



Informe Final

**Metodología para determinar el valor
económico del agua y las retribuciones
económicas por el uso del agua y por
vertimientos de agua residual**

Perú, agosto de 2012

INDICE DE CONTENIDOS

“Metodología para determinar el valor económico del agua y las retribuciones económicas por el uso del agua y por vertimientos de agua residual”

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO	3
2.1.	Justificación del estudio.....	3
2.2.	Objetivo general y específicos.....	5
2.2.1.	Objetivo general.....	5
2.2.2.	Objetivos específicos.....	5
3.	ASPECTOS ECONÓMICOS Y EL PROBLEMA DEL AGUA EN PERÚ	6
3.1.	Aspectos económicos.....	6
3.2.	El problema del agua en Perú	4
3.3.	Situación de las licencias de uso de agua y autorizaciones de vertimiento de aguas residuales en Perú.....	10
3.3.1.	Licencias de Agua	10
3.3.2.	Autorizaciones de vertimientos de agua residual	17
4.	ASPECTOS LEGALES: LEY DE RECURSOS HÍDRICOS (LEY N° 29338) Y SU REGLAMENTO	20
4.1.	Principales cambios respecto de la Ley General de Aguas 17752 de 1969	20
4.1.1.	Uso Agrario	26
4.1.2.	Uso No Agrario	28
4.2.	Usos, derechos y retribuciones económicas.....	30
4.2.1.	Usos del agua contemplados en la LRH.....	31
4.2.2.	Derechos de usos del agua contemplados en la LRH.....	34
4.2.3.	Retribuciones económicas: Por uso de agua y por vertimiento de aguas residuales	37
4.3.	Otros elementos del régimen económicos por el uso del agua.	41
4.3.1.	Pago de tarifas.....	41
4.3.2.	Financiamiento de la ANA e incentivos para el uso eficiente del agua.....	43
4.3.3.	Retribuciones económicas por vertimiento, ECA-Agua y LMP.	43
4.4.	Principales conclusiones.....	46

5.	ENFOQUE METODOLÓGICO	48
5.1.	Aspectos económicos del valor	48
5.2.	Valor económico del agua	53
5.3.	Métodos de estimación monetaria del valor económico por uso y por no uso	55
5.3.1.	Costos evitados o inducidos	56
5.3.2.	Precios hedónicos	56
5.3.3.	Costo de viaje.....	57
5.3.4.	Valoración contingente	58
5.4.	Estimación del valor económico del agua y servicios ambientales	59
5.5.	Consideraciones adicionales en la estimación del valor económico del agua.....	60
5.6.	Estimación de las retribuciones económicas.....	61
5.6.1.	Experiencia internacional	61
5.6.2.	Aspectos metodológicos a considerar en el caso peruano.....	65
5.7.	Consideraciones para estimación a futuro del valor del agua.....	66
5.7.1.	Análisis de clusters.....	66
5.7.2.	Expansión de resultados.....	66
5.8.	Horizonte de tiempo cálculo de retribuciones	67
5.9.	Ajuste de las retribuciones económicas.....	67
5.9.1.	Ajuste debido a los costos futuros establecidos en el PEI 2011- 2015	67
5.9.2.	Ajuste por actualización de precios: Polinomio de indexación.....	68
6.	METODOLOGÍA DE ESTIMACIÓN	71
6.1.	Estimación de costos asociados a la gestión de los recursos hídricos de la cuenca	72
6.1.1.	Tipología de actividades asociadas a las retribuciones.....	76
6.1.2.	Los órganos de la ANA responsables de las actividades asociadas a retribuciones	77
6.1.3.	Clasificación de actividades	80
6.1.4.	Estimación de costos de personal profesional y de apoyo	80
6.1.5.	Estimación de otros costos.....	82
6.1.6.	Distribución de costos por cuenca.....	85
6.2.	Estimación del valor del agua por usuario	88
6.2.1.	Usuario poblacional	88
6.2.2.	Usuario agrario.....	106
6.2.3.	Usuario acuícola.....	109
6.2.4.	Usuario energético	109
6.2.5.	Usuario industrial	120
6.2.6.	Usuario minero.....	127

6.2.7.	Usuario recreacional y turístico	141
6.2.8.	Usuario medicinal	146
6.3.	Estimación de las retribuciones económicas.....	148
6.3.1.	Método de estimación de las retribuciones económicas.....	149
6.3.2.	Retribuciones por vertimientos y recuperación de cuerpos de agua.	152
7.	ESTUDIO DE CASO: CUENCA DEL RIO JEQUETEPEQUE.....	156
7.1.	Descripción de la cuenca.....	156
7.1.1.	Principales características de la cuenca.....	156
7.1.2.	Usos del agua.....	189
7.2.	Estimación de costos asociados a la gestión de la cuenca	192
7.2.1.	Clasificación de actividades.....	193
7.2.2.	Estimación de costos de personal profesional y de apoyo.....	207
7.2.3.	Estimación de otros costos: bienes y servicios.....	213
7.2.1.	Distribución de costos por cuenca.....	213
7.3.	Estimación valor agua por usuario	217
7.3.1.	Uso agrario.....	217
7.3.2.	Uso poblacional.....	222
7.3.3.	Uso energético.....	232
7.3.4.	Uso industrial.....	234
7.3.5.	Uso minero.....	236
7.4.	Estimación retribución económica por uso de agua.....	237
7.5.	Estimación retribución económica por vertimiento	241
7.6.	Análisis de las retribuciones económicas estimadas.....	241
7.6.1.	Usuario agrario.....	241
7.6.2.	Usuario energético	242
7.6.3.	Usuario poblacional	242
7.6.4.	Uso industrial.....	245
7.6.5.	Usuario minero.....	245
7.7.	Tratamiento del incremento inicial en la retribución económica ..	246
7.8.	Factores de distribución y retribución económica	248
8.	Expansión de resultados del estudio al resto de las cuencas del Perú.....	249
8.1.	Valor del agua y retribuciones económicas por uso de agua.....	249
8.2.	Retribución económica por vertimiento	254
9.	ASPECTOS REGULATORIOS INSTITUCIONALES: PROCESOS DE CONTABILIDAD, FACTURACIÓN Y COBRANZA DE RETRIBUCIONES ECONÓMICAS	256

