591	5,839	11/08/2015	41,407,169.98	881,680.57
3	37460	AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL ESQUEMA CERRO LAS ANIMAS Y ANEXOS DEL DISTRITO DE PUENTE PIEDRA.	PUENTE PIEDRA	15,837,595	10,921,324	184,351	1,298	24/02/2011	11,522,746.68	134,125.79
4	119602	AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA NUEVAS HABILITACIONES EN EL VALLE AMAUTA 3, DISTRITO ATE - LIMA.	ATE	11,817,885	8,479,142	306,627	855	08/03/2010	9,789,144.32	253,989.27
5	45691	AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL ESQUEMA SAN PEDRO DE CARABAYLLO.	CARABAYLLO	35,747,147	18,483,930	426,220	2,203	04/05/2009	21,537,754.45	256,798.72
6	34539	AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA LA QUEBRADA DE MANCHAY - DISTRITO DE PACHACAMAC.	PACHACAMAC	100,885,239	56,390,949	2,270,402	7,880	06/02/2007	72,170,031.21	1,624,172.03
7	141977	AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA EL ESQUEMA LOS CHANCAS - LA ENCALADA, DISTRITO SANTA ANITA	SANTA ANITA	31,929,681	26,719,505	402,500	3,943	23/01/2012	28,227,012.28	355,824.80
8	50364	AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL ESQUEMA JERUSALEN Y ANEXOS - DISTRITO PUENTE PIEDRA.	PUENTE PIEDRA	31,670,519	13,780,042	1,454	2,804	24/05/2016	13,888,817.93	637.64
9	141489	AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA EL A.H. INCAHUASI - PAMPA DE COMAS - DEL DISTRITO DE COMAS.	COMAS	39,782,372	22,141,358	0.00	2,261	28/08/2014	22,817,734.81	0.00
10	145919	AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA NUEVAS HABILITACIONES-SARGENTO LORES-DISTRITO SAN JUAN DE LURIGANCHO.	SJL	11,326,400	7,567,683	159,635	913	05/01/2016	7,565,690.22	106,631.32
11	176765	AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA EL ESQUEMA VALLECITO BAJO-SECTOR 309-DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO	VMT	46,328,425	32,163,859	1,946,773	4,628	29/12/2015	32,163,859.97	1,351,561.90
12	167501	AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA EL ESQUEMA JOSE GALVEZ -SECTOR 315- DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO	VMT	108,391,664	53,807,524	3,534,191	6,152	11/08/2015	54,370,243.74	1,772,782.32
13	147821	AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL PROYECTO ESPECIAL LOS ANGELES-DISTRITO SAN JUAN DE LURIGANCHO	SJL	15,765,999	11,373,403	1,414,019.	2,293	11/08/2015	11,492,346.98	1,030,724.22
14	142171	AMPLIACION DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL ESQUEMA INDEPENDENCIA, UNIFICADA Y ERMITAÑO- DISTRITO INDEPENDENCIA	INDEPENDENCIA	86,724,819	48,664,208	31,704	13,380	11/08/2015	49,173,139.54	17,976.23
15	172745	AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA EL ESQUEMA SAN JUAN DE AMANCAES	RIMAC	57,177,372	46,797,912	5,471,209	2,384	11/08/2015	47,287,325.47	4,524,846.66

