



Postgrado en Economía



**EPG**

Escuela de Postgrado UNAM

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

## VALOR ECONÓMICO Y GESTIÓN DEL AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN EL PERÚ: EL CASO DE LA CIUDAD DE LIMA

TESIS PARA EL DOCTORADO EN ECONOMÍA  
ESPECIALIDAD EN ECONOMÍA DE LOS RECURSOS NATURALES Y  
DESARROLLO SUSTENTABLE

PRESENTADA POR:

Lenin William Postigo De la Motta

DIRECTORA DE TESIS:

Dra. María Luisa Quintero Soto

Marzo de 2010



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*"We do not know the value of water as long as the well isn't dry."  
("No reconocemos el valor del agua mientras el pozo no esté seco")*

*Thomas Fuller, Gnomologia, 1732*

## Contenido

INTRODUCCIÓN.....	6
1. LA GESTIÓN DEL AGUA EN EL PERÚ .....	10
1.1 El manejo del agua para irrigación .....	12
1.1.1 La normativa sobre gestión del agua y la nueva Ley de Recursos Hídricos.....	14
1.1.2 Derechos de propiedad y uso económicamente eficiente del agua .....	16
1.2 La gestión de los servicios de agua potable y alcantarillado .....	21
1.2.1 La regulación de los servicios de agua potable y alcantarillado.....	23
1.2.2 La situación de las empresas prestadoras .....	24
1.2.3 Las tarifas de las empresas y los subsidios indiscriminados .....	28
1.3 El derecho humano al agua .....	34
2. EL DEBATE SOBRE EL VALOR ECONÓMICO DEL AGUA.....	36
2.1 El concepto de valor económico.....	37
2.2 El agua como un bien económico y sus implicancias .....	45
2.3 El uso de instrumentos económicos para reducir la carga contaminante de las aguas residuales.....	52
2.3.1 El marco institucional para el uso de instrumentos económicos en el Perú .....	57
2.3.2 Algunas consideraciones para el establecimiento de tarifas por la carga contaminante en las aguas residuales para el Perú .....	60
3. DETERMINACIÓN DEL VALOR ECONÓMICO DEL AGUA .....	67
3.1 El Ciclo hidrológico en Lima .....	67
3.2 Aspectos conceptuales y metodológicos de la determinación del valor económico del agua .....	72
3.2.1 La valoración del agua en sus fuentes .....	74
3.2.2 Valoración de los costos de la prestación de los servicios de agua potable .....	77
3.2.3 Valoración de la contaminación por aguas residuales urbanas e industriales.....	79
3.3 El valor económico del agua y las políticas de acceso a los servicios de saneamiento .....	81
4. METODOLOGÍA DE ESTUDIO Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	83
4.1 Valor económico del agua para irrigación: modelo de programación lineal ...	84

4.2 Valoración del costo económico de los servicios de agua potable y alcantarillado.....	90
4.3 Valoración del costo de la contaminación por aguas residuales: El Método de Valoración Contingente.....	95
4.4 El valor económico del agua en la ciudad de Lima.....	113
5. CONCLUSIONES .....	115
BIBLIOGRAFÍA.....	122
ANEXO 1. ENCUESTA.....	130
ANEXO 2. CROQUIS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.....	135

## LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 1. Disponibilidad de agua por regiones naturales .....	10
Cuadro N° 2. Cobertura de agua potable y alcantarillado en el Perú - 2004.....	21
Cuadro N° 3. Indicadores de Gestión Financiera de las Empresas de Agua.....	24
Cuadro N° 4. Indicadores de Gestión de las Empresas de Agua .....	27
Cuadro N° 5. Estructura Tarifaria SEDAPAL S.A.....	78
Cuadro N° 6. Inversiones Programadas en Agua y Saneamiento .....	82
Cuadro N° 7. Cálculo tarifario de SEDAPAL .....	90
Cuadro N° 8. Cálculo del costo real de los servicios de SEDAPAL.....	91
Cuadro N° 9. SEDAPAL, monto total del programa de inversión quinquenal .....	92
Cuadro N° 10. Cálculo del Subsidio por Familia Según Consumo .....	93
Cuadro N° 11. Valor económico del agua en Lima.....	113

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1. Asignación eficiente del agua superficial .....	17
Gráfico N° 2. Evolución de la Cobertura de Agua y Alcantarillado.....	22
Gráfico N° 3. Costo Económico y Tarifa 2008 .....	28
Gráfico N° 4. Gasto en los Servicios de Agua y Alcantarillado para un Consumo Mensual de 20 m3.....	33
Gráfico N° 5. Excedente social .....	39
Gráfico N° 6. Óptimo Económico de la Contaminación .....	54
Gráfico N° 7. Contaminación y Tarifa Óptimas.....	56
Gráfico N° 8. Costo de Reducir la Contaminación según Tecnología.....	61
Gráfico N° 9. Concepto de un Esquema de Tarifas por Contaminación .....	64

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa Satelital del Perú .....	7
Figura 2. El Ciclo Hidrológico.....	67
Figura 3. Vista satelital del departamento de Lima.....	69
Figura 4. Fuentes de valor económico en el agua.....	71
Figura 5. Proyecto Chavimochic .....	84
Figura 6. Vista de las Playas de Miraflores .....	101
Figura 7. Mapa de Miraflores por zonas vecinales.....	102

# VALOR ECONÓMICO Y GESTIÓN DEL AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN EL PERÚ: EL CASO DE LA CIUDAD DE LIMA

## INTRODUCCIÓN

La geografía del Perú ha sido marcada por el contraste que genera la presencia de la Cordillera de los Andes, la cual corta el territorio peruano prácticamente por la mitad. Esta característica geofísica determina la conformación de tres regiones naturales: la costa del Océano Pacífico, de clima templado y marcadamente desértica; la sierra, de elevadas cumbres y también desértica en su vertiente occidental, pero lluviosa y montañosa en su vertiente oriental; y la selva, de clima tropical y amazónico. En los desiertos de la costa, la única fuente de agua son las lluvias y deshielos de la sierra, que bajan hacia el Océano Pacífico formando valles con agricultura de irrigación. Aquí el agua es sumamente escasa y, en ocasiones, se producen conflictos entre los usos agrícolas y urbanos. La sierra tiene una estación de lluvias entre diciembre y abril, pero el resto del año se mantiene también mayormente seca, salvo en las zonas de su vertiente oriental más próximas a los llanos amazónicos. El agua en la sierra también es escasa, excepto en la temporada de lluvias. La selva, por su parte, aunque tiene también su estación de "seca" (época de menos lluvia), es húmeda en general y dispone de abundante agua durante todo el año.

El mapa a continuación muestra claramente las zonas desérticas tanto de la sierra como de la costa en el Pacífico, y las zonas húmedas en la vertiente amazónica del oriente. El mismo mapa permite apreciar el efecto de la cordillera de los Andes sobre las características climáticas del Perú, si no existiera esta cadena montañosa, el clima de todo el Perú sería de tipo tropical amazónico, y no se tendría la marcada escasez de agua en su parte occidental. La foto ha sido tomada en una época del año en que los glaciares andinos se han reducido al mínimo, lo que evidencia la importante pérdida de glaciares atribuida al calentamiento global. Estos glaciares andinos acumulan agua en las épocas de lluvia y luego sus deshielos alimentan los ríos que bajan a la costa y posibilitan la agricultura de riego en los valles occidentales de la cuenca del pacífico.

**Figura 1. Mapa Satelital del Perú**



Fuente: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0a/Peru\\_Blue\\_Marble.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/0a/Peru_Blue_Marble.png)

Una de las paradojas en el uso del agua es que, no obstante su escasez en las regiones de costa y sierra, su uso es marcadamente ineficiente. Por ejemplo, a pesar de su característica desértica, en la costa se cultiva arroz, un producto de



alta demanda de agua; además, se pierde la mitad del agua destinada al riego agrícola. De igual manera, en el caso del uso urbano, prácticamente la mitad del agua potable producida es desperdiciada, mayormente en los domicilios, por falta de medición.

Por otra parte, el uso del agua como un recipiente de residuos urbanos y mineros ha generado serios problemas de contaminación, los cuales imponen importantes riesgos para la disponibilidad futura de este recurso. En buena medida, el uso derrochador del agua y la desconsideración de los costos que se impone a la sociedad con la contaminación del agua, devienen de la ausencia de un reconocimiento al valor económico de este recurso, y por ello el reconocimiento del valor del agua y, donde sea pertinente, el uso de mecanismos de mercado, pueden contribuir significativamente a mejorar su gestión. En esta investigación se busca determinar dicho valor económico.

La gestión del agua en el Perú se caracteriza por una regulación basada en mecanismos denominados de “comando y control”. En el uso agrícola, el agua se asigna en función al derecho de propiedad sobre la tierra, de tal forma que el recurso se raciona para otorgar una cantidad de agua que es función directa del tamaño de la propiedad agrícola. En el uso urbano, si bien existen sistemas tarifarios basados en la cantidad de consumo, el relativamente escaso desarrollo de la medición domiciliaria determina que la facturación se haga, todavía en una gran proporción, con base en asignaciones de consumo preestablecidas, lo cual determina un pago fijo mensual independiente de la cantidad realmente consumida. Asimismo, no existe una valoración económica de la contaminación del agua, y no obstante que las empresas prestadoras del servicio de desagüe tienen identificados a los emisores industriales de aguas residuales con elevada carga contaminante, sólo les pueden cobrar lo mismo que a un emisor doméstico. Esto configura una situación en la que los incentivos económicos promueven un uso derrochador del recurso, tanto en la agricultura como en los usos urbanos, y asimismo, el vertimiento excesivo de aguas residuales contaminadas, tanto en las redes urbanas como en los cursos naturales de agua.

El propósito de esta investigación es analizar los problemas económicos de la gestión del agua en el Perú, determinando el valor económico de este recurso en una perspectiva que integra el costo de oportunidad del agua para irrigación, y el valor de la contaminación del agua, además de los costos que usualmente se computan como costo económico de los servicios de agua potable y alcantarillado. Para tal efecto se toma el caso de la ciudad de Lima, y en este contexto se analiza las consecuencias en la gestión ineficiente del agua, del no reconocimiento de su valor económico. En tal sentido, se plantea dos hipótesis: a) Que el recurso agua tiene un importante valor económico, el cual no es reconocido por el mercado; y b) El costo económico real de los servicios de agua y alcantarillado es relativamente alto en relación a los ingresos de la población de Lima. La verificación de la primera hipótesis indicaría la existencia de importantes pérdidas de eficiencia económica, tanto en los usos agrícolas como urbanos; mientras que la segunda plantearía la necesidad de políticas de subsidio amplias para garantizar el acceso de toda la población a los servicios de agua potable y alcantarillado. Actualmente no existen en el Perú estudios que permitan determinar una valoración económica integral del agua, lo cual justifica la relevancia de esta investigación. Los estudios que se han realizado hasta ahora se han concentrado en casos específicos del valor económico del agua para irrigación, o en el valor del agua para los servicios de agua potable. Pero no se ha integrado estas valoraciones con la de la contaminación del agua, para intentar una valoración integral del costo económico del agua.

La metodología utilizada incluye el uso de un modelo de programación lineal para determinar el costo de oportunidad del agua para irrigación, y un modelo de valoración contingente para determinar la disposición a pagar por el tratamiento de las aguas residuales. Asimismo, se analiza el costo económico de los servicios de agua potable y alcantarillado, todo lo cual se integra para determinar el valor económico del agua en la ciudad de Lima. La zona de estudio para determinar el valor económico del agua para irrigación es el proyecto Chavimochic, a 500 Km de Lima, y para la disposición a pagar se aplicó encuestas en las playas del distrito de Miraflores en la ciudad de Lima.

## 1. LA GESTIÓN DEL AGUA EN EL PERÚ

La disponibilidad de agua en el Perú se distribuye de manera muy desigual en su territorio y contrasta la menor disponibilidad de agua en la costa con la mayor concentración de la población en esta región. La costa peruana es una franja desértica en donde el agua es muy escasa y la agricultura sólo se realiza por riego en los valles formados por los 62 ríos que desaguan en el Océano Pacífico. Estos ríos cuentan con 37 363 millones de m<sup>3</sup> de agua, lo que representa apenas el 1,8% del total con que cuenta el país. Sin embargo, el 65% de la población total del país se concentra en esta región. En contraste, la vertiente del Atlántico cuenta con 84 ríos, que concentran el 97,7% de la disponibilidad total de agua, pero allí se ubica solamente el 30% de la población nacional.

**Cuadro Nº 1. Disponibilidad de agua por regiones naturales**

Vertiente	Superficie (1000 km <sup>2</sup> )	Población		Disponibilidad de agua		Índice
		Hab.	(%)	(MMC anuales)	(%)	M <sup>3</sup> /hab-año
Pacífico	279,7	18 315 276	65	37 363	1,8	2040
Atlántico	958,5	8 579 112	30	1 998 752	97,7	232 979
Lago Titicaca	47,0	1 326 376	5	10 172	0,5	7669
<b>Total</b>	<b>1 285 2</b>	<b>28 220 764</b>	<b>100</b>	<b>2 046 287</b>	<b>100</b>	<b>72 510</b>

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (2009, p. 18).

El uso mayoritario del agua es para los fines agrícolas, con la única excepción de Lima, ubicada en la costa del Pacífico en la cuenca del río Rímac, en donde resulta notorio el predominio de los usos poblacional e industrial sobre los demás usos. A nivel nacional en el Perú se consume 20 072 millones de m<sup>3</sup> de agua/año, de los cuales el 80% se destina al uso agrícola, 18% al uso poblacional e industrial, y 2% al sector minero. Por su parte, el aprovechamiento no consuntivo alcanza los 11 139 Millones de m<sup>3</sup>/año, y su destino es la generación de energía hidroeléctrica<sup>1</sup>.

La ineficiencia en el uso del agua se hace notoria en la costa con la práctica de cultivar arroz en zonas donde el agua es un recurso particularmente escaso y caro de obtener (en muchos casos por bombeo), no obstante que existen usos alternativos de menor demanda de agua y mayor rentabilidad.

Apaclla *et al* (1993) analizan las características de la distribución del agua en el Perú. Según ellos documentan, el manejo del agua en el siglo XX mostró una tendencia a pasar del control privado al estatal, con el predominio de la consideración de este recurso como un bien de dominio público cuyo uso debería responder principalmente a una función social.

Al conquistar el imperio incaico, los españoles determinaron que la distribución del agua siguiera las mismas reglas y prácticas tradicionales de los indios, lo que se mantuvo al iniciarse la era republicana. En este periodo no hubo mayores cambios en la asignación del agua, y al comenzar el Siglo XX se promulgó el Código de Aguas que reconocía el derecho de propiedad de las aguas al dueño del predio en que ellas se encontraban, discurrían o nacían. De este modo se consolidaba el status quo y se dejaba para el dominio público los ríos, torrentes o arroyos que no fueran de apropiación anterior.

El paso del control privado del agua al control público se inicia con la Constitución de 1933, donde se estableció que todas las fuentes naturales de riqueza, incluyendo el agua, pertenecían al Estado. Asimismo, se estableció que no serían objeto de propiedad privada los ríos y lagos. A pesar de este cambio, el Código de Aguas vigente en aquella época no fue modificado para adaptarlo a la nueva regla constitucional, y recién durante el gobierno militar del General Juan Velasco Alvarado el Estado asumió un control efectivo de este recurso. Por un lado la Reforma Agraria de 1969 (DL. N° 17716 del 24-06-69) erradicó la gran propiedad agraria y eliminó el dominio sobre el agua que poseían los terratenientes. Mediante esta ley se convirtió las empresas agrícolas de la costa en cooperativas agrarias administradas por sus ex-trabajadores; mientras que, en la sierra, se convirtió las grandes haciendas ganaderas en una forma de propiedad colectiva denominada SAIS (Sociedad Agrícola de Interés Social). De otro lado, con la aprobación de la Ley General de Aguas (DL N° 17752 del 24-

---

<sup>1</sup> Autoridad Nacional del Agua (2009, p. 23)

07-69) se estableció que las aguas, sin excepción alguna, son de propiedad del Estado; y que su dominio es inalienable e imprescriptible. Asimismo, que no hay propiedad privada de las aguas ni derechos adquiridos sobre ellas; y que el uso justificado y racional del agua sólo puede ser otorgado en armonía con el interés social y el desarrollo del país. La Ley General de Aguas de 1969, vigente hasta el año 2008, permitió al Estado controlar el manejo del recurso a través de los Jefes de Distrito de Riego, funcionarios del Ministerio de Agricultura que se constituyeron como la autoridad de aguas en cada valle. La nueva Ley de Recursos Hídricos (Marzo de 2009) establece los Consejos de Cuenca para el manejo del Agua y crea la Autoridad Nacional del Agua.

### **1.1 El manejo del agua para irrigación**

Hasta la vigencia de la Ley General de Aguas N° 17752, la asignación del agua para irrigación en el Perú se efectuaba mediante: a) licencias permanentes, b) permisos para el uso temporal del agua excedente, y c) autorización especial para la realización de estudios y/o trabajos específicos. La Ley señalaba que las licencias y permisos se revocaban o anulaban cuando el uso del agua fuera transferido a otras partes o difiriese del originalmente prescrito, y cuando no se pagase la tarifa por dos años consecutivos, o el agua no se utilizara conforme a los planes de cultivo y riego (Banco Mundial, 1995).

Uno de los principales roles del Estado en el manejo del recurso hídrico ha sido su aporte al desarrollo de la infraestructura de riego. Desde comienzos del siglo XX los presupuestos anuales generalmente incluían una asignación para este fin y fue durante el gobierno de Odría, en la primera mitad de los años 50', que la inversión en irrigaciones alcanzó su punto máximo, absorbiendo el 50% del total de inversiones públicas (Apacla, *et. al*, 1993: p. 67). Luego durante el gobierno militar de Velasco-Morales Bermúdez, entre 1968 y 1979, se impulsó grandes obras de irrigación como el proyecto Chira-Piura, el proyecto Tinajones, el proyecto Majes, el Plan Rehatic, y el Plan Nacional de Pequeñas y Medianas Irrigaciones. Estas obras

continuaron durante el segundo gobierno de Belaúnde, entre 1980 y 1985, el que además inició el proyecto Jequetepeque-Zaña.

En ese contexto, se observa que la institucionalidad en el manejo del agua de riego ha sido marcadamente inestable. El principal órgano responsable del agua ha sido la Dirección General de Aguas que en ocasiones tuvo también responsabilidad en el manejo de las irrigaciones, pero luego las irrigaciones se asignaron al INADE (Instituto Nacional de Desarrollo, organismo descentralizado del sector Vivienda, Construcción y Saneamiento), y cuyas funciones actualmente han sido transferidas a los gobiernos regionales y sólo se mantiene algunas de ellas en el Ministerio de Agricultura. Por su parte, la Dirección General de Aguas pertenecía al INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales, organismo descentralizado del Ministerio de Agricultura), pero ahora se ha constituido en el núcleo básico de la Autoridad Nacional del Agua, creada por el D.L. N° 1081 en junio de 2008, y luego reafirmada mediante la Ley de Recursos Hídricos N° 29338, en marzo de 2009. Los organismos públicos responsables del manejo del agua han estado sujetos al continuo cambio de su organización, funciones, competencias, e incluso cuadros profesionales. Así, entre 1968 y 1990 se promulgaron 6 leyes orgánicas del sector agrario en las cuales a veces se mantenía el manejo de aguas y las irrigaciones en un sólo organismo público; mientras que en otras se mantuvieron separados.

Desde la aprobación del Reglamento de Organización de Usuarios de Agua aprobado en 1989, cuyos principios han sido reconocidos en la actual Ley de Recursos Hídricos, les corresponde a las Comisiones de Regantes y Juntas de Usuarios el manejo y distribución del agua. Ellos se hacen responsables, asimismo, de la operación y mantenimiento de la infraestructura de riego, así como del cobro y administración de las tarifas de agua, aunque se observa que las tarifas suelen ser demasiado bajas para cubrir los gastos correspondientes, No obstante lo cual se estima que el 30% de los agricultores no pagan la tarifa.

Uno de los problemas en el manejo del agua es que por mucho tiempo la normativa vigente le otorgó un criterio predominantemente agrícola a su uso, lo que en ocasiones colisionó con los usos para agua potable y alcantarillado. En el uso urbano existe un órgano normativo y de políticas como parte del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, la Dirección Nacional de Saneamiento, y un organismo regulador, la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. La creación de la Autoridad Nacional del Agua ha modificado el panorama institucional y genera mejores posibilidades de aplicar una estrategia de uso integrado de los recursos hídricos. Sin embargo, dicha autoridad aún se mantiene dentro del ámbito funcional del Ministerio de Agricultura, lo que todavía le imprime un sesgo agriculturalista al manejo del agua.

#### **1.1.1 La normativa sobre gestión del agua y la nueva Ley de Recursos Hídricos**

Desde la Ley General de Aguas de 1969 la legislación en el Perú estableció que las aguas, sin excepción, son propiedad del Estado, no siendo susceptibles de dominio privado ni de que existan sobre ella derechos adquiridos. Al igual que la Reforma Agraria del mismo año, con relación a la tierra, dicha norma introdujo el criterio de justicia social y la preeminencia del interés social sobre el particular.

Con la aprobación de la Ley de Recursos Hídricos N° 29338, de Marzo 2009, se mantiene los mismos principios de la Ley General de Aguas, pero se introduce diversos cambios, principalmente a nivel institucional. Entre los principales aspectos que se mantienen, el Estado reafirma la naturaleza del agua como un bien de uso público, y la negación de la propiedad privada sobre la misma. El artículo 2° de dicha Ley establece lo siguiente: “**Artículo 2.- Dominio y uso público sobre el agua.** *El agua constituye patrimonio de la Nación. El dominio sobre ella es inalienable e imprescriptible. Es un bien de uso público y su administración solo puede ser otorgada y ejercida en armonía con el bien común, la protección ambiental y el interés de la Nación. No hay propiedad privada sobre el agua.*”

Se mantiene también la prioridad en el uso poblacional del agua, y el rol de las Juntas de Usuarios, pero las sujeta a los mecanismos de control de la Contraloría de la República. Asimismo, hace explícitos los derechos de las comunidades campesinas y nativas sobre el agua. En efecto, allí se plantea lo siguiente: “**Artículo 64.- Derechos de comunidades campesinas y de comunidades nativas.** *El Estado reconoce y respeta el derecho de las comunidades campesinas y comunidades nativas de utilizar las aguas existentes o que discurren por sus tierras, así como sobre las cuencas de donde nacen dichas aguas, tanto para fines económicos, de transporte, de supervivencia y culturales, en el marco de lo establecido en la Constitución Política del Perú, la normativa sobre comunidades y la Ley. Este derecho es imprescriptible, prevalente y se ejerce de acuerdo con los usos y costumbres ancestrales de cada comunidad. Ningún artículo de la Ley debe interpretarse de modo que menoscabe los derechos reconocidos a los pueblos indígenas en el Convenio 169 de la Organización Internacional de Trabajo.*”

Curiosamente, en Junio de 2009 se produjo un levantamiento de organizaciones de comunidades nativas, con un alto costo en vidas humanas, tanto de las fuerzas policiales como de los nativos, entre cuyas demandas se incluía la derogatoria de esta ley por, supuestamente, propiciar la privatización del agua y desconocer los derechos de las comunidades nativas sobre este recurso.

Entre los aspectos nuevos, se amplían las funciones de la Autoridad Nacional del Agua, a la cual se le asignan funciones normativas, de gestión y de supervisión y fiscalización. También se crea los denominados Consejos de Cuenca, mediante los cuales se busca aplicar al manejo del agua un enfoque de gestión integrada; y se establece precisiones sobre tarifas y otros pagos que deben efectuarse por el uso del agua.



Un cambio notorio con relación a la normativa anterior es el orden de preferencia en el uso del agua, que anteriormente priorizaba el abastecimiento a las poblaciones; en segundo lugar, la cría y explotación de animales; en tercer lugar la agricultura; y, finalmente, los usos energético, industrial y minero. Esta priorización implicaba que en caso de conflicto entre los diferentes usos, la autoridad de aguas debería asignar el agua en función a las prioridades establecidas. Sin embargo, la nueva Ley de Recursos Hídricos considera tres categorías de prioridad: 1) el uso primario, donde se incluye el uso directo, en las fuentes, para las necesidades humanas; 2) el uso poblacional, que es el uso para los servicios de agua potable y alcantarillado; y 3) el uso productivo. La novedad aquí es que ya no se asigna preeminencia al uso agrícola sobre los usos: industrial, minero y otros (art. 43°). Por el contrario, en el artículo 55° se establece que cuando el agua no sea suficiente para todas las solicitudes de uso, en el caso de los usos productivos se usará los criterios de: a) mayor eficiencia en la utilización del agua; b) mayor generación de empleo; y c) el menor impacto ambiental. Si bien el uso agrícola o pecuario puede resultar favorecido con estos criterios, en la nueva ley se deja de lado la preeminencia absoluta de los usos agrícolas sobre los demás usos productivos.

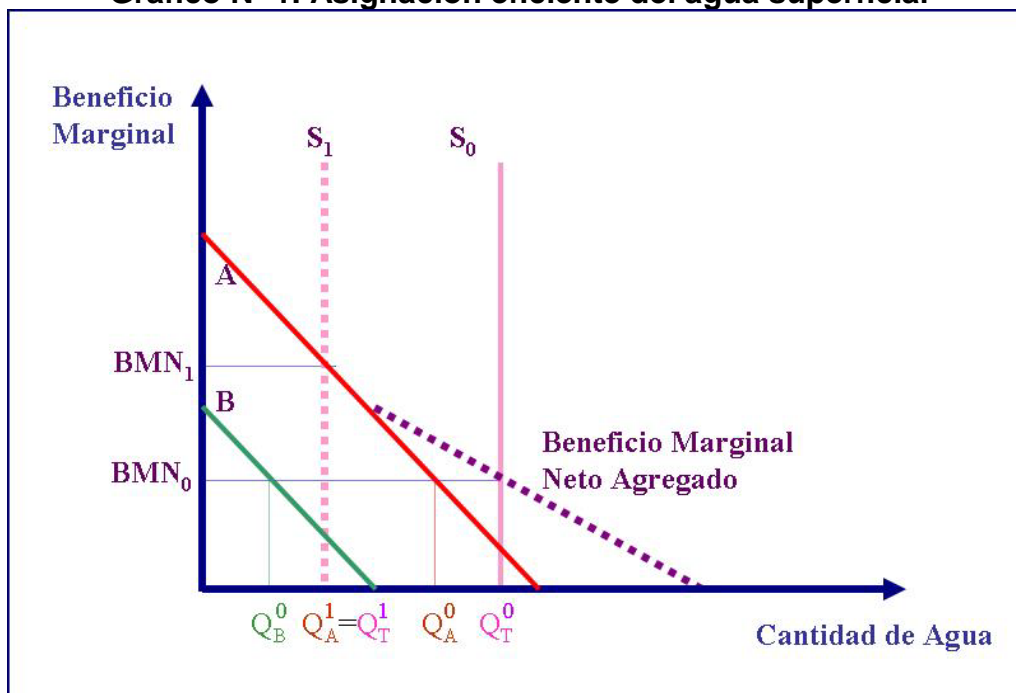
### **1.1.2 Derechos de propiedad y uso económicamente eficiente del agua**

La aprobación de la Ley de Recursos Hídricos ha zanjado el debate sobre privatizar o no privatizar el agua, que venía desarrollándose desde mediados de los 90'. Desde aquella época, el Banco Mundial auspició el primer proyecto de nueva Ley de Aguas, cuya propuesta tomaba como referencia los cambios efectuados en la legislación chilena (Banco Mundial, 1995). La propuesta original ocasionó un gran debate al incluir el otorgamiento de derechos de propiedad sobre el recurso, siguiendo el ejemplo chileno. Dicha propuesta enfrentó una oposición radical de quienes sostienen que respecto del agua sólo deben otorgarse derechos de uso. No obstante, la idea de que la asignación de derechos de propiedad sobre el agua y el

funcionamiento de mercados de agua puede generar incentivos, a través de las señales de precios, para transferir el agua de los usos menos eficientes a los usos más eficientes, es compartida por diversos autores. En esta visión, una asignación basada en el mercado podría asegurar la disponibilidad de agua para usos de alto valor en áreas urbanas y rurales, sin la necesidad de desarrollar nuevas fuentes, lo que podría resultar no solamente costoso sino también ambientalmente dañino (Spulber & Sabbaghi, 1994; Hearne & Easter, 1995; Rosegrant & Gazmuri, 1995; y Thobani, 1997).

Las ventajas del funcionamiento de mercados de agua se desprenden de la teoría neoclásica aplicada al manejo del agua (Tietenberg, 2000). Al igual que otros recursos naturales, el agua superficial constituye un recurso económico cuya asignación eficiente debe satisfacer el principio económico de que los beneficios marginales netos (BMN), en el punto de uso óptimo, deben ser iguales para todos los usos. Si esto no se cumple, siempre será posible reasignar el agua de los usos con menor BMN a usos con mayor BMN, de manera que se incremente el beneficio neto total.

**Gráfico N° 1. Asignación eficiente del agua superficial**



Fuente: Tietenberg (2000, p. 212)

El gráfico 1, tomado de Tietenberg (2000), nos muestra el equilibrio cuando existe relativa abundancia de agua y cuando se produce escasez en la estación seca.

Las líneas decrecientes muestran los BMN para dos usuarios, a medida que aumenta el uso del agua. El usuario A tiene un mayor BMN, es decir que su uso del agua es de mayor productividad, que el usuario B. La línea punteada indica la demanda agregada de agua entre A y B, a partir de la entrada de B como demandante del recurso.

Cuando la oferta de agua es  $S_0$ , ambos usuarios pueden tener acceso al agua porque el agua está disponible hasta la igualación de sus respectivos BMN. Sin embargo, cuando se produce escasez, como en  $S_1$ , el usuario B no tiene acceso por su menor BMN, y el usuario A utiliza toda el agua disponible. En este caso, el usuario A puede aprovechar su mayor productividad para comprar el agua al usuario B, pagándole un tanto más que la productividad de B, y beneficiándose por el diferencial entre el pago a B y la mayor productividad que A puede obtener. Como puede apreciarse, para que se produzca la asignación eficiente del agua, es necesario que exista un mercado en el cual el usuario A de mayor productividad, mayor BMN, pueda comprar el agua de B, de tal manera que el agua sea utilizada en sus fines más productivos.

La inexistencia de este tipo de mercado determina que no se logre la asignación eficiente del agua, y que el usuario B continúe utilizando el recurso en fines de baja productividad, incluso cuando el agua es muy escasa. Por tanto, la creación de un mercado de aguas, en base al otorgamiento de derechos de propiedad, siempre que no existan barreras u obstáculos de ninguna clase al funcionamiento de los

mercados, haría posible la reasignación del recurso y su utilización económicamente eficiente.

Frente a este argumento, Solanes & Dourojeanni (1995) y Dourojeanni & Berríos (1996) han planteado opiniones opuestas al otorgamiento de derechos de agua incondicionados. En su análisis, sólo sería conveniente otorgar el derecho al uso del agua, más no sobre su propiedad, lo cual implica mantener inmodificado el derecho al agua actualmente vigente en el Perú. Cabe señalar que, conforme a lo señalado por Holden & Thobani (1995: p. 268), los argumentos en contra de otorgar derechos incondicionados sobre el agua incluso alcanzan al propio Banco Mundial. Según Dourojeanni & Berríos (1996) los mercados de aguas podrían desarrollarse, como ocurre en la experiencia del Oeste norteamericano, sin la necesidad de otorgar derechos de propiedad absolutos. Ellos cuestionan el otorgamiento de derechos de propiedad incondicionados en base a ciertas deficiencias de la legislación chilena, las cuales como se verá a continuación, no necesariamente se relacionan con que los derechos de propiedad sean o no condicionados.

Son dos los principales aspectos del Código de Aguas chileno que se cuestionan. En primer lugar, el hecho que no se haya considerado adecuadamente la protección de los derechos de terceros, particularmente de los usuarios aguas abajo, ya que los poseedores de derechos en las partes altas de una cuenca pueden disponer con absoluta libertad del agua, aunque ello afecte a los usuarios de la cuenca baja. Esto originó en el caso de Chile que una gran cantidad de usuarios de las cuencas bajas fueran afectados, con los consiguientes conflictos a todo nivel. En segundo lugar, se cuestiona el otorgamiento gratuito de los derechos de agua y sin que los solicitantes provean evidencia de un uso razonable. La consecuencia de esta decisión en Chile ha sido un importante acaparamiento y especulación con los derechos del agua, lo cual ha tenido significativos efectos sobre la eficiencia en la asignación del recurso.