9.1.	Descripción y análisis del Proceso de Contabilidad de la Retribución: Actualización de la base de datos de usuarios y cálculo de la retribución económica	257
9.1.1.	Proceso de Contabilidad de la Retribución: Actualización de la base de datos de usuarios	257
9.1.2.	Proceso de Contabilidad de la Retribución: Cálculo de la retribución económica.....	259
9.2.	Descripción y análisis del Proceso de Facturación de la Retribución	261
9.3.	Descripción y análisis del Proceso de Recaudación de la Retribución	263
9.4.	Análisis de la institucionalidad en los procesos asociados a la aplicación y cobro de las retribuciones económicas	267
9.5.	Conclusiones y recomendaciones para la aplicación de las retribuciones económicas	269
10.	RETRIBUCIONES ECONÓMICAS Y SU IMPACTO	271
10.1.	Evaluación de resultados finales.....	271
10.2.	Financiamiento de la ANA y objetivo de eficiencia asignativa.....	272
10.3.	Esquemas de retribuciones económicas únicas por uso de agua y su impacto en el Jequetepeque	273
10.4.	Retribución económica e incentivos en el uso del agua	274
11.	DIFUSIÓN DE RESULTADOS.....	276
11.1.	Desarrollo de Talleres: Principales Hallazgos	276
11.2.	Lineamientos generales para un programa de comunicación.	282
12.	PRINCIPALES CONCLUSIONES	286

GLOSARIO

ANA

Autoridad Nacional del Agua. Ente rector y la máxima autoridad técnico-normativa del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, fue creada el 13 de marzo del 2008 con el decreto legislativo N° 997 en la primera disposición complementaria.

Análisis de cluster

También llamado análisis de conglomerados, es una técnica de análisis exploratorio de datos para resolver problemas de clasificación. Su objeto consiste en ordenar objetos (personas, cosas, animales, plantas, variables, etc.) en grupos (conglomerados o clusters) de forma que el grado de asociación/similitud entre miembros del mismo cluster sea más fuerte que el grado de asociación/similitud entre miembros de diferentes clusters

Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca

Son órganos de naturaleza permanente integrantes de la Autoridad Nacional, creados mediante decreto supremo, a iniciativa de los gobiernos regionales, con el objeto de participar en la planificación, coordinación y concertación del aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos en sus respectivos ámbitos.

Costo de Viaje

Método utilizado generalmente en valoración de espacios recreativos o culturales que se basa en que el valor económico de dichos lugares corresponde al valor monetario del tiempo y gastos de viaje incurridos por las personas que visitan estos lugares.

Costo Evitado

Método de valoración económica consistente en estimar los costos que serían evitados producto de alguna intervención, por ejemplo, las obras de control de inundaciones.

Estándar de Calidad Ambiental – Agua (ECA-Agua)

Los ECA-Agua son indicadores de calidad ambiental que miden la concentración de elementos, sustancias, parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el agua, pero que no representan riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente.

Excedente del Consumidor

Diferencia entre la cantidad máxima de dinero que un consumidor estaría dispuesto a pagar por una determinada cantidad de un bien o servicio y la que realmente paga.

Excedente del Productor

Diferencia existente entre los precios a los cuales los productores están dispuestos a vender sus productos y los que realmente reciben.

Juntas de Usuarios.

La junta de usuarios se organiza sobre la base de un sistema hidráulico común, de acuerdo con los criterios técnicos de la Autoridad Nacional. La junta de usuarios tiene las siguientes funciones: a) operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica; b) distribución del agua; y c) cobro y administración de las tarifas de agua.

Ley de Recursos Hídricos (LRH)

Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338) que regula el uso y gestión de los recursos hídricos. Comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta. Se extiende al agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable

Licencias de Agua

Es un derecho de uso mediante el cual la Autoridad Nacional, con opinión del Consejo de Cuenca respectivo, otorga a su titular la facultad de usar este recurso natural, con un fin y en un lugar determinado, en los términos y condiciones previstos en los dispositivos legales vigentes y en la correspondiente resolución administrativa que la otorga.

Límite Máximo Permisible (LMP)

El Límite Máximo Permisible (LMP) es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por la respectiva autoridad competente.

Precios Hedónicos

Método de valoración económica que se basa en que el precio de un bien está definido por los atributos que lo componen, los cuales no pueden adquirirse por separado, siendo el ejemplo clásico la estimación del precio de las viviendas.