16	141274	AMPLIACION DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO BAYOVAR AMPLIACION- SAN JUAN DE LURIGANCHO	SJL	55,375,072	35,178,584	781,770	5,051	11/08/2015	35,546,482.19	501,835.44
17	131184	AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA EL ESQUEMA MUSA 4TA Y 5TA ETAPA- DISTRITO LA MOLINA	LA MOLINA	11,362,685	7,376,704	98,080	675	31/05/2016	7,434,933.60	64,176.58
18	2302266	AMPLIACION DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA QUEBRADA DE MANCHAY 3RA ETAPA- DISTRITO DE PACHACAMAC	PACHACA-MAC	30,498,975	21,021,443	610,234	2,293	11/01/2016	21,015,906.19	420,493.49
19	2300050	AMPLIACION DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LOS SECTORES 334 335 336 337 343 344- DISTRITOS COMAS E INDEPENDENCIA	COMAS-INDEPENDENCIA	122,196,088	95,592,952	0.00	4,364	19/11/2015	95,667,020.71	0.00
20	75043	AMPLIACION DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN NUEVAS HABILITACIONES DE LAS PARTES ALTAS DE HUAYCAN - DISTRITO DE ATE	ATE	20,153,494	12,625,311	1,748,616	3,960	11/05/2009	14,711,203.13	1,276,416.15
21	19299	AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL ESQUEMA INTEGRAL CARABAYLLO	CARABAYLLO	53,457,053	31,068,523	4,758,529	12,375	30/05/2006	39,593,318.75	3,524,435.88

Fuente: SEDAPAL.

#### Anexo 6. Flujo de caja para determinar el ratio beneficio/costo

Variables (S/)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Beneficio		270,620,007.82	270,620,007.82	270,620,007.82	270,620,007.82	270,620,007.82	270,620,007.82	270,620,007.82	270,620,007.82	270,620,007.82	270,620,007.82
C O&M		49,945,534.79	49,945,534.79	49,945,534.79	49,945,534.79	49,945,534.79	49,945,534.79	49,945,534.79	49,945,534.79	49,945,534.79	49,945,534.79
Inversión	1,414,712,258.20										
Flujo	-1,414,712,258.20	220,674,473.03	220,674,473.03	220,674,473.03	220,674,473.03	220,674,473.03	220,674,473.03	220,674,473.03	220,674,473.03	220,674,473.03	220,674,473.03
Factor de actua	1.00	0.92	0.84	0.77	0.71	0.65	0.60	0.55	0.50	0.46	0.42
Beneficio	-	248,275,236.53	227,775,446.36	208,968,299.41	191,714,036.16	175,884,436.84	161,361,868.66	148,038,411.62	135,815,056.53	124,600,969.29	114,312,815.86
C O&M	-	45,821,591.55	42,038,157.38	38,567,116.87	35,382,676.02	32,461,170.66	29,780,890.52	27,321,917.91	25,065,979.73	22,996,311.68	21,097,533.65
Inversión	1,414,712,258.20										
Ratio B/C		0.17	0.32	0.44	0.56	0.65	0.74	0.82	0.89	0.95	1.00
Variables (S/)	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Beneficio	270,620,007.82	270,620,007.82	270,620,007.82	270,620,007.82	270,620,007.82	270,620,007.82	270,620,007.82	270,620,007.82	270,620,007.82	270,620,007.82	
C O&M	49,945,534.79	49,945,534.79	49,945,534.79	49,945,534.79	49,945,534.79	49,945,534.79	49,945,534.79	49,945,534.79	49,945,534.79	49,945,534.79	
Inversión											
Flujo	220,674,473.03	220,674,473.03	220,674,473.03	220,674,473.03	220,674,473.03	220,674,473.03	220,674,473.03	220,674,473.03	220,674,473.03	220,674,473.03	
Factor de actua	0.39	0.36	0.33	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	
Beneficio	104,874,142.99	96,214,810.09	88,270,467.97	80,982,080.71	74,295,486.89	68,160,997.14	62,533,024.90	57,369,747.62	52,632,795.98	48,286,968.79	
C O&M	19,355,535.46	17,757,371.98	16,291,166.95	14,946,024.73	13,711,949.29	12,579,769.99	11,541,073.39	10,588,140.72	9,713,890.57	8,911,826.21	
Inversión											
Ratio B/C	1.05	1.09	1.13	1.17	1.20	1.23	1.26	1.28	1.30	1.32	
Variables (S/)	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Beneficio	270,620,007.82	270,620,007.82	270,620,007.82	270,620,007.82	270,620,007.82	270,620,007.82	270,620,007.82	270,620,007.82	270,620,007.82	270,620,007.82	
C O&M	49,945,534.79	49,945,534.79	49,945,534.79	49,945,534.79	49,945,534.79	49,945,534.79	49,945,534.79	49,945,534.79	49,945,534.79	49,945,534.79	
Inversión											
Flujo	220,674,473.03	220,674,473.03	220,674,473.03	220,674,473.03	220,674,473.03	220,674,473.03	220,674,473.03	220,674,473.03	220,674,473.03	220,674,473.03	
Factor de actua	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08	
Beneficio	44,299,971.37	40,642,175.56	37,286,399.60	34,207,706.06	31,383,216.56	28,791,941.80	26,414,625.51	24,233,601.38	22,232,661.82	20,396,937.45	
C O&M	8,175,987.35	7,500,905.83	6,881,564.98	6,313,362.37	5,792,075.56	5,313,830.79	4,875,074.12	4,472,545.07	4,103,252.35	3,764,451.70	
Inversión											
Ratio B/C	1.34	1.35	1.37	1.38	1.40	1.41	1.42	1.43	1.43	1.44	