Dourojeanni & Jouravlev (1999) mencionan que una sola empresa de electricidad en Chile, ENDESA, posee más del 46% de los derechos de agua no consuntivos, lo que representa menos de la veinteaava parte de los derechos que utiliza efectivamente, e incluso supera el caudal estimado para todo Chile de uso económico del agua para la generación eléctrica. Con esta acción ENDESA ha asumido una posición monopólica que limita la entrada de otras empresas que carecen de los respectivos derechos sobre el agua.

Adicionalmente, se señala que en la práctica el número de transacciones efectivamente realizadas es muy reducido, debido a los altos costos de transacción determinados por obstáculos de la geografía, el costo de la infraestructura y limitaciones legales (Dourojeanni & Berríos, 1996: p 11). Ello les permite afirmar que aunque el Código ha permitido algunos logros, estos no pueden considerarse como significativos, y de allí su conclusión de que la posesión de derechos de propiedad es una condición necesaria pero no suficiente para lograr la eficiencia en la asignación del agua.

Solanes & Dourojeanni (1995) reportan las características de las legislaciones de diversos países en donde sólo se otorgan derechos de uso, lo que ellos recomiendan como alternativa a otorgar derechos plenos; sin embargo, no queda claro cómo se podría desarrollar adecuadamente los mercados de agua si los derechos están condicionados al uso del recurso. Esto sólo sería posible si los derechos se otorgaran por periodos largos (10 ó más años), en cuyo caso podrían celebrarse transacciones por periodos menores al de vigencia de los derechos. En caso contrario, los mercados de agua no podrían funcionar, ya que la cesión del uso implicaría el riesgo de perder el derecho.

Cabe señalar, sin embargo, que aún los partidarios de aplicar derechos de propiedad para promover la eficiencia en el uso del agua (Holden & Thobani, 1995; Rosegrant & Gazmuri, 1995; y Thobani, 1997), advierten que los mercados pueden no funcionar

adecuadamente debido a diversas restricciones, entre ellas la tradición prevaleciente en diversos países de ligar el derecho del agua a la propiedad de la tierra.

## 1.2 La gestión de los servicios de agua potable y alcantarillado

La Ley General de Servicios de Saneamiento (LGSS) de 1994, y su Reglamento, establecen el marco normativo bajo el cual se desenvuelve la prestación de servicios de agua y desagüe. En el Perú existen actualmente unas 58 empresas, en su mayoría propiedad de los municipios, excepto el caso de SEDAPAL que abastece a Lima Metropolitana bajo la propiedad del gobierno central, y Aguas de Tumbes en el norte del país, que fue privatizada el año 2005.

La cobertura del servicio de agua y desagüe es relativamente baja en comparación a otros países. Aproximadamente 7 millones de personas carecen de los servicios de agua potable, la mitad de ellas habitantes urbanos; mientras que más de 11 millones carecen de los servicios de desagüe, un poco menos de la mitad habitantes urbanos. En adición, apenas 15% de las aguas residuales reciben tratamiento antes de ser arrojadas a los ríos, lagos y el mar. El cuadro N° 2 muestra la cobertura de los servicios en el Perú.

**Cuadro N° 2. Cobertura de agua potable y alcantarillado en el Perú - 2004**

ENTIDAD	POBLACIÓN	POBLACIÓN SERVIDA AGUA POTABLE		POBLACIÓN SERVIDA SANEAMIENTO	
	Millones de habitantes	Millones de habitantes	%	Millones de habitantes	%
<b>URBANO</b>	<b>19,6</b>	<b>15,9</b>	<b>81</b>	<b>13,4</b>	<b>68</b>
SEDAPAL	8	7,1	89	6,7	84
EPS's Grandes	5,4	4,5	82	3,7	68
EPS's Medianas	3	2,4	79	1,8	61
EPS's Pequeñas	0,7	0,4	71	0,3	51
Otras Administraciones	2,5	1,5	60	0,8	33
<b>RURAL</b>	<b>7,9</b>	<b>4,9</b>	<b>62</b>	<b>2,4</b>	<b>30</b>
<b>COBERTURA TOTAL</b>	<b>27,5</b>	<b>20,8</b>	<b>76</b>	<b>15,7</b>	<b>57</b>

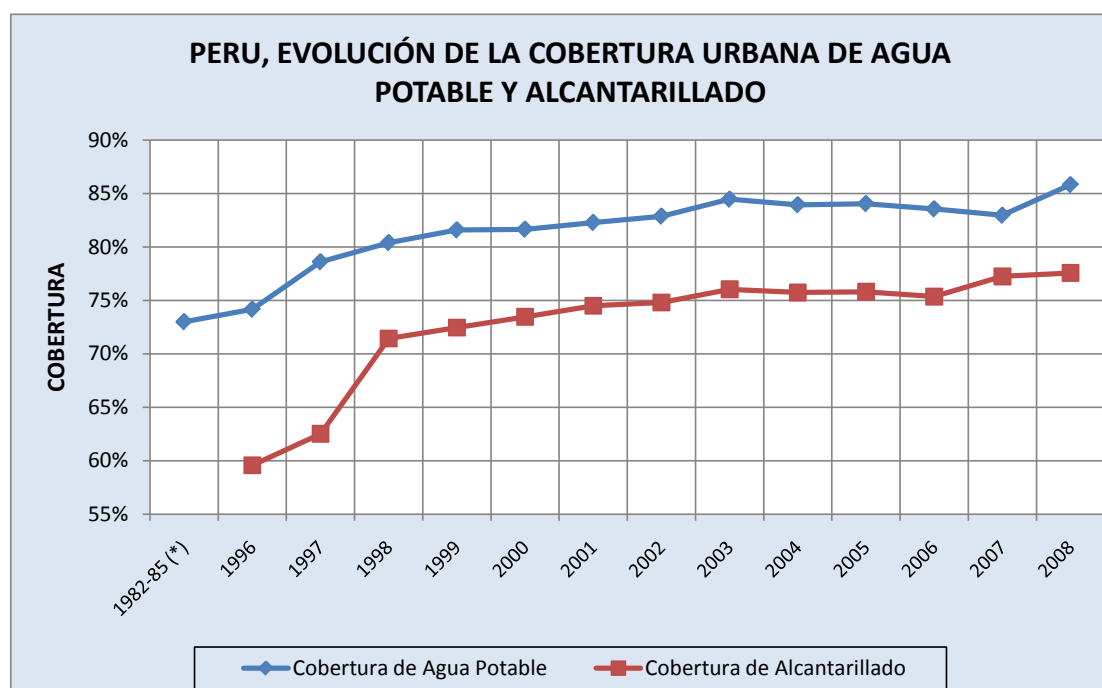
Fuente: Indicadores de Gestión de las Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento del Perú. 2001-2004, SUNASS. Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento

Elaboración: VMCS-DNS

En: PLAN NACIONAL DE SANEAMIENTO 2006-2015, p. 7. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento

El Gráfico N° 2, evidencia que la cobertura de agua potable y alcantarillado se ha estancado desde fines de la década pasada, incluso las coberturas de agua potable y alcantarillado disminuyeron el año 2004, lo que constituye una tendencia preocupante. Por su parte, la SUNASS reporta que la cobertura del tratamiento de aguas servidas en las Empresas Prestadoras de Servicios EPS, se ha incrementado paulatinamente hasta superar el 20% del total de las emisiones; sin embargo, aquí también se observa un preocupante estancamiento el año 2004.

**Gráfico N° 2. Evolución de la Cobertura de Agua y Alcantarillado**



Fuente: Indicadores de Gestión de las EPS de Perú, 2008. SUNASS.

\* Banco Mundial

Elaboración propia

En contraste con este desarrollo, la cobertura de los servicios de electricidad se incrementó de aproximadamente 50% a comienzos de los 90' a más del 76% a fines de esa década, y actualmente llega a casi el 80%. Asimismo, la telefonía tenía una cobertura inferior al 3% y en el mismo periodo se incrementó al 7%. Actualmente, incluyendo la telefonía móvil, la cobertura

llega a más del 85%<sup>2</sup>. Aunque las coberturas de telefonía y electricidad siempre han sido menores que la del agua potable, por ser este último servicio mucho más esencial, el estancamiento de los servicios de agua se ha reflejado en que los servicios de electricidad y telecomunicaciones, menos esenciales, actualmente hayan superado las coberturas de agua y alcantarillado.

Una mirada más cercana a la situación de las empresas de agua y alcantarillado no deja dudas sobre la causa de este insuficiente desarrollo: las empresas enfrentan en general una crítica situación financiera.

### **1.2.1 La regulación de los servicios de agua potable y alcantarillado**

El marco regulatorio de estos servicios incluye el funcionamiento de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento – SUNASS como organismo regulador, encargado de regular las tarifas y la calidad del servicio, así como de supervisar el cumplimiento de las obligaciones de las empresas prestadoras. Un tema central de la regulación es la determinación de las tarifas, las cuales deberían calcularse con el objetivo de lograr un comportamiento de las empresas similar al que tendrían en un mercado competitivo. Sin embargo, la regulación tarifaria no ha contemplado la inclusión del costo de escasez del recurso agua en el cálculo tarifario. Además, si bien la tarifa por el servicio incluye los costos del servicio de recolección de desagüe, tampoco se incluye el costo por el tratamiento de las aguas residuales lo que permitiría evitar los impactos contaminantes de los efluentes. La principal explicación de la no inclusión de estos costos es su potencial impacto sobre las tarifas, cuyos niveles podrían incrementarse a un nivel políticamente inviable. Dado que las empresas de agua son propiedad de los municipios provinciales y distritales, la experiencia demuestra que los incrementos tarifarios son altamente corrosivos para las carreras políticas de los alcaldes distritales y provinciales. No extraña entonces

---

<sup>2</sup> CEPLAN (2009)



que los sistemas adecuados de tratamiento de aguas residuales sean prácticamente inexistentes.

Uno de los objetivos clave de la regulación ha sido la aplicación masiva de la medición domiciliar del consumo, de manera que los usuarios paguen por su consumo real y se generen incentivos para un uso racional del agua. A pesar de ello, la cobertura de medición a nivel nacional aún se mantiene en apenas alrededor del 50%, lo cual determina que existan grandes pérdidas domiciliarias del agua.

### **1.2.2 La situación de las empresas prestadoras**

Uno de los factores principales que explican el deficiente manejo del recurso hídrico en el sector de agua potable y alcantarillado es la situación crítica de la mayoría de las empresas prestadoras. Estas empresas presentan en general serios problemas de gestión y se caracterizan por una severa restricción financiera, lo que les impide atender las necesidades de expansión del servicio y de mejora de la calidad. El Cuadro N° 3 muestra algunos indicadores que reflejan la precaria situación financiera de siete empresas seleccionadas.

Se observa que con excepción de SEDALIB, los resultados económicos de las empresas seleccionadas son negativos o muy pobres, lo cual constituye una situación general a nivel nacional. Cabe señalar que durante los años 90' se ejecutaron muchas obras de agua potable y alcantarillado con financiamiento de FONAVI, un fondo creado por el Estado para financiar la construcción de viviendas, pero cuyos recursos fueron luego destinados a obras de electrificación, agua y saneamiento. En muchas empresas estas obras no han sido incorporadas en su patrimonio contable, por lo que dicho patrimonio estaría subestimado, de tal manera que en la realidad los indicadores de rentabilidad de las empresas serían aún peores.

### **Cuadro N° 3. Indicadores de Gestión Financiera de las Empresas de Agua**

Empresas Prestadoras	Rentabilidad sobre Patrimonio (%)							
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
SEDAPAL	0,9	0,6	1,0	2,7	0,3	2,8	3,6	0,1
SEDAPAR	-3,6	-7,5	-4,8	-1,5	-1,3	-6,5	0,6	4,4
SEDALIB	-7,9	-5,2	-13,2	-3,4	1,4	32,6	-2,6	10,0
EPS GRAU	-57,7	-22,8	-12,2	3,6	-5,8	-5,2	-3,7	-5,7
SEDACUSCO	1,1	-0,1	0,6	S,I,	1,3	0,1	0,3	0,3
EPSASA	-6,6	-1,6	-1,7	0,1	-0,7	-1,2	-2,1	-4,5
EPS Loreto	-1,6	-11,5	-2,3	62,5	-2,7	-2,4	0,3	0,7

Empresas Prestadoras	Pasivo Total / Patrimonio							
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
SEDAPAL	0,5	0,5	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
SEDAPAR	0,4	0,6	0,4	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6
SEDALIB	0,8	0,9	0,4	1,1	1,2	0,8	1,3	1,4
EPS GRAU	2,6	3,5	0,7	2,3	2,3	2,1	2,9	2,7
SEDACUSCO	0,4	0,4	S,I,	S,I,	0,3	0,3	0,2	0,2
EPSASA	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5
EPS Loreto	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,9	1,3

Empresas Prestadoras	Relación de Trabajo (Costos y Gastos Operativos sin depreciación ni provisiones / Ingresos Operativos)							
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
SEDAPAL	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,5	0,6
SEDAPAR	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6
SEDALIB	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6
EPS GRAU	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8
SEDACUSCO	0,8	0,7	0,7	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6
EPSASA	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	0,6	0,8
EPS Loreto	0,9	1,2	1,0	0,9	1,0	0,9	0,9	0,9

Fuente: Indicadores de Gestión SUNASS

Elaboración propia

Dado que las empresas no reciben recursos del Tesoro Público, su fuente de financiamiento para obras es el endeudamiento y, en ausencia de éste, las utilidades que pueda generar la propia empresa. Como las empresas enfrentan una crítica situación financiera, no están en condiciones de ser sujetas de crédito en el sistema financiero, además que para endeudarse requieren autorización del Ministerio de Economía y Finanzas, la cual es muy difícil de obtener. De otro lado, al no generar utilidades, a las empresas les resulta

imposible financiar los elevados requerimientos de inversión para satisfacer las necesidades de mayor cobertura y mejor calidad del servicio.

Se observa también una fuerte incidencia de los pasivos sobre el patrimonio, lo cual refleja un nivel de deuda elevado. Asimismo, la relación de trabajo evidencia una alta proporción de los gastos y costos operativos con relación a los ingresos de la empresa. Ello deja a las empresas con escasa capacidad de invertir para ampliar la cobertura y mejorar el servicio.

Planteado el problema financiero de las empresas, cabe preguntarse porqué se encuentran en esta situación. Durante un tiempo la SUNASS ha atribuido los problemas financieros de las empresas, y su incapacidad de atender las necesidades de mayor cobertura y mejor calidad del servicio, exclusivamente a las deficiencias de gestión de dichas empresas. En efecto, las empresas presentan importantes ineficiencias de gestión. El Cuadro N° 4 muestra que las empresas pierden aproximadamente el 40% del total del agua potable producida, y en algunas las pérdidas son superiores al 50%.

De otro lado, la morosidad, que en años anteriores se reportaba como muy alta, en la información más reciente de la SUNASS habría mejorado significativamente. Una observación al respecto es que el dato sobre morosidad ha sido reajustado con relación a los niveles que se reportaban en años anteriores. Ello posiblemente refleja que se estaría utilizando un criterio diferente para medir la morosidad<sup>3</sup>, el cual estaría incidiendo en un resultado menos desfavorable de dicho indicador. De modo similar, en el caso de la cantidad de trabajadores, los datos parecen reflejar un cambio de criterio que ha reducido la cantidad de trabajadores por mil conexiones.

---

<sup>3</sup> Algunas empresas adoptaron la práctica de retirar de la facturación a los usuarios recurrentemente morosos con el fin de evitar el pago a la SUNAT (ente recaudador de impuestos) del IGV, impuesto que se paga sobre los recibos emitidos, independientemente de si fueron cobrados o no.

**Cuadro N° 4. Indicadores de Gestión de las Empresas de Agua**

Empresas Prestadoras	Agua no contabilizada (%)							
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
SEDAPAL	41,9	39,8	40,7	38,0	41,1	39,1	37,5	37,5
SEDAPAR	45,0	48,3	46,4	42,0	37,4	33,9	35,9	34,5
SEDALIB	41,1	44,9	47,5	50,0	43,6	44,6	45,7	44,3
EPS GRAU	60,4	64,8	62,4	55,2	57,4	57,5	55,9	56,5
SEDACUSCO	47,1	49,9	50,4	48,4	46,6	46,1	46,0	44,2
EPSASA	52,5	53,0	51,6	47,0	39,4	41,6	43,6	42,9
EPS Loreto	63,3	60,7	62,0	57,5	56,6	57,5	57,9	61,1

Empresas Prestadoras	Nivel de Morosidad (meses)							
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
SEDAPAL	2,9	2,6	2,4	2,6	2,7	2,6	2,4	2,4
SEDAPAR	3,4	3,2	2,4	3,4	3,4	2,2	1,6	1,0
SEDALIB	6,5	5,3	4,8	4,0	3,2	2,6	1,6	1,7
EPS GRAU	5,4	1,4	1,9	2,1	1,6	0,9	0,9	1,1
SEDACUSCO	1,6	1,2	1,3	0,9	0,4	0,4	0,6	0,4
EPSASA	1,1	1,1	1,1	1,2	1,1	1,2	1,0	0,9
EPS Loreto	6,8	4,5	5,7	5,6	6,3	6,5	6,0	4,5

Empresas Prestadoras	Trabajadores / 1000 conexiones de Agua Potable							
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
SEDAPAL	1,6	1,9	2,0	1,9	2,1	1,9	2,4	2,3
SEDAPAR	3,9	4,1	3,6	2,9	2,9	2,9	2,8	0,5
SEDALIB	4,1	3,2	3,0	3,4	3,1	3,4	3,2	3,2
EPS GRAU	4,3	4,4	4,1	3,9	1,1	3,6	2,7	2,6
SEDACUSCO	5,4	5,3	S.I.	S.I.	4,0	0,2	0,0	0,2
EPSASA	4,4	4,6	3,8	3,8	4,3	4,1	4,7	3,7
EPS Loreto	5,2	S.I.	5,7	5,2	4,7	5,3	5,5	4,7

Fuente: *Indicadores de Gestión SUNASS*  
 Elaboración propia

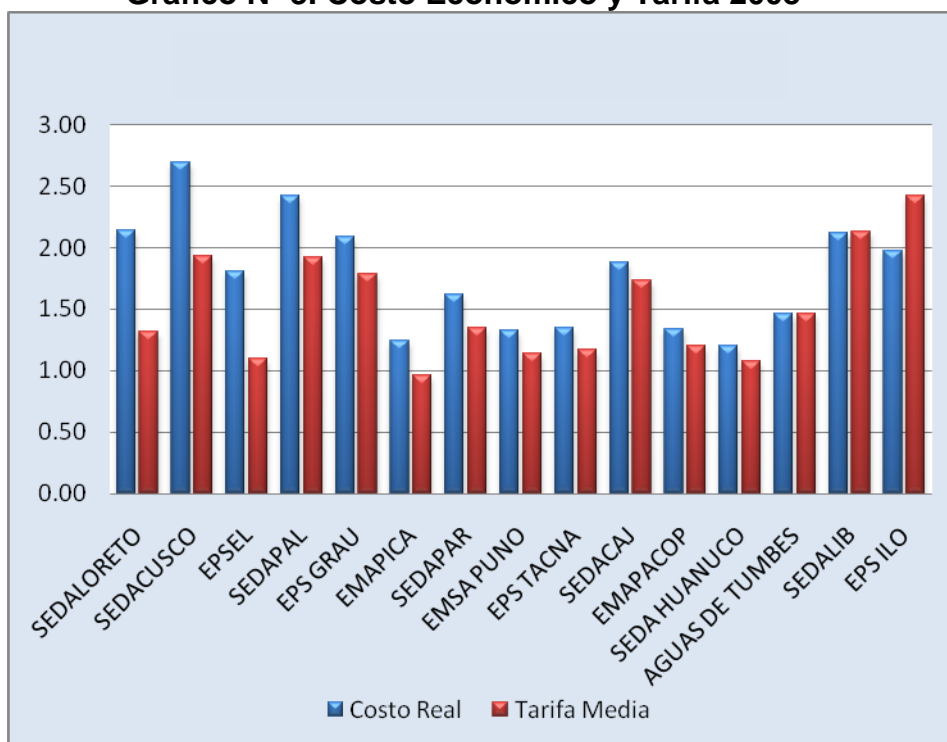
Es evidente que si las empresas logran reducir las pérdidas de agua ello les permitiría obtener mayores ingresos. Sin embargo, aunque los problemas de eficiencia de gestión generan costos elevados y afectan la situación financiera de estas empresas, el retraso tarifario que se observa en la gran mayoría de éstas es una causa central de la insuficiencia de ingresos y de sus dificultades financieras. En tal contexto, es muy difícil incrementar la eficiencia de gestión si no se corrige la distorsión tarifaria. Este punto se analiza a continuación.

### 1.2.3 Las tarifas de las empresas y los subsidios indiscriminados

La crítica situación financiera por la que atraviesan las empresas se explica en buena medida por el marcado retraso de las tarifas de agua potable, las cuales en promedio son, en la mayoría de empresas, insuficientes para cubrir los costos reales.

El Gráfico N° 3 muestra la situación tarifaria de algunas empresas seleccionadas. El costo real se ha determinado a partir de los egresos en el Estado de Ganancias y Pérdidas y una anualidad del Patrimonio contable, con una tasa de descuento del 11%. La tarifa media se calcula a partir de los ingresos de las empresas divididos por la cantidad de m<sup>3</sup> facturados.

**Gráfico N° 3. Costo Económico y Tarifa 2008**



Fuente: Indicadores de Gestión 2008. SUNASS.  
Elaboración propia

Se observa que en general las empresas seleccionadas presentan tarifas medias que no cubren sus costos reales, con pocas excepciones. La situación de pérdida económica mostrada puede

mantenerse por largo tiempo en una industria caracterizada por grandes inversiones en infraestructura, ya que sólo se requiere que la tarifa cubra los costos de operación y mantenimiento para que el servicio sea viable. Sin embargo, esta situación de tarifas artificialmente bajas implica que no se realizarán inversiones de reposición ni nuevas, y que el capital invertido se consumirá en el tiempo. Un gran problema en las empresas de agua es que los ingresos son tan bajos, y las ineficiencias de gestión tan grandes, que también se ha visto afectado el mantenimiento y operación de la infraestructura y, en consecuencia, la calidad del servicio para los que ya tienen acceso.

Esta situación, además, crea un círculo vicioso porque para mejorar la eficiencia de gestión se requieren recursos que las dificultades financieras impiden tener disponibles<sup>4</sup>. Por ejemplo, para reducir el agua no contabilizada se requiere invertir en medidores domiciliarios y en macromedidores para las redes. Asimismo, para reducir la morosidad se requiere invertir en un mejor control de las conexiones clandestinas. Todo ello implica mayores gastos que las dificultades financieras impiden atender, lo que a su vez agrava los problemas financieros.

Las empresas han llegado a esta situación luego de un largo proceso de deterioro, en el cual le corresponde una gran responsabilidad a las autoridades municipales, que no han contribuido a promover una gestión eficiente de las empresas ni a mantener niveles tarifarios adecuados, esencialmente por consideraciones políticas<sup>5</sup>. La normativa sobre el sector saneamiento mantuvo también, por mucho tiempo, algunas normas que contribuyeron a una gestión ineficiente. Por ejemplo, el artículo 39° del Reglamento de la Ley General de

---

<sup>4</sup> A esto también se le suele denominar un “equilibrio de bajo nivel”. Ver Davis & Whittington (2004: p. 1)

<sup>5</sup> Un caso emblemático es el de SEDAPAR (Arequipa) cuyas tarifas no se incrementan desde mediados de los años 90'. Desde el año 1998 la SUNASS aprobó aumentos en diversos momentos, que no fueron aplicados. El último aumento fue aprobado el 2007, que tampoco ha sido aplicado por decisión de las autoridades municipales.

Servicios de Saneamiento establecía que los directores de las empresas eran designados para periodos de un año, lo cual determinaba una rotación muy alta de dichos directores, y se reflejaba en la marcada inestabilidad de los gerentes, los cuales solían ser removidos con demasiada frecuencia. Esto fue modificado el año 2007 mediante el Decreto Supremo N° 010-2007-VIVIENDA, el cual dispuso que los directorios de las empresas se conformen con solamente dos representantes de las municipalidades, un representante del gobierno regional, y dos representantes del sector privado: uno de los colegios profesionales y el otro de la Cámara de Comercio. Si bien esto le otorga mayor autonomía a las empresas respecto de los municipios, aún las sujeta a la influencia política, en tanto la mayoría del directorio son todavía los representantes de los gobiernos subnacionales.

De otro lado, la normativa presupuestal establece severas limitaciones para la gestión eficiente de las empresas. Por ejemplo se requiere autorización del Ministerio de Economía y Finanzas para realizar inversiones con endeudamiento, y en general para realizar cualquier inversión el proyecto debe ser aprobado por el Sistema Nacional de Inversión Pública, cuyos plazos pueden ser muy largos. Además, como es conocido, las normas sobre ejecución presupuestal representan serias dificultades para una gestión empresarial ágil y eficiente<sup>6</sup>.

Todas estas dificultades son agravadas por la inadecuada política tarifaria que les impide a las empresas cubrir sus costos reales. Pero el bajo nivel de las tarifas promedio se explica, en buena medida, por la aplicación de un sistema de subsidios indiscriminado, que favorece a la gran mayoría de usuarios domésticos. Así, familias de los sectores más pudientes de la sociedad reciben un subsidio importante a los servicios de agua y desagüe sin que para ello exista justificación alguna. Cabe destacar que en las campañas realizadas en contra de

la participación privada en los servicios de saneamiento el problema de las bajas tarifas promedio y el de los subsidios indiscriminados se mantiene fuera de la agenda. Esto revela que la corrección de los retrasos tarifarios de las empresas resulta poco atractiva políticamente, no obstante que la continuidad de este problema afecta severamente a las familias más pobres, que no tienen acceso a los servicios, o que reciben un servicio de muy baja calidad.

Como puede comprenderse, la corrección del subsidio indiscriminado podría permitir a las empresas obtener mayores ingresos y aliviar su situación financiera, lo que las pondría en mejores condiciones para ampliar el servicio a las familias más necesitadas. Ciertamente, se requiere también mejorar la gestión de las empresas, o de lo contrario los mayores ingresos podrían ser dilapidados en mayores ineficiencias, pero es claro que pretender mejorar la gestión sin elevar la tarifa promedio sería una respuesta incompleta.

En este contexto llama la atención la posición asumida durante mucho tiempo por la SUNASS<sup>7</sup> de atribuir las dificultades financieras de las empresas, y su incapacidad de mejorar el servicio, exclusivamente a sus ineficiencias de gestión. Con base en el indicador Relación de Trabajo<sup>8</sup>, que en promedio ha sido relativamente alto para el sector, la SUNASS sostuvo por largo tiempo que dicho indicador reflejaba la ineficiencia de las empresas.

Como ya hemos señalado, es cierto que las empresas presentan diversas ineficiencias, lo cual es parte del problema. Sin embargo, la relación de trabajo no se puede utilizar como indicador del nivel de eficiencia, porque para cualquier afirmación tendría que asumirse previamente una posición sobre las tarifas. En efecto, si se asume que las tarifas son las correctas y el problema es de ineficiencia, entonces un indicador alto reflejaría ineficiencia por costos excesivos.

---

<sup>6</sup> De allí que algunos planteen la privatización de las empresas como la principal política para superar las deficiencias mencionadas

<sup>7</sup> Diario Gestión 28-09-05



Pero si se asume que las tarifas son bajas, y que debieran ser significativamente mayores a los niveles vigentes, los ingresos deberían ser mucho mayores, por lo que la relación de trabajo alta no indicaría ineficiencia sino los bajos niveles tarifarios. En consecuencia, para afirmar si una relación de trabajo alta refleja o no ineficiencia de las empresas, primero tenemos que asumir una posición sobre si los niveles tarifarios son altos o bajos. Más aún, una empresa que mantuviera tarifas altas, suficientes para cubrir sus costos ineficientes, podría presentar una relación de trabajo baja, y dicha relación no reflejaría la situación de ineficiencia. Puede comprenderse entonces que el indicador relación de trabajo no nos dice nada sobre el nivel de eficiencia de las empresas.

La publicación de un informe patrocinado por el Banco Mundial<sup>9</sup>, de donde se ha extraído el Gráfico N° 4, ha contribuido a zanjar este debate al constituirse en la evidencia concluyente sobre la situación prevalente en el Perú, de un bajo nivel tarifario en las empresas de agua. En consecuencia, se requiere corregir las deficiencias de gestión de las empresas, para lo cual es necesario una reforma radical del marco institucional del sector saneamiento, pero también un ajuste de las tarifas promedio para cubrir los costos reales y mejorar la situación financiera de las empresas. Con este fin, la eliminación de los subsidios indiscriminados puede contribuir a que las empresas obtengan mayores ingresos sin desfavorecer a los sectores más pobres de la población.

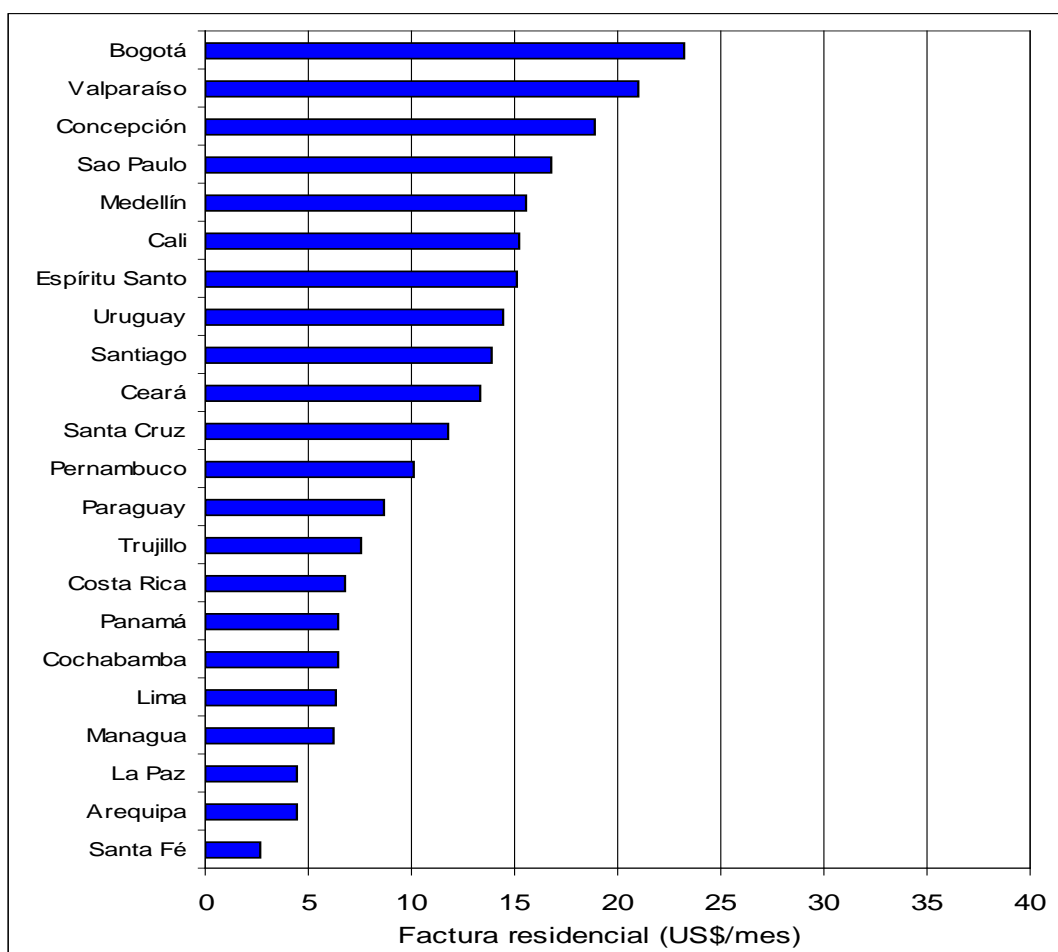
En adición, se requiere también una significativa reforma institucional de las empresas, que permita liberarlas del control municipal, a fin de otorgarles a sus gerentes mayor autonomía para tomar las decisiones con criterio empresarial, aunque sin descuidar los objetivos públicos de un servicio esencial como el agua.