Régimen Económico del Agua

Contribuciones económicas para lograr el uso sostenible y eficiente del recurso hídrico, que contempla el pago de retribuciones económicas y las tarifas conforme indica la Ley.

Retribuciones Económicas por el Uso del Agua

Contraprestación económica, que los usuarios deben pagar por el uso consuntivo o no consuntivo del agua, por ser dicho recurso natural patrimonio de la Nación. No constituye tributo

Retribuciones Económicas por Vertimiento de Agua Residual Tratada

Es la contraprestación económica, que no constituye tributo, que los usuarios deben pagar por efectuar un vertimiento autorizado en un cuerpo receptor.

Valoración Contingente

Permite estimar el valor de los bienes que no disponen de un mercado, mediante la técnica de consultar directamente a las personas por su disposición al pago respecto del bien que se está consultando.

Vertiente del Pacífico

Conjunto de todas las cuencas hidrográficas cuyas aguas desembocan en el Océano Pacífico

Vertiente del Amazonas o del Atlántico

Conjunto de todas las cuencas hidrográficas cuyas aguas desembocan hacia el Amazonas o en dirección al Océano Atlántico.

Vertiente del Titicaca

Conjunto de todas las cuencas hidrográficas cuyas aguas desembocan en el Lago Titicaca

1. INTRODUCCIÓN

El “Banco Interamericano de Desarrollo” (BID) ha contratado a INECON para desarrollar el estudio denominado “Metodología para determinar el valor económico del agua y las retribuciones económicas por el uso del agua y por vertimientos de agua residual” en las cuencas hidrográficas del Perú, considerando específicamente su aplicación en la cuenca del Jequetepeque. Con ello, los resultados obtenidos en dicha cuenca deben servir de guía para replicar la metodología en otras cuencas del país.

Este estudio se realiza en el marco de la Cooperación Técnica No Reembolsable N° ATN/OC-11691-PE, suscrito entre el Ministerio de Economía y Finanzas del Perú y el Banco Interamericano de Desarrollo.

El presente documento corresponde al “Informe Final” en el cual se reportan los resultados definitivos de este trabajo así como también las conclusiones que emanan de esta elaboración metodológica y aplicación en el ámbito de la cuenca del río Jequetepeque.

A continuación se presentan 12 capítulos, de los cuales el primero corresponde a esta introducción.

El capítulo 2 presenta una breve justificación del estudio, que surge como respuesta al mandato que la Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento hace a la Autoridad Nacional del Agua como responsable de establecer la metodología para determinar las retribuciones económicas, conceptos que han sido introducidos a su vez en los mismos cuerpos legales.

El capítulo 3 presenta los aspectos económicos actuales del Perú, junto con una descripción de los principales problemas del agua que se presentan en el país. Adicionalmente se presenta la situación de las licencias de agua y autorizaciones de vertimientos de aguas residuales tratadas.

El capítulo 4 presenta una revisión de la Ley de Recursos Hídricos y de su Reglamento, examinando aspectos tales como los principales cambios de la actual legislación respecto de la antigua Ley General de Aguas, los usos del agua contemplados en la Ley de Recursos Hídricos, los tipos de derechos de agua que se consideran, y las definiciones conceptuales y operativas respecto de las retribuciones económicas por uso de agua y por vertimiento de aguas residuales tratadas.

El capítulo 5 revisa el enfoque metodológico mediante el cual se desarrolla el estudio, presentando las diferentes metodologías que han sido consideradas en la implementación final. También se tocan aspectos como la agrupación de cuencas para replicar un estudio de similares características a objeto de réplica de este estudio a nivel nacional, horizonte de tiempo de vigencia de las retribuciones económicas, y el ajuste por aumento de valor y

actualización de precios a los cuales deben ser sometidas las retribuciones económicas calculadas.

El capítulo 6 se encarga de describir las metodologías de estimación de los costos asociados a la gestión de la cuenca (materia de este estudio), del valor del agua y de la estimación de las retribuciones económicas por uso del agua y por vertimiento de aguas residuales tratadas.

El capítulo 7 presenta una descripción de la cuenca del río Jequetepeque, y la aplicación de las metodologías propuestas para la estimación del valor del agua y retribuciones económicas para los usuarios que se encuentran presentes en dicha cuenca con un análisis comparativo respecto de los actuales niveles cobrados. Además se presenta el tratamiento en el tiempo de los incrementos en los valores de las retribuciones.

El capítulo 8 describe como los resultados de este estudio permiten determinar tanto el valor económico del agua como las retribuciones económicas por uso de agua y por vertimiento de agua residual tratada para el resto de las cuencas del Perú utilizando un método simplificador a partir de los resultados obtenidos para la cuenca del río Jequetepeque. El ejercicio expansión de resultados que tiene relación con la estimación de valor del agua, se realizó para los usuarios la cuenca de Tumbes. Para ilustrar el cálculo de la retribución por vertimiento se consideró los volúmenes autorizados vigentes al 2011 para la cuenca del río Chancay-Lambayeque

El capítulo 9 analiza los procesos denominados contabilidad, facturación y cobranza de las retribuciones económicas, junto con la institucionalidad actual que está involucrada en estos procesos.

En el capítulo 10 se revisan las retribuciones económicas y el impacto respecto de los objetivos de financiamiento de la ANA, eficiencia asignativa del recurso hídrico y los incentivos en el uso del agua. Se considera el análisis de una retribución única por uso de agua para la cuenca del Jequetepeque y su comparación con el caso propuesto en que se distingue por tipo de usuario.