## Anexo 7. Supuestos de la simulación

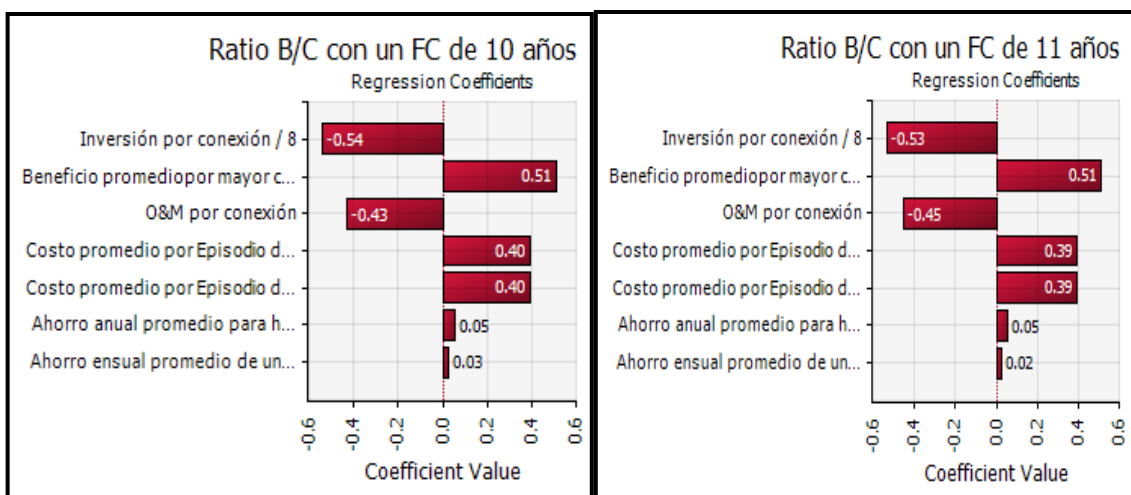
### Input

Name	Worksheet	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
Costo promedio por Episodio de ED_Hogar	3era Parte_Beneficio	E107		25.0	32.5	40.0	25.7	39.2	0
Costo promedio por Episodio de EDA_Centro	3era Parte_Beneficio	E112		65.0	72.5	80.0	65.7	79.2	0
Beneficio promedio por mayor consumo de agua mensual.	3era Parte_Beneficio	F10		S/. 70.53	S/. 75.59	S/. 79.83	S/. 72.38	S/. 78.55	0
Ahorro ensual promedio de un hogar que traslada el agua	3era Parte_Beneficio	F57		S/. 10.06	S/. 11.56	S/. 12.97	S/. 10.62	S/. 12.48	0
Ahorro anual promedio para hogares que usan mangueras	3era Parte_Beneficio	F92		S/. 200.27	S/. 225.57	S/. 283.33	S/. 203.87	S/. 256.92	0
O&M por conexión	Flujo de caja	J25		205.39	253.56	297.46	221.77	283.82	0
Inversión por conexión / 8	Flujo de caja	J26		6,844.03	7,221.80	7,580.38	6,968.20	7,465.42	0