---

<sup>8</sup> Gastos corrientes sobre ingresos de la empresa

<sup>9</sup> “Las tarifas de Agua potable y Alcantarillado en América Latina”. ADERASA: 2005

**Gráfico N° 4. Gasto en los Servicios de Agua y Alcantarillado para un Consumo Mensual de 20 m3**



Fuente: ADERASA (2005)

En tal sentido, es necesario profundizar las medidas conducentes a la conformación de directorios independientes, con representantes de la sociedad civil y con designaciones por periodos de 5 años, que podrían renovarse de manera escalonada. Asimismo, la designación de los gerentes generales debería ser por concurso y también para periodos de 5 años. Pero también es necesario que el gobierno central establezca programas de apoyo a las empresas para mejorar su gestión y consolidar su situación financiera. Sólo de este modo, los responsables de la gestión de las empresas contarían con la autonomía y recursos suficientes para superar las ineficiencias observadas.

### 1.3 El derecho humano al agua

La esencialidad del agua para la vida humana, específicamente de los servicios de agua potable y alcantarillado ha llevado al planteamiento del acceso a estos servicios como un derecho humano. Esta idea se sustenta en la interpretación de los alcances de una diversidad de acuerdos internacionales, entre los cuales cabe mencionar la Declaración Universal de los Derechos Humanos<sup>10</sup> y el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales<sup>11</sup> – PIDESC del año 1995. El PIDESC amplía los derechos humanos más allá de solamente las libertades esenciales, incluyendo el derecho a satisfacer un conjunto de necesidades básicas como alimentación, vestido, y vivienda, educación, salud y agua potable, entre otras; además de reconocer el derecho a la identidad cultural.

El reconocimiento por el PIDESC del derecho de toda persona al disfrute del más alto nivel posible de salud física y mental involucra el acceso adecuado a los servicios de agua potable y alcantarillado, ya que sin ello tal derecho no sería vigente. En este respecto, la Organización Mundial de la Salud ha definido la salud como un estado de completo bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de infecciones o enfermedades. En tal sentido, el acceso a los servicios de agua resulta fundamental para la salud de las personas, por lo que se puede argumentar que la vigencia de tal derecho involucra el derecho al acceso al agua. Asimismo, el párrafo 1º del artículo 11º del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales contiene diversos derechos que se desprenden del derecho a un nivel de vida adecuado. El Pacto señala que los Estados Partes reconocen el derecho de toda persona a un nivel de vida adecuado para sí y su familia, lo que incluye alimentación, vestido y vivienda, y una mejora continua de las condiciones de existencia. En este contexto, una vivienda carente de los servicios de agua y saneamiento no podría considerarse adecuada. En adición, el Protocolo Adicional a la Convención Americana sobre Derechos

---

<sup>10</sup> <http://www.un.org/es/documents/udhr/>

<sup>11</sup> <http://www2.ohchr.org/spanish/law/cescr.htm>

Humanos en Materia de Derechos Económicos, Sociales y Culturales<sup>12</sup>, “Protocolo de San Salvador” de 1988, Artículo 11<sup>o</sup> inciso 1, señala que toda persona tiene derecho a vivir en un medio ambiente sano y a contar con servicios públicos básicos, de los cuales el más básico es precisamente el agua (Defensoría del Pueblo, 2005: pp. 18-19).

Las disposiciones del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales – DESC son desarrolladas y precisadas por el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de las Naciones Unidas mediante las denominadas Observaciones Generales. Dicho Comité ha hecho un reconocimiento explícito del derecho humano al agua en la Observación General N<sup>o</sup> 15 de 2002, donde se reconoce “...el derecho de todos a disponer de agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico. Un abastecimiento adecuado de agua salubre es necesario para evitar la muerte por deshidratación, para reducir el riesgo de las enfermedades relacionadas con el agua y para satisfacer las necesidades de consumo y cocina, y las necesidades de higiene personal y doméstica.”<sup>13</sup>

En Gleick (1998) y Scanlon *et al* (2004) se encuentra un análisis comprehensivo sobre los acuerdos internacionales de los cuales puede desprenderse el reconocimiento de un Derecho Humano al Agua. En el caso del Perú, el contenido del Derecho Humano al Agua, así como las obligaciones genéricas del Estado han sido desarrollados por la Defensoría del Pueblo (2005). Sin embargo, es pertinente precisar que el reconocimiento del derecho humano al agua no supone la obligación del Estado de proveer gratuitamente los servicios de agua potable y alcantarillado, los cuales deben ser pagados por los usuarios, como es usual. Sí implica empero, que el Estado está obligado a garantizar un acceso adecuado a los sectores de la población que por su condición de pobreza no estén en condiciones de pagar parte o la totalidad del costo del servicio en

---

<sup>12</sup> <http://www.oas.org/juridico/spanish/Tratados/a-52.html>

<sup>13</sup> [http://www.escr-net.org/resources\\_more/resources\\_more\\_show.htm?doc\\_id=428718&parent\\_id=425976](http://www.escr-net.org/resources_more/resources_more_show.htm?doc_id=428718&parent_id=425976)

un nivel de consumo básico. En tal sentido, los mecanismos de subsidio en sus diversas formas pueden ser un instrumento para que el Estado cumpla esta obligación. En este respecto, es pertinente precisar que tanto la Defensoría del Pueblo, como Alternativa & Cedal (2004) y Cárdenas *et al* (2005), han sustentado el derecho al agua potable, pero no al uso del agua para la agricultura.

Los avances recientes en la legislación sobre el agua en el Perú han permitido la inclusión explícita del derecho al agua en la Ley de Recursos Hídricos. Allí se reconoce lo siguiente: “**Artículo 40.- Acceso de la población a las redes de agua potable.** El Estado garantiza a todas las personas el derecho de acceso a los servicios de agua potable, en cantidad suficiente y en condiciones de seguridad y calidad para satisfacer necesidades personales y domésticas.”

Si bien el derecho humano al agua potable cuenta con elementos que le aportan una justificación razonable en los acuerdos internacionales (Postigo, 2007), cabe precisar que el reconocimiento del derecho humano al agua no se contrapone con la existencia de un valor económico en el agua, ni tampoco con la posibilidad de una gestión privada de los servicios de agua potable y alcantarillado. Estas dos cuestiones se discuten más adelante.

## **2. EL DEBATE SOBRE EL VALOR ECONÓMICO DEL AGUA**

Un tema central sobre el manejo del recurso hídrico, y que ha generado mucho debate, es la caracterización del agua como un bien económico, lo cual fue establecido como un principio en la Conferencia de Dublín del año 1992. Amplios sectores de las organizaciones no gubernamentales han cuestionado esta idea por, supuestamente, constituir la base para la privatización del agua y su control por las empresas transnacionales (Kucharz, 2005; Clarke & Barlow, 2004; Alternativa & Cedal, 2004). La idea implícita en estas críticas es que, en un contexto de propiedad privada sobre el agua y funcionamiento de mercados, no sería posible garantizar el derecho humano al agua, lo que sólo se haría viable mediante la gestión

pública de este recurso. Sin embargo, un análisis riguroso permite apreciar que aquí hay dos temas en discusión y que no necesariamente tienen una vinculación determinante. Un primer tema es si, en efecto, el agua es o no un bien económico; mientras que un tema distinto es si resulta conveniente o no establecer derechos de propiedad sobre el agua y utilizar los mercados para su asignación eficiente; o también si la gestión privada de los servicios de agua potable y alcantarillado es una alternativa adecuada para mejorar estos servicios. En esta sección se discute el primer tema, para lo cual es pertinente revisar la teoría del valor económico.

## **2.1 El concepto de valor económico**

Sin dejar de reconocer que existen otros valores, diferentes al valor económico (por ejemplo valores éticos, culturales o sociales), y sin pretender asignar alguna forma de superioridad al valor económico sobre los demás valores, en esta sección interesa precisar el concepto de valor económico que se utiliza en la valoración del agua.

Los economistas clásicos, principalmente David Ricardo, desarrollaron lo que puede denominarse una teoría objetiva del valor, según la cual el valor de cambio (valor económico) de los bienes era determinado por la calidad y cantidad del trabajo incorporado en ellos. Adam Smith había llamado la atención sobre la diferencia entre “valor de utilidad” y “valor de cambio”, señalando que el primero representa la utilidad de un objeto en particular, mientras que el segundo es la aptitud o poder que tiene para cambiarse por otros bienes. Asimismo, Smith afirma que muchas cosas que tienen un gran valor de utilidad tienen muy poco valor de cambio y viceversa, para lo cual plantea lo que después se ha denominado “la paradoja del agua y los diamantes”. Smith señala que:

*“No hay cosa más útil que el agua y apenas con ella se podrá comprar cosa alguna, ni habrá cosa que pueda darse por ella a cambio; por el*

*contrario, un diamante apenas tiene valor intrínseco de utilidad y, por lo común, pueden permutarse por él muchos bienes de gran valor.”<sup>14</sup>*

En los Principios de Economía Política y Tributación, capítulo I, sobre el valor, David Ricardo recoge el análisis de Adam Smith pero limita expresamente su teoría del valor a aquellos bienes cuya cantidad puede aumentarse por la actividad humana. Ricardo señala lo siguiente<sup>15</sup>:

*“Por tanto, al hablar de los bienes, de su valor en (de) cambio, y de las leyes que rigen sus precios relativos, siempre hacemos alusión a aquellos bienes que pueden producirse en mayor cantidad, mediante el ejercicio de la actividad humana, y en cuya producción opera la competencia sin restricción alguna.”*

Según Ricardo, el trabajo es la base de todo valor y la cantidad relativa de trabajo es un determinante casi exclusivo del valor relativo de los bienes. En este respecto señala que no debe ignorarse el valor de la calidad del trabajo, pero que éste se ajusta rápidamente en el mercado para los fines prácticos, luego de lo cual varía poco.

Si bien se podría aplicar la teoría del valor trabajo ricardiana para los servicios de agua potable y alcantarillado, la cita referida más arriba evidencia la dificultad de extender dicha teoría para valorar el agua en la naturaleza.

La teoría del valor trabajo de los economistas clásicos fue gradualmente abandonada a fines del siglo XIX, y sustituida por la teoría subjetiva del valor neoclásica. Aunque durante el siglo XX, y principalmente en la Universidad de Cambridge, los seguidores de Ricardo intentaron desarrollar un paradigma alternativo a la teoría neoclásica, basado en la teoría ricardiana del valor trabajo, en los últimos 30 años se ha tenido un predominio marcado del neoclasicismo.

---

<sup>14</sup> Adam Smith, La Riqueza de las Naciones, p. 73. Edición 1983

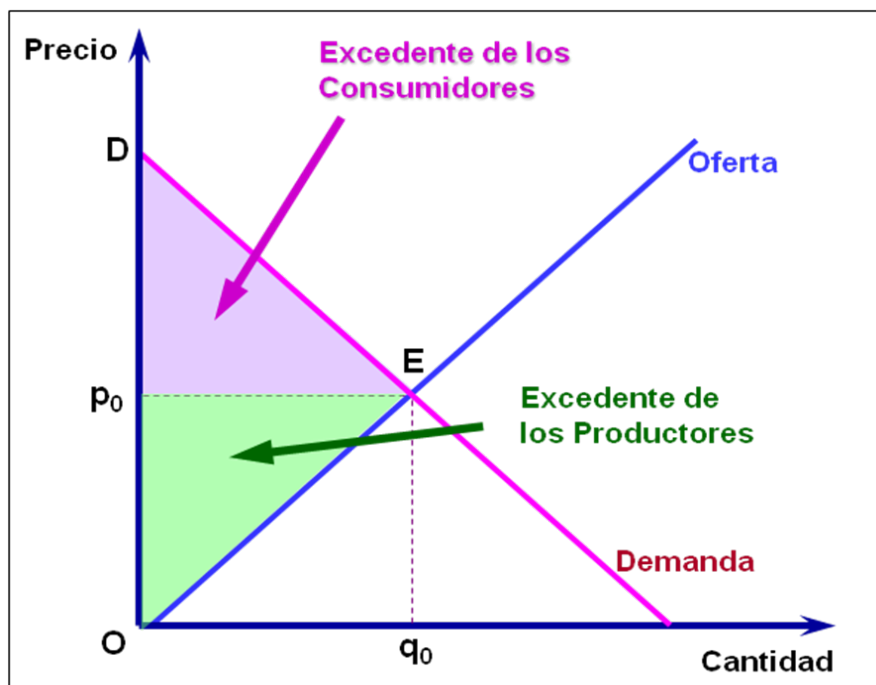
<sup>15</sup> Pagina 10 de los Principios en la edición del Fondo de Cultura Económica

La teoría neoclásica permite distinguir entre precio y valor económico. En primer lugar, se define como bienes económicos aquellos que son escasos y satisfacen necesidades humanas. Ello implica que un bien que no sea escaso (o que sea muy abundante) podría carecer de valor económico en el mercado, asimismo, si algo que sea muy escaso no satisface alguna necesidad humana, entonces tampoco tendrá valor económico.

En la teoría neoclásica el precio se determina en el mercado según la escasez relativa de los bienes que satisfacen las necesidades humanas. De un lado tenemos los consumidores, que valoran los bienes y los demandan por la utilidad que les produce su consumo; mientras que, de otra parte, tenemos los productores cuya oferta está determinada por los costos de producir los bienes que ofrecen en el mercado.

El siguiente gráfico permite analizar la teoría neoclásica del valor económico<sup>16</sup>.

**Gráfico N° 5. Excedente social**



Fuente: Varian (1993). Elaboración propia

<sup>16</sup> Se puede encontrar en cualquier libro de Microeconomía, por ejemplo Varian (1993)



La curva de demanda, de pendiente negativa, refleja las cantidades demandadas por los consumidores a los diferentes precios, de tal manera que mientras menor es el precio mayor será la cantidad demandada. La curva de demanda refleja también la valoración de los consumidores de la satisfacción o utilidad que les produce el consumo de un bien, y por tanto de su disposición a pagar por consumir unidades adicionales del bien. A medida que un consumidor consume más unidades de un bien, la utilidad que recibe de cada unidad adicional consumida es menor. De allí que en la curva de demanda, yendo de izquierda a derecha, al aumentar las cantidades consumidas del bien, la disposición a pagar disminuye. Esto es porque la utilidad marginal en el consumo de un bien disminuye a medida que se consumen más unidades del bien.

Por el lado de la oferta, son los costos de producción los que determinarán las cantidades que pueden ofrecerse en el mercado, a los diferentes precios. En este caso, debido a la Ley de los Rendimientos Marginales Decrecientes, al aumentar la producción de los bienes sus costos marginales tienden a incrementarse, por lo que la oferta tiene pendiente positiva. Es decir, las cantidades ofrecidas en el mercado son mayores a medida que los precios se incrementan, debido a que los mayores precios permiten que productores con mayores costos puedan participar ofreciendo su producción.

Al tener la demanda pendiente negativa y la oferta pendiente positiva, el mercado puede producir un equilibrio entre las cantidades ofertadas por los productores y las demandadas por los consumidores, con un determinado precio. En la teoría neoclásica el precio refleja la escasez relativa, en el mercado, de los bienes o de los recursos utilizados para producir dichos bienes. En este caso no estamos hablando de la escasez en la naturaleza, sino de la escasez en el mercado, que resulta de la interacción entre la oferta y la demanda. Asimismo, este esquema nos permite distinguir entre el precio y el valor económico. El precio es lo que se paga en el mercado por adquirir un bien, mientras que el valor económico de dicho bien está determinado por la valoración de los consumidores (disposición a pagar) por

los beneficios que les produce el consumo de dicho bien. En el gráfico, se observa que existe un excedente del consumidor y un excedente del productor, los cuales conjuntamente representan los beneficios económicos para la sociedad de la producción y consumo del bien en cuestión.

El excedente del consumidor está constituido por la diferencia entre la valoración por el consumidor de los beneficios que le genera el consumo del bien, representada por su disposición a pagar por consumir el bien, y el precio del mercado. Un consumidor puede ir al mercado dispuesto a pagar un precio de 30 soles por un kilo de pescado, pero debido a una abundante pesca el precio podría haber bajado a 20 soles, con lo cual obtiene un excedente del consumidor de 10 soles. Por su parte, un productor puede tener un costo marginal de 15 soles para producir un kilo de pescado, pero, al precio de 20 soles en el mercado, tendría un excedente del productor de 5 soles. El precio en el mercado es el resultado del juego de la oferta y la demanda, e independiente de las valoraciones de cada consumidor y de los costos de cada productor.

En el marco de lo anterior, es importante señalar que los estudios de valoración económica del medio ambiente se concentran en estimar la disposición a pagar de las personas por una mejora ambiental. Asimismo, el análisis económico de las decisiones públicas se concentra en determinar si éstas aumentan o disminuyen el excedente social<sup>17</sup>.

Una vez expuesto el marco teórico del valor económico en la teoría neoclásica, vale la pena referirse a la “paradoja del agua y los diamantes” planteada por Adam Smith, señalada anteriormente. Esta paradoja plantea la pregunta de: Porqué si el agua es esencial para la vida humana, tanto así que sin suficiente agua una persona puede fallecer en poco tiempo, su valor económico es tan reducido; mientras que los diamantes, al igual que otros bienes de lujo, cuya función es solamente decorativa, tienen un valor tan elevado con relación al agua. Según Griffin (2006: p. 7), la explicación de

---

<sup>17</sup> Excedente social = Excedente del consumidor + Excedente del productor

esta paradoja se atribuye a Alfred Marshall y consiste en que el precio de un bien no está determinado por su uso más importante sino por el uso más marginal. El agua tiene diferentes usos, no solamente para beber y preparar los alimentos o bañarse, también para regar jardines, lavar autos o las aceras. El uso más marginal es aquel que sería eliminado si la oferta del bien se redujera en una unidad. En el caso del agua su uso más marginal sería el de regar jardines, o lavar autos o aceras, y de allí su valor reducido. Es decir, el valor económico del agua no suele estar determinado por sus usos más esenciales, lo cual explica porqué el agua vale tan poco. Sin embargo, si se encontraran dos personas perdidas en un desierto, una con una bolsa de diamantes y la otra con varias botellas de agua, el dueño de los diamantes podría estar dispuesto a entregar un diamante por una botella de agua, dado que en este caso el consumo del agua estaría directamente relacionado con la subsistencia de la persona.

Cabe destacar, por otra parte, la naturaleza antropocéntrica de la valoración económica. Los bienes son económicos, y por tanto tienen un valor económico, sólo en la medida que satisfacen las necesidades humanas. Ello implica que la naturaleza y todos sus recursos sólo tendrían un valor económico en tanto y en cuanto satisfagan alguna necesidad humana. Ciertamente, existen diversas posiciones alternativas a esta visión antropocéntrica (Pearce & Turner, 1995: pp. 285-294), sin embargo, toda la teoría económica se sustenta en la búsqueda del máximo bienestar para la sociedad humana, por lo que para efectos de esta tesis de economía se asume deliberadamente un enfoque neoclásico del valor económico. En justificación de esta postura, cabe señalar que los seres humanos también reciben bienestar por la conservación de la naturaleza y pierden beneficios cuando ésta es afectada o degradada. En consecuencia, la asunción de una postura antropocéntrica no significa que el valor de la naturaleza sea dejado de lado, sino solamente que dicho valor es función de los servicios que ésta le presta a los seres humanos.

## **El valor económico total**

Azqueta (2002), Pearce & Turner (1995), y otros han desarrollado el concepto de valor económico total. Junto a los valores de uso del medio ambiente, existen también otros valores que reflejan una disposición a pagar y que por tanto no deben ser excluidos de la valoración. Una primera clasificación del valor económico ambiental es entre los valores de uso y valores de no-uso.

Entre los valores de uso podemos distinguir hasta tres tipos de valores: el valor de uso real o directo, el valor de uso indirecto, y el valor de opción:

Valor de Uso Real o Directo.- Representa el valor que se atribuye a los recursos ambientales por los beneficios que nos proporciona su uso directo. En el caso del agua, ésta se usa en la producción agrícola de alimentos que satisfacen nuestras necesidades y representan beneficios directos para las personas. De igual manera en el caso del agua potable.

Empero, no es indispensable que los beneficios tengan un valor monetario para que constituyan valores de uso real. En tal sentido, también tienen un valor de uso real los beneficios que obtenemos del disfrute del agua como parte de un paisaje o sus usos recreativos.

Valor de Uso Indirecto.- Está formado por los servicios que proporcionan funciones de los ecosistemas como la protección de cuencas, o la estabilización del clima.

Valor de Opción.- Las personas evidenciamos la asignación de valores de opción en diferentes circunstancias. Por ejemplo cuando se adquiere medicinas para primeros auxilios, aunque no se tenga certeza de que se van a utilizar, pero cuando tienen fecha de vencimiento se sabe que luego de un tiempo devienen en inservibles. En este caso las personas pagamos por la opción de utilizar dichas medicinas, aunque no las utilicemos efectivamente. De igual manera, existen valores de opción en relación al

medio ambiente y que reflejan la disposición a pagar por conservar la opción de utilizar un recurso en el futuro, aunque actualmente no se utilice.

En el caso del agua, existen importantes reservas de agua dulce que actualmente no se utilizan, pero que en vista de su creciente escasez tienen un alto valor de opción.

Los tres tipos de valor señalados hasta ahora son valores de uso. Sin embargo, también existen valores de no-uso que reflejan la disposición a pagar de algunas personas por conservar determinados recursos aunque estos no sean utilizados. Los valores de no-uso pueden clasificarse en valor de legado y valor de existencia puro:

Valor de Legado o Herencia.- Este valor refleja la disposición a pagar de algunas personas por la satisfacción de saber que la conservación de un recurso implica que éste pueda ser utilizado en el futuro por otras personas, por ejemplo sus hijos y nietos.

Valor de Existencia.- Refleja la disposición a pagar de ciertas personas por conservar determinados recursos, sin ninguna relación con la posibilidad de utilizarlos actualmente o en el futuro. Por ejemplo, diversas fundaciones conservacionistas, especialmente en los países desarrollados, suelen recaudar fondos del público para financiar proyectos de conservación de la naturaleza. Así, las personas en dichos países contribuyen con aportes para la protección de especies en peligro de extinción como el oso panda y las ballenas azules; o también contribuyen para la protección de áreas naturales como los bosques húmedos de la Amazonía. Estos aportes que efectúan las personas evidencian una disposición a pagar por conservar la naturaleza, que representa una actitud altruista de estar dispuesto a pagar por la satisfacción de contribuir a la conservación y protección de la naturaleza, aunque esta no sea utilizada en forma directa o indirecta.

La suma de los valores de uso y no uso representa el valor económico total de los recursos ambientales. En el caso del agua, sin embargo, aunque

puede existir un valor de opción es improbable que existan valores de no-uso. Podrían, empero, deducirse valores de no-uso para el agua vinculados a su función de hábitat para especies acuáticas que sí tengan valores de existencia.

## **2.2 El agua como un bien económico y sus implicancias**

Las políticas de privatización del agua durante los años 90' e inicios de la década del 2000, impulsadas por el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo, generaron movimientos de oposición a dichas políticas, los cuales han desarrollado toda una conceptualización que cuestiona la existencia de un valor económico en el agua. Así, se contrapone la idea del reconocimiento de un derecho humano al agua, particularmente en los servicios de agua potable y alcantarillado, con la existencia de un valor económico en este recurso.

La negación de un valor económico en el agua se sustentaría en sus características esencialmente distintas a los bienes económicos. Así, Savenije (2002), plantea que la concepción del agua como un bien económico ordinario proviene de su asociación con los servicios de agua potable y alcantarillado (en el que sí sería relevante el valor económico), pero que este uso es menor en comparación a los temas centrales del uso del agua, en los cuales no sería predominante dicho valor económico. El análisis a continuación permite comprender que, aunque el agua es ciertamente un bien especial, los argumentos planteados para cuestionar su valor económico carecen de fundamento.

Al respecto, Alternativa & Cedal (2004, p. 53) plantean que el agua es *"...un recurso fuente de vida, único, particular, de naturaleza distinta a todos los demás –excepto el aire y el sol– al que los seres humanos han de recurrir para satisfacer sus necesidades vitales, individuales y colectivas. Su carácter único está ligado, entre todos los factores, al de ser insustituible"*. Savenije (2002, p.743) afirma que *"Para los alimentos uno puede escoger entre pan, pasta, arroz o maíz"*, pero para el agua no habría alternativas ya

que ella sería parte de un sólo sistema global. En este caso, la definición del agua como un bien global tiene como propósito negar la existencia de alternativas para el consumo del agua. De este modo no podríamos decir que existen distintas fuentes para obtener agua, por ejemplo distintos pozos, distintos ríos o canales, o distintas cuencas. Cada partícula de agua sería parte indelible de un sólo sistema global. Este argumento parece forzado, ya que de una manera similar se podría sostener que el suelo es parte de un solo sistema global: el planeta Tierra. Sin embargo, no se trata de forzar conceptos y por ello cabe señalar que el agua es un recurso local y a lo más regional. En efecto, los costos y beneficios del agua, por ejemplo los problemas sanitarios o las sequías, no son universales sino más bien de naturaleza local o a lo más regional (Mehta, 2003).

De otro lado, el agua es efectivamente un bien insustituible, pero ésta no es una característica exclusiva. Por ejemplo, los alimentos no pueden producirse sin suelo agrícola<sup>18</sup>, y por tanto el suelo agrícola es tan insustituible como el agua. Otros bienes insustituibles o esenciales para el ser humano, son el vestido o el techo, y aunque las personas podrían subsistir sin ropa y sin techo en ciertos lugares del planeta, es evidente que ello sería imposible en los lugares fríos. Por tanto, incluso estos bienes también son esenciales, y aunque estamos de acuerdo en que el acceso a ellos debiera ser considerado un derecho humano, de allí no se desprende que se les deba negar el valor económico que poseen o que por ello se justificaría proscribir la propiedad privada sobre los mismos. El caso de las medicinas es similar, aunque se reconoce un derecho fundamental de las personas a la salud, no por ello se plantea que las medicinas, de las cuales puede depender la vida humana, deban ser necesariamente producidas por el Estado o que se les asigne la calidad de bienes de propiedad exclusivamente pública.

Pero además, la consideración del agua como un bien insustituible o esencial no pareciera tener ninguna implicancia particular para determinar si este recurso pudiera o no ser sujeto de propiedad privada, o respecto de si

el funcionamiento de mercados de agua podría o no contribuir a mejorar su gestión. El agua potable se usa para satisfacer las necesidades de alimentación y aseo, pero también para regar jardines y otros usos no esenciales, por tanto, el mercado y el sistema de precios sí podrían contribuir, al menos teóricamente, a mejorar la gestión de este recurso. Ciertamente, la insustituibilidad del agua potable podría implicar un poder excesivo para quienes detentan la propiedad privada sobre ésta, pero al igual que con otros bienes insustituibles o esenciales, no existe razón para suponer que con la privatización el Estado abdicaría de su facultad de establecer marcos regulatorios que limiten dicho poder. No obstante lo señalado, debe reconocerse que los estados de los países en vías de desarrollo se han mostrado en general poco capaces para ejercer un control efectivo sobre los monopolios y el sector privado, aún cuando no se trate de bienes insustituibles o esenciales. De allí que la desconfianza sobre la capacidad del Estado de controlar el poder excesivo de los monopolios de agua sea más que justificada.

A diferencia de Alternativa & Cedal, Savenije reconoce la existencia de un valor económico en el agua, pero sostiene la idea de este recurso como un bien de características exclusivas, debido a las cuales no sería necesario pagar por dicho recurso para lograr su asignación eficiente. En su visión, la naturaleza única del agua se manifiesta en un conjunto de características que individualmente pueden no ser excepcionales, pero que en conjunto hacen del agua un bien muy especial. Tales características son: ser un bien esencial, escaso, fugitivo, que constituye un sistema global, que es voluminoso y por tanto difícil de transportar, que es insustituible, que no es libremente transable, y que es complejo. Un escrutinio riguroso de estas características, sin embargo, no pareciera justificar la pretendida exclusividad que se atribuye al agua. La insustituibilidad del agua y su naturaleza de bien esencial, así como que ésta sea parte de un sistema global, ha sido discutida en los párrafos anteriores. A continuación se analizan los demás argumentos.

---

<sup>18</sup> Existen cultivos hidropónicos y la biotecnología pero no parece concebible que las actuales necesidades masivas de alimentos se puedan satisfacer sin el suelo agrícola.



Respecto de la escasez del agua, Savenije comparte con Alternativa & Cedal una confusión de los conceptos. Es obvio que todos los recursos naturales son limitados, y es precisamente porque son limitados o escasos que tienen un valor económico, tal como se ha explicado en la sección 2.1. De hecho, la propia definición como “*recursos naturales*”, de una parte de la naturaleza, alude a su potencial utilización con fines económicos. De manera que la característica de ser un recurso escaso no es fundamento para considerar el agua como un bien único y excluir la posibilidad de un dominio privado sobre el agua; ni mucho menos para cuestionar su valor económico. Las demás características señaladas por Savenije tampoco parecen exclusivas del agua. Que sea fugitiva y “*que se escurra entre nuestros dedos*” tiene que ver con su naturaleza líquida, de tal manera que la misma característica la poseen todos los demás bienes líquidos, por ejemplo el petróleo. Finalmente, la característica del agua de ser voluminosa es la que explica también las dificultades para su transporte y su transabilidad, pero existen otros bienes que poseen esta característica y por lo cual suelen no ser sujetos del comercio internacional (bienes no transables). Esta característica, sin embargo, es efectivamente una limitante para el funcionamiento de mercados de agua; aunque el desarrollo de la infraestructura de riego ayudaría a reducir el problema. Incluso, algunos piensan que en el futuro la escasez de agua podría originar un comercio de este recurso similar al del petróleo (Clarke & Barlow, 2004).

En conclusión, los argumentos presentados por Alternativa y Cedal, así como por Savenije, no parecieran sustentar una naturaleza exclusiva del agua que justifique negar su característica de bien económico. El valor económico del agua se manifiesta en los diversos usos económicos que posee, de tal manera que los usuarios evidencian una disposición a pagar por este recurso (Briscoe, 1996). Pero además, para hacer disponible el agua a los usos humanos es necesario incurrir en gastos considerables<sup>19</sup>, de tal manera que la propia escasez del agua para los fines humanos es suficiente justificación para el reconocimiento de su valor económico. Sin

embargo, de este reconocimiento no se desprende que el agua deba ser necesariamente asignada por el libre juego de las fuerzas del mercado. En este respecto Perry, Rock & Seckler (1997), Gleick *et al* (2002) y Hanemann (2005), entre otros, reconocen el valor económico del agua pero a la vez admiten que debido a que además posee otros valores y características de bien público<sup>20</sup>, la gestión del agua requiere una intervención reguladora del Estado mucho mayor que la necesaria en otro tipo de bienes. A esto Perry *et al* le llaman gestión extra-mercado del agua, cuya finalidad sería asegurar que su manejo sirva efectiva y eficientemente determinados objetivos sociales, y respecto de lo cual ellos aportan argumentos pertinentes desde una perspectiva económica. En esta visión, el nivel específico y la profundidad de la intervención pública deben determinarse en función a las condiciones particulares de cada realidad involucrada. En consecuencia, es razonable que la gestión del agua deba responder también a objetivos sociales, como el de garantizar el acceso universal a los servicios de agua potable y alcantarillado, y por tanto, el reconocimiento del valor económico de este recurso no implica desconocer su valor social u otros valores (culturales). Asimismo, ello tampoco implica que la gestión privada del agua sea necesariamente mejor que la pública, o que una eventual gestión privada de los servicios de agua potable y alcantarillado excluya un rol regulador y supervisor del Estado. En efecto, Estache & Rossi (2002), en un estudio para 50 empresas en 29 países de la región Asia-Pacífico, encontraron que la eficiencia de las empresas privadas de agua no era significativamente diferente de las públicas. Asimismo, Clarke, Kosec & Wallsten (2004), con base en encuestas de hogares domésticos de Argentina, Bolivia y Brasil, afirman que existe poca evidencia de que la privatización por sí misma mejore el acceso a los servicios de agua. Ellos señalan también que la privatización no parece haber sido negativa para los pobres.

---

<sup>19</sup> Rogers, Bhatia & Huber (2001) presentan un análisis sobre los diversos valores económicos del agua

<sup>20</sup> Ver la definición en el siguiente párrafo

Otra confusión de conceptos es la que alude al agua como un bien público. En este caso se pretende que la consideración del agua como un derecho humano no sólo sería conflictiva con el reconocimiento de su valor económico, sino que implicaría que éste sea reconocido como un bien público. Alternativa & Cedal plantean que el agua es un recurso natural limitado y en consecuencia un bien público para la vida y la salud. Parece evidente, en este caso, que la consideración del agua como un bien público se refiere a que ésta debería ser de propiedad pública, debido a lo cual se tendría que rechazar el establecimiento de derechos de propiedad privados sobre el agua. Planteado así, el tema es de naturaleza legal. La ley, en efecto, podría reservar para el Estado la propiedad de determinados bienes. Pero al menos en el Perú, tal no es el caso del agua, que al concebirse como recurso natural, según la Constitución podría ser sujeta al otorgamiento de concesiones para su uso.