El capítulo 11 presenta un resumen de los talleres de difusión realizados en el marco de este estudio. Cabe señalar que cada uno de los aportes recogidos en estas instancias, están contenidos en cada una de las actividades y conclusiones obtenidas en este trabajo. Adicionalmente se presentan los lineamientos generales para el diseño de un programa de comunicación que permita incorporar en la comunidad los conceptos de valor económico del agua y la importancia del pago de las retribuciones económicas.

Finalmente el capítulo 12 presenta las principales conclusiones de este trabajo.

2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DEL ESTUDIO

2.1. Justificación del estudio

En la sesión de clausura de la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente, celebrada en Dublín, Irlanda¹, se formuló una declaración con una serie de recomendaciones basadas en 4 principios rectores², dentro de los cuales se considera que *“el agua tiene un valor económico en todos sus diversos usos en competencia a los que se destina y debería reconocérsele como un bien económico”*.

Por otro lado, el uso que se da al agua en las partes altas de las cuencas condicionan el uso que se pueda dar en las partes bajas, ya sea porque en los puntos más bajos se dispone de menos agua, o porque su calidad ha sido afectada por los usuarios de la parte alta. Cualquiera sea el caso, y considerando que el agua tiene un valor económico, la gestión de los recursos hídricos de la cuenca se torna en un aspecto central si se quiere hacer un uso racional del recurso.

En el Perú las zonas con mayor densidad poblacional y de mayor actividad económica se encuentran en la costa coincidiendo con ser áreas en donde la disponibilidad de agua es escasa y las precipitaciones anuales son casi nulas o insignificantes. Lo contrario ocurre en las zonas más elevadas. Esta característica particular que se observa en el Perú hace que la gestión de la cuenca sea un eje central para propender al uso racional y eficiente del agua.

Las autoridades del Perú, reconociendo los aspectos antes mencionados, reformularon el marco institucional para la gestión de los recursos hídricos creando en el año 2008 mediante el Decreto Legislativo N° 997 la Autoridad Nacional del Agua (ANA). El mismo año se crea también, a través del Decreto Legislativo N° 1013, el Ministerio del Ambiente (MINAM). Complementando la nueva institucionalidad, en el año 2009, se promulgan la

¹ La conferencia tuvo lugar entre los días 26 y 31 de enero de 1992.

² Estos principios son:

Principio No. 1 El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente

Principio No. 2 El aprovechamiento y la gestión del agua debe inspirarse en un planteamiento basado en la participación de los usuarios, los planificadores y los responsables de las decisiones a todos los niveles

Principio No. 3 La mujer desempeña un papel fundamental en el abastecimiento, la gestión y la protección del agua

Principio No. 4 El agua tiene un valor económico en todos sus diversos usos en competencia a los que se destina y debería reconocérsele como un bien económico

Ver sitio web de la Organización Meteorológica Mundial:

<http://www.wmo.int/pages/prog/hw rp/documents/espanol/icw edecs.html>, visita del 15 de febrero de 2011.

Ley N° 29338, Ley de los Recursos Hídricos (LRH), que regula el uso y la gestión de los recursos hídricos. Esta ley crea además el Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos (SNGRH) con el objeto de articular el accionar del Estado en las materias relacionadas a la gestión y conservación de los recursos hídricos³. El Reglamento de dicha ley se aprueba el 22 de marzo del 2010 mediante decreto Supremo N° 001-2010-AG, el cual tiene por objeto regular el uso y la gestión de los recursos hídricos que comprenden el agua continental, ya sea ésta superficial o subterránea.

La LRH establece en su Artículo 2 que el “*agua constituye patrimonio de la Nación*” y que “*No hay propiedad privada sobre el agua*”. Asimismo, la LRH y su Reglamento, reconoce como usos permitidos y en orden de prioridad para el otorgamiento y ejercicio de sus usos: 1) Uso primario⁴, 2) Uso poblacional, y 3) Uso productivo. Para este último uso se definen también un orden de prioridad en caso de concurrencia de solicitudes de derecho. En primer lugar se considera el uso “*agrario, acuícola y pesquero*”, luego el “*energético, industrial, medicinal y minero*”, le siguen el “*recreativo, turístico y transporte*”, y finalmente “*otros usos*”.

La LRH también establece, en su Título VI, el Régimen Económico por el Uso del Agua, específicamente su Artículo 90 obliga a los titulares de derechos de uso de agua a contribuir mediante retribuciones económicas por el uso y vertimiento de agua residual (tratada), además de algunas tarifas relativas al servicio de distribución del agua, utilización de la infraestructura hidráulica mayor y menor, y por el monitoreo y gestión de aguas subterráneas. Se deja al Reglamento que establezca la oportunidad y periodicidad de las retribuciones económicas, las que a su vez constituyen recursos económicos para la ANA.

El Reglamento de la LRH establece en su Título VI, el Régimen Económico por el Uso del Agua, Artículos 175° al 185°. En ellos se indica que la ANA será quien establezca la metodología para determinar las retribuciones económicas, tanto por el uso de agua como por el vertimiento de aguas residuales tratadas.

Es en el marco de este mandato que finalmente el Ministerio de Economía y Finanzas del Perú y el Banco Interamericano de Desarrollo suscriben un acuerdo de “*Cooperación Técnica No Reembolsable N° ATN/OC-*

³ Este sistema es parte del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, según consta en el Artículo 10 de la LRH.