### Output

Name	Worksheet	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors	
Ratio B/C con un FC de 10 años	Flujo de caja	L19		0.90	0.92	1.00	1.11	0.95	1.06	0
Ratio B/C con un FC de 11 años	Flujo de caja	M19		0.95	0.96	1.05	1.16	1.00	1.11	0
Ratio B/C con un FC de 12 años	Flujo de caja	N19		0.95	1.00	1.10	1.21	1.04	1.16	0

### Impact





## Anexo 8. Regulación tarifaria en el sector saneamiento

En base al marco teórico de la regulación económica, cada cinco años, el nivel, la estructura y la fórmula de la tarifa del servicio de agua potable y alcantarillado de cada una de las empresas prestadoras de servicios de saneamiento (EPS) que aparecen en la cuadro 01. Dicha función se establece en el artículo N° 4 del Reglamento General de Tarifas (RGT) aprobado por Resolución de Consejo Directivo N° 009 – 2007 – SUNASS – CD de fecha 05 de febrero del 2007.

### Empresas prestadoras de servicios de saneamiento (EPS) Reguladas por SUNASS

1. ATUSA	26. EPS Loreto S.A.
2. SEDAPAL S.A.	27. EMAPA Cañete S.A.
3. EMAPA Huacho S.A.	28. SEDAPAR SRL.
4. SEDACAJ S.A.	29. EMSAP Chanka SRL.
5. SEDALIB S.A.	30. EMAPAVIGSSA
6. SEDA Cusco S.A.	31. EPSSMU SRL.
7. EPS Moyobamba SRLtda.	32. EMPSSAPAL SRL.
8. SEDAPAR S.A.	33. EMAPAB SRL.
9. EPS Tacna S.A.	34. EMAPA San Martín S.A.
10. EPSASA	35. EMAPICA S.A.
11. EMUSAP Abancay SRL.	36. EMAPAT SRL.
12. EPS Chavín S.A.	37. EPS MARAÑÓN SRL.
13. SEDA Huánuco S.A.	38. EMAPISCO S.A.
14. EPS Sierra Central SRL	39. EPS Grau S.A.
15. EPS Selva Central S.A.	40. EPS ILO S.A.
16. SEDAM Huancayo S.A.	41. EPS Mantaro S.A..
17. EMUSAP Amazonas SRL	42. EMSAPA Calca S.R.L.
18. SEDA Chimbote S.A.	43. EMAPACOP S.A.
19. EMAPA Huaral S.A.	44. EMAQ S.R.L.
20. SEMAPACH S.A.	45. EMAPA HUANCAVELICA S.A.C
21. EPS Moquegua S.A.	46. EMSAPUNO S.A.
22. SEDA Juliaca S.A.	47. EMAPA-Y S.R.L.
23. EMSAPA Yauli-La Oroya	48. EMAPA PASCO S.A.
24. SEMAPA Barranca S.A.	49. EPS Nor Puno S.A.
	50. EPS Aguas del Altiplano S.R.L

Fuente: Sunass.

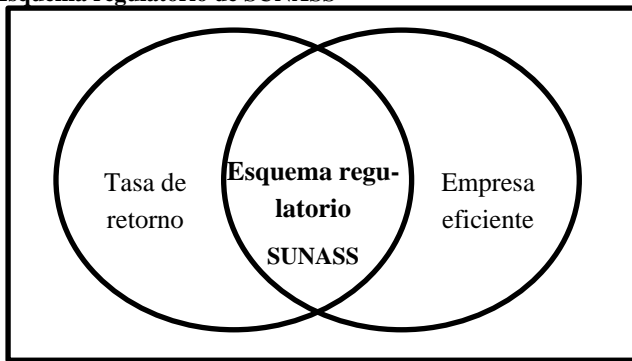
Las 50 empresas prestadoras de servicio suman aproximadamente un total de 3,406 mil conexiones de agua potable y 3.016.000 conexiones de alcantarillado, con lo cual, la cobertura de agua potable en el ámbito urbano a nivel nacional es alrededor de 92.16%, y de alcantarillado, alrededor de 84,37%. Sedapal es la empresa más importante, toda vez que el total de sus conexiones representan el 41,9% del total.