Desde el punto de vista económico el concepto de bien público tiene semejanzas, aunque es diferente, al de propiedad pública. En economía un bien público tiene dos características principales: a) Cuando está disponible para un consumidor está también disponible para los demás consumidores, es decir no se puede excluir a nadie del consumo de dicho bien; b) El consumo de un bien público por un consumidor no disminuye el consumo de los demás consumidores, es decir no existe rivalidad en el consumo de un bien público. Una característica del agua es que tiene las propiedades de un bien público cuando se encuentra en sus fuentes naturales. Sin embargo, una vez que el agua empieza a ser utilizada en la agricultura o el servicio de agua potable, asume las características de un bien privado. Aún cuando usualmente el agua de riego se maneja en forma asociativa, y las aguas utilizadas por un agricultor pueden ser utilizadas más abajo por otros agricultores, en muchos casos el consumo de agua por un agricultor puede impedir su uso por otros agricultores. Por tanto, aunque no de manera absoluta, existe rivalidad en el consumo del agua de riego. Más aún, alguien podría construir un canal para captar agua de riego, siempre que contara con las autorizaciones respectivas, y podría excluir a los demás del uso de este recurso. En cuanto al servicio de agua potable, éste claramente puede

excluir a quienes no paguen por el servicio. Cabe señalar, igualmente, que el uso de las aguas como receptor de residuos de diversa naturaleza corresponde también a las características de un bien (mal) público.

Lo señalado en esta sección sustenta la consideración del agua como un bien económico que tiene características tanto de bien privado como de bien público, lo cual justifica que la asignación del recurso sea efectuada con la intervención del Estado, ya sea directamente mediante mecanismos de asignación como los existentes en la mayoría de países, o indirectamente a través de un rol regulador, si es que se han establecido derechos de propiedad privados sobre el agua. En el caso de los servicios de agua potable y alcantarillado, el acceso universal genera externalidades sanitarias positivas en tanto reduce la posibilidad de epidemias de enfermedades gastroentéricas, además que el sólo hecho de saber que existe un acceso universal genera bienestar para la sociedad, mientras que la existencia de familias sin acceso, genera malestar o pérdida de bienestar económico<sup>21</sup>.

Sin embargo, el reconocimiento del acceso al agua potable y alcantarillado como un derecho humano, que obliga al Estado a garantizar el acceso universal a estos servicios, no implica necesariamente que estos deban manejarse como bienes de propiedad pública. El caso de Chile evidencia que es posible garantizar el derecho al agua mediante un sistema adecuado de subsidios, aún si el Estado privatiza dichos servicios. En ese país las empresas de agua potable y alcantarillado se han privatizado, e incluso se aplican derechos de propiedad absolutos sobre el agua, y sin embargo el Estado otorga un subsidio a las familias pobres para un consumo mensual gratuito de hasta 20 m<sup>3</sup> de agua potable, lo cual en el contexto de una cobertura casi total de la población implica que en este país realmente se tiene garantizado el derecho al agua. No deja de ser paradójico que precisamente el país donde se ha ido más lejos en la privatización del agua sea aquél que garantiza mejor el derecho humano al agua. Pero de otro lado, tampoco es indispensable establecer la vigencia de derechos de

---

<sup>21</sup> Las personas en general están dispuestas a pagar más por el agua potable con la finalidad de subsidiar a quienes no pueden pagar por ésta.

propiedad sobre el agua, al igual que en Chile, para que exista una gestión privada de los servicios de agua potable y alcantarillado, como ocurre en el caso de Colombia y otros países.

Uno de los mecanismos que se ha propuesto para mejorar la gestión del agua, a partir del reconocimiento de su valor económico, es la asignación de derechos de propiedad sobre el agua, lo cual ha sido analizado en la sección 1.1.2, y de lo cual sólo cabe destacar su potencial para generar problemas sociales severos en el Perú, aparte de los problemas experimentados en Chile. Asimismo, el reconocimiento del valor económico del agua también abre la posibilidad de utilizar instrumentos que generen incentivos económicos para reducir la contaminación por aguas residuales. A continuación se analiza esta cuestión.

**AQUÍ**

### **2.3 El uso de instrumentos económicos para reducir la carga contaminante de las aguas residuales**

Existen diversas definiciones de instrumentos económicos para la gestión ambiental. Acquatella (2001, p. 12) los define como *“... todos aquellos que inciden en los costos y beneficios imputables a cursos de acción alternativos que enfrentan los agentes; afectando por ejemplo la rentabilidad de procesos o tecnologías alternativos, o el precio relativo de un producto, y en consecuencia las decisiones de productores y consumidores”*. Para Von Amsberg (1995, p. 3) *“El término instrumentos económicos se refiere a un conjunto de diferentes regulaciones que intentan crear mercados para la protección ambiental, o al menos integran los costos ambientales en los precios de mercado, dejando a los contaminadores elegir sus niveles individuales de reducción de contaminación y su tecnología”*. Huber, Ruitenbeek & Seroa da Motta (1998, p. 11) los definen como *“... aquellos que buscan alinear los costos privados con los costos sociales para reducir las externalidades. Permiten que el mercado determine la mejor manera de lograr una determinada meta ambiental”*. Finalmente, la EPA (2001, p. 1) los define como *“Instrumentos que proveen un incentivo continuo, pecuniario o de otro tipo, para que las fuentes de contaminación reduzcan sus emisiones o hagan sus productos menos contaminantes”*.

En la experiencia internacional se han utilizado diversos tipos de instrumentos económicos, entre ellos puede mencionarse los cargos o tarifas (también denominados impuestos pigouvianos) por contaminación, cuyas características se desarrollan a continuación, impuestos sobre bienes finales o insumos<sup>22</sup>, permisos de emisión transables<sup>23</sup>, sistemas de devolución de depósitos<sup>24</sup>, sistemas de diseminación pública de información<sup>25</sup>, e introducción de derechos de propiedad<sup>26</sup>.

La experiencia en América Latina con el uso de instrumentos económicos para la gestión ambiental es también diversa. En Brasil se ha venido aplicando un sistema de pagos por carga contaminante en el vertimiento de aguas residuales industriales al sistema de desagües en Sao Paulo (Luduvic, 2001) y Brasilia. En Colombia se aplica un sistema similar pero para los vertimientos de residuos líquidos en los ríos y otros cuerpos de agua (CEPAL, 2000). En Chile, desde la aprobación del Código de Aguas de 1981, se ha introducido la vigencia de derechos de propiedad absolutos sobre este recurso. Acquatella (2001) menciona otros casos de aplicación de instrumentos económicos en Brasil, Chile, Guatemala, México y Venezuela. Cabe señalar que, según Huber *et al* (1998), históricamente el principal objetivo de los instrumentos de mercado utilizados en América Latina ha sido generar ingresos para el fisco antes que mejorar la calidad ambiental. Sin embargo, en el Perú prácticamente no hay un uso de instrumentos económicos para la gestión ambiental, no obstante que desde el Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, y la Ley de creación del CONAM, se establecieron disposiciones que constituirían una base legal para su utilización.

---

<sup>22</sup> Eskeland & Devarajan (1996)

<sup>23</sup> Burtraw (2000)

<sup>24</sup> EPA (2001)

<sup>25</sup> World Bank (2000)

<sup>26</sup> Hearne & Easter (1995)

A continuación se presenta dos definiciones de instrumentos económicos, una restringida y otra amplia. La primera es la más rigurosa desde el punto de vista de la teoría económica.

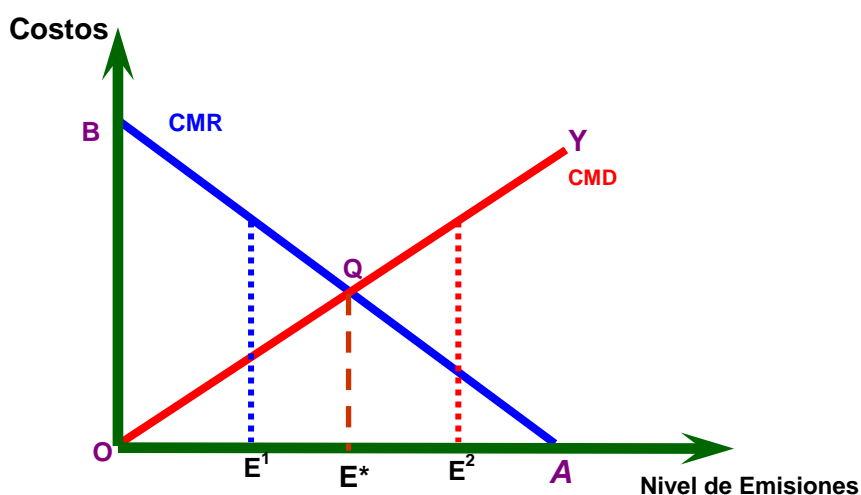
**Definición restringida de los instrumentos económicos.-** *Son instrumentos de gestión ambiental que buscan internalizar los costos de la contaminación en los costos privados, para que los precios reflejen adecuadamente los costos sociales, de tal modo que sea el mercado el que determine la mejor forma de lograr el nivel de calidad ambiental deseado.*

**Definición Amplia de los instrumentos económicos.-** *Son todos aquellos mecanismos que generan directa o indirectamente beneficios y costos pecuniarios continuos a quienes reducen o aumentan sus emisiones contaminantes.*

La propuesta que se analiza en esta sección responde mejor a la definición restringida.

El Gráfico N° 6 (World Bank, 2000: pp. 30-36) ayuda a explicar el fundamento económico para el uso de tarifas (cargos) por contaminación. Se observa que la sociedad elegirá un nivel de emisiones económicamente óptimo en el punto  $E^*$ , teniendo en cuenta el costo marginal del daño ambiental (CMD) y el costo marginal de reducir la contaminación (CMR).

**Gráfico N° 6. Óptimo Económico de la Contaminación**



Fuente: World Bank (2000)

El punto Q, que corresponde al nivel de emisiones  $E^*$ , representa la igualdad entre el costo marginal para la sociedad de reducir las emisiones contaminantes (CMR) y el costo marginal del daño ambiental (CMD). A este punto le podríamos llamar el óptimo económico ambiental debido a que cualquier nivel menor de emisiones sólo se podría conseguir a un costo demasiado elevado, superior al costo del daño ambiental; mientras que una cantidad de emisiones mayor a  $E^*$  involucraría un nivel de emisiones cuyo daño ambiental tiene un costo mayor al costo de invertir en reducir las. Esto implica que cuando el costo marginal de reducir la contaminación es pequeño y el daño ambiental marginal es grande (CMD), por ejemplo en  $E^2$ , la sociedad optaría por aumentar el gasto en reducir la contaminación, llevando el nivel de emisiones en dirección a  $E^*$ . En contraste, cuando el daño ambiental (CMD) es pequeño porque las emisiones son fácilmente asimilables y el costo de reducir la contaminación (CMR) es muy elevado, como en  $E^1$ , la sociedad podría estar dispuesta a tolerar un poco más de emisiones acercando su nivel a  $E^*$ . Por tanto  $E^*$  representa el nivel de emisiones que sería deseable para la sociedad, debido a que en este punto se obtendría el máximo beneficio neto social.

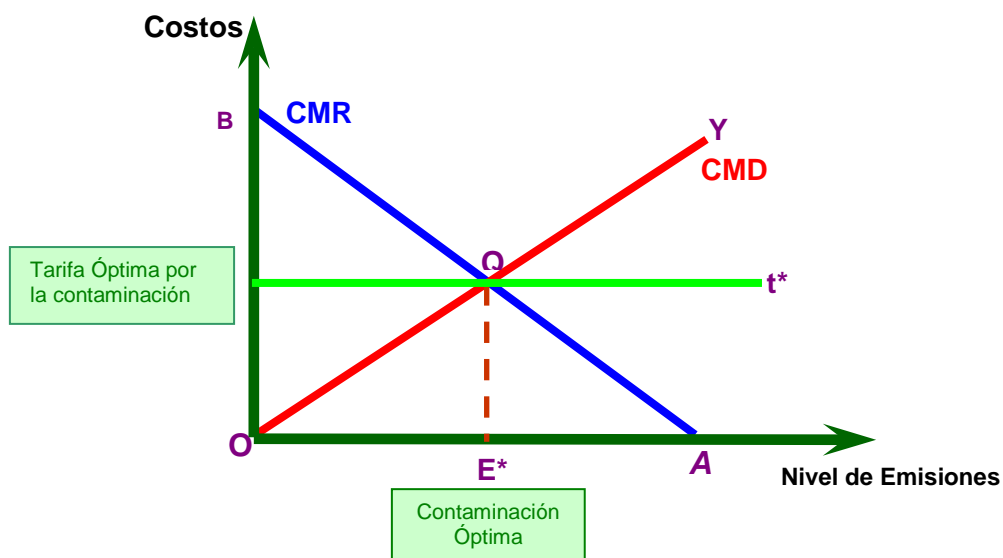
El análisis precedente permite entender la lógica de los instrumentos económicos para la gestión ambiental. Así, el nivel de emisiones  $E^*$  deseado por la sociedad puede alcanzarse mediante el establecimiento de medidas de comando y control o, alternativamente, mediante instrumentos económicos como las tarifas por contaminación. En el gráfico que hemos visto se plantea que, en ausencia de regulación, los productores llevarán las emisiones hasta A buscando maximizar sus beneficios, ya que en este punto no realizarían ningún gasto en reducir las emisiones. El enfoque tradicional ha consistido en establecer límites máximos a las emisiones de tal manera que no se supere un determinado nivel considerado óptimo, en este caso el nivel  $E^*$ .



Sin embargo, el enfoque de tarifas por contaminación plantea que los contaminadores internalicen los costos de la contaminación pagando una tarifa por cada unidad de emisión contaminante, de forma que mientras mayor sea la cantidad de sus emisiones contaminantes, mayor será el pago que tendrían que efectuar. Al incluirse un pago por las emisiones contaminantes de los productores, las empresas se verían obligadas a comparar el gasto en reducir la contaminación con la tarifa por emisiones, y optarían por aquella opción que les resultara más conveniente, de tal manera que una tarifa de un nivel  $t^*$ , indicada en el Gráfico N° 7 sería la adecuada para llevarlos a generar el nivel de emisiones  $E^*$  donde se igualan CMR y CMD.

El efecto de una tarifa por contaminación sería igual al de un incremento en los costos, de tal forma que los beneficios netos se verían disminuidos y el nivel de producción económicamente óptimo también disminuiría, con el resultado de reducir las emisiones contaminantes. La tarifa por contaminación al nivel  $t^*$  haría que los beneficios disminuyeran hasta que el óptimo económico para los productores fuese una producción con emisiones de  $E^*$ . El gráfico 7 muestra la tarifa óptima por contaminación  $t^*$ :

**Gráfico N° 7. Contaminación y Tarifa Óptimas**



Fuente: Pearce & Turner (1995)

Se observa que a niveles de emisión menores a  $E^*$  el costo de reducir la contaminación CMR es mayor que la tarifa  $t^*$  por lo cual resulta mejor pagar la tarifa; mientras que a emisiones mayores a  $E^*$  el CMR es menor que  $t^*$ , por lo cual resulta mejor gastar en reducir la contaminación que pagar la tarifa. Por esta razón los empresarios escogerían el nivel de emisiones  $E^*$ .

### **2.3.1 El marco institucional para el uso de instrumentos económicos en el Perú**

La Ley General del Ambiente N° 28611, aprobada el año 2005, transformó el principio del “contaminador-pagador”, del anterior Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales de 1990, en el principio de internalización de costos. En el Título Preliminar de dicha Ley, sobre Derechos y Principios se plantea lo siguiente: “**Artículo VIII.- Del principio de internalización de costos.** *Toda persona natural o jurídica, pública o privada, debe asumir el costo de los riesgos o daños que genere sobre el ambiente.*

*El costo de las acciones de prevención, vigilancia, restauración, rehabilitación, reparación y la eventual compensación, relacionadas con la protección del ambiente y de sus componentes de los impactos negativos de las actividades humanas debe ser asumido por los causantes de dichos impactos”.*

Sin embargo, mientras que la Ley del Consejo Nacional del Ambiente CONAM, entidad rectora de los asuntos ambientales en el Perú antes de la creación del Ministerio del Ambiente - MINAM, hacía mención explícita al uso de instrumentos económicos, esta función ya no aparece el D.L. N° 1013 que crea el MINAM.

La normativa específica de los sectores no ha recogido adecuadamente el principio de internalización de costos (Principio contaminador-pagador). Así por ejemplo, el Régimen de Sanciones e

Incentivos del Reglamento de Protección Ambiental para el Desarrollo de Actividades en la Industria Manufacturera (Decreto Supremo 025-2001-ITINCI) establece los siguientes incentivos en el Artículo 15°: a) Reducción en el pago de tasas administrativas, b) Requerimientos menos frecuentes de Auditorías, c) Excepción a requisitos regulatorios, d) Difusión de experiencias exitosas, e) Otorgamiento de Premios Públicos, y e) Certificación de buen desempeño ambiental.

Los incentivos pueden ser otorgados por la Dirección de Asuntos Ambientales del sector Industria bajo un conjunto de criterios orientados a proteger y/o mejorar la calidad del ambiente. Empero, este tipo de instrumentos tiene muy poca relación con aquellos que plantea la teoría económica, en particular no hay una relación entre el beneficio a recibir y el nivel de reducción de la contaminación. Así, los incentivos en principio podrían otorgarse a dos emisores que lograsen un determinado estándar, aunque las cantidades de sus emisiones fuesen completamente diferentes. Cabe señalar sin embargo, que los incentivos referidos a Premios, Certificación y difusión, se pueden incluir en el grupo correspondiente a diseminación de información, pero adolecen del mismo defecto señalado, en tanto no guardan relación con la cantidad de las emisiones.

De modo similar, en el caso del sector pesquero tampoco se ha contemplado el uso de instrumentos económicos diferentes a los planteados en la norma de Industrias; no obstante que el Capítulo II del Reglamento General para la Protección Ambiental en las Actividades Pesqueras y Acuícolas (D.S. N° 004-99-PE) hace una mención a *“los Instrumentos Económicos y las Infracciones”*.

En contraste, la normativa colombiana es muy precisa en relación a los pagos que deben efectuar los contaminadores. La Ley 99 de 1993 establece lo siguiente: *“Artículo 42°. Tasas Retributivas y Compensatorias. La utilización directa o indirecta de la atmósfera, del agua y del suelo, para introducir o arrojar desechos o desperdicios*

*agrícolas, mineros o industriales, aguas negras o servidas de cualquier origen, humos, vapores y sustancias nocivas que sean resultado de actividades antrópicas o propiciadas por el hombre, o actividades económicas o de servicio, sean o no lucrativas, se sujetará al pago de tasas retributivas por las consecuencias nocivas de las actividades expresadas”.* Los ingresos recaudados por este concepto constituyen rentas de las corporaciones regionales de ese país, las que pueden utilizarlas para financiar actividades de mejoramiento ambiental.

Esto evidencia que la aplicación en el Perú de sistemas de pago por contaminación aún requiere una normativa adecuada, para lo cual es obvio que se necesita una decidida voluntad política. Empero, dado que se conoce muy poco este tipo de instrumentos, para ello es indispensable que se realice una difusión adecuada de las ventajas del uso de instrumentos económicos entre los legisladores y autoridades públicas, dándose a conocer las experiencias positivas de los países vecinos. En este sentido, la Ley General del Ambiente N° 28611 mantiene la posibilidad de aplicar instrumentos económicos, en particular mediante sus artículos 36° y 94°, aunque sus contenidos son poco claros, por lo que sería necesario un nivel de especificidad mayor. El artículo 36° se refiere directamente al uso de instrumentos económicos, pero sin mencionar el pago por emisiones. Se señala que los instrumentos económicos buscan incentivar o desincentivar conductas con el fin de promover el cumplimiento de los objetivos de política ambiental. Pero se precisa que deben propiciar el logro de niveles de desempeño ambiental más exigentes que los establecidos por las normas ambientales. Por su parte, el artículo 94° sobre los servicios ambientales, reconoce las funciones de los ecosistemas y el ambiente y se dispone que el Estado establezca mecanismos para valorizar, retribuir y mantener la provisión de los servicios ambientales. La capacidad asimilativa del medio ambiente para absorber las emisiones contaminantes es también un servicio ambiental. Específicamente en el caso de las descargas en ríos y

lagos, la masa de agua y su velocidad tienen la capacidad de diluir una cierta cantidad de vertimientos, lo cual es un servicio ambiental. Por tanto, el artículo 94º permitiría introducir un sistema de tarifas por vertimientos de aguas residuales.

De otro lado, en el sector de agua se ha discutido por algún tiempo una propuesta para modificar la Ley de Aguas introduciendo derechos de propiedad transables. Esto ha generado un gran debate y se mantiene como un tema pendiente en la agenda política. En adición, el año 2001 se desarrolló una propuesta para introducir el pago por carga contaminante de los vertimientos industriales en la red urbana de desagües de Trujillo, en base a la experiencia de Sao Paulo<sup>27</sup>. Dicha propuesta, sin embargo, no contó con el apoyo del organismo regulador del agua potable y alcantarillado, SUNASS.

### **2.3.2 Algunas consideraciones para el establecimiento de tarifas por la carga contaminante en las aguas residuales para el Perú**

Anteriormente se ha señalado que uno de los principales problemas del manejo del agua en el Perú es la emisión de aguas residuales urbanas, lo cual afecta seriamente a las principales ciudades. A continuación se analiza algunos aspectos relevantes para el establecimiento de tarifas por la carga contaminante de las aguas residuales en el Perú, lo cual podría contribuir de forma significativa a resolver este problema.

El análisis teórico presentado en esta sección es útil como un punto de partida, sin embargo la realidad puede diferir de la teoría en diversos aspectos. El gráfico 8 muestra la línea quebrada CMR que representa con más realismo el costo marginal de las diferentes tecnologías que podrían utilizarse para reducir la contaminación.

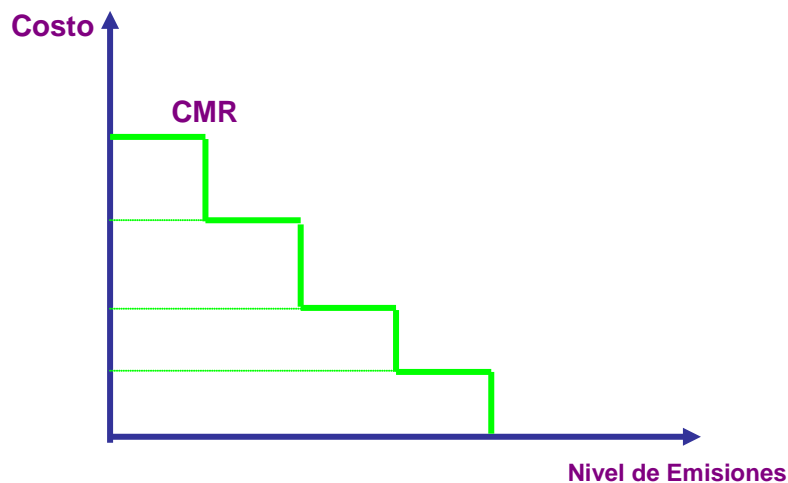
El gráfico considera la existencia de 4 opciones tecnológicas para reducir la contaminación. La forma de escalera se explica porque en

---

<sup>27</sup> Luduvic (2001)

la realidad el costo no responde a una función continua sino discreta, esto es que existe un número limitado de opciones tecnológicas para reducir la contaminación y los costos no son continuos, sino que presentan saltos de un nivel de reducción de la contaminación a otro. Asimismo, en cada tecnología puede tenerse diferentes niveles de emisión determinados por factores como el nivel de calificación de los trabajadores, qué tan cuidadosos son o qué tan comprometidos están con la limpieza, lo cual tendría una incidencia relativamente desdeñable en el costo.

**Gráfico N° 8. Costo de Reducir la Contaminación según Tecnología**



Fuente: Elaboración propia

La determinación de las tarifas por contaminación, bajo la lógica de la maximización del excedente social, requiere que se conozca el costo del daño ambiental. Para ello sería necesario efectuar estudios de valoración económica de la contaminación del agua, tal como el realizado en este estudio. En este caso, se busca determinar el costo social de la contaminación del agua mediante un estudio de valoración contingente<sup>28</sup>, para el cual sería necesario realizar encuestas que permitan averiguar la disposición a pagar de las personas. También podría efectuarse un estudio para establecer

<sup>28</sup> Ver Azqueta (1994: pp. 157-191) y Dixon *et al* (1994: pp. 76-77)

funciones de dosis-respuesta, que relacionen la carga contaminante en el agua con determinados efectos sobre la salud<sup>29</sup>, los cuales a su vez podrían valorarse a través de los gastos de salud ocasionados<sup>30</sup>. La aplicación en el Perú del método de gastos en salud presenta problemas potencialmente grandes por la inexistencia de información epidemiológica segmentada geográficamente, de manera que se pueda asociar la incidencia de enfermedades de origen hídrico, con los vertimientos contaminantes en el agua.

Cabe señalar, sin embargo, que en los países donde la población tiene ingresos muy bajos la disposición a pagar de la gente por reducir la contaminación, e incluso por obtener atención médica profesional<sup>31</sup>, puede ser reducida en relación a lo que podría ser considerado como sostenible. Debido a ello, el nivel óptimo de contaminación, es decir aquel donde se igualan el costo marginal de reducir la contaminación con el costo marginal del daño ambiental, podría ser excesivo en relación a la capacidad de carga del medio ambiente; lo cual implica que una sociedad donde predomina la pobreza podría elegir un estilo de desarrollo con una contaminación excesiva y que no sea sostenible ambientalmente<sup>32</sup>. Esto significa que el nivel económicamente óptimo de contaminación no necesariamente es un nivel ambientalmente óptimo, es decir sostenible. Por otra parte, dada la inexistencia de estudios de valoración económica de la contaminación del agua, una opción transitoria válida sería fijar el nivel deseado de contaminación bajo consideraciones ambientales, es decir en un nivel que no supere la capacidad de carga de los cuerpos receptores. En tal caso, el costo de la tecnología para alcanzar dicho

---

<sup>29</sup> Cropper *et al* (1997) y Ostro *et al* (1998) utilizan funciones de dosis repuesta para valorar los impactos sobre la salud de la contaminación del aire en Delhi y Santiago de Chile, respectivamente

<sup>30</sup> Freeman (2000) analiza diversas cuestiones relacionadas con la valoración de impactos sobre la salud.

<sup>31</sup> Cuando la gente es muy pobre podría tener una reducida disposición a pagar por atenderse con un médico, dado que existe la alternativa de consultar con el farmacéutico del barrio.

<sup>32</sup> Heinzerling & Ackerman (2000) han cuestionado vigorosamente el análisis costo beneficio como base para tomar decisiones sobre la contaminación, por los problemas que presenta la valoración de los impactos sobre la salud.

nivel deseado sería la tarifa por contaminación, e incluso sería posible aplicar un sistema de tarifas por bloque, como se verá más adelante.

No obstante lo señalado, la ventaja de contar con estudios de valoración económica de la contaminación del agua es que harían posible tener una referencia para establecer tarifas por bloques que reflejen mejor el costo para la sociedad de la contaminación. Es decir que podría cobrarse una tarifa menor a aquellos con vertimientos menores, cuyo impacto ambiental también sería menor, así como una tarifa más elevada a quienes hagan vertimientos mayores, dado que el respectivo costo ambiental sería mucho mayor.

En el caso de Colombia se estableció un sistema de pagos con dos parámetros: demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y sólidos suspendidos totales (SST). La tarifa inicial fue fijada en US\$ 28 por tonelada de DBO y US\$ 12 por tonelada de SST<sup>33</sup>. Tales niveles tarifarios son un referente para el Perú y podrían ser utilizados como punto de partida, sobre todo si se considera que debido a la necesidad de negociar la aceptación del nuevo esquema por el empresariado colombiano, la tarifa inicialmente calculada en US\$ 100 por tonelada de DBO tuvo que ser reducida.

Cabe señalar que el problema de fijar una tarifa única por la carga contaminante es que aquellas empresas con emisiones menores a E\* tendrían que pagar un monto superior al costo del daño ambiental que generan, lo cual implica que las empresas deberían aceptar una pérdida de excedente económico. De allí que una tarifa creciente a medida que las emisiones aumenten, tendría claras ventajas. Esto se puede apreciar mejor en el Gráfico N° 9.

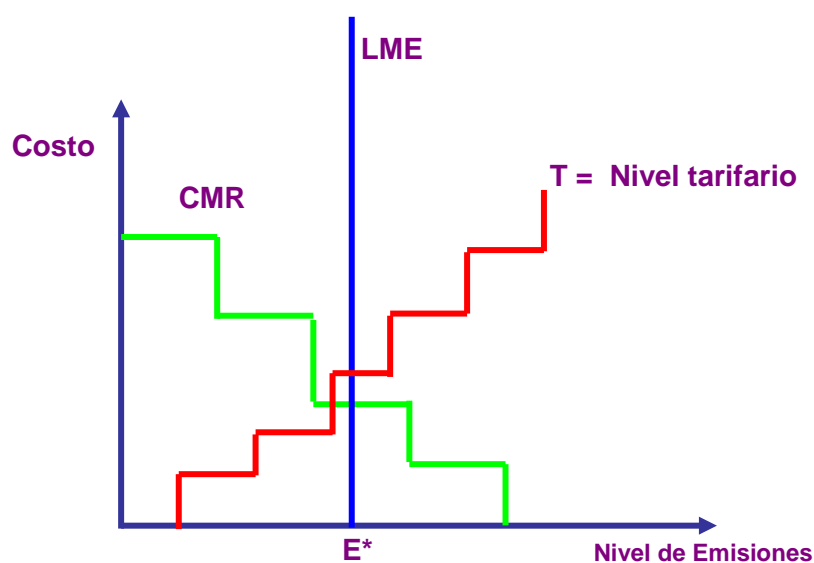
A partir de un límite máximo de emisiones (LME) deseado para cada empresa, en base a consideraciones ambientales, se podría construir un sistema tarifario por bloques y creciente que trate de reflejar el costo marginal del daño ambiental, y que permita reducir la pérdida de



excedente económico en las empresas. El LME debe determinarse en función al número de emisores y la capacidad de carga del cuerpo receptor. A mayor número de emisores el LME para cada empresa debería ser menor, y a mayor capacidad de carga el LME podría ser mayor. Esto último puede ser discutible ya que, aún con una alta capacidad de dilución en un determinado cuerpo receptor, podrían generarse puntos de alta contaminación, en los lugares de vertimiento, que generen riesgos sanitarios considerables. Frente a ello, el establecimiento de una calidad estándar para cualquier vertimiento en un curso de agua puede ser la alternativa preferida.

El Gráfico 9 muestra de manera simplificada cómo sería un esquema de tarifas por contaminación según los criterios señalados.

**Gráfico N° 9. Concepto de un Esquema de Tarifas por Contaminación**



Fuente: Elaboración propia

En primer lugar se determinaría el límite máximo de emisiones, la línea LME, bajo consideraciones de capacidad de carga o a un nivel estándar establecido, y luego se construiría la escalera T de tarifas por bloques según la carga contaminante en cada m<sup>3</sup> de emisiones,

<sup>33</sup> World Bank (2000)

asegurándose que en el punto E\* el nivel tarifario sea mayor que el costo de la tecnología necesaria para lograr ese nivel de emisiones. De ese modo se establecería un incentivo para que la empresa invirtiese en reducir la contaminación. Más aún, al usarse una tarifa creciente, ello introduciría un gran desincentivo para generar un nivel elevado de emisiones, y un incentivo fuerte para reducir la carga contaminante de los vertimientos. Asimismo, la tarifa menor en los niveles de emisiones más bajos permitiría reducir la pérdida de excedente económico en las empresas. Cabe precisar que el mayor pago en los bloques más elevados sería consistente con el mayor daño ambiental que generaría ese nivel de emisiones.

El sistema que utiliza actualmente DIGESA<sup>34</sup> consiste en una tarifa por m<sup>3</sup> de emisiones, que no considera la carga contaminante, y que involucra principalmente a las empresas de agua y desagüe, así como a otros emisores. Este sistema implica que el pago es el mismo si se vierte desagües domésticos que si se vierte residuos tóxicos, de tal manera que no genera ningún incentivo para reducir la contaminación. Por el contrario, la contaminación de los ríos y las zonas costeras en las principales ciudades es uno de los principales problemas ambientales del país, con el agravante de mostrar una tendencia creciente. Es evidente que un sistema como el actual no hace posible reducir esta contaminación.