⁴ Según lo explica el Artículo 36 de la LRH, “El uso primario consiste en la utilización directa y efectiva de la misma, en las fuentes naturales y cauces públicos de agua, con el fin de satisfacer necesidades humanas primarias. Comprende el uso de agua para la preparación de alimentos, el consumo directo y el aseo personal; así como su uso en ceremonias culturales, religiosas y rituales.”

11691-PE”, con el objeto de desarrollar la metodología de cálculo de las retribuciones económicas, materia de este trabajo.

2.2. Objetivo general y específicos

A continuación se presentan el objetivo general y los objetivos específicos que se han definido para este estudio.

2.2.1. Objetivo general

Según se desprende de los términos de referencia, el objetivo general del presente trabajo es:

“Establecer una metodología para la determinación del valor económico del agua como recurso, y otra para las retribuciones económicas (por el uso y vertimientos de aguas residuales); con aplicación en las cuencas hidrográficas.”

2.2.2. Objetivos específicos

Para alcanzar el objetivo general antes mencionado se deben lograr los siguientes 4 objetivos específicos:

- “Proponer y desarrollar una metodología para el cálculo del valor económico del agua como recurso.”
- “Determinar los costos asociados a la gestión integrada de los recursos hídricos.”
- “Proponer y desarrolla una metodología para la determinación de las retribuciones económicas.”
- “Proponer un esquema regulatorio para la aplicación de las retribuciones económicas.”

3. ASPECTOS ECONÓMICOS Y EL PROBLEMA DEL AGUA EN PERÚ

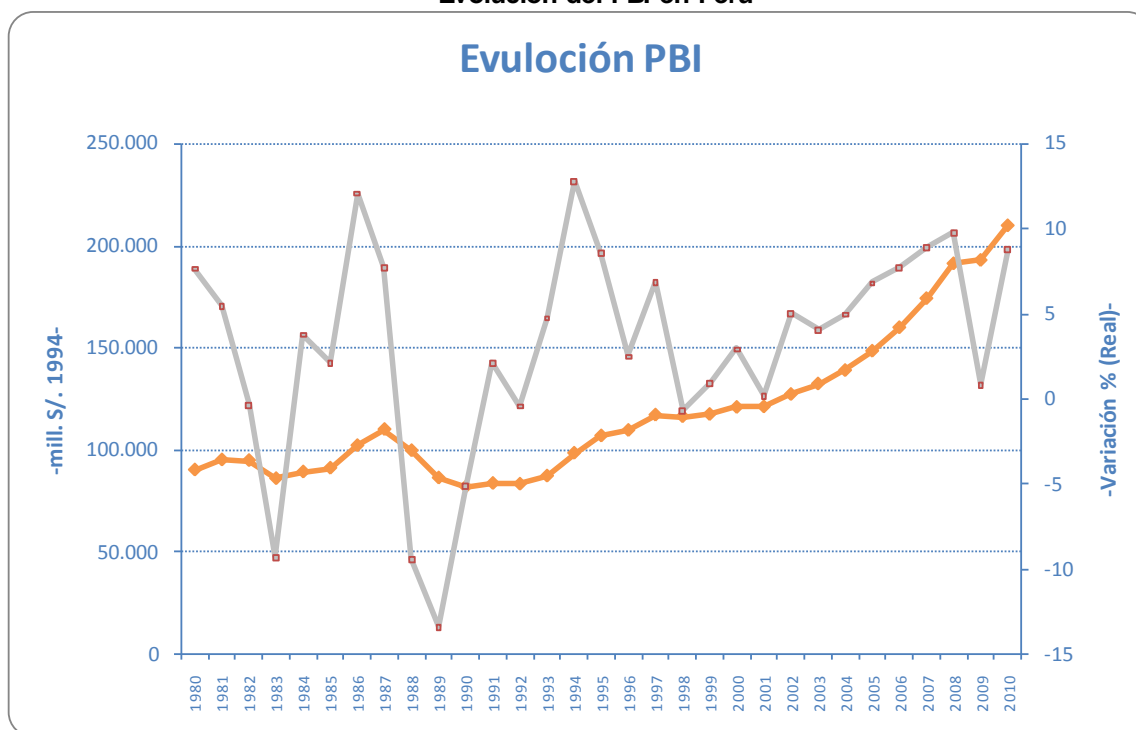
Existe una estrecha relación entre la problemática de agua actual y la dinámica económica existente en el Perú. Por tal motivo, se presenta a continuación una breve descripción de algunos de los principales indicadores macroeconómicos y de pobreza del país.

3.1. Aspectos económicos

La dinámica de crecimiento económico en Perú durante los últimos años se ha caracterizado por altas tasas de crecimiento del Producto Bruto Interno (PBI), disminución de la deuda pública, inflación bajo el 4% anual, y una disminución sostenida en la tasa de desempleo. Estos indicadores reflejan un aumento real en el valor agregado de la producción nacional, que ha estado acompañado de políticas macroeconómicas estables.

Se observa que el PBI, principal indicador de este crecimiento, se ha duplicado en los últimos 15 años. En el siguiente gráfico se presenta el valor del PBI, y su tasa de crecimiento, mostrando el acelerado incremento que ha tenido en la última década.