Sunass con el objetivo de cumplir adecuadamente su función regulatoria, considera en el momento de fijar tarifas los principios establecidos en el artículo N° 5 del Reglamento General de Tarifas. Dichos principios son: (i) eficiencia económica que busca garantizar que las tarifas que cobre la EPS generen incentivos a una asignación óptima de recursos que posibilite la maximización de los beneficios de la sociedad, (ii) viabilidad financiera que busca la recuperación de los costos requeridos para su funcionamiento eficiente, (iii) equidad social para garantizar el acceso a los servicios de saneamiento al mayor número de pobladores, (iv) simplicidad que busca que las tarifas sean de fácil comprensión, aplicación y control, (v) transparencia que garantiza que el sistema tarifario sea de conocimiento público y (vi) la no discriminación para un trato igual a las EPS.

De otro lado, el esquema regulatorio que se aplica en el sector saneamiento puede ser considerado como híbrido, pues combina el mecanismo de tasa de retorno y empresa modelo eficiente. El primero, permite que el regulador fije un nivel tarifario que genere flujos de caja capaces de cubrir los costos en los que la empresa regulada incurre para prestar los servicios a su cargo, obteniendo una rentabilidad o retorno razonable por su inversión (Lasheras 1999).

La idea general del segundo mecanismo es “simular la competencia” mediante la creación de una empresa que opera en el mercado competitivo. Así, este mecanismo parte de que los precios (tarifas) se fijan directamente de la condición de sostenibilidad económica, es decir, que el valor presente de los ingresos generados por la empresa regulada menos sus costos económicos de brindar el servicio sean iguales a cero. Con esto se crea una empresa modelo "hipotética", que tarifica al costo medio de largo plazo, invierte y opera al mínimo costo tecnológicamente posible, independientemente de la empresa real, la cual obtendría una rentabilidad normal solo si es capaz de emular a la empresa eficiente (Bustos y Galetovic 2000).

### Esquema regulatorio de SUNASS



Fuente: Elaboración propia 2017.

En base al esquema regulatorio adoptado y los principios aplicables a la regulación tarifaria establecidos en el RGT, Sunass fija la tarifa media al nivel en donde el valor actual neto del flujo de caja económico del quinquenio se iguala a cero, para tal objetivo se aplica la siguiente regla:

$$P^e = CME = \frac{K_0 + \sum_{t=1}^5 \frac{I_t + O \& M_t + T_t + \Delta WK_t}{(1+r)^t} - \frac{K_5}{(1+r)^5}}{\sum_{t=1}^5 \frac{Q_t}{(1+r)^t}} \quad \dots (1.1)$$

Donde:

- CME : Costo medio
- O&M : Costos de explotación eficientes
- K<sub>0</sub> : Base de capital al inicio del periodo
- I : Inversiones reconocidas (financiamiento concertado)
- WK : Capital de trabajo
- T : Impuestos
- K<sub>5</sub> : Capital residual al quinto año
- r : Tasa de descuento (WACC)
- Q : Volumen facturado
- D : Depreciación

Cada componente del flujo de caja económico se describe en el siguiente cuadro:

#### Componentes del flujo de caja económico

Variables	Consideraciones
Costos de explotación eficiente (O&M)	Se componen: 1. Costo de producción (agua y alcantarillado). 2. Gasto de administración y ventas (Su repartición depende del subsidio entre servicios) 3. Impuestos y contribución (predial, aporte por regulación e ITF)
Base de Capital (K)	Se estiman: 1. Base de Capital Inicial=Activos Fijos Netos + Capital de trabajo. 2. Base de Capital Final= Base de Capital Inicial + Suma de Inversiones – Suma de Depreciaciones + Capital de Trabajo Final.
Inversiones reconocidas (I)	Solo se consideran los financiados con recursos propios. Se obtiene de diferenciar las Inversiones PMO – Donaciones. Donde las Inversiones PMO = Inversiones de Expansión y Reposición + Inversiones de Mejoras Institucionales + Inversiones Colaterales.