Siguiendo la experiencia colombiana, el sistema propuesto de tarifas por contaminación podría implantarse con un mecanismo de autodeclaración por las empresas emisoras, las cuales deberían ser identificadas previamente mediante un estudio ad-hoc. La declaración de las empresas sobre sus emisiones debería ser certificada por laboratorios registrados en INDECOPI<sup>35</sup>, de tal manera que el organismo encargado de la supervisión sólo tendría que efectuar fiscalizaciones periódicas a fin de verificar la conformidad de lo

---

<sup>34</sup> Dirección General de Salud Ambiental

declarado. Asimismo, las empresas deberían efectuar los pagos en una cuenta bancaria preestablecida con lo que se facilitaría la recaudación.

Como puede apreciarse, este tipo de esquema reduce enormemente los costos de administración y supervisión por parte del Estado, lo cual resulta sustancialmente más barato que un mecanismo de comando y control que sea efectivo. Pero incluso la experiencia de Colombia muestra que el sistema es también más eficiente desde el punto de vista ambiental, ya que precisamente por ser más caro un sistema de comando y control, las limitaciones económicas determinan la imposibilidad de que tal esquema pueda funcionar con efectividad. Por otra parte, este sistema tiene la ventaja de que es autofinanciado con los ingresos de la recaudación tarifaria, de tal manera que no genera presiones sobre la caja fiscal, haciéndose más aceptable por las autoridades presupuestales, e incluso permite disponer de recursos adicionales para financiar actividades de recuperación ambiental. Más aún, este sistema tiene la ventaja de que las tarifas pueden ajustarse para alcanzar la meta deseada de reducción de la contaminación. Así, si se desea alcanzar una meta mayor de reducción de contaminación, la tarifa puede ser incrementada y viceversa si existe la posibilidad de ser más tolerante.

Cabe anotar, sin embargo, que como todo sistema nuevo ha presentado también algunos problemas, señalados por Blackman (2005). Entre otros, la lenta implementación en algunas regiones, las diferencias entre las metas de reducción de la contaminación entre regiones, los bajos niveles de cobranza de las tarifas en algunas regiones, y el extendido incumplimiento entre las autoridades municipales. No obstante lo señalado, Blackman reconoce que los vertimientos de DBO y SST se redujeron significativamente al establecerse este programa.

---

<sup>35</sup> Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y la Propiedad Intelectual, que se encarga también de certificar los laboratorios.

Un sistema similar al planteado se ha aplicado para las emisiones industriales en las redes de desagüe, en el caso de Sao Paulo, en donde sobre la tarifa establecida por el servicio de desagüe se incluye un costo adicional para aquellos emisores cuyas descargas excedan las características del desagüe doméstico<sup>36</sup>. En este caso sin embargo, los costos de la supervisión corren por cuenta de la empresa de agua potable y alcantarillado, lo cual convierte a este enfoque en demasiado costoso para dicha empresa.

### **3. DETERMINACIÓN DEL VALOR ECONÓMICO DEL AGUA**

La determinación del valor económico del agua requiere, en primer lugar, identificar los servicios que presta el recurso como bien ambiental, incluyendo los diversos usos que efectúan los seres humanos del mismo. Para tal efecto es conveniente revisar el concepto de Ciclo Hidrológico y sus características en el caso específico de la zona de estudio.

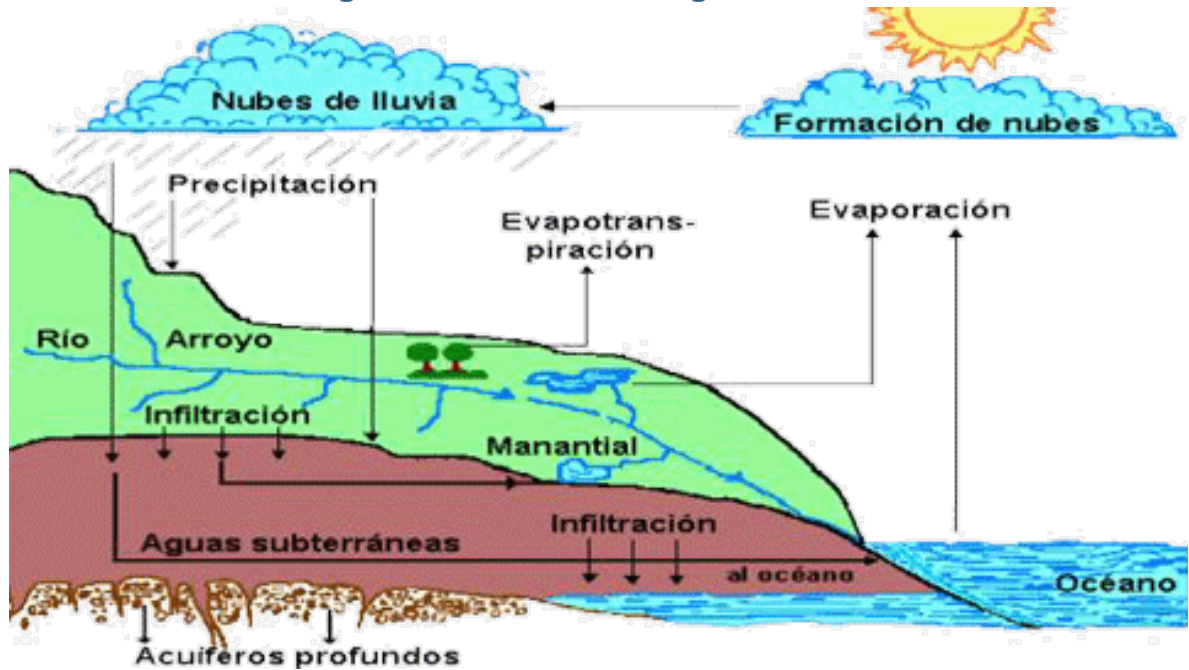
#### **3.1 El Ciclo hidrológico en Lima**

El agua es un recurso renovable caracterizado por el ciclo hidrológico, que es un sistema de circulación continua del agua. La siguiente figura muestra un esquema del Ciclo hidrológico:

---

<sup>36</sup> Mayor detalle se encuentra en Ludovice (2001)

Figura 2. El Ciclo Hidrológico



El agua se evapora principalmente en los océanos, pero también en los lagos, ríos y arroyos, así como de las plantas y animales por transpiración. La ascensión de los vapores de agua forma las nubes que, al alcanzar determinada altura, se precipitan en la forma de lluvia, generando la escorrentía superficial, pero también la infiltración que forma los acuíferos. Todas estas aguas, excepto por los usos consuntivos que hacen los seres vivos, discurren otra vez hacia el mar, donde el ciclo hidrológico se renueva. El ciclo hidrológico, también llamado el ciclo del agua, genera externalidades positivas por los servicios ambientales que produce, incluyendo la recepción y dilución de distinto tipo de vertimientos<sup>37</sup>, pero también externalidades negativas como la erosión, huaycos, e inundaciones. En los diversos usos del agua, que realizan los seres humanos, el agua tiende a degradarse, por ejemplo el riego agrícola suele arrastrar fertilizantes químicos, como los nitratos y fosfatos, así como también pesticidas y otros químicos. En los usos mineros, los relaves vierten innumerables sustancias químicas, muchas de ellas muy peligrosas para la salud humana, y dañinas para las plantas y animales. Por su parte, los usos

<sup>37</sup> Cuando los vertimientos exceden la capacidad de carga del ecosistema acuático se produce contaminación

industriales suelen aportar también una diversidad de sustancias químicas y orgánicas que deterioran la calidad del recurso. Finalmente, el uso humano también le aporta elementos contaminantes que ameritan la aplicación de tratamiento a las aguas residuales. Todos estos vertimientos no sólo afectan las aguas superficiales, sino también los acuíferos, con efectos severos por la dificultad de recuperarlos cuando son contaminados. Asimismo, los vertimientos contaminantes suelen afectar también las zonas costeras, donde descargan los ríos que arrastran la contaminación minera, industrial o urbana.

La ciudad de Lima se ubica en la franja costera desértica del litoral central peruano, sobre una dilatada llanura aluvial configurada por tres cuencas, de los ríos Rímac, Chillón y Lurín. La siguiente vista satelital muestra el departamento de Lima en la costa del Pacífico (aproximadamente desde Barranca hasta algo más allá de Nuevo Imperial), con la ciudad de Lima en la costa central, cubierta por nubes. Se observa también hacia el este, cerca de Canta, Matucana y Huarochirí, los glaciares que proveen de agua a los valles de Lima en los meses de sequía entre abril y noviembre.

Figura 3. Vista satelital del departamento de Lima



Fuente: <http://www.hughesnetperu.com/prensa/lima.htm>

Según Capel (1999), la precipitación en el litoral peruano es tan escasa que hace la competencia a los desiertos más extremos en África (Alto Egipto, Namibia) o Asia (Arábigo o Karakum). Capel (1999: pp. 28-30) informa que la precipitación anual en Lima llega apenas a 5,9 mm al año, habiendo alcanzado en años excepcionalmente lluviosos a 20 mm en 1964 y 20,1 mm en 1970. Mientras que en 1987 se registró apenas 0,8 mm. La humedad relativa promedio anual en Lima es 82,8%, con escasa variación durante el año, y puede llegar a 100% con mucha frecuencia. Ello es influido por la baja altura de la nubosidad que suele mantenerse por debajo de los 500 metros, y que es una característica de la ciudad durante la mayor parte del

año, tanto así que Lima sólo tiene en promedio 1284 horas de radiación solar en el año.

Este clima particular es causado por la confluencia de la corriente fría de Humboldt que viene de la Antártida y reduce significativamente la temperatura del mar, lo cual impide que la evaporación de las aguas del pacífico ascienda a suficiente altura para precipitarse en forma de lluvia; con la presencia de los Andes, que impiden el paso hacia el oeste de las nubes provenientes del área amazónica. La vista satelital muestra que las zonas amazónicas de San Ramón y La Merced se encuentran muy cerca de Lima, no obstante lo cual poseen un clima tropical muy distinto al de la capital del Perú. Es así como Lima, al igual que toda la costa peruana, se caracteriza por un clima desértico y una gran escasez de agua. Como se ha señalado, son las lluvias en las zonas de los Andes superiores a los 3000 m.s.n.m. las que abastecen de agua a los valles de Lima entre diciembre y marzo, mientras que los deshielos de las altas cumbres andinas proveen el agua para el resto del año.

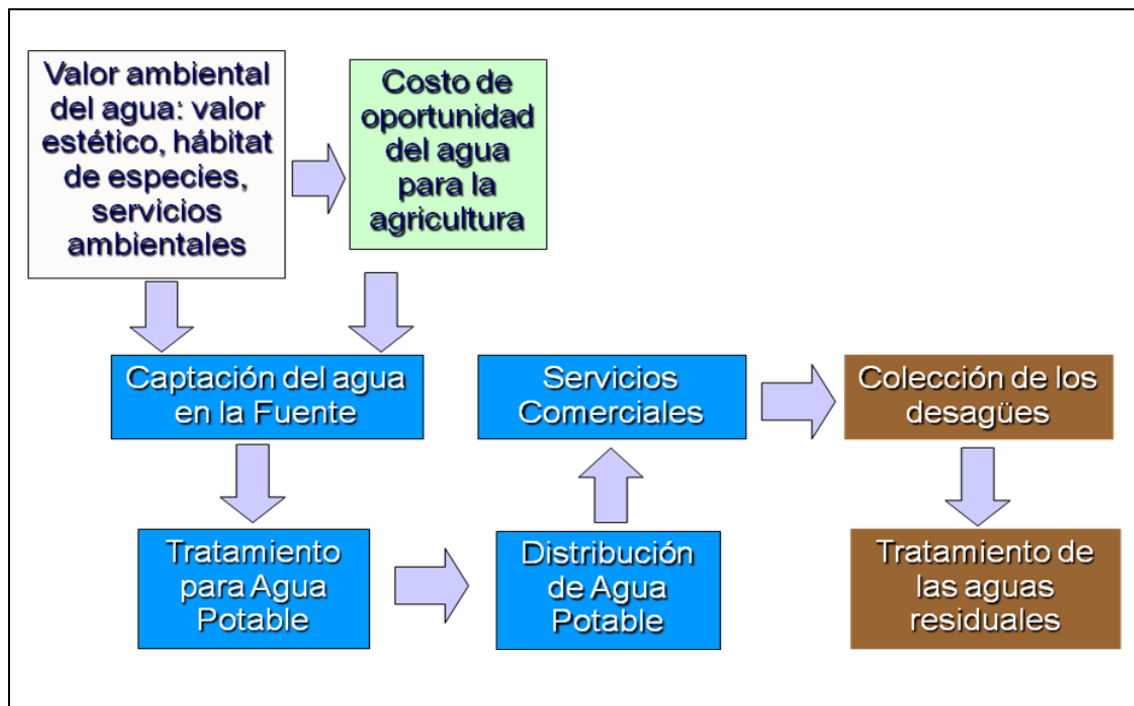
Durante muchos años, la principal fuente para el abastecimiento de agua fue el río Rímac, con la Planta de Tratamiento de Agua Potable de la Atarjea. Esto se complementaba, especialmente en la zona norte de la ciudad, con el abastecimiento mediante pozos de aguas subterráneas. Durante los años 80' y 90', sin embargo, la explotación intensiva de la napa freática, y la ausencia de la recarga tradicional por el riego agrícola (la mayor parte de las tierras agrícolas fueron urbanizadas), determinaron la necesidad de incrementar la profundidad de los pozos, con el consiguiente incremento de los costos de bombeo. Es así que en la segunda mitad de los años 90' se realizó la construcción de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Río Chillón, con inversión privada, para sustituir el abastecimiento de los pozos en la zona norte de la ciudad. De este modo, los pozos de SEDAPAL han quedado como reserva para situaciones de posible escasez. Ello hace presumir que durante los más de 10 años en que funciona la planta del Chillón, el acuífero de la zona norte se habrá recuperado relativamente.



### 3.2 Aspectos conceptuales y metodológicos de la determinación del valor económico del agua

Los costos económicos de la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado involucran hasta cuatro segmentos: el valor del agua en sus fuentes, el costo de oportunidad del uso agrícola, el costo de la prestación del servicio de agua potable, y el costo de la recolección de los desagües y su tratamiento previo a la disposición final en los cursos de agua, lagos y el mar<sup>38</sup>. La siguiente figura muestra los cuatro componentes del valor económico del agua, que se explican a continuación:

Figura 4. Fuentes de valor económico en el agua



Fuente: Elaboración propia

En primer, lugar el valor del agua en sus fuentes, antes de captarla para su uso en los fines urbanos. En este caso el agua tiene valores ambientales por su función de hábitat para especies de animales y plantas, y porque alimenta la flora y la fauna que habita en su entorno. También tiene valores estéticos, en tanto contribuye por sí misma y de una manera importante a la

<sup>38</sup> Turner, Georgiou, Clark, Brower & Burke (2004: p. xi) señalan que el valor del agua para un usuario es el costo de obtener el agua más el costo de oportunidad

belleza del paisaje. Aquí también puede poseer valores recreativos si se utiliza para la pesca, nadar, o para actividades deportivas. La toma del agua para sus diferentes usos, agrícolas o urbanos, puede afectar en ciertos casos sus funciones ambientales o sus valores estéticos y recreativos. De otro lado, el agua tiene en sus fuentes la posibilidad de ser utilizada para fines agrícolas de tal manera que frecuentemente el uso para fines urbanos reduce la posibilidad de utilizar el agua para los fines agrícolas. Como se ha señalado antes, el agua puede tener propiedades de bien público en sus fuentes, de tal manera que en cada caso específico debe determinarse la medida en que el uso urbano afecta los demás usos o valores del agua.

En segundo lugar, el costo de oportunidad del agua para los usos agrícolas.

El hecho de destinar el agua para los fines urbanos detrae este recurso de su uso alternativo en los fines agrícolas. En la ciudad de Lima la ley le ha otorgado a la empresa de agua potable SEDAPAL el derecho exclusivo sobre la fuente principal que es el río Rímac, de tal manera que dicha empresa utiliza prácticamente toda el agua que llega hasta el punto donde se ubica la bocatoma de la planta de tratamiento de agua potable. Ello implica que la disponibilidad de agua para el uso agrícola, más abajo de ese punto, es severamente afectada por el uso urbano.

En tercer lugar el costo de la prestación del servicio de agua potable.

En este caso los costos involucran la captación en las fuentes y su traslado a la planta de tratamiento, el costo del tratamiento para convertirla en agua potable, la distribución del agua mediante redes a los domicilios, y los servicios comerciales. Dentro de estos costos cabe distinguir aquellos de la infraestructura o costos de inversión y los de operación, administración y mantenimiento. Una práctica frecuente en América Latina ha sido cobrar a los usuarios principalmente por los segundos, pero no por los costos de inversión, los cuales usualmente corrieron por cuenta del Estado.

En cuarto lugar, se tiene los costos del servicio de alcantarillado, donde se incluye los costos de la recolección de los desagües y los del tratamiento de

las aguas residuales. Dado que la mayor parte de las aguas residuales se arrojan sin tratamiento alguno al mar, ríos o lagunas, en los hechos los usuarios del servicio no han pagado estos costos, todo lo cual tiene graves implicancias sanitarias y ambientales.

### **3.2.1 La valoración del agua en sus fuentes**

Una adecuada valoración económica del agua potable y alcantarillado requiere valorar los tres segmentos analizados anteriormente. Respecto del primero, el uso del agua para fines urbanos (agua potable) implica reducir su disponibilidad para otros usos, sin embargo el efecto depende de cada caso particular. La extracción de agua en un río caudaloso tendrá un efecto negligible en sus demás usos. Éste empero, no es el caso del río Rimac en Lima cuyo caudal es reducido y por ello la ley le ha concedido a SEDAPAL derechos exclusivos sobre el recurso. Determinar su valor como hábitat de vida silvestre o su valor estético puede resultar demasiado complicado debido a que estas funciones han sido afectadas desde mucho tiempo atrás y por tanto se carece de una línea de base para realizar dicha valoración. Ello no ocurre en el caso de su uso alternativo para fines agrícolas y en tal caso sería posible utilizar como un referente los rendimientos agrícolas que se alcanzarían con el uso del agua mediante una tecnología de riego tecnificado. Esta última sería la mejor alternativa disponible, y posibilitaría la estimación del costo de oportunidad del agua utilizada para abastecer a la ciudad de Lima.

Desde un punto de vista metodológico existen diversas opciones para valorar el agua de irrigación. Garrido *et al* (2004) señalan que, a diferencia de los usos para consumo humano, el uso agrario emplea el agua como bien intermedio o factor de producción, por lo que el valor del agua de riego y, por tanto, la demanda que de ella hagan los agricultores, deriva de su contribución para la obtención del valor de la producción agrícola. Por su parte Young (2005: p.57) plantea que la técnica deductiva básica para derivar medidas adecuadas de los

beneficios del agua como un insumo es el método residual, que tiene dos extensiones: el método de Cambio en las Rentas Netas y los modelos de programación matemática. Según este autor, los modelos de programación matemática tienen la ventaja de permitir evaluar los efectos de cambios potenciales en la cartera de productos o en la tecnología de uso del agua y su principal utilización ha sido en la valoración del agua para la agricultura (Young, 2005: 86-87). Gibbons (1987) señala que este método se apoya en el supuesto de que aplicaciones de diferentes cantidades de agua incurren en los mismos costos de trabajo, fertilizantes y otros insumos distintos del agua. Esto es, que no existe sustitución entre insumos y que las proporciones entre estos son constantes. Johansson (2005) plantea que el método residual requiere el supuesto de que los insumos son pagados a su costo marginal, lo cual es un supuesto complicado para insumos no pagados en efectivo como la gerencia y la calidad de la gerencia. Por su parte, Agudelo (2001) señala que el valor calculado por este método representa el valor del agua en la finca, es decir el valor que el agricultor estaría dispuesto a pagar por el agua y todavía cubrir sus costos de producción.

Los autores citados presentan una diversidad de casos de valoración del agua para el uso agrícola. En adición Belluzzo (1999), Douglas & Taylor (1999) y Chowdhury (2005) presentan aplicaciones del método de valoración contingente para determinar el valor económico del agua para irrigación y por diversos servicios ambientales. A su vez, Tiwari (1998) utiliza el método de valoración contingente para determinar la disposición a pagar por el agua de irrigación y lo compara con el valor del producto marginal del agua.

Otras aplicaciones enfatizan en el cálculo del valor de la productividad marginal del agua para irrigación, tal es el caso de Pazvakawambwa & Van der Zaag (2001), Garrido *et al* (2004), Williams & Obermiller (2004), Spurgeon & Mullen (2005). Esta línea es seguida por los estudios de Fernandez-Baca (1992) y Jiménez (2006) para el Perú.

En el primer caso se elaboró un modelo de optimización para determinar la tarifa óptima para uso agrícola en el Valle Chillón; mientras que en el segundo caso se determinó el costo de oportunidad y externalidades del agua en el Valle de Mala. En el primer caso, el principal problema es el supuesto de rendimientos y proporciones constantes de los insumos, no obstante que a diferentes niveles de utilización de los insumos y de la producción agrícola los rendimientos pueden ser diferentes. En el segundo caso, el ejercicio está limitado por la consideración de un solo cultivo, los manzanos, cuando la consideración de cultivos alternativos podría llevar a resultados diferentes.

En el presente trabajo de investigación se asume que los rendimientos que se obtienen en el Proyecto Chavimochic en la región La Libertad (500 Km al norte de Lima) pueden obtenerse también en los valles de Lima, si se utiliza la misma tecnología de cultivo y riego. Por tanto, el valor económico del agua para irrigación en dicho proyecto sería equivalente al costo de oportunidad del agua en el valle del Rimac. Si bien es importante reconocer que el costo de oportunidad del agua varía localmente de acuerdo a su escasez específica en cada localidad, en este caso el supuesto se justifica por la mayor escasez del agua en Lima respecto de La Libertad. El valor de un recurso es mayor cuanto mayor su escasez, por tanto, dado que la disponibilidad de agua para fines agrícolas en el valle del Rimac es significativamente menor que en el Proyecto Chavimochic, puede aceptarse que al utilizar el costo de oportunidad del agua en el Proyecto Chavimochic no se estaría sobrestimando el costo de oportunidad para el uso agrícola del agua en Lima.

En este trabajo se utiliza una función de maximización de los beneficios agrícolas con una cartera de cultivos de exportación que incluye los espárragos y la palta (aguacate), sujeta a las restricciones de disponibilidad de los recursos disponibles: tierra, mano de obra y agua. El primal arroja la combinación óptima de cultivos, dadas las

restricciones especificadas, mientras que el dual permite determinar el producto marginal de cada uno de los recursos utilizados, entre ellos el agua.

### **3.2.2 Valoración de los costos de la prestación de los servicios de agua potable**

La determinación de los costos económicos de la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado se basa en la teoría de la regulación del monopolio natural. Se considera que el sector de agua potable y alcantarillado es uno de los que representa mejor las características del monopolio natural, situación que ocurre cuando la función de costos de una industria es estrictamente subaditiva en el rango de producción relevante (Braeutigam, 1989). La principal fuente de monopolio natural es la existencia de economías de escala, una característica presente en los servicios de agua potable y alcantarillado.

La determinación de las tarifas por los servicios de agua potable y alcantarillado requiere, en primer lugar, una estimación de la demanda y luego la determinación de los costos para satisfacerla. Bachrach & Vaughan (1994) discuten los problemas metodológicos para la estimación de la demanda y Griffin (2006) desarrolla la teoría de la fijación de tarifas de agua potable. Por su parte, Klein (1996) plantea un conjunto de principios y conceptos para la regulación tarifaria de los servicios de agua y alcantarillado.

En el Perú, la Ley 26338, Ley General de los Servicios de Saneamiento establece los criterios y principios para la fijación de tarifas de los servicios de agua potable y alcantarillado. Dicha norma dispone que los servicios de agua sean prestados por empresas, cuyas tarifas deben recuperar los costos necesarios para su funcionamiento eficiente. El regulador de las tarifas, la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento SUNASS, utiliza Planes Maestros Optimizados elaborados por las propias

empresas para calcular los costos eficientes de la prestación de los servicios. Dichos planes maestros incluyen un programa de inversiones eficientes para un periodo de 30 años, así como los respectivos costos eficientes de operación, administración y mantenimiento, en el mismo periodo. La tarifa media de la empresa debe ser tal que iguale el costo medio de mediano plazo CMP, y para el cálculo de éste se utiliza la siguiente fórmula:

$$CMP = \frac{K_0 + \sum_{t=1}^5 \frac{C_t + I_t + \Delta WK_t + Ip_t}{(1+r)^t} - \frac{K_5}{(1+r)^5}}{\sum_{t=1}^5 \frac{Q_t}{(1+r)^t}}$$

Donde:

- $K_0$ : Base de capital al inicio del periodo
- $I_t$ : Inversiones en el periodo t
- $\Delta WK_t$ : Variación del capital de trabajo en el periodo t
- $K_5$ : Capital residual al final del quinto año
- $C_t$ : Costos de explotación en el año t
- $Q_t$ : Volumen facturado en el año t
- $Ip_t$ : Impuesto en el periodo t
- r: Tasa de descuento (costo de capital) determinado por SUNASS

Con base en la fórmula indicada, la SUNASS ha establecido la siguiente estructura tarifaria para SEDAPAL, la cual se encuentra vigente a la fecha.

### Cuadro N° 5. Estructura Tarifaria SEDAPAL S.A.

#### A. Por el Servicio de Agua Potable y Alcantarillado

- 1. CARGO FIJO (Soles por mes) 4.444
- 2. CARGO POR VOLUMEN

CLASE/CATEGORÍA	RANGOS m3/mes	TARIFA Soles/m3
<b>RESIDENCIAL</b>		
- Social	0 a más	1.311
- Doméstico	0 a 20	1.311
	20 a 30	1.735
	30 a 50	2.675
	50 a 80	2.675

	80 a más	4.005
<b>NO-RESIDENCIAL</b>		
- Comercial	0 a más	5.291
- Industrial	0 a más	5.291
- Estatal	0 a más	2.675

**B. Por uso exclusivo del alcantarillado**

<b>USO EXCLUSIVO DEL ALCANTARILLADO</b>		Soles/m3
Sólo usuarios con fuente propia de agua		3.082

FUENTE: Diario Oficial El Peruano, 01-11-2008

Según información de la misma SUNASS, con esta estructura tarifaria la tarifa media de SEDAPAL fue S/. 1.92 (US\$ 0.66) por metro cúbico de agua suministrada, lo cual incluye el servicio de alcantarillado.

**3.2.3 Valoración de la contaminación por aguas residuales urbanas e industriales**

Como se ha señalado, la mayor parte de las aguas residuales en el Perú se vierten sin tratamiento a los cursos de agua o, como en Lima, al mar. Ello ocasiona diversos costos ambientales, los cuales sin embargo no son tomados en cuenta para las decisiones en esta materia. La determinación de las tarifas que cobran las empresas prestadoras de los servicios de agua potable y alcantarillado sólo contempla los costos incurridos, y dado que aproximadamente el 80% de las aguas residuales se arrojan sin tratamiento a los cursos de agua o el mar, bajo el enfoque de costos de reposición<sup>39</sup> podría determinarse el valor de la contaminación del agua a partir del costo del tratamiento de las aguas residuales para regresarlas a un estado similar al que tenían al ser captadas en sus fuentes. Sin embargo, el daño causado por las aguas residuales contaminadas podría ser largamente superior al costo de su tratamiento. Shi (2000), analiza el impacto de la carencia de acceso a los servicios de agua y desagüe sobre la mortalidad infantil, señalando que éste es muy significativo. Para ello utiliza diferentes especificaciones de modelos con información de 237 ciudades en 110 países, de los cuales las tres



cuartas partes son países en desarrollo, aunque dependiendo de la especificación de los modelos, emplea de 92 a 58 observaciones. Con esta base, Defensoría del Pueblo (2005) estima que aumentar la cobertura de los servicios de desagüe en el Perú, en 10 puntos porcentuales, permitiría reducir la mortalidad infantil en 1800 niños por año. Dwight *et al* (2005) utilizan el método de costos de la enfermedad para estimar el costo de la contaminación del agua en zonas costeras en el Condado Orange en California. Dasgupta (2004) utiliza un enfoque de función de producción de la salud para valorar las pérdidas monetarias de las familias con diarrea en Delhi, India. Esto representaría la mínima disposición de las familias a aceptar una compensación por ser afectadas con enfermedad diarreica. A su vez, Nigenda *et al* (2003) analizan los efectos sobre la salud de la contaminación del agua y estiman el valor económico de reducciones en los daños a la salud por deterioro hídrico, en base a la información de 10 municipios de México. Por su parte, María (2003) considera los costos de la salud de la contaminación del agua en India y utiliza el método de valoración contingente para determinar los beneficios de la reducción de contaminación industrial en Nandesari (India); mientras que Reddy & Behera analizan los costos de la contaminación industrial en dos localidades de Andhra Pradesh: Kazipalle como localidad contaminada y S.H. Puram (Shanbhapuram) como localidad no contaminada. Para ello utilizan el método de cambios en la producción, así como los gastos médicos de la población afectada. En el caso de Lima, Loyola & Soncco (2007) han estudiado la disposición a pagar de la población de las zonas marginales de Lima, que carecen del servicio de agua potable y alcantarillado, por mejoras en la calidad del agua. El objeto de este estudio es formular políticas de salud pública y para mejorar la calidad del agua y los servicios de saneamiento básico.

---

<sup>39</sup> Winpenny (1991)

La mayor parte de estudios sobre valoración de la contaminación del agua utilizan el enfoque de costos de la enfermedad asociada a la contaminación, no obstante las críticas planteadas por Heinzerling & Ackerman (2002). El problema con este tipo de estudios es que se requiere establecer funciones de dosis-respuesta para relacionar determinados niveles de contaminación del agua con la incidencia de enfermedades gastrointestinales. Desafortunadamente, no existe esta clase de estudios para Lima, por lo cual se ha optado por aplicar el método de valoración contingente, utilizando encuestas en las que se pregunta a las personas sobre su disposición a pagar por reducir la contaminación asociada con las descargas de aguas residuales.

### **3.3 El valor económico del agua y las políticas de acceso a los servicios de saneamiento**

Una observación importante respecto al cálculo tarifario de los servicios de agua potable y alcantarillado es que la práctica usual de la tarificación ha omitido la valoración de los costos ambientales que implica extraer el agua de sus fuentes, y también el costo de oportunidad para los usos agrícolas. Al respecto, la Ley General de Servicios de Saneamiento<sup>40</sup> y su Reglamento no han contemplado la inclusión en las tarifas de los costos ambientales involucrados. De otro lado, dado que el 80% de las aguas residuales no reciben ningún tipo de tratamiento, los costos respectivos tampoco son registrados en la contabilidad de las empresas, y por tanto no son incluidos en las tarifas.

Si se corrige estas omisiones del cálculo tarifario, el valor económico total del agua, incluyendo sus valores ambientales y el costo del tratamiento de las aguas residuales, podría ser muy elevado con relación al ingreso medio en el Perú. Esto revela la importancia de estimar el valor económico real de los servicios de agua potable y alcantarillado para decidir las políticas públicas más adecuadas a la realidad social del país, en donde alrededor del 40% de la población es pobre y cerca del 15% es extremadamente pobre. En tal sentido, la consideración del agua como un derecho humano,

---

<sup>40</sup> La ley considera servicios de saneamiento los servicios de agua potable y alcantarillado

implica que el Estado debería garantizar el acceso a todos los ciudadanos mediante una política de subsidios adecuados.

Esta cuestión adquiere importancia crítica en el contexto de las políticas de privatización de los servicios de agua impulsadas por organismos como el Banco Mundial y el BID durante los últimos 15 años. Un tema central de tales políticas ha sido la búsqueda del autofinanciamiento de los servicios de agua potable y alcantarillado, mediante políticas tarifarias que permitan cubrir los costos reales de la prestación de estos servicios. A través de ello se ha pretendido liberar al Estado de su rol tradicional de financiar las obras mayores de infraestructura, cuyos requerimientos actuales son muy elevados. El siguiente cuadro muestra los requerimientos de inversión para cumplir las metas del milenio.