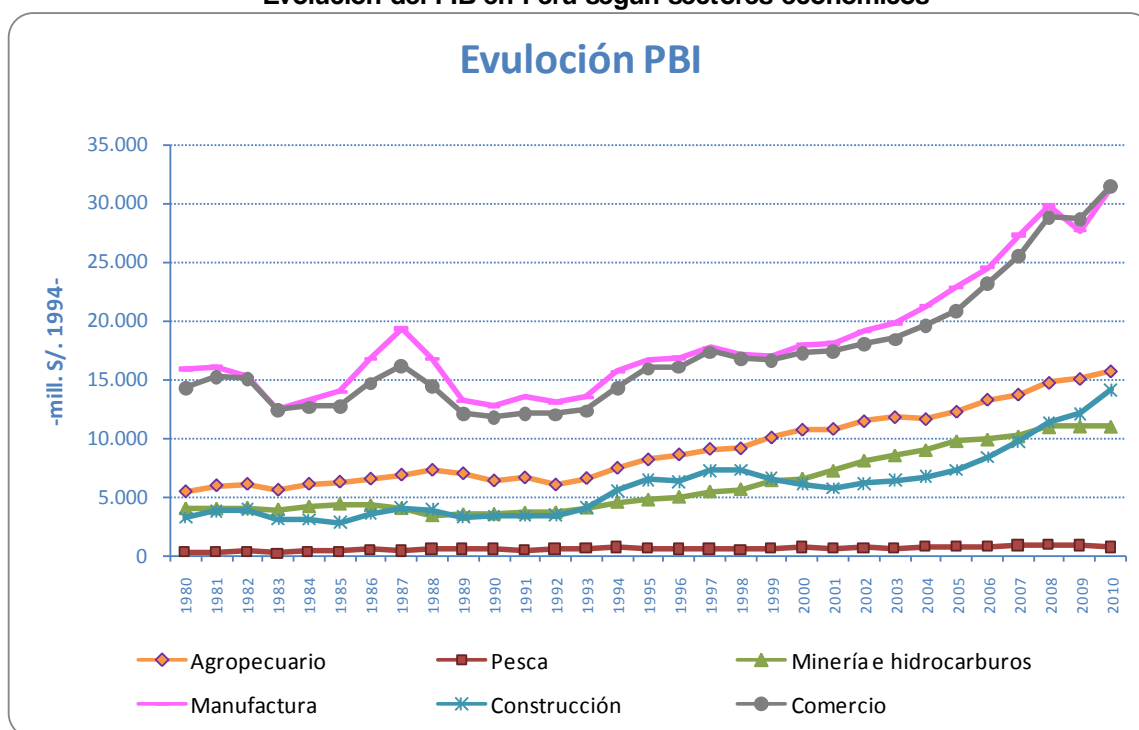
Gráfico 3-1
Evolución del PBI en Perú



Fuente: Banco Central de Reserva del Perú

Al desagregar esta evolución por sector económico, primero se observa que aquellos que representan la mayor proporción del PBI son manufactura y comercio. Segundo, estos sectores, junto con agricultura, doblaron su valor, mientras que construcción casi se triplicó en la última década. En el siguiente gráfico se presenta la evolución del PBI por sector económico:

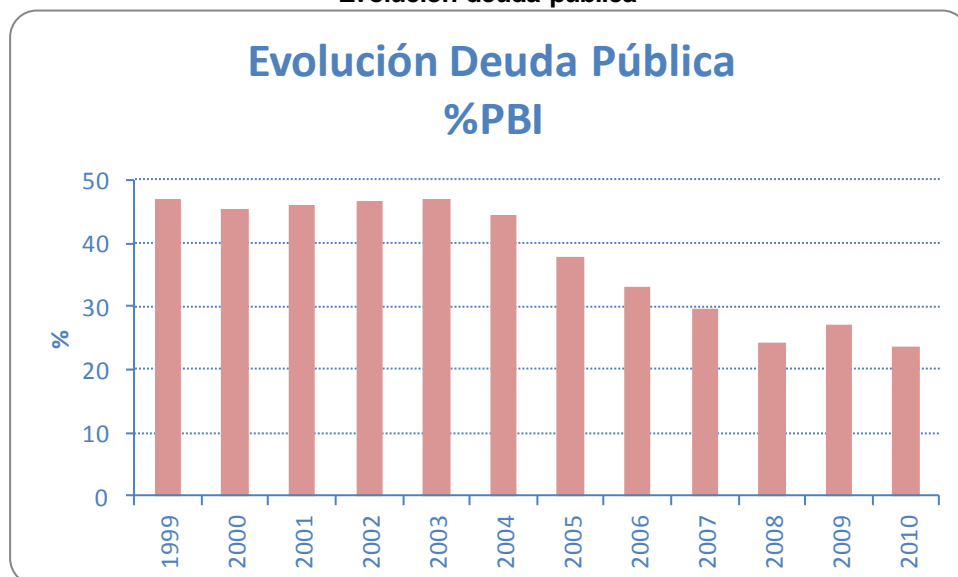
Gráfico 3-2
Evolución del PIB en Perú según sectores económicos