Capital de trabajo (WK)	Se estiman: WK = (45/306)*(Costo Operativos t - Costo Operativos t-1)
Depreciación (D)	Se considera la depreciación de la Base de Capital.
Impuestos (T)	Es el Impuesto a la Renta.
Tasa de descuento (r)	Es el <b>Costo del Capital</b> estimada mediante el WACC.
Volumen Facturado (Q)	En base al número de usuarios de la EPS.

Fuente: Modelo Económico Financiero – Sunass. Elaboración propia 2017.

La ecuación (2.1) estima el costo medio de mediano plazo (CME) a valor actual, en base a dicha información se fija la tarifa media al nivel del CME para garantizar el cierre económico<sup>10</sup>. Simplificando la ecuación del CME<sup>11</sup>, se observa que tarifa media está en función a los costos de explotación eficientes, los impuestos, la depreciación de los activos fijos, el volumen facturado y el costo del capital.

$$P^e = f(O^+, M^+, T^+, D^-, AF, Q, r)$$

De esta manera, se evidencia que el costo del capital es una variable que influye directamente en la determinación del nivel de la tarifa de los servicios de agua potable y alcantarillado, por tal razón, dicho costo es uno de los factores más importantes que tiene que estimar SUNASS.

<sup>10</sup> Cierre Económico: La tarifa cubre los costos económicos en los que se incurre al prestar el servicio.

<sup>11</sup> Asumiendo un r=0.

$$P^e = \frac{K_0 + \sum_{t=1}^5 I_t + \sum_{t=1}^5 O \& M_t + \sum_{t=1}^5 T_t + \sum_{t=1}^5 \Delta WK_t - K_5}{\sum_{t=1}^5 Q_t}$$

Operando la ecuación anterior considerando que:

$$k_0 = AF_0 + WK_0$$

$$k_5 = AF_5 + WK_5$$

$$AF_5 = AF_0 + \sum_{t=1}^5 I_t - \sum_{t=1}^5 D_t$$

$$WK_5 = WK_0 + \sum_{t=1}^5 \Delta WK_t$$

Se obtiene:

$$P^e = \frac{\sum_{t=1}^5 O \& M_t + \sum_{t=1}^5 T_t + \sum_{t=1}^5 D_t}{\sum_{t=1}^5 Q_t}$$

## **Nota biográfica**

### **Sandro Alejandro Huamaní Antonio**

Nació en Huancayo, Junín, el 16 de abril de 1985. Economista por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM). En el 2010, recibió el Diploma a la Excelencia Académica en reconocimiento a su trayectoria académica y profesional por parte de la Facultad de Ciencias Económicas de la UNMSM.

Fue Analista Económico en la Dirección General de Concesiones en Transportes del MTC. Ha participado como docente en la UNMSM, PUCP, UPC, Curso de Extensión de la Sunass y Curso de Extensión de MVCS. También ha participado como expositor en numerosas conferencias relacionado a transportes, regulación económica y el sector Saneamiento. Ha publicado documentos de trabajado, tales como: i) Estimación del Costo de Capital para el Sector Saneamiento (2015), ii) Un modelo econométrico de proyección de la demanda futura del flujo vehicular en las concesiones en transporte (2013), iii) Renegociaciones no eficientes a partir del diseño del contrato y la licitación en las concesiones en transporte (2012), iv) Una aplicación del Enfoque de Dominancia Estocástica en el marco de las Renegociaciones de los Contratos de Concesión en Transportes (2012), entre otros. Actualmente se desempeña como Especialista en Regulación Tarifaria en la Sunass.