**Cuadro Nº 6. Inversiones Programadas en Agua y Saneamiento**

Servicio	Cobertura Nacional		Inversión Requerida (US\$ Millones)
	2003	2015	
Agua Potable	75%	82%	1.479
Saneamiento	57%	77%	1.350
Tratamiento (1)	16%	97%	1,643
<b>TOTAL</b>			<b>4,472</b>

(1) Porcentaje estimado sobre la población urbana servida con sistemas de alcantarillado  
Fuente: *Presentación del Viceministro de Construcción y Saneamiento, Jorge Villacorta, en Diciembre de 2004.*

Los elevados montos de inversión requeridos son parte de la explicación porqué recurrentemente se vuelve a plantear la privatización de los servicios de agua, dado que las autoridades gubernamentales enfrentan simultáneamente la escasez de recursos de inversión y las demandas de la población de manera permanente. Las políticas de privatización pueden enfrentar dificultades insalvables cuando la mayoría de las familias a las que se debe ampliar el servicio se encuentran en una situación de pobreza, ya que ello amerita la aplicación de subsidios a un segmento demasiado numeroso de la población. En tal caso, un subsidio cruzado implicaría tarifas demasiado elevadas para los usuarios que no son subsidiados, a fin de generar con ello la cobertura del subsidio a los pobres. La otra opción sería efectuar transferencias directas del Tesoro Público a las empresas para

cubrir el subsidio. En cualquiera de estos dos casos, la privatización dificultaría el funcionamiento del esquema de subsidios. En el caso del subsidio cruzado, la empresa no tendría incentivos para ampliar el servicio a los consumidores subsidiados; mientras que, en el segundo caso, el otorgamiento de transferencias directas del Tesoro Público a empresas privadas suele ser políticamente corrosivo, además de facilitar la corrupción.

La realidad de una población pobre numerosa podría explicar porqué, a pesar del discurso generalizado entre las autoridades sobre la necesidad de aplicar el criterio de recuperación total de costos en los servicios de agua, en los hechos el Estado ha continuado financiando las principales obras de infraestructura para dichos servicios, y también explica el que las políticas tarifarias de las empresas hayan mantenido las tarifas por debajo de los costos reales del servicio.

Pero además, a las limitaciones propias de nuestra realidad social habría que añadir la experiencia negativa del fracaso de las privatizaciones en Argentina y Bolivia, así como las dificultades que se experimentan actualmente en el caso de Tumbes, la única ciudad del Perú donde los servicios se encuentran a cargo de una empresa privada, y se han producido diversos incumplimientos de los compromisos asumidos por dicha empresa. La marcada vulnerabilidad de estas privatizaciones, así como los elevados costos en demandas de compensaciones que efectuaron las empresas concesionarias salientes en Argentina y Bolivia, ameritarían la reconsideración de las políticas prevalecientes en la región, y la necesidad de un nuevo enfoque al respecto. Para este fin, la cuantificación del valor económico de los servicios de agua potable y alcantarillado y su comparación con la capacidad de pago de los ciudadanos se constituye en un elemento esencial que permitiría determinar la viabilidad social de tales políticas.

#### **4. METODOLOGÍA DE ESTUDIO Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1 Valor económico del agua para irrigación: modelo de programación lineal**

Los modelos de optimización permiten encontrar soluciones matemáticas a los problemas de maximización o minimización de una función económica objetivo, sujeta a diferentes restricciones. La solución óptima que se determina mediante estos modelos permite determinar las asignaciones óptimas de los recursos considerados como restricciones, que permiten maximizar o minimizar la función objetivo. Mediante cálculos adicionales, el denominado “dual”, este tipo de modelos permite también determinar cuál es el valor del aporte marginal de los recursos utilizados. Esto es, en cuánto varía el valor máximo de la función objetivo, si se aumenta o disminuye en una unidad el recurso escaso. Esto es lo que en economía se denomina el costo de oportunidad de los recursos escasos. Los modelos de optimización pueden ser de dos tipos: Modelos de Programación Lineal y de Optimización dinámica.

El modelo de Programación lineal es estático, de un sólo periodo en el tiempo, y contiene relaciones de tipo lineal entre los insumos y el producto. Esto es que, al aumentar/disminuir el producto, las cantidades de los insumos se incrementan/reducen en forma proporcional. Una vez calculado el valor de la función objetivo, así como las asignaciones óptimas, el modelo de programación lineal permite calcular el valor marginal de los insumos o “precio sombra”, a través del “dual” del problema de optimización. Este modelo se utiliza también para evaluar cambios no marginales, que pueden ser calculados a partir de los cambios en los precios del producto, precios de los insumos o en sus restricciones. Por su parte, el modelo de optimización dinámica se utiliza para determinar los niveles óptimos de producción, en diferentes periodos. Al igual que el modelo lineal, permite determinar valores marginales y no marginales del agua, así como los impactos de los cambios de otras variables en el valor del agua.

Figura 5. Proyecto Chavimochic



Fuente: [http://www.chavimochic.gob.pe/portal/wfrmProyecto\\_Etapas.aspx](http://www.chavimochic.gob.pe/portal/wfrmProyecto_Etapas.aspx)

El Proyecto Especial Chavimochic en la costa norte del Perú, es un proyecto de irrigación iniciado en la década de 1960, que se extiende en la parte baja de las cuencas de los ríos Santa, en el cual se ubica la bocatoma principal, Chao, Virú, Moche y Chicama. El objetivo del Proyecto es garantizar el agua de riego en el área total beneficiada por el sistema que comprende 144 385 Ha, de las cuales se han ganado al desierto 66 075 Ha, en las zonas entre los valles. Además, garantiza el suministro de agua a 78 310 Ha de tierras de los valles que ya eran cultivadas, pero que no tenían el agua garantizada

todos los años. La ejecución de las obras de la irrigación CHAVIMOCHIC demandó una inversión aproximada de US\$ 900 millones financiados con recursos del Tesoro Público y Endeudamiento Externo.

El principal cultivo del valle es el espárrago, pero junto a éste se cultiva otros productos agrícolas de exportación. Para este análisis se ha recogido información de uno de los fundos del proyecto que cuenta con un total de 1,250 hectáreas y que cultiva exclusivamente espárrago y palta (aguacate).

La función objetivo del modelo es maximizar los beneficios netos de la producción de estos dos cultivos, sujeto a las restricciones de superficie, disponibilidad de agua y mano de obra. Asimismo, se considera una superficie mínima de espárrago y palta.

A continuación se presenta los resultados de la aplicación del modelo de programación lineal para determinar, en primer lugar, las superficies cultivadas de espárragos y palta (aguacate) que maximizan los beneficios netos del fundo considerado. Luego se calcula el dual, lo que permite encontrar el costo de oportunidad (valor marginal) del agua específicamente en el fundo seleccionado para el estudio. Dicho fundo se considera representativo del Proyecto Chavimochic.

El modelo especificado es el siguiente:

<b>MAX 41714X1 + 14069X2</b>	<b>Valores en US\$</b>
s.t.	
X1 + X2 <= 1250	Área
7500X1 + 15000X2 <= 12500000	Agua
347.5X1 + 73X2 <= <b>200800</b>	Mano de obra
X1 => 2	Área mínima espárrago
X2 => 3	Área mínima palta
end	

Los resultados de la corrida del modelo se muestran a continuación:

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

27,331,800

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	450.053589	0.000000
X2	608.306519	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	191.639877	0.000000
3)	0.000000	<b>0.395253</b>
4)	0.000000	111.509644
5)	448.053589	0.000000
6)	605.306519	0.000000

NO. ITERATIONS= 2

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	OBJ COEFFICIENT RANGES		
	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X1	41714.000000	25258.294922	34679.500000
X2	14069.000000	69359.000000	5306.059082

ROW	RIGHTHAND SIDE RANGES		
	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	1250.000000	INFINITY	191.639877
3	12500000.000000	3256830.750000	8125913.500000
4	200800.000000	119200.007812	139344.671875
5	2.000000	448.053589	INFINITY
6	3.000000	605.306519	INFINITY

El valor del aporte marginal del agua se encuentra a partir del cálculo del dual del modelo de programación lineal. En este caso, el valor del agua es 0.40 centavos de dólar por m<sup>3</sup>, valor superior al pago que efectúan los usuarios actualmente equivalente a aproximadamente 0.20 centavos de dólar.

Se observa que en este resultado no se llega a utilizar completamente la superficie disponible para el uso agrícola, lo cual se explica por la limitación en la disponibilidad de mano de obra. El cambio en esta restricción permite



modificar los resultados del beneficio máximo, aunque no así el valor marginal del agua, tal como se observa a continuación:

```

MAX 41714X1 + 14069X2
s.t.
X1 + X2 <= 1250
7500X1 + 15000X2 <= 12500000
347.5X1 + 73X2 <= 243200
X1 => 2
X2 => 3
end

```

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 32,059,810

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	586.388000	0.000000
X2	540.139343	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	123.472672	0.000000
3)	0.000000	<b>0.395253</b>
4)	0.000000	111.509644
5)	584.388000	0.000000
6)	537.139343	0.000000

NO. ITERATIONS= 2

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	OBJ COEFFICIENT RANGES		
	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X1	41714.000000	25258.294922	34679.500000
X2	14069.000000	69359.000000	5306.059082

ROW	RIGHTHAND SIDE RANGES		
	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	1250.000000	INFINITY	123.472672
3	12500000.000000	2098360.750000	7210806.000000
4	243200.000000	76800.000000	181744.671875
5	2.000000	584.388000	INFINITY
6	3.000000	537.139343	INFINITY

Si se realiza el análisis con más productos los resultados encontrados no varían debido a que los productos espárrago y palta son más rentables. En el siguiente ejercicio se incluye, además de los señalados, pprika y alcachofa.

**MAX 41714X1 + 14069X2 + 2538X3 + 2812X4**

s.t.

$$x1 + x2 + x3 + x4 \leq 1250$$

$$7500x1 + 15000x2 + 7500x3 + 9200x4 \leq 12500000$$

$$347.5x1 + 73x2 + 140x3 + 166x4 \leq 243200$$

$$x1 \Rightarrow 2$$

$$x2 \Rightarrow 3$$

$$x3 \Rightarrow 1$$

$$x4 \Rightarrow 1$$

end

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 4

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 32,024,440

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X1	585.665405	0.000000
X2	539.387329	0.000000
X3	1.000000	0.000000
X4	1.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	122.947296	0.000000
3)	0.000000	<b>0.395253</b>
4)	0.000000	111.509644
5)	583.665405	0.000000
6)	536.387329	0.000000
7)	0.000000	-16037.748047
8)	0.000000	-19334.929688

NO. ITERATIONS= 4

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED:

VARIABLE	OBJ COEFFICIENT RANGES		
	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X1	41714.000000	25258.294922	34679.500000
X2	14069.000000	69359.000000	5306.059082
X3	2538.000000	16037.748047	INFINITY
X4	2812.000000	19334.929688	INFINITY

ROW	RIGHTHAND SIDE RANGES		
	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	1250.000000	INFINITY	122.947296
3	12500000.000000	2089432.125000	7200710.500000
4	243200.000000	76473.218750	181519.937500

5	2.000000	583.665405	INFINITY
6	3.000000	536.387329	INFINITY
7	1.000000	368.545624	1.000000
8	1.000000	641.123596	1.000000

En Este nuevo ejercicio el valor de la función objetivo se reduce ligeramente, debido a la restricción de destinar al menos una ha a paprika y otra a alcachofa. Asimismo, el valor del aporte marginal del agua a la funci3n objetivo es exactamente el mismo que en el ejercicio anterior. Este resultado se explica porque, dada la mayor rentabilidad del espárrago y la palta (aguacate), el uso 3ptimo de unidades adicionales de agua implicara asignar el agua para dichos cultivos con el mismo incremento en los beneficios representados en la funci3n objetivo. En consecuencia, añadir más productos al análisis no altera los resultados encontrados para el valor econ3mico del agua para irrigaci3n.

Un valor alto del agua, como el encontrado en este análisis, se explica por la elevada productividad de la agricultura moderna. En este respecto, durante algún tiempo los despachos de espárragos se efectuaban por avi3n, no obstante el elevado costo de este medio de transporte. El uso de contenedores refrigerados, así como el procesamiento post cosecha de este producto, ha permitido incrementar sustancialmente su rentabilidad, lo cual explica el elevado costo de oportunidad del agua.

#### **4.2 Valoraci3n del costo econ3mico de los servicios de agua potable y alcantarillado**

Según el estudio tarifario realizado por la SUNASS (2006), para funcionar con eficiencia y cubrir sus costos reales, SEDAPAL debera tener una tarifa media de mediano plazo equivalente a S/. 2,10 (US\$ 0,724). El cuadro adjunto muestra el cálculo realizado.

**Cuadro No 7. Cálculo tarifario de SEDAPAL**

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Costos Operativos		409,620,830	418,420,052	428,121,351	438,503,488	449,833,269
Inversiones *		240,220,392	291,942,586	313,122,172	356,480,305	391,518,055

Variación Capital Trabajo		61,894,734	55,112,841	33,598,775	27,665,405	30,329,550
Impuestos		72,186,551	83,980,096	113,652,294	134,094,692	158,260,071
Base Capital	3,907,862,198					-4,965,345,524
Costos Económicos	3,907,862,198	783,922,506	849,455,575	888,494,593	956,743,890	-3,935,404,578
Costo Económico Descontado	3,907,862,198	738,713,255	754,303,613	743,469,343	754,408,776	-2,924,173,789
Volumen Facturado	402,081,025	428,035,799	446,081,581	478,014,855	518,366,887	518,366,887
Volumen Facturado Descontado	378,892,787	380,089,271	373,269,554	376,922,817	385,168,750	385,168,750

Sumatoria Costos Económicos Descontado	3,974,583,396
Sumatoria Volumen Facturado Descontado	1,894,343,179
Costo Medio de Mediano Plazo	2.098

\* El monto de las inversiones no considera las inversiones en conexiones que son recuperadas a través de los cargos por conexión.

Fuente: Estudio Tarifario de SEDAPAL (2006: p. 99)

Para este cálculo la SUNASS utiliza una tasa de descuento determinada utilizando el concepto de WACC: Costo Promedio Ponderado del Capital, de 6,12%. Sin embargo, la tasa de descuento utilizada es discutible porque la tarifa debe reflejar los costos económicos reales. En tal sentido, la tasa de descuento que se utiliza en los proyectos públicos y que representa el costo social del capital en el Perú asciende a 11%. Utilizando esta tasa de descuento y recalculando el costo medio de mediano plazo, el resultado es S/. 2,24 (US\$ 0,77).

Un cálculo grueso del costo económico de los servicios de agua se puede encontrar utilizando los estados financieros de SEDAPAL para el año 2008, y la tasa de descuento del 11%.

#### Cuadro Nº 8. Cálculo del costo real de los servicios de SEDAPAL

Costos operativos sin depr. ni prov.	Patrimonio Neto	Anualidad Patrimonio	Costo Económico Total	Volumen facturado	Tarifa media S/.	Tarifa media US\$
573,821,372	3,687,301,819	424,130,411	997,951,783	411,835,457	2.42	0.84

Fuente: Indicadores de Gestión SUNASS 2008

Calculada de esta manera, la tarifa de SEDAPAL debería ser superior al cálculo de SUNASS en 15,5%.

El análisis realizado permite evidenciar que los cálculos de la SUNASS subestiman el verdadero costo económico de los servicios de SEDAPAL, lo cual ciertamente es uno de los factores que debilitan las finanzas de dicha empresa. Si sólo se utilizara el costo social del capital como tasa de descuento, la tarifa calculada sería superior en 6,8%.

En general las políticas tarifarias aplicadas por la SUNASS explican una parte de los problemas financieros de las empresas. Y en el caso de SEDAPAL se entiende porqué sólo ha sido capaz de ampliar la cobertura de sus servicios mediante el financiamiento de entidades como el Banco Mundial y con el aporte de fondos públicos. El cuadro 9 muestra los requerimientos totales de inversión de SEDAPAL durante 5 años.

**Cuadro Nº 9. SEDAPAL, monto total del programa de inversión quinquenal**

PROYECTOS	TOTAL S/.	US\$
<b>PROYECTOS EN EJECUCION</b>	<b>1,005,783,239</b>	<b>346,821,807</b>
<b>PROYECTOS DE AMPLIACION</b>	<b>792,099,802</b>	<b>273,137,863</b>
1 Sistema Agua	438,979,169	151,372,127
2 Sistema Alcantarillado	348,306,576	120,105,716
3 Otras Inversiones	4,814,057	1,660,020
<b>PROYECTOS MIO</b>	<b>213,683,437</b>	<b>73,683,944</b>
I. Fuentes de Agua	11,957,076	4,123,130
II. Red de Distribución de Agua	97,112,113	33,486,936
III. Red de Recolección de Desagües	67,421,786	23,248,892
IV. Proyectos de Mejoramiento Comercial	37,192,462	12,824,987
<b>PROYECTOS NUEVOS</b>	<b>974,245,186</b>	<b>335,946,616</b>
<b>PROYECTOS DE AMPLIACION</b>	<b>629,684,974</b>	<b>217,132,750</b>
1. Sistema de Agua	249,323,050	85,973,466
2. Sistema Alcantarillado	380,361,924	131,159,284
<b>PROGRAMAS MIO</b>	<b>344,560,212</b>	<b>118,813,866</b>
I. Proyectos de Mejoramiento Operativo	178,242,145	61,462,809
II. Proyectos de Mejoramiento Institucional	166,318,067	57,351,058
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>	<b>1,980,028,425</b>	<b>682,768,422</b>

Fuente: SUNASS (2006)

No obstante que las tarifas de SEDAPAL son insuficientes para cubrir sus costos reales y -en particular- sus requerimientos de inversión, dicha empresa otorga niveles significativos de subsidios a familias no necesitadas. El cuadro 10 muestra los niveles de subsidio a las familias, implícito en las tarifas que cobra SEDAPAL.

**Cuadro Nº 10. Cálculo del Subsidio por Familia Según Consumo**

Consumo (M3 x Mes)	Gasto (S/. x Mes)	Costo Real mensual (S/. x Mes)	Subsidio Mensual		
			Soles x Mes	Porcentaje del Gasto Mensual	US\$ x Mes
20	26.22	48.4	22.18	84.6%	7.65
30	43.57	72.6	29.03	66.6%	10.01
50	133.75	121	-12.75	-9.5%	-4.40
80	214	193.6	-20.4	-9.5%	-7.03

*Fuente: Elaboración propia*

Como puede apreciarse, para un consumo de 30 m<sup>3</sup> el subsidio mensual es casi 30 soles (Aproximadamente US\$ 10,00), mayor al 50% del pago efectuado por el usuario. Lo mismo se observa para familias cuyo consumo es de 20 m<sup>3</sup> por mes, en cuyo caso el subsidio asciende a US\$ 7,65.

La forma de aplicación de las tarifas permite reducir el subsidio a los consumidores más grandes e incluso, para los consumos que se acercan a 50 m<sup>3</sup> por mes, el subsidio tiende a desaparecer y se convierte en un cargo adicional. Sin embargo, la media del consumo en Lima es de aproximadamente 28 m<sup>3</sup>, en cuyo caso el subsidio es de aproximadamente 28 soles (equivalente a US\$ 9,54), aproximadamente el 70% del pago efectuado por las familias que tienen este consumo. Si bien el subsidio se justifica para las familias más pobres, los montos señalados en el cuadro representan un subsidio indiscriminado a todos los consumidores domésticos, independientemente de su condición económica. Esta situación se repite con pequeñas diferencias en las demás ciudades del Perú y revela la irracionalidad de la política de subsidios en las tarifas por el servicio de agua potable y alcantarillado. Lo dramático del problema es que usualmente los sectores más pudientes reciben un servicio de mejor calidad, en su

mayor parte de 24 horas, mientras que los sectores más pobres pueden recibir un servicio de apenas 2 ó 3 horas por día. Cuando se hace el balance entre el servicio recibido y el monto pagado se puede encontrar que, debido a la menor calidad del servicio que reciben con relación al monto que pagan, los usuarios más pobres en los hechos tienden a subsidiar a los más ricos. Peor aún, porque el subsidio otorgado a las familias pudientes impide que las empresas puedan obtener los ingresos necesarios para ampliar la cobertura y mejorar la calidad del servicio. De este modo, el subsidio a los más ricos se otorga a costa de negar el acceso o una mejor calidad del servicio a los más pobres.

Más aún, la injusticia de la política de subsidios vigente alcanza niveles extremos en el caso de la denominada “tarifa social”. La tarifa social es la que se aplica a familias, usualmente pobres, que reciben servicios en piletas o en viviendas multifamiliares donde existe un solo caño común fuera de la casa<sup>41</sup>. Por tanto, ésta no es realmente una tarifa “social” que se otorgue para favorecer a los más pobres, sino que corresponde a un servicio fuera del domicilio, que objetivamente es de una calidad mucho menor, y que por ello debería tener un precio menor. Sin embargo, en muchas ciudades esta tarifa social es igual a la tarifa para el primer bloque de consumo de cualquier usuario doméstico. Por ejemplo en Lima, la tarifa social S/. 1,31 (US\$ 0,45) por m<sup>3</sup> es la misma que se aplica hasta 20 m<sup>3</sup> de consumo en cualquier zona de la ciudad, incluyendo los distritos donde habitan las familias más pudientes del país. En este contexto, las familias de ingresos altos que habitan en las mejores zonas de Lima, y cuyo consumo sea de hasta 20 m<sup>3</sup>, pagan exactamente lo mismo por m<sup>3</sup> que una familia pobre, cuyo servicio es de una calidad significativamente inferior, lo cual implica que en este caso el subsidio cruzado va de las familias pobres a las pudientes. No obstante que esta situación ha sido señalada en diversas oportunidades<sup>42</sup>, hasta la fecha el regulador ha hecho poco por corregir tamaña injusticia.

---

<sup>41</sup> También se aplica a otros usuarios como conventos y casas de asilo

<sup>42</sup> Ver Postigo (2003)

### **4.3 Valoración del costo de la contaminación por aguas residuales: El Método de Valoración Contingente**

El Método de Valoración Contingente – MVC, uno de los más utilizados en la valoración ambiental, consiste en la realización de encuestas en las que se pregunta directamente a las personas por su valoración de un cambio ambiental. En el MVC se coloca a las personas en el marco de un mercado hipotético para tomar decisiones de valoración, las cuales reflejarán la conducta real de los entrevistados si se cumplen tres supuestos (Mendieta, 2000: p. 206). En primer lugar, los individuos maximizan su utilidad dada una restricción de presupuesto representada por el ingreso disponible; en segundo lugar, el comportamiento de los individuos en el mercado hipotético es equivalente al que tienen en un mercado real; y finalmente, se asume también que los individuos manejan una información completa sobre los beneficios del bien.

Existen diversos métodos de encuestas para preguntar a las personas sobre su valoración monetaria del medio ambiente. El método más utilizado es el de las encuestas personales en las que se pregunta directamente a las personas sobre su valoración. Pero también se pueden realizar encuestas a través del teléfono, los cuestionarios pueden enviarse por correo, o pueden realizarse experimentos de laboratorio. Las encuestas personales tienen la ventaja frente a las entrevistas por teléfono y por correo de que permiten una mejor explicación al entrevistado en relación a las preguntas, aunque su costo es definitivamente mayor. Las encuestas personales pueden presentar un sesgo del entrevistador, el cual consiste en la tendencia a dar aquellas respuestas que el entrevistado considera que serán bien tomadas por el entrevistador. Por su parte los experimentos de laboratorio pueden presentar la dificultad de reunir a un grupo representativo de personas (Azqueta, 1994: p. 160).

En lo referente al formato de las preguntas en las encuestas, éstas pueden hacerse bajo diferentes formatos. En el formato abierto se hace una pregunta que el entrevistado puede responder sin tener ninguna referencia, con la desventaja de que podría responder cualquier valor. En el formato



subasta se presenta diversas opciones de valor que pueden ir en forma creciente o decreciente hasta encontrar el máximo valor que el entrevistado está dispuesto a pagar. En este caso puede existir un sesgo del punto de partida ya que con un valor inicial elevado el entrevistado puede asumir un valor demasiado alto. Uno de los formatos que actualmente tiene mayor acogida en la valoración contingente es el formato binario también denominado referéndum, en el cual se le ofrece a cada entrevistado un determinado valor y éste sólo tiene que responder si acepta o rechaza dicho valor. Para ello se elige un rango de valores, usualmente en base a una encuesta piloto, y se distribuye a los entrevistados en grupos preguntándose a cada grupo si acepta o rechaza un determinado valor dentro del rango establecido. Luego se puede determinar la disposición a pagar del conjunto mediante métodos econométricos.

Azqueta señala también que podrían existir algunos sesgos en las respuestas de los entrevistados. Además del sesgo del punto de partida y del sesgo del entrevistador, menciona la existencia de un sesgo estratégico cuando el entrevistado considera que puede influir en el resultado de la encuesta alterando su respuesta. Ello puede ocurrir cuando el entrevistado tiene interés en que el resultado de la encuesta arroje una valoración alta o baja, en cuyo caso tendrá incentivos para aumentar o disminuir el valor de sus respuestas según convenga a su interés. Como se ha visto, el uso del formato tipo referéndum minimiza la presencia de este sesgo.

Un sesgo adicional que puede presentarse es el sesgo de la hipótesis, por el cual dado que las personas se enfrentan a una situación hipotética en la que no tienen nada que perder o ganar, carecen de un incentivo para dar una respuesta verdadera y podrían responder lo primero que se les ocurra sin mayor reflexión. Otro sesgo importante es el denominado “efecto incrustación” (Azqueta, 1994: pp. 175-178) el que, sin embargo, no es relevante para la valoración de los servicios de agua potable y alcantarillado.

Entre los cuestionamientos a la validez del MVC, Smith (2006: p. 9) observa que con frecuencia se cuestiona que la información obtenida en las encuestas no es consistente con los métodos de “preferencias reveladas”, lo cual supone incorrectamente que la información disponible de fuentes públicas registra los resultados de la elección de las personas en el mercado. Smith señala que en la realidad dicha información se obtiene de encuestas de individuos que describen sus actividades, o las de su familia, o también de resúmenes de otras fuentes, por ejemplo registros de las empresas. En consecuencia, las limitaciones atribuidas a los métodos de preferencias declaradas no son exclusivas de ellos sino que son relevantes en diverso grado a las fuentes usualmente disponibles de información pública.

Los lineamientos para verificar la confiabilidad de los estudios de valoración contingente fueron establecidos por el denominado Panel de la Cinta Azul, convocado por la Administración Nacional de los Océanos y la Atmósfera de Estados Unidos – NOAA. Dicho Panel fue consultado a raíz de las demandas judiciales por el derrame de petróleo ocasionado por el encallamiento del buque Exxon-Valdez. Según su dictamen las siguientes deficiencias determinarían que un estudio de VC se considere no confiable (Smith, 2006: p. 20):

- Una alta tasa de no-respuestas en el conjunto de la encuesta o en la pregunta de valoración
- Respuestas inadecuadas al objeto del daño ambiental
- Ausencia de comprensión de la tarea por los entrevistados
- Ausencia de credibilidad sobre el total del escenario de restauración
- Votos si o no, en el referéndum hipotético, que no son seguidos o explicados haciendo referencia a los costos o el valor de la mejora ambiental

### **El Modelo**

Siguiendo la teoría neoclásica se asume una conducta racional de los consumidores, los cuales son maximizadores de la utilidad en mercados de competencia perfecta, que funcionan con plena información. En este contexto, el individuo racional es capaz de maximizar su bienestar, bajo la restricción presupuestaria. Se asume también el supuesto de linealidad de la función de utilidad individual:  $U(X_i) = \sum X_i$ , que contempla el tratamiento de las aguas residuales urbanas con la finalidad de mejorar la calidad ambiental en la ciudad de Lima, así como también la ejecución de un programa ambiental destinado a mejorar la calidad atmosférica; además de otras variables comúnmente especificadas en dicha función.

Siguiendo el planteamiento de Hanemann (1984) (Citado en Loyola & Soncco, 2008), se parte de las características de un individuo que tiene una función de utilidad directa determinada por su ingreso (Y) y otros atributos observables que puedan afectar sus preferencias (sexo, edad, experiencias anteriores y otras variables socioeconómicas) (S).

Sea Q la variable calidad ambiental, donde Q=1 si se dispone de ella y Q=0 en caso contrario, es decir:

$$U_1 = U(1, Y; S) \text{ si se dispone de la calidad ambiental,}$$

$$U_0 = U(0, Y; S) \text{ en caso contrario; por tanto } U_1 > U_0$$

En términos de utilidad indirecta, la utilidad (indirecta) de aceptar la mejora ambiental está representada por:

$$U_1 = V(1, Y-B; S) + \varepsilon_1,$$

Mientras que la utilidad de rechazarla está representada por:

$$U_0 = V(0, Y; S) + \varepsilon_0$$

Donde:

Y: nivel de ingreso

B: cantidad a pagar por la mejora ambiental; y

S: vector de características individuales

$\varepsilon_j$ : ( $j=0,1$ ) constituye un elemento aleatorio, con media cero, que representa determinantes no observados de las preferencias.

El individuo aceptará pagar el monto propuesto **B** por la mejora ambiental si:

$$V(1, Y-B; S) - V(0, Y; S) > \varepsilon_0 - \varepsilon_1,$$

En caso contrario rechazaría el pago.

Las respuestas individuales al cuestionario son aleatorias, y reflejan la maximización de utilidad por los individuos, con una distribución de probabilidad representada por:

$$P_1 = P(\text{individual de estar dispuesto a pagar})$$

$$P_1 = P[V(1, Y-B; S) + \varepsilon_1 \geq V(0, Y; S) + \varepsilon_0], \text{ y}$$

$$P_0 = P(\text{individual de no estar dispuesto a pagar})$$

$$P_0 = 1 - P_1$$

Definiendo:

$$\eta = \varepsilon_0 - \varepsilon_1,$$

y:

$$F\eta(\Delta V)$$

La probabilidad de aceptar es:

$$P_1 = F\eta(\Delta V) = P(\Delta V \geq \eta) \quad (1)$$

Donde:

$$\Delta V = V(1, Y-B; S) - V(0, Y; S) \quad (2)$$

es la función diferencial de utilidad.

En el modelo Logit,  $F\eta$  tiene una distribución logística, de tal manera que la probabilidad de la DAP puede definirse como:

$$P_1 = F\eta(\Delta V) = (1 + e^{-\Delta V})^{-1}$$

En este marco, si el modelo estadístico del formato Referéndum o Binario se interpreta como el producto de una elección orientada a maximizar la utilidad individual; entonces el argumento de  $F\eta$  en (1) debe tomar la forma de diferencia de utilidad (2).

Asumiendo la forma funcional de utilidad:  $V(j, Y; S) = \alpha_j + \beta_j Y + \gamma_j S$  con  $j=1,0$  y utilidad marginal del ingreso constante, el diferencial de utilidad constante se puede expresar como:

$$\Delta V = (\alpha_1 - \alpha_0) + \beta B + (\gamma_1 - \gamma_0)S = \alpha + \beta B + \gamma S \quad (3)$$

Para una distribución de  $\eta$  con media cero, y si  $F\eta$  es simétrica, la disposición a pagar de un individuo "i" estará dada por:

$$DAP = [\alpha + \gamma S_i] / \beta$$

Al estimar (3) se obtiene los estimadores de los parámetros  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ ; que posibilitan la estimación de la DAP para cada individuo.

Considerando la forma funcional para (3), la media de la DAP es:

$$E(DAP) = (\alpha + \gamma) / \beta \quad (4)$$

Los valores de la media y la mediana son iguales en este caso, debido al supuesto de linealidad de la función de utilidad.

Si se considera el caso de la DAA, la ecuación (2) cambiaría a:

$$\Delta V = V(0, Y+B; S) - V(1, Y; S) \quad (5)$$

Donde **B** representa la cantidad monetaria que el individuo estaría dispuesto a aceptar por renunciar a la mejora en la calidad ambiental.

Bajo este contexto se tendría:

$$E(DAA) = (\alpha + \gamma) / \beta$$

En este caso, los valores de las medias y medianas de la DAP y la DAA no difieren, debido al supuesto de linealidad de la función de utilidad.