Fuente: Banco Central de Reserva del Perú

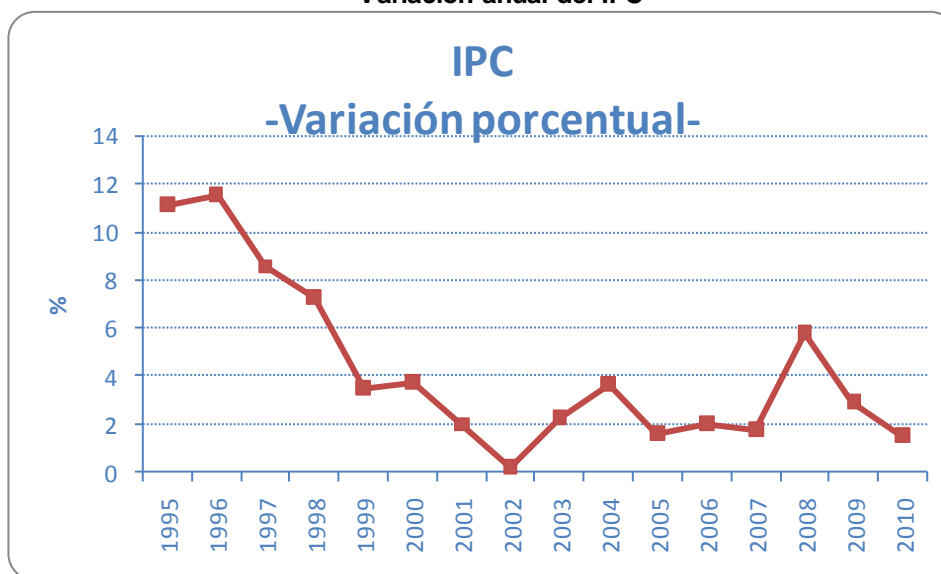
Así mismo, la deuda pública como porcentaje del PBI se redujo a la mitad en los últimos 10 años, la inflación se mantuvo en el rango meta, y por debajo del 4% en toda la década pasada, con excepción del año 2008. En los siguientes gráficos se presenta la evolución de estos indicadores.

Gráfico 3-3
Evolución deuda pública



Fuente: Banco Central de Reserva del Perú

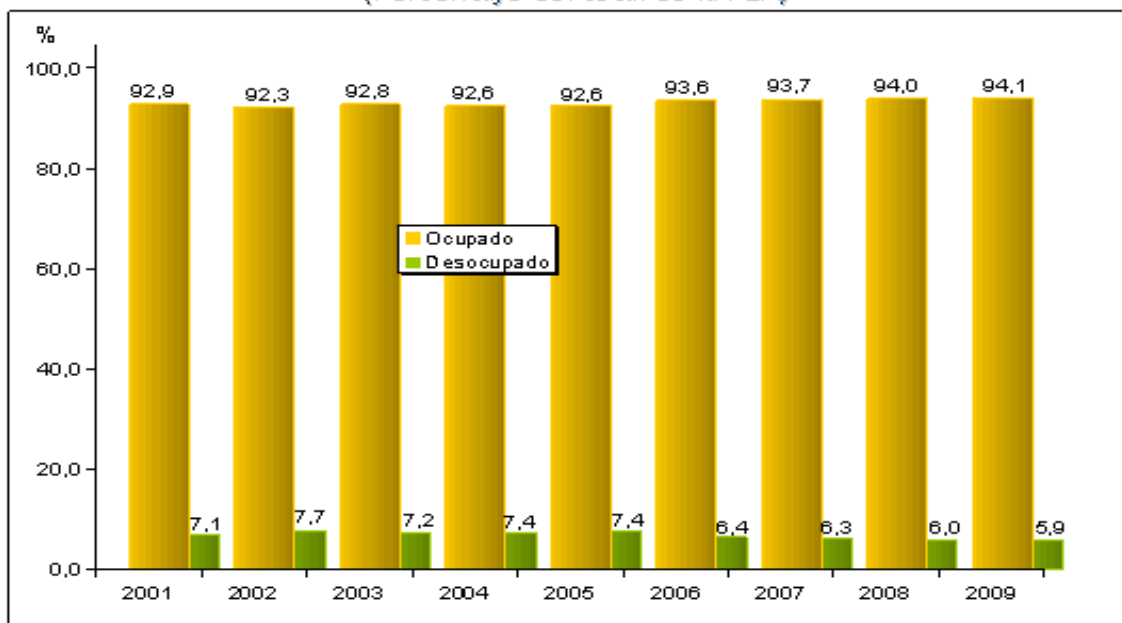
Gráfico 3-4
Variación anual del IPC



Fuente: Banco Central de Reserva del Perú

Por último, la tasa de desempleo urbano ha disminuido sostenidamente durante la última década, pasando de 7,1% en el año 2001 a 5,9% en el año 2009. El gráfico se presenta a continuación:

Gráfico 3-5
PERÚ URBANO: POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA DE 14 Y MÁS
AÑOS DE EDAD POR CONDICIÓN DE OCUPACIÓN, 2001 - 2009
 (Porcentaje del total de la PEA)



Fuente: INE-Encuesta Nacional de Hogares: 2001-2009

Se tiene entonces una dinámica de crecimiento sostenido durante la última década, acompañada por una inflación baja y dentro de las metas establecidas por el Banco Central de Reserva del Perú, una caída sostenida en la tasa de desempleo, y una reducción de la deuda pública. Este conjunto de indicadores revelan un crecimiento real de la economía peruana, así como estabilidad macroeconómica.