### **Algunas cuestiones sobre las encuestas**

Originalmente se eligió el distrito de San Miguel para la realización de las encuestas. El año 2007 se produjo un reclamo militante de la población de dicho distrito respecto del daño ambiental causado por el vertimiento de parte de las aguas residuales sin tratamiento de la ciudad de Lima en la zona costera de dicho distrito. De allí que se esperaba en este caso una DAP mayor que en otras zonas de Lima, y se utilizaría el supuesto de que la disposición a pagar de las personas en otros distritos podría ser similar si tuvieran la misma conciencia que los pobladores de San Miguel sobre los costos del daño ambiental. Sin embargo, al realizarse la encuesta piloto se encontró

un número elevado de no respuestas, lo cual se explica por dos razones. El año 2008 finalmente se clausuró el colector de San Miguel y se eliminó el problema. Más aún, el municipio de San Miguel efectuó diversas obras de mejoramiento en la zona del colector, creando parques y jardines que cambiaron la fisonomía de la zona. Por esta razón resultaba poco creíble para los encuestados que el problema volviera a presentarse, y por ello respondían en general que el problema correspondía solucionarlo al gobierno, por lo que consideraban que ellos no debían pagar por esa mejora.

Por este motivo se decidió cambiar el lugar de la encuesta y se escogió el distrito de Miraflores, específicamente la zona de playas. Las encuestas se aplicaron el 22, 23, 29 y 30 de agosto a un total de 600 personas. Considerando que siempre se debe descartar algunas encuestas, la meta era lograr unas 500 encuestas válidas. Las fechas corresponden a la estación de invierno en Lima, con temperaturas de 16 a 18 grados centígrados, no obstante lo cual las playas de Miraflores son utilizadas por tablistas y paseantes diversos. La siguiente foto muestra una vista parcial de las playas de Miraflores donde se realizó las encuestas.

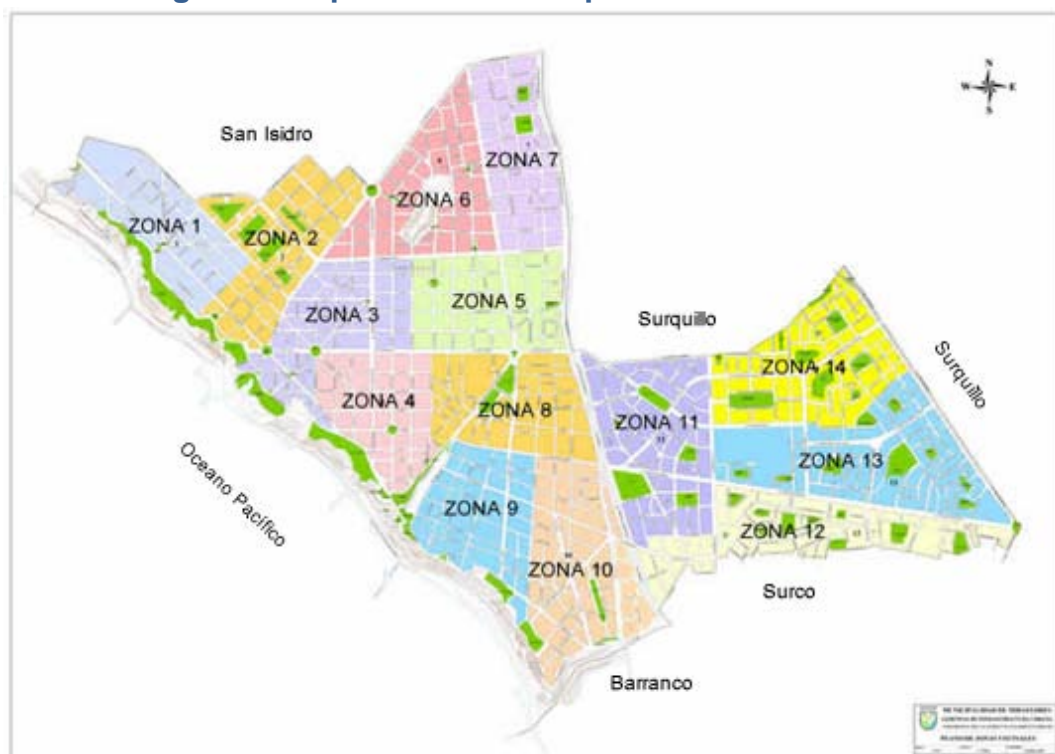
**Figura 6. Vista de las Playas de Miraflores**



El siguiente mapa muestra la ubicación del distrito de Miraflores, el cual posee una extensa zona de playas. Las encuestas se aplicaron en las playas de las zonas 1, 2, 3, 4, 9 y 10, en los lugares de mayor concentración de personas en días de fin de semana (sábado y domingo).

En el Anexo 1 se incluye el formato de encuesta aplicado. Entre las variables consideradas en el cuestionario se tiene el nivel de ingreso, nivel educativo, edad, sexo, lugar de residencia, entre otras. Asimismo, se pregunta sobre la percepción de los encuestados respecto de las consecuencias ambientales del vertimiento de las aguas residuales sin tratamiento al mar.

**Figura 7. Mapa de Miraflores por zonas vecinales**



Fuente: [http://www.miraflores.gob.pe/participacion\\_vecinal/mapazonas.html](http://www.miraflores.gob.pe/participacion_vecinal/mapazonas.html)

Asimismo, se utilizó tarjetas para facilitar algunas respuestas. Tal fue el caso de las preguntas sobre los problemas ambientales y la percepción de sus consecuencias, y también sobre el nivel de



ingreso. En este último caso, se utilizó un sobre donde el encuestado debería colocar sin la vista del encuestador, la tarjeta que correspondiera a su nivel de ingreso. Asimismo, se utilizó el croquis incluido en Anexo 2 para identificar claramente la opción consultada de tratamiento de las aguas residuales.

## **Resultados**

### **A. MUESTRA 1: 531 OBSERVACIONES**

En una primera revisión de la muestra total de encuestas recogidas se eliminó 10 por no contar con respuestas para las variables de Disposición a Pagar (DAP) o Ingresos (INGRESOS). Esto dejó un total de 531 observaciones, cuyas respuestas se distribuyeron de la siguiente manera.

Para el caso de 531 encuestas:

BID (S/.)	N (531)	Nº (DAP=1)	Nº (DAP=0)
3	68	60	8
5	68	62	6
8	71	64	7
10	59	50	9
15	68	42	26
20	67	45	22
25	67	39	28
30	63	24	39
	531	386	145

A continuación se describen los datos utilizados y los resultados obtenidos de aplicar dos modelos de regresión con variable dependiente binaria LOGIT. Se utilizó el programa Econometric Views versión 7.

Las variables consideradas fueron las siguientes:

Variable	Descripción
DAP	Disponibilidad a Pagar.- Variable binaria que indica si el encuestado está dispuesto a pagar por el tratamiento de aguas servidas (1) o no (0).

PAGOSERV	Pago de Servicios.- Variable binaria que indica si el encuestado se hace cargo de pagar completamente los servicios de la casa (1) o si no es responsable parcial o totalmente (0).										
SEXO_M	Sexo.- Variable binaria que indica si el encuestado es hombre (1) o mujer (0).										
INGRESOS	Ingresos.- Indica la media de los ingresos del encuestado:  <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;"><u>Valor</u></td> <td style="text-align: center;"><u>Rango de Ingresos</u></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">700</td> <td style="text-align: center;">Hasta S/. 1000</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2000</td> <td style="text-align: center;">S/. 1001 a S/. 3000</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4000</td> <td style="text-align: center;">S/. 3001 a S/. 5000</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">7500</td> <td style="text-align: center;">Más de S/. 5000</td> </tr> </table>	<u>Valor</u>	<u>Rango de Ingresos</u>	700	Hasta S/. 1000	2000	S/. 1001 a S/. 3000	4000	S/. 3001 a S/. 5000	7500	Más de S/. 5000
<u>Valor</u>	<u>Rango de Ingresos</u>										
700	Hasta S/. 1000										
2000	S/. 1001 a S/. 3000										
4000	S/. 3001 a S/. 5000										
7500	Más de S/. 5000										
BID	Pago.- Cantidad evaluada por el encuestado para decidir si pagaría o no por el servicio de tratamiento de aguas servidas.										

### Estadísticas descriptivas

	DAP	PAGOSERV	SEXO_M	INGRESOS	BID
Mean	0.726930	0.472693	0.781544	3156.121	14.36347
Median	1.000000	0.000000	1.000000	2000.000	10.00000
Maximum	1.000000	1.000000	1.000000	7500.000	30.00000
Minimum	0.000000	0.000000	0.000000	700.0000	3.000000
Std. Dev.	0.445956	0.499725	0.413588	2327.112	9.099124
Skewness	-1.018684	0.109391	-1.362756	0.863515	0.387815
Kurtosis	2.037717	1.011966	2.857104	2.492288	1.788570
Jarque-Bera Probability	112.3254 0.000000	88.50317 0.000000	164.8055 0.000000	71.69391 0.000000	45.78032 0.000000
Sum	386.0000	251.0000	415.0000	1675900.	7627.000
Sum Sq. Dev.	105.4049	132.3540	90.65913	2.87E+09	43880.85
Observations	531	531	531	531	531

El análisis descriptivo de la encuesta muestra un alto porcentaje (72%) de entrevistados dispuestos a pagar por el tratamiento de las aguas residuales, con una media de 14.36 soles (aproximadamente US\$ 5). Asimismo, sólo el 47% de los entrevistados paga completamente los servicios de la casa, y el 78% son hombres, con un ingreso promedio de 3,156 nuevos soles (aproximadamente US\$ 1088)

### Matriz de correlación

	DAP	PAGOSERV	SEXO_M	INGRESOS	BID
DAP	1.000000	-0.046223	0.003314	0.106790	-0.380025
PAGOSERV	-0.046223	1.000000	0.290600	0.215324	0.001150
SEXO_M	0.003314	<b>0.290600</b>	1.000000	0.140186	-0.065598
INGRESOS	0.106790	<b>0.215324</b>	<b>0.140186</b>	1.000000	0.010993
BID	-0.380025	0.001150	-0.065598	0.010993	1.000000

El análisis de correlación entre las diferentes variables muestra que ésta es más elevada entre el sexo de la persona y la condición de ser el que asume completamente el pago de servicios (0.29). Ello se explica por ser normalmente el hombre el jefe de familia y se refuerza por la correlación que existe entre el hecho de ser hombre y tener mayores ingresos (0.14). Igualmente, se observa una mayor correlación entre el nivel de ingresos y la condición de ser el que asume completamente el pago de servicios (0.22).

A continuación, se estima la

### Ecuación 1:

$$DAP = C + \beta_1 * PAGOSERV + \beta_2 * SEXO\_M + \beta_3 * INGRESOS + \beta_4 * BID$$

Dependent Variable: DAP  
Method: ML - Binary Logit (Quadratic hill climbing)  
Date: 11/26/09 Time: 00:07  
Sample: 1 531  
Included observations: 531  
Convergence achieved after 4 iterations  
Covariance matrix computed using second derivatives

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	2.431203	0.335499	7.246534	0.0000
PAGOSERV	-0.380329	0.229755	-1.655371	0.0978
<b>SEXO_M</b>	-0.130280	0.273936	-0.475585	0.6344
INGRESOS	0.000152	5.02E-05	3.026751	0.0025
BID	-0.101287	0.012203	-8.300371	0.0000
Mean dependent var	0.726930	S.D. dependent var	0.445956	
S.E. of regression	0.407730	Akaike info criterion	1.024461	
Sum squared resid	87.44410	Schwarz criterion	1.064713	
Log likelihood	-266.9944	Hannan-Quinn criter.	1.040215	
Restr. log likelihood	-311.3190	Avg. log likelihood	-0.502814	
LR statistic	88.64922	McFadden R-squared	0.142377	
Prob(LR statistic)	0.000000			
Obs with Dep=0	145	Total obs	531	
Obs with Dep=1	386			

En este caso, los resultados muestran que la variable SEXO\_M no es estadísticamente significativa, por lo que se descartó del modelo.

A continuación se procedió a efectuar una corrida sin la variable Sexo\_M

**Ecuación 2:**

$$DAP = C + \beta_1 * PAGOSERV + \beta_2 * INGRESOS + \beta_3 * BID$$

Dependent Variable: DAP  
 Method: ML - Binary Logit (Quadratic hill climbing)  
 Date: 11/26/09 Time: 00:08  
 Sample: 1 531  
 Included observations: 531  
 Convergence achieved after 4 iterations  
 Covariance matrix computed using second derivatives

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	2.345295	0.281031	8.345324	0.0000
PAGOSERV	-0.410659	0.220918	-1.858877	0.0630
INGRESOS	0.000149	4.98E-05	2.996699	0.0027
BID	-0.100872	0.012163	-8.293657	0.0000
Mean dependent var	0.726930	S.D. dependent var	0.445956	
S.E. of regression	0.407359	Akaike info criterion	1.021124	
Sum squared resid	87.45120	Schwarz criterion	1.053325	
Log likelihood	-267.1083	Hannan-Quinn criter.	1.033727	
Restr. log likelihood	-311.3190	Avg. log likelihood	-0.503029	
LR statistic	88.42138	McFadden R-squared	0.142011	
Prob(LR statistic)	0.000000			
Obs with Dep=0	145	Total obs	531	
Obs with Dep=1	386			

En este último modelo todas las variables incluidas son estadísticamente significativas, aunque en menor medida PAGOSERV. De otro lado, utilizando el criterio Akaike se encuentra que este segundo modelo es ligeramente mejor que el primero.

Los resultados son consistentes con la lógica económica. Mientras mayor el precio hipotético (BID) menor es la disposición a pagar del encuestado por el tratamiento de las aguas residuales y, asimismo, quienes se encargan del pago por el servicio dentro de su familia

tienen también una menor disposición a pagar. De otro lado, a mayor nivel de ingreso la disposición a pagar es mayor.

## B. MUESTRA 2 (504 OBSERVACIONES)

Con el fin de incluir otras variables en el análisis se eliminó una cantidad adicional de encuestas por no incluir las respuestas correspondientes. De este modo se llegó a 504 encuestas válidas, con las cuales se puede incluir en el modelo las variables “Edad”, “Nº Niños” (pregunta 15), “Nº Adultos” (pregunta 14) y “Educación”. En este caso las respuestas se distribuyeron de la siguiente manera:

Para el caso de 504 encuestas:

BID (S/.)	N (504)	Nº (DAP=1)	Nº (DAP=0)
3	67	59	8
5	60	54	6
8	65	58	7
10	56	47	9
15	63	37	26
20	66	44	22
25	65	37	28
30	62	23	39
	504	359	145

Con estos datos se hizo también 2 corridas; la primera conteniendo todas las variables, y la segunda eliminando las variables “Sexo”, “Educación” y “Nº Niños” por su no significancia estadística. La variable “Ingreso” no fue eliminada debido que al excluir las variables antes mencionadas, esta variable se hizo significativa.

Descripción de variables adicionales consideradas:

Variable	Descripción
EDAD	Edad de la persona encuestada
EDUCACION	Nivel educativo de la persona encuestada: 1 = primaria, 2 = secundaria, 3 = técnico, 4 = universitario
N_ADULTOS	Nº de adultos en la casa
N_NINOS	Nº de niños en la casa

## Muestra con 504 observaciones

### Estadísticas descriptivas

	DAP	EDAD	EDUCACION	INGRESOS	N_ADULTOS	N_NINOS	PAGOSERV	SEXO_M	BID
Mean	0.712302	42.16667	3.484127	3152.976	3.059524	1.182540	0.472222	0.785714	14.54563
Median	1.000000	41.00000	4.000000	2000.000	3.000000	1.000000	0.000000	1.000000	15.00000
Maximum	1.000000	77.00000	4.000000	7500.000	13.00000	12.00000	1.000000	1.000000	30.00000
Minimum	0.000000	17.00000	1.000000	700.0000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	3.000000
Std. Dev.	0.453140	11.97761	0.829229	2338.278	1.570234	1.294741	0.499724	0.410734	9.162651
Skewness	-0.937956	0.388204	-1.352518	0.861064	1.684111	2.353805	0.111283	-1.392621	0.349347
Kurtosis	1.879762	2.675005	3.557387	2.474965	8.808933	15.39115	1.012384	2.939394	1.753254
Jarque-Bera	100.2536	14.87705	160.1860	68.06919	946.8611	3689.744	84.00322	162.9862	42.89351
Probability	0.000000	0.000588	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Sum	359.0000	21252.00	1756.000	1589100.	1542.000	596.0000	238.0000	396.0000	7331.000
Sum Sq. Dev.	103.2837	72162.00	345.8730	2.75E+09	1240.214	843.2063	125.6111	84.85714	42228.95
Observations	504	504	504	504	504	504	504	504	504

### Matriz de correlación

	DAP	EDAD	EDUCACION	INGRESOS	N_ADULTOS	N_NINOS	PAGOSERV	SEXO_M	BID
DAP	1.000000	-0.129973	0.117449	0.109354	-0.129558	-0.025522	-0.048531	0.009919	-0.378696
EDAD	-0.129973	1.000000	-0.066388	0.064898	-0.020295	-0.088755	0.208035	0.008890	0.019060
EDUCACION	0.117449	-0.066388	1.000000	0.456038	-0.171806	-0.171357	0.118875	0.042527	-0.001867
INGRESOS	0.109354	0.064898	<b>0.456038</b>	1.000000	-0.225731	-0.102031	0.228143	0.132940	0.010396
N_ADULTOS	-0.129558	-0.020295	-0.171806	-0.225731	1.000000	0.251827	-0.289252	0.013651	0.001193
N_NINOS	-0.025522	-0.088755	-0.171357	-0.102031	<b>0.251827</b>	1.000000	-0.004438	0.058747	-0.029360
PAGOSERV	-0.048531	0.208035	0.118875	0.228143	<b>-0.289252</b>	-0.004438	1.000000	0.290578	0.003968
SEXO_M	0.009919	0.008890	0.042527	0.132940	0.013651	0.058747	<b>0.290578</b>	1.000000	-0.070297
BID	-0.378696	0.019060	-0.001867	0.010396	0.001193	-0.029360	0.003968	-0.070297	1.000000

La tabla de la página anterior muestra las principales características estadísticas de las variables de la muestra y la matriz de correlación.

Respecto de las nuevas variables incluidas, se aprecia que la edad promedio de los encuestados es 42 años, el nivel educativo es predominantemente universitario (de acuerdo a la mediana), el número promedio de adultos en la casa es 3 y el número de niños 1.

La proporción de encuestados que está dispuesto a pagar por el servicio de tratamiento es ligeramente menor que con la muestra más grande, pues ahora es 71%, pero la cantidad que están dispuestos a pagar es un tanto mayor, 14.55 nuevos soles (aproximadamente US\$ 5).

En la matriz de correlación se observa una correlación relativamente alta (0.46) entre el nivel educativo y los ingresos, que coincide con lo que cabría esperar. Asimismo, se encuentra también una mayor correlación (0.29) entre el hecho de ser hombre y la responsabilidad del pago total de los servicios.

Por otro lado, se observa que a mayor número de adultos hay menor probabilidad de que el encuestado sea el responsable de pagar los servicios (correlación de -0.29), y también a mayor número de adultos se encuentra una mayor cantidad de niños (0.25).

A continuación se muestra el resultado del modelo que incluye todas las variables descritas.

### **Ecuación 3:**

$$\text{DAP} = \text{C} + \beta_1 \cdot \text{EDAD} + \beta_2 \cdot \text{EDUCACION} + \beta_3 \cdot \text{INGRESOS} + \beta_4 \cdot \text{N\_ADULTOS} + \beta_5 \cdot \text{N\_NINOS} + \beta_6 \cdot \text{PAGOSERV} + \beta_7 \cdot \text{SEXO\_M} + \beta_8 \cdot \text{BID}$$

Dependent Variable: DAP  
 Method: ML - Binary Logit (Quadratic hill climbing)  
 Date: 11/26/09 Time: 00:09  
 Sample: 1 504  
 Included observations: 504  
 Convergence achieved after 4 iterations  
 Covariance matrix computed using second derivatives

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	3.545667	0.783096	4.527754	0.0000
EDAD	-0.022930	0.009394	-2.440781	0.0147
<b>EDUCACION</b>	0.188284	0.149193	1.262021	<b>0.2069</b>
INGRESOS	9.58E-05	5.69E-05	1.682821	0.0924
N_ADULTOS	-0.218941	0.078607	-2.785241	0.0053
<b>N_NINOS</b>	0.007318	0.088427	0.082760	<b>0.9340</b>
PAGOSERV	-0.491767	0.253213	-1.942111	0.0521
<b>SEXO_M</b>	-0.029648	0.286743	-0.103397	<b>0.9176</b>
BID	-0.102658	0.012682	-8.094872	0.0000
Mean dependent var	0.712302	S.D. dependent var	0.453140	
S.E. of regression	0.408729	Akaike info criterion	1.031476	
Sum squared resid	82.69432	Schwarz criterion	1.106879	
Log likelihood	-250.9320	Hannan-Quinn criter.	1.061054	
Restr. log likelihood	-302.4393	Avg. log likelihood	-0.497881	
LR statistic	103.0147	McFadden R-squared	0.170306	
Prob(LR statistic)	0.000000			
Obs with Dep=0	145	Total obs	504	
Obs with Dep=1	359			

Los resultados muestran que al menos 3 variables no son significativas estadísticamente: N\_NINOS, SEXO\_M y EDUCACION. Como se señala en el análisis estadístico, estas variables presentan una correlación importante con otras y por lo tanto fueron eliminadas.

El siguiente modelo descarta las variables no significativas-

#### Ecuación 4:

$$DAP = C + \beta_1 * EDAD + \beta_2 * INGRESOS + \beta_3 * N\_ADULTOS + \beta_4 * PAGOSERV + \beta_5 * BID$$

Dependent Variable: DAP  
 Method: ML - Binary Logit (Quadratic hill climbing)  
 Date: 11/26/09 Time: 00:10  
 Sample: 1 504  
 Included observations: 504  
 Convergence achieved after 4 iterations



Covariance matrix computed using second derivatives

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	4.138858	0.578491	7.154581	0.0000
EDAD	-0.023997	0.009256	-2.592599	0.0095
INGRESOS	0.000127	5.12E-05	2.470779	0.0135
N_ADULTOS	-0.223654	0.074220	-3.013411	0.0026
PAGOSERV	-0.492893	0.240665	-2.048042	0.0406
BID	-0.102085	0.012590	-8.108714	0.0000
Mean dependent var	0.712302	S.D. dependent var	0.453140	
S.E. of regression	0.408509	Akaike info criterion	1.022769	
Sum squared resid	83.10619	Schwarz criterion	1.073038	
Log likelihood	-251.7378	Hannan-Quinn criter.	1.042488	
Restr. log likelihood	-302.4393	Avg. log likelihood	-0.499480	
LR statistic	101.4031	McFadden R-squared	0.167642	
Prob(LR statistic)	0.000000			
Obs with Dep=0	145	Total obs	504	
Obs with Dep=1	359			

En este modelo todas las variables exógenas son estadísticamente significativas y los resultados son mejores que el modelo anterior conforme al criterio Akaike. Además, el coeficiente de ajuste R2 de McFadden es mejor que en los dos primeros modelos ensayados (0.17 contra 0.14 aproximadamente). Por tanto, se considera que este cuarto modelo es el más apropiado.

### Cálculo de la disposición a pagar media

Una vez elegido el modelo de mejor ajuste se calcula la disposición a pagar media siguiendo la fórmula planteada en Pate & Loomis (1997: p. 203), que multiplica los coeficientes encontrados por la media de las variables excepto el BID, más el parámetro fijo, y todo ello se divide por el parámetro del BID:

$$\text{DAP Media} = \frac{\left[ C + \beta_1 \overline{\text{EDAD}} + \beta_2 \overline{\text{INGRESOS}} + \beta_3 \overline{\text{N\_ADULTOS}} + \beta_4 \overline{\text{PAGOSERV}} \right]}{\beta_5}$$

Con esta fórmula la disposición a pagar media resulta en 19.28 soles, es decir 6.65 dólares por mes (Tipo de cambio 2.9 soles por dólar).

#### 4.4 El valor económico del agua en la ciudad de Lima

Según Soto (2007: p. 66) internacionalmente se ha considerado que las personas podrían pagar hasta el 5% de su ingreso por los servicios de agua potable y alcantarillado, aunque señala que este criterio ha hecho fracasar muchos proyectos, sea porque la gente no pagaba o no utilizaba el servicio. A continuación se determina el valor económico del agua por m<sup>3</sup> en Lima, según sus componentes y el porcentaje del ingreso que representaría el consumo de agua si se pagara el valor económico calculado:

**Cuadro N° 11. Valor económico del agua en Lima**

	US\$/M3
Costo de oportunidad del agua para irrigación	0.400
Costo medio real de los servicios de agua potable y alcantarillado	0.836
DAP por tratamiento de aguas residuales	0.238
<b>TOTAL</b>	<b>1.47</b>
Consumo promedio mensual en Lima (M3)	28
Gasto mensual según valor económico	41.25
Ingreso medio de los encuestados	1088.28
Gasto en agua como % del ingreso	3.8%

Se observa que el gasto en agua de los habitantes de Lima encuestados representaría 3,8% de sus ingresos, si tuvieran que pagar el valor calculado en este estudio, nivel que se encuentra por debajo del 5% señalado por Soto. Ello podría hacer pensar que dicho costo podría ser asumido por los limeños. Sin embargo, para el periodo agosto-octubre de 2009, el Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú reportó un ingreso promedio de S/. 1109 ó US\$ 382 en Lima Metropolitana, nivel considerablemente inferior a la media de ingresos de los encuestados de S/. 3156 ó US\$ 1088. Es decir, el ingreso medio en Lima representa aproximadamente sólo el 35% del ingreso promedio de los encuestados. Al recalculer el porcentaje

del gasto en agua, si se cobrara su valor económico, el porcentaje respecto del ingreso del limeño promedio asciende a 10,8%, lo cual podría resultar excesivo. De aquí se desprende que para el ciudadano medio de Lima, sería necesario que el Estado intervenga mediante alguna forma de subsidios. Como se ha señalado antes, la forma más usual hasta ahora ha sido el subsidio a las obras de infraestructura. Aunque el monto de este subsidio resulta particularmente elevado, ello permite apreciar que una política de subsidios es inevitable, y cuestiona el afán de las políticas promovidas desde organismos internacionales como el Banco Mundial y el BID de “recuperación total de costos”.

En lo que respecta al costo del tratamiento de las aguas residuales, el más reciente proyecto de tratamiento de aguas residuales de SEDAPAL presenta un costo por m<sup>3</sup> de agua residual tratada de US\$ 0,04 (información obtenida de la SUNASS). La disposición a pagar encontrada en este estudio, aproximadamente US\$ 0,24 por m<sup>3</sup> de agua potable consumida, permitiría cubrir fácilmente el costo de dicho tratamiento. Sin embargo, como se señala en el párrafo anterior, el nivel de ingreso de los encuestados es considerablemente superior a la media de ingresos en Lima, lo cual hace pensar que la disposición a pagar de personas con ingresos menores sería inferior. Si en lugar de incluir en el costo del servicio la DAP por tratamiento de aguas residuales, se incorporase el costo del proyecto más reciente de tratamiento de las aguas residuales de SEDAPAL, el costo económico sólo se reduciría en US\$ 0,20, es decir a US\$ 1,27, lo que considerando el consumo medio de Lima representaría 9,3% del ingreso medio de los limeños, todavía un valor bastante alto.

Cabe señalar que una hipótesis de esta investigación era que la disposición a pagar por el tratamiento de las aguas residuales sería menor que el costo económico de dicho tratamiento. Los resultados encontrados evidencian que la disposición a pagar por el tratamiento de las aguas residuales puede ser

mayor que el costo del tratamiento, al menos entre las personas de ingresos medios de la ciudad de Lima.

## **5. CONCLUSIONES**

El análisis realizado permite concluir que las empresas de agua potable y alcantarillado, en general, mantienen niveles tarifarios que no les permiten cubrir los costos económicos de la prestación de los servicios. Esto las mantiene en una situación financiera complicada, que les impide atender las necesidades de expansión de la cobertura y mejora de la calidad del servicio. En este respecto, se observa con toda claridad que la generalidad de las empresas, salvo excepciones, mantiene tarifas medias que no cubren el costo real por m<sup>3</sup> de agua potable suministrado. Asimismo, que los subsidios generalizados al consumo del agua, no discriminan según el nivel de ingreso de los beneficiados, lo que en la práctica termina afectando a los usuarios más pobres, que reciben la denominada “tarifa social”.

A su vez, se concluye que los cuestionamientos a la existencia de un valor económico del agua carecen de fundamento, y más bien reflejan el desconocimiento de los conceptos básicos de la teoría económica. En particular se demuestra que, más allá de algunas particularidades, el agua comparte las características de cualquier bien económico, especialmente, el hecho de ser un recurso escaso y su naturaleza económica de bien privado en sus usos principales. Una particularidad del agua, no exclusiva, es que para algunos usos funciona como bien público, mientras que para otros funciona como bien privado. De allí que en el caso del agua se justifica la intervención reguladora del Estado para garantizar el logro de determinados objetivos sociales. Tal es el caso de la solución a los problemas de externalidades causados por la contaminación, y también la necesidad de asegurar el acceso a los servicios de agua potable y alcantarillado incluso a quienes por su condición de pobreza no pudieran pagar parcial o totalmente por estos servicios. En este respecto, el análisis del manejo de los

vertimientos de aguas residuales en los cursos de agua muestra que sería posible aplicar tarifas por los vertimientos, teniendo en cuenta la carga contaminante de los mismos, y que ello ayudaría a una aplicación más difundida de los sistemas de tratamiento de aguas residuales. Un enfoque de este tipo contribuiría de manera significativa a enfrentar adecuadamente los severos problemas de contaminación del agua en los ríos y el mar.

El uso de métodos cuantitativos, como el modelo de programación lineal y el método de valoración contingente, permiten evidenciar la existencia de valores económicos importantes en el agua, que no son reconocidos por el mercado, y cuya incorporación en el costo del agua elevaría sustancialmente las tarifas que actualmente se cobran por los servicios de agua potable y alcantarillado. Se demuestra también que si se cobrara el valor económico del agua a los usuarios de los servicios de agua potable y alcantarillado, ello representaría un porcentaje demasiado elevado de sus ingresos, por lo cual una política de subsidios relativamente amplia es inevitable.

Esta investigación abre, asimismo, algunas interrogantes que pueden ser materia de investigación adicional, y que exceden los objetivos que se plantearon para este trabajo. En primer lugar, cuál es el valor económico del agua en sus fuentes, es decir sus valores como hábitat de flora y fauna, su valor recreativo, y otros valores que podrían asignarse a este recurso, y hasta cuánto podría incrementarse el valor encontrado en esta investigación si se añadieran dichos valores. En adición, si bien se ha determinado que la disposición a pagar por el tratamiento de aguas residuales puede ser superior al costo de dicho tratamiento, cabe preguntarse cuánto difiere la disposición a pagar según los estratos socioeconómicos de la población limeña. Aunque no ha sido parte de esta investigación determinar el costo de los impactos sobre la salud de la contaminación por las aguas residuales, el cálculo de dicho costo podría contribuir a justificar una mayor prioridad por parte de las autoridades a los proyectos de tratamiento de aguas residuales.

## **Implicancias para la política pública**

Desde el punto de vista de la política pública, esta investigación contribuye a resaltar la importancia de atender los problemas de gestión de las empresas, uno de cuyos requisitos importantes es el incremento de las tarifas, acompañado de políticas de subsidio considerablemente amplias pero focalizadas en los más pobres. El relativamente alto valor económico del agua encontrado en este estudio evidencia que los subsidios son indispensables en este servicio para asegurar el acceso universal de la población. Pero al mismo tiempo, el incremento de las tarifas, a la par de contribuir a mejorar la gestión de las empresas, ayudaría a un uso más eficiente del agua tanto en el consumo doméstico, como en el uso agrícola, y en el uso del agua como receptor de vertimientos de aguas residuales. Por ser el agua un bien económico, el incremento de su precio incentivaría un consumo menos derrochador en los usos urbanos y agrícolas.

Sobre la opción de gestión pública o privatización de los servicios de agua potable y alcantarillado, uno de los principales problemas para el desarrollo de este sector ha sido la insuficiente inversión realizada en los últimos años y los elevados requerimientos para alcanzar las Metas del Milenio: de reducir a la mitad las personas que carecen de acceso a los servicios de agua y alcantarillado. En este contexto, la participación de inversionistas privados es una opción que podría aportar recursos para realizar las inversiones requeridas, y a la vez podría permitir superar las severas deficiencias de gestión que caracterizan a las empresas municipales.

La participación privada en los servicios de agua y alcantarillado ha generado mucha controversia e incluso se ha formado un amplio movimiento opositor internacional que plantea diversos argumentos para sostener su rechazo a dicha participación. Sin embargo, más allá del debate conceptual e ideológico a este respecto, es un hecho de la realidad que en el Perú la gestión estatal, y especialmente municipal, de las empresas de agua ha

fracasado en resolver los problemas de acceso y calidad, así como también que las ineficiencias de gestión de las empresas son marcadas.

En tal sentido, una visión menos ideológica y más pragmática, como la planteada en Saldívar (2007), admitiría que el reconocimiento del acceso al agua potable y alcantarillado como un derecho humano no implica necesariamente que su provisión deba ser efectuada obligatoriamente por el Estado, ni que se excluya completamente la posibilidad de una gestión privada de estos servicios. Más aún, el argumento de que con la privatización se incrementarían las tarifas, pareciera ignorar que éstas requieren ser incrementadas con o sin privatización, si es que se desea resolver los problemas de insuficiente acceso y baja calidad del servicio. Ello implica que el incremento de las tarifas es inevitable para lograr que las empresas sean viables financieramente, así como para propiciar el ahorro del recurso agua tan escaso en el Perú, y lo que se necesita es replantear el esquema de subsidios vigente para que estos sólo favorezcan a quienes realmente los necesitan y no a los sectores que puedan pagar el costo real. En este sentido, la opción de un subsidio racional no es incompatible con la gestión privada de los servicios, tal como lo demuestra la aplicación del Fondo Social de Electricidad (FOSE) en el sector eléctrico donde se aplica un subsidio tanto por las empresas públicas como las privadas. De otro lado, los incrementos tarifarios no necesariamente deberían ser elevados en una concesión privada. En el caso de la concesión de Buenos Aires la empresa ganadora redujo las tarifas en 18%<sup>43</sup>, mientras que en la reciente concesión de Tumbes sólo se han considerado dos incrementos tarifarios en un periodo de 5 años: el primero de 6% en el segundo año y el segundo de 6.5% en el cuarto año. De aquí se desprende que es perfectamente posible optar por formas de otorgamiento de las concesiones privadas en las cuales se minimicen los impactos tarifarios.

---

<sup>43</sup> Aunque después se negoció un incremento de tarifas que hizo perder la disminución obtenida inicialmente

De otro lado, asumiendo un enfoque realista, puede aceptarse que difícilmente el Estado podrá disponer, dentro de plazos razonables, de todos los recursos necesarios para las inversiones requeridas en el sector saneamiento. Por tanto, la participación privada puede contribuir aportando recursos para satisfacer, al menos parcialmente, las necesidades de capital del sector, y también para mejorar la eficiencia de gestión de las empresas. Sin embargo, con el mismo enfoque realista puede aceptarse que tampoco se dispondría de suficientes inversiones privadas, dentro de plazos razonables, para satisfacer todas las necesidades de inversión. Incluso es probable que algunas empresas que operan en ciudades pequeñas resulten poco atractivas para la inversión privada. Esto sin dejar de lado el rechazo militante a las concesiones privadas en ciudades como Arequipa<sup>44</sup>, factor que puede ser transitorio pero que no debería ignorarse por el potencial entorno desfavorable que determinaría para una concesión privada.

Ahora bien, el aporte de capitales y de la capacidad de gestión privados puede hacerse bajo distintas modalidades. En los casos de Tumbes y Piura se ha optado por la concesión privada, pero en el caso de SEDAPAL en Lima se tiene un contrato BOT (Construir, Operar y Transferir) por el cual un consorcio privado ha invertido en la construcción de la planta de tratamiento de agua potable en el río Chillón, la cual operará durante 30 años, luego de lo cual dicha planta será transferida a SEDAPAL. También existen los denominados Contratos de Gerencia, en los cuales un privado se compromete a administrar una empresa por un periodo de 5 a 10 años, luego de lo cual se podría pasar a una concesión privada o el servicio podría retornar a ser administrado por la empresa municipal. Estas últimas opciones pueden ser más aceptables para los sectores que reconocen la gravedad de los problemas de las empresas de agua, pero que rechazan las concesiones privadas. Cabe destacar, empero, que los fracasos de las privatizaciones en Bolivia y Argentina, y especialmente las consecuencias en demandas

---

<sup>44</sup> En esta ciudad el año 2002 se intentó privatizar las empresas eléctricas, lo cual fue rechazado por la población mediante movilizaciones que incluyeron violencia y la muerte de un estudiante



millonarias a dichos países, de compensación por las empresas operadoras, evidencian que existen riesgos de costos importantes si es que la privatización fracasa. Por tanto, la decisión de convocar la participación privada debería tomar en cuenta todos estos riesgos para tomar la decisión más conveniente.

Es importante destacar, por otra parte, que en aquellas empresas en las que no haya condiciones para una participación privada, resulta indispensable que el Estado disponga de recursos públicos para efectuar las inversiones necesarias, así como medidas urgentes que permitan mejorar la gestión empresarial y corregir las distorsionadas estructuras tarifarias. Ello implica llevar a cabo una reforma radical del marco institucional para la gestión pública de las empresas de agua, que haga posible liberarlas del control municipal, y que otorgue una adecuada autonomía a los gerentes para que sus decisiones sean tomadas estrictamente bajo consideraciones empresariales y de interés público.

En consecuencia, puede concluirse respecto de esta cuestión que no existe realmente contraposición entre los roles del sector privado y público en el sector de agua, sino que, en vista de la gran necesidad de capitales para inversión, estos agentes deberían ser complementarios y no excluyentes. De este modo, allí donde existan condiciones para una concesión privada, como en Tumbes y Piura, podría aceptarse la gestión privada de los servicios, y donde las condiciones sean menos favorables se debería promover otras formas de participación privada, como los Contratos de Gerencia o contratos BOT. Pero allí donde no existan condiciones para la participación privada, el Estado no debería desentenderse de su responsabilidad de garantizar el acceso a estos servicios básicos y debería generar los cambios institucionales y de política para que las empresas municipales cuenten con recursos de inversión y puedan mejorar su gestión para ampliar el acceso y la calidad del servicio.

Un tema importante a este respecto es la validez de la política de recuperación total de costos por las empresas, que actualmente no parece viable en el Perú. Esta política constituye un cambio radical del rol tradicionalmente asumido por el Estado de aportar recursos públicos para las principales obras de infraestructura en estos servicios, y que permitió a las empresas financiar con los ingresos tarifarios principalmente los costos de operación y mantenimiento y sólo algunas obras menores. La búsqueda de la recuperación total de costos ha requerido incrementos considerables de las tarifas que las empresas no han podido aplicar por restricciones políticas, las cuales plantean interrogantes sobre la posibilidad de lograr dicho objetivo. En los hechos, tanto el gobierno central, como los gobiernos regionales y locales, han continuado aportando recursos públicos para financiar obras de infraestructura de las empresas.

## BIBLIOGRAFÍA

ADERASA (2005). *“Las tarifas de Agua potable y Alcantarillado en América Latina”*. The World Bank Group.

Agudelo J.I. (2001). “The economic valuation of water. Principles and methods”. IHE Delft. Value of Water Research Report Series N° 5.

Alternativa y Cedal (2004). *Desafíos del derecho humano al agua en el Perú*. Lima, Perú.

Apacla R., Eguren F., Figueroa A., Oré M.T. (1993). “Las políticas de riego en el Perú”. En *Gestión del Agua y Crisis Institucional*. Grupo Permanente de Estudio sobre Riego. ITDG, SNV, GPER, Lima.

Aquatella J. (2001). “Aplicación de instrumentos económicos en la gestión ambiental de América Latina y el Caribe: desafíos y factores condicionantes”. *Medio Ambiente y Desarrollo* N° 31. CEPAL-PNUD, Santiago de Chile.

Autoridad Nacional del Agua - ANA (2009). *Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos del Perú*. Ministerio de Agricultura. Lima Perú.

Azqueta D. (1994). *Valoración Económica de la Calidad Ambiental*. McGraw Hill. España.

Azqueta D. (2002). *Introducción a la Economía Ambiental*. McGraw-Hill. España.

Bachrach & Vaughan (1994). “Household Water Demand Estimation”. *Working Paper* ENP106. Inter-American Development Bank. Productive Sectors and Environment Subdepartment. Environment Protection Division. March 1994

Banco Mundial (1995). Perú, Enfoque de la Ordenación del Agua y el Desarrollo de la Irrigación Basado en el Usuario. Informe No. 13642-PE. Oficina Regional para América Latina y el Caribe, 11 de Abril.

Belluzzo W. (1999). Avaliação contingente para a valoração de projetos de conservação e melhoria dos recursos hídricos. *Pesquisa y Planejamento Economico*. Vol 29 N° 1, Abril

Blackman A. (2005). “Colombia’s discharge fee program: incentives for polluters or regulators?”. *Discussion Paper* 05-31. Resources for the Future. Washington D.C.

Braeutigam R. (1989). “Optimal Policies for Natural Monopolies”, en Schmalensee y Willig (eds.). *Handbook of Industrial Organization*, Volume II, North Holland.

Briscoe, John (1996). "Water as an economic good: the idea and what it means in practice". The World Bank. A paper presented at the World Congress of the International Commission on Irrigation and Drainage, Cairo.

Burtraw D. (2000). "Innovation under the tradable sulphur dioxide emission permits program in the US electricity sector". OECD Workshop on Innovation and the Environment. 19 de Junio 2000.

Capel Molina J. (1999). "Lima, un clima de desierto litoral". *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*. 19, 25-45. España.

Cárdenas N., Makovski P. Rodríguez E., Vargas L., Vargas R y Cordero M. (2005). *Construyendo Ciudadanía: El Derecho Humano al Agua*. Consorcio de Investigación Económica y Social. Observatorio del derecho a la Salud. Lima

CEPAL (2000). "Instrumentos económicos para el control de la contaminación del agua: condiciones y casos de aplicación". LC/IN.137, diciembre.

CEPLAN (2009). Lineamientos Estratégicos para el Desarrollo Nacional 2010-2021. Documentos de Trabajo N° 2. Lima, agosto de 2009.

Chowdhury N.T. (2005). The Economic Value of Water in the Ganges-Brahmaputra-Meghna (GBM) River Basin. Department of Economics, Göteborg University. Sweden

Clarke T. y Barlow M. (2004). "La furia del oro azul: la privatización de los servicios de agua en Latinoamérica". En *Memoria*. Revista Mensual de Política y Cultura. N° 188, Octubre. <http://www.memoria.com.mx/188/Clarke.htm>

Clarke G.R.G., Kosec K. y Wallsten S. (2004). "Has private participation in water and sewerage improved coverage? Empirical evidence from Latin America". *World Bank Policy Research Working Paper*. 3445, November.

Cropper M., Simon N., Alberini A. & Sharma P. (1997) "The health effects of air pollution in Dehli, India". *World Bank Policy Research Working Paper* N° 1860. Washington

Dasgupta P. (2004). "Valuing health damages from water pollution in urban Delhi, India: a health production function approach" *Environment and Development Economics*. Vol 9 (01), pp. 83-106. Cambridge

Davis J. & Whittington D. (2004). "Challenges for water sector reform in transition economies". *Water Policy* 6. IWA Publishing.

Defensoría del Pueblo (2005). *Ciudadanos sin Agua: Análisis de un Derecho Vulnerado*. Informe Defensorial N° 94. Lima, Perú.

Dixon J. et al (1994). *Análisis Económico de Impactos Ambientales*. Edición Latinoamericana, CATIE. Costa Rica.

Douglas A.J. & Taylor J.G. (1999). "The economic value of Trinity river". *Water Resources Development*. Vol 15 N° 3.

Dourojeanni A. y Berríos J. (1996). Eficiencia igual mercado igual propiedad del agua: una ecuación incompleta (el caso de Chile). *Cuadernos del IDEA-PUCP*, No. 1. Instituto de Estudios Ambientales, Pontificia Universidad Católica del Perú.

Dourojeanni A. y Jouravlev A. (1999). El Código de Aguas de Chile: entre la ideología y la realidad. Serie *Recursos naturales e infraestructura*. N° 3. CEPAL, Santiago de Chile.

Dwight R., Fernandez L., Baker D., Semenza J. & Olson B. (2005). Estimating the economic burden from illnesses associated with recreational coastal water pollution—a case study in Orange County, California. *Journal of Environmental Management*. Vol 76 (2) Julio.

EPA (2001). *The United States Experience with Economic Incentives for Protecting the Environment*. National Center for Environmental Economics. Washington D.C.

Eskeland G. & Devarajan S. (1996). *Taxing bads by taxing goods*. *Directions in Development*. The World Bank, Washington D.C.

Estache A. y Rossi M. (2002). "How different is efficiency of public and private water companies in Asia?". *The World Bank Economic Review*. Vol 16 (1), pp. 139-148. Washington D.C.

Fernández Baca J. (1992). Determinación de la Tarifa Óptima del Agua para Uso Agrícola en el Sub-Distrito de Riego del Chillón. Tesis de Maestría en Economía Agrícola, Escuela de Postgrado, UNALM. Lima

Freeman A.M.III (2000). "The valuation of environmental health damages in developing countries: some observations". EEEPSEA. Economy and Environment Program for South East Asia. <http://www.idrc.ca/uploads/user-S/10536139930rick.pdf>

Garrido A., Palacios E., Calatrava J., Chávez J. & Exebio A. (2004). La importancia del valor, costo y precio de los recursos hídricos en su gestión. FODEPAL. Proyecto Regional de Cooperación Técnica para la Formación en Economía y Políticas Agrarias y de Desarrollo Rural en América Latina.

Gibbons D. (1987). *The Economic Value of Water*. Resources for the Future. Washington DC.

Gleick P.H. (1998). "The human right to water". En *Water Policy* Vol. 1 N° 5, October 1998, Pages 487-503

Gleick P.H., Wolff G., Chalecki E.L., y Reyes R. (2002). "The new economy of water: the risks and benefits of globalization and privatization of fresh water". Pacific Institute for Studies in Development, Environment and Security. California.

Griffin R. (2006). *Water Resource Economics. The Analysis of Scarcity, Policies and Projects*. MIT Press, USA.

Hanemann M. (2005). "The value of water". University of California Berkeley. <http://are.berkeley.edu/courses/EEP162/spring05/valuewater.pdf>

Hearne R. & Easter K.W. (1995). "Water Allocation and Water Markets. An Analysis of Gains-from-Trade in Chile". *World Bank Technical Paper* N°. 315. Washington D.C.

Heinzerling L. & Ackerman F. (2002). Pricing the priceless. Cost-benefit analysis of environmental protection. Georgetown Environmental Law and Policy Institute. Georgetown University Law Center.

Holden P. & Thobani M. (1995). "Tradable Water Rights: a Property Rights Approach to Improving Water Use and Promoting Investment". *Cuadernos de Economía*, Vol 32 N° 97, Diciembre. Universidad Católica de Chile.

Huber R., Ruitenbeek J., Seroa da Motta R. (1998). "Market based instruments for environmental policy making in Latin America and the Caribbean. Lessons from eleven countries". *World Bank Discussion Paper* N° 381. Washington D.C.

INEI (1997). Perú: Estadísticas del Medio Ambiente. Lima

Jiménez L. (2006). Costo de Oportunidad y Externalidades en el Valor Económico del Agua para Uso Agrícola Superficial en el Valle de Mala. Tesis Doctorado. Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima

Johansson R.C. (2005). "Micro and macro-level approaches for assessing the value of irrigation water". *World Bank Policy Research Working Paper* 3778, December 2005

Klein M. (1996). "Economic regulation of water companies". *World Bank Policy Research Working Paper* 1649. Setiembre 1996.

Kucharz T. (2005). "El comercio con los servicios y la privatización del agua. Tendencias globales. La apuesta de las empresas españolas en América Latina". Madrid. [http://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/doc\\_ODG\\_seminario\\_2\\_04\\_2005\\_sector\\_agua.pdf](http://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/doc_ODG_seminario_2_04_2005_sector_agua.pdf)

Loyola R. & Soncco C. (2007). "Salud y Calidad del Agua en zonas urbano-marginales de Lima Metropolitana". *Economía y Sociedad* N° 64 CIES. Julio 2007. Lima.

Loyola R. & Soncco C. (2008). Manual de valoración contingente (Documento de Trabajo. UNA La Molina). Lima.

Luduvic M. (2001). "Propuesta de modelo de cobro diferenciado en función de la carga contaminante". Impreso sin referencias.

Maria A. (2003). "The Costs of Water Pollution in India". CERNA, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, France. Paper Presented at the conference on Market Development of Water & Waste Technologies through Environmental Economics, 30th-31st October 2003, Delhi.

Mehta L. (2003). "Problems of publicness and access rights: perspectives from the water domain". <http://www.undp.org/globalpublicgoods/globalization/pdfs/Mehta.pdf> También publicado en Kaul Inge, Conceicao Pedro, Le Goulven Katell and Mendoza Ronald U. (Eds.) *Providing Global Public Goods. Managing Globalization*. UNDP, Oxford University Press.

Mendieta J.C. (2000). *Economía Ambiental*. Facultad de Economía, Universidad de los Andes. Bogotá.

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2005). Plan Nacional de Saneamiento 2006-2015. Lima, Perú

Nigenda G., Cifuentes E. & Duperval P. (2003). Estimación del valor económico de reducciones en el riesgo de morbilidad y mortalidad por exposiciones ambientales. Serie Estudios INE. Instituto Nacional de Ecología, México

Ostro B., Eskeland G., Feyzioglu T. & Sanchez J. (1998). "Air pollution and health effects: A study of respiratory illness among children in Santiago, Chile". *World Bank Policy Research Working Paper* N° 1932. Washington.

Pate J. & Loomis J. (2007). The effect of distance on willingness to pay values: a case study of wetlands and salmon in California. *Ecological Economics* 20 199-207. Elsevier.

Pazvakawambwa G.T. & Van der Zaag P. (2001). The value of irrigation water in Nyanyadzi smallholder irrigation scheme, Zimbabwe. IHE Delft. *Value of Water Research Report Series* N° 4.

Pearce D. y Turner K. (1995) *Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente*. Celeste Ediciones, Madrid.

Perry C.J., Rock M., y Seckler D. (1997). "Water as an economic good: a solution or a problem?" *Research Report* N° 14. International Irrigation Management Institute, Sri Lanka.

Postigo W. (2003.) "Situación de los servicios públicos domiciliarios en el Perú". En *La Defensoría del Pueblo y los Servicios Públicos. Memoria 1998-2003*. Lima, Perú.

Postigo W. (2007). "Sobre el derecho humano al agua y porqué no es vigente". *Revista Quorun* N° 16. Universidad de Alcalá de Henares. Invierno 2007. España.

Reddy V.R. & Behera B. (2006). "Impact of water pollution on rural communities: An economic analysis". *Ecological Economics* 58 (520-537).

Ricardo D. (1973). *Principios de Economía Política y Tributación*. Fondo de Cultura Económica. México

Rogers P., Bhatia R. y Huber A. (2001). El agua como un bien económico y social: Cómo poner los principios en práctica. *TAC Background Papers* N° 2. Global Water Partnership, Chile.

Rosegrant M. & Gazmuri R. (1995). "Reforming Water Allocation Policy Through Markets in Tradable Water Rights: Lessons from Chile, México and California". *Cuadernos de Economía*, Vol 32 N° 97, Diciembre. Universidad Católica de Chile.

Saldívar A. (1998). "Evaluación de los costos ecológicos del agua. Bases para un desarrollo sostenible de la Ciudad de México". *Memoria* 118, Diciembre.

Saldívar A. (2007). *Las aguas de la ira: Economía y cultura del agua en México. ¿Sustentabilidad o gratuidad?* Universidad Nacional Autónoma de México.

Savenije H. (2002). "Why water is not an ordinary economic good or why the girl is special". En *Physics and Chemistry of the Earth* 27 (2002) 741-744.

Scanlon J., Cassar A. y Nemes N. (2004). "Water as a human right?". IUCN *Environmental Policy and Law Paper* N° 51. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, UK

Shi, A. (2000). "How access to urban potable water and sewerage connections affect child mortality". *Policy Research Working Paper* N° WPS 2274, World Bank.

Smith A. (1983). *Investigación de la Naturaleza y Causas de la Riqueza de las Naciones*. Ediciones Orbis S.A. Barcelona.



Smith K. (2006). "Fifty years of contingent valuation". En Alberini A. & Kahn J. (eds.) *Handbook on Contingent Valuation*. Edwar Elgar, UK

Solanes M. y Dourojeanni A. (1995). "Mercados de derechos de aguas". En *Debate Agrario* N° 21, Lima.

Soto Montes de Oca G. (2007). *Agua: Tarifas, escasez y sustentabilidad en las megaciudades*. LITOCOM. Ciudad de México, Diciembre.

Spulber N. & Sabbaghi A. (1994). *Economics of Water Resources: from Regulation to Privatization*. Kluwer Academic Publishers, U.S.A.

Spurgeon K.C. & Mullen J.D. (2005). "Estimating the value of irrigation water in Georgia". *Proceedings of the 2005 Georgia Water Resources Conference*, held April 25-27, 2005, at the University of Georgia. Katheryn J. Hatcher, (ed), Institute of Ecology, The University of Georgia, Athens, Georgia.

SUNASS (varios años) Indicadores de Gestión de las Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento del Perú. Lima, Perú.  
[http://www.sunass.gob.pe/ind\\_gestion.php](http://www.sunass.gob.pe/ind_gestion.php)

SUNASS (2006). Estudio Tarifario: Determinación de la fórmula tarifaria, estructura tarifaria y metas de gestión aplicable a la empresa de servicio de agua potable y alcantarillado SEDAPAL S.A. Gerencia de Regulación Tarifaria. Lima, Junio.

Thobani M. (1997). "Formal Water Markets: Why, When, and How to Introduce Tradable Water Rights". *The World Bank Research Observer*, Vol 12, N° 2, Agosto.

Tietenberg T. (2000). *Environmental and Natural Resource Economics*. Quinta edición, Harper Collins, New York.

Tiwari D. (1998). "Determining economic value of irrigation water: comparison of willingness to pay and indirect valuation approaches as a measure of sustainable resource use". *CSERGE Working Paper GEC 98-05*

Turner K., Georgiou S., Clark R., Brower R. & Burke J. (2004). Economic valuation of water resources in agriculture. From the sectoral to a functional perspective of natural resource management. *FAO Water Reports* N° 27. Roma.

Varian H. (1993). *Intermediate Microeconomics*. A modern Approach. W.W. Norton & Company. USA.

Von Amsberg J. (1995) "Selected experiences with the use of economic instruments for pollution control in non-OECD countries". The World Bank, Julio 1995.

Williams J. & Obermiller F. (2004). "The value of irrigation water in the Wallowa valley, Northeast Oregon". Oregon State University, Extension Service.

Winpenny J.T. (1991). *Values for the Environment. A Guide for economic Appraisal*. Overseas Development Institute, UK.

World Bank (2000). *Greening Industry. New Roles for Communities, Markets, and Governments*. Oxford University Press. UK

Young R. (2005). *Determining the Economic Value of Water. Concepts and Methods*. Resources for the Future. Washington DC.

## ANEXO 1. ENCUESTA

Buenos días, disculpe por su tiempo. Somos alumnos de la Universidad Nacional Agraria La Molina y estamos realizando un estudio para contribuir a mejorar el bienestar y calidad de vida en las zonas cercanas a las playas de Lima. Por ello necesitamos de su colaboración para recoger información a través de esta encuesta. ¿Está usted dispuesto a brindarnos 5 minutos de su tiempo para responder a una pequeña encuesta? La encuesta es totalmente anónima y confidencial. Muchas gracias.

Fecha de la Encuesta: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Hora de la Encuesta: \_\_\_\_\_

### PARTE I

1. Hace algún uso de las playas de Lima? (Puede marcar más de una alternativa)

- a) Para disfrutar del paisaje cotidianamente (mientras descansa, pasea, hace deporte, etc)
- b) Para recreación en verano (baño, soleado, etc)
- c) Para hacer surf, body board, etc.
- d) Para tener mi negocio / trabajo (Especificar - restaurante, entrenador de surf, pesca, etc : \_\_\_\_\_)
- d) Otros (Especificar: \_\_\_\_\_)

2. Tiene Ud. Una casa de playa en Lima, o que esté a 1 cuadra de la playa? (Puede marcar más de una alternativa)

- a) Sí: En Lima Metropolitana (Distrito: \_\_\_\_\_)  
En Lima Norte (Distrito: \_\_\_\_\_)  
En Lima Sur (Distrito: \_\_\_\_\_)
- b) No

3. En que ha mejorado y/o empeorado la playa? Ordene por importancia

	¿Mejorado (M), Empeorado (E) o Igual (I) (indicar mal o bien)?	Orden Importancia
a) Calidad / Limpieza de las aguas		
b) Limpieza de la arena/playa		
c) Áreas verdes / Belleza del balneario		
c) Infraestructura		
d) Servicios ofrecidos		

Nuestras playas reciben cada 24 horas un volumen de desagües equivalente a **dos estadios nacionales**: Lima descarga sus desagües en las playas del norte (Callao), centro (Playa La Chira, en la Costa Verde) y sur (Punta Hermosa, San Bartolo). Mientras tanto, los proyectos para tratar las aguas negras de Lima esperan ser concretados desde hace **tres décadas**, porque las tarifas de agua de Lima no alcanzan para que el Estado pueda financiar estos proyectos. Cuando **los colectores están mal contruidos y gestionados contaminan** el mar y las playas y ocasionan impactos negativos:

IMPACTOS AL MEDIO AMBIENTE	Contaminación del aire con organismos patógenos
	Contaminación del agua con organismos patógenos (coliformes fecales), materia orgánica, grasas, etc.
	Daños a la flora marina y terrestre
	Daños a la fauna marina y terrestre
IMPACTOS AL AMBIENTE DE INTERÉS HUMANO	Daños al paisaje, vista menos agradable, estética deteriorada
	Malos olores
	Aumento de moscas, mosquitos, cucarachas, ratas
IMPACTOS A LA SALUD FÍSICA	Enfermedades diarreicas/intestinales (tifoidea, cólera, gastroenteritis, salmonella)
	Enfermedades respiratorias
	Enfermedades a la piel (alergias, hongos, etc)
	Infecciones al ojo y/o oído
	Otras enfermedades (hepatitis, polio)
IMPACTOS A LA SALUD MENTAL	Sentimiento de incomodidad, malestar psicológico
	Tensión, nerviosismo, irritación del ánimo
	Sentirse avergonzado(a) de las condiciones de su distrito/ciudad
IMPACTOS SOCIO-ECONÓMICOS	Disminución del valor de su vivienda
	Alteración de la actividad de pesca
	Alteración de la actividad de turismo y recreación

4. Siente Ud. alguna molestia por la contaminación de las playas de Lima (por los colectores mal contruidos y gestionados)?

- a) Sí (Pase a la pregunta 5)  
 b) No (Pase a la pregunta 12)

5. Indique los problemas de contaminación de las playas que a Ud. lo afectan. Luego indique y ordene los 3 más importantes (1 para el más importante, 2 para el segundo más importante y 3 para el tercero más importante). (Tarjetas)

Malos olores y contaminación del aire con organismos patógenos	
Contaminación del agua con organismos patógenos (coliformes fecales), materia orgánica, grasas	
Daños a las plantas y animales del mar y playas	
Daños al paisaje, vista menos agradable, estética deteriorada	
Aumento de moscas, mosquitos, cucarachas, ratas	

6. Seleccione las consecuencias ocasionadas a su salud física y mental. Luego indique y ordene las 3 más importantes (1 para la más importante, 2 para la segunda más importante y 3 para la tercera más importante). (Tarjetas)

Enfermedades diarreicas/intestinales (tifoidea, cólera, gastroenteritis, salmonella), Hepatitis, Polio	
Enfermedades a la piel (alergias, hongos), Infecciones al ojo y oído	
Sentimiento de incomodidad, malestar psicológico, tensión, nerviosismo, irritación del ánimo.	
Sentirse avergonzado(a) de las condiciones de las playas de su distrito/ciudad	
Disminución del valor de su vivienda	
Alteración de la actividad de turismo y recreación	

7. ¿En quién confía más para asegurar su nivel de vida y salud sobre el tema del colector, es decir, para el tratamiento de los desagües de Lima?

- a) Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento - Francis Allison (Pase a la pregunta 9)
- b) Alcalde de Lima - Castañeda Lossio (Pase a la pregunta 9)
- c) Alcaldes de los distritos donde están los colectores (Callao, Chorrillos, etc) (Pase a la pregunta 9)
- d) Otro(s) (Especificar \_\_\_\_\_) (Pase a la pregunta 9)
- e) No confío en ninguno (Pase a la pregunta 8)

8. ¿Por qué no confía?

## PARTE II

9. ¿Piensa Ud. que es posible que un colector no cause ningún daño si es construido con todas las **medidas técnicas** necesarias? Estas medidas son: A) Planta de tratamiento; B) Emisores submarinos, que consiste en tuberías extendidas hacia el fondo del mar (que desemboquen después de las olas y en profundidad). (Mostrar croquis)

- a) Sí (Pase a la pregunta 10)  
b) No (Pase a la pregunta 12)

10. La alternativa de **solución** es que se apliquen las medidas técnicas necesarias (mencionadas anteriormente) para los colectores que desaguan en las playas de Lima.

Implementar las medidas de solución mencionadas **implicaría mayores gastos** (para la construcción y mantenimiento de la planta de tratamiento, el alargamiento de las tuberías, etc). Pero el Estado no tiene presupuesto suficiente para cubrir estos gastos extra (ni siquiera actualmente tiene presupuesto suficiente, pues sólo logra cubrir una parte de los gastos de mantenimiento del actual servicio de alcantarillado).

**¿Estaría Ud. DISPUESTO A PAGAR S/. xx (xxxx soles) adicionales (en su recibo de SEDAPAL) para que implementen estas medidas técnicas en los colectores de las playas de Lima?**

- a. SI (Pase a la pregunta 12)  
b. NO (Pase a la pregunta 11)

11. ¿Por qué *MOTIVOS* no está usted dispuesto a pagar?

- a) No le interesa tanto.  
b) Razones económicas  
c) El gobierno debería pagar  
d) Otros (especificar) \_\_\_\_\_

## PARTE III

<p>12. Sexo: F / M 13. Edad: _____</p>	<p>En el hogar: 14. Nro. de adultos: _____ 15. Nro. de niños: _____</p>
<p>16. Grado de instrucción: a) Primaria b) Secundaria c) Técnico d) Universitario</p>	<p>17. En qué colegio estudió? _____ a) Nacional b) Particular</p>
<p>18. La casa donde vive es: a) Alquilada b) Propia c) Por relación familiar</p>	<p>19. Posee carro? a) Sí b) No</p>

<p>20.Cuál es su principal fuente de ingreso?</p> <p>a) Comercio / Negocio</p> <p>c) Técnico</p> <p>d) Profesional</p> <p>e) Empleado, Obrero</p> <p>e) Otro (Especificar: _____)</p>			
<p>21. Quién se encarga del pago de los servicios de la casa?</p> <p>a) Yo sólo (Pase a la pregunta 24)</p> <p>b) Compartido (Por cuántas personas? _____) (Pase a la pregunta 22)</p> <p>b) Otra(s) personas (Pase a la pregunta 23)</p>			
<p>22. Es Ud. el que aporta el mayor ingreso del hogar?</p> <p>a) Sí (Pase a la pregunta 24)</p> <p>b) No / Equitativamente repartido con otro(s) (Pase a la pregunta 23)</p>			
<p>23. Principal fuente de ingreso de la persona que aporta el mayor ingreso del hogar:</p> <p>a) Comercio / Negocio</p> <p>c) Técnico</p> <p>d) Profesional</p> <p>e) Empleado, Obrero</p> <p>e) Otro (Especificar: _____)</p>			
<p>24. Cuánto paga mensualmente (en promedio) por el servicio de agua y desagüe?</p> <p>a) Hasta 20 soles                      b) Entre 21 y 40 soles                      c) Entre 41 y 60 soles                      d) Entre 61 y 80 soles</p> <p>e) Entre 81 y 100 soles                      f) Entre 101 y 120 soles                      g) Más de 121 soles                      h) No sabe</p>			
<p>25. Podría por favor indicar el rango en el que se halla su Ingreso Mensual promedio (el de Ud)? (Ficha en sobre)</p> <p>a) Hasta S/. 1000</p> <p>b) S/. 1001 - 3000</p> <p>c) S/. 3001 - 5000</p> <p>d) Más de S/. 5000</p>			

Gracias por su participación.

**NOTA AL ENCUESTADOR:  
EL LLENADO DE ESTA ENCUESTA SERÁ SOMETIDO A UNA REVISIÓN POSTERIOR, PARA ASEGURAR LA VERACIDAD Y CREDIBILIDAD DE LAS RESPUESTAS, Y POR LO TANTO LA VALIDEZ DE LA ENCUESTA.**

## ANEXO 2. CROQUIS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