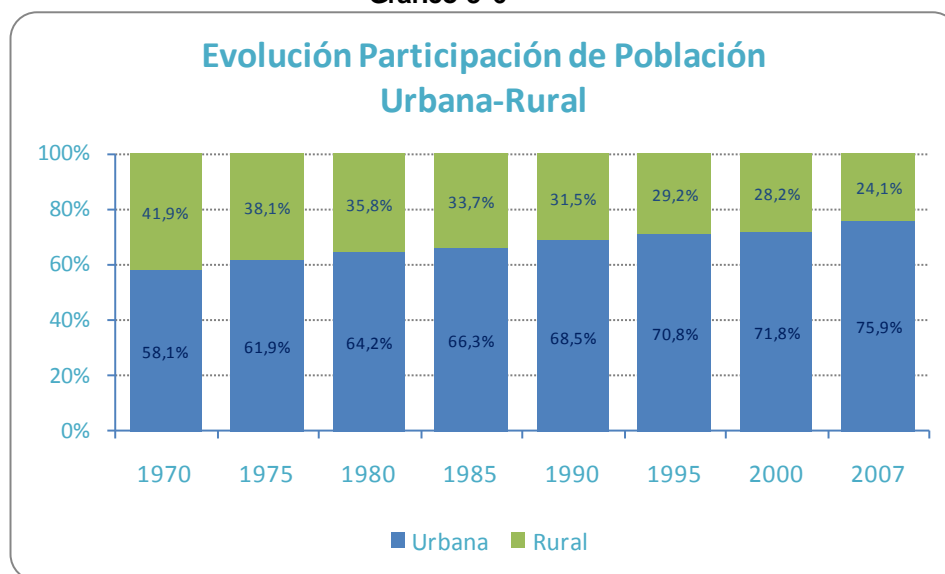
En este contexto de la situación económica del Perú, es relevante conocer cómo ha evolucionado la pobreza, así como identificar el vínculo entre la distribución geográfica de las cuencas de agua, de la población y la producción nacional. Los resultados de este análisis entregan valiosas luces que corroboran la urgencia y prioridad en la implementación de la nueva ley de recursos hídricos.

En el Perú se han dado 2 procesos migratorios internos importantes: Un proceso de urbanización continuado, así como otro de concentración de la población en la zona de la costa. En el primer caso, la población urbana pasó

de 58,1% en 1970 a 75,9% en el año 2007⁵. En el segundo, la población de la Sierra disminuyó del 44% en 1972 a 32% en el 2007, mientras que en la costa, para el mismo período, pasó del 39% al 54,6%. En la selva la población se ha mantenido relativamente constante desde los años 70. Es decir, la población se concentra cada vez más en los centros urbanos ubicados en la zona costera del país.

En los siguientes gráficos se presenta la evolución de la población urbano-rural y según región natural:

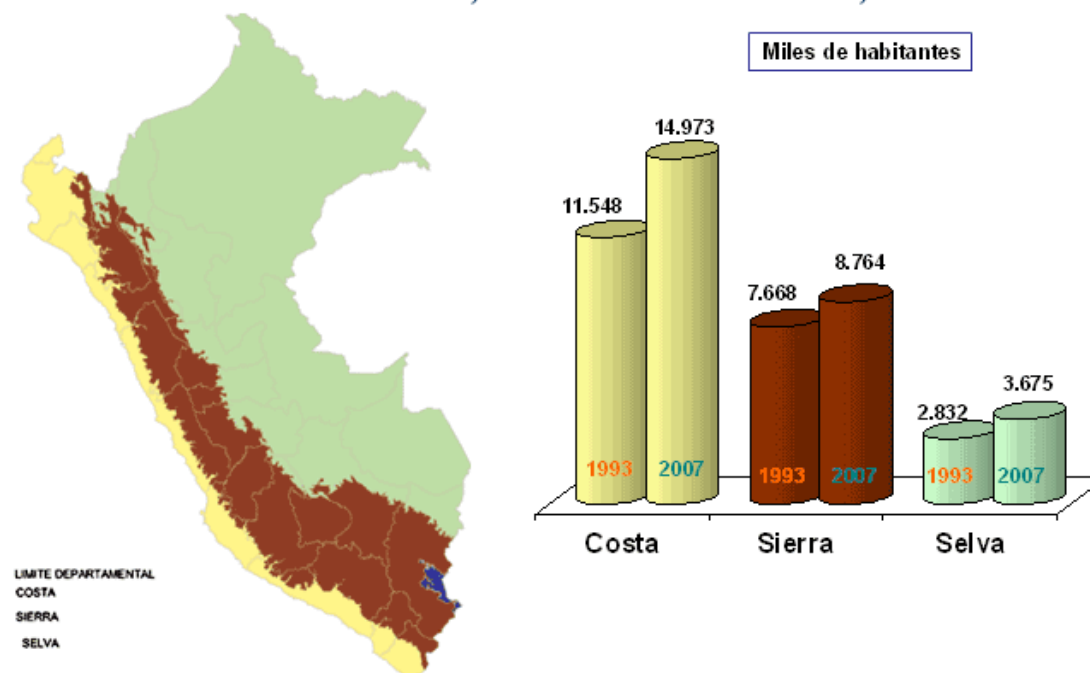
Gráfico 3-6



Fuente: Elaboración propia con datos del boletín de análisis demográfico N° 35, año 2001, INEI. Los valores del año 2007 se tomaron del Censo Nacional de Población y Vivienda 2007.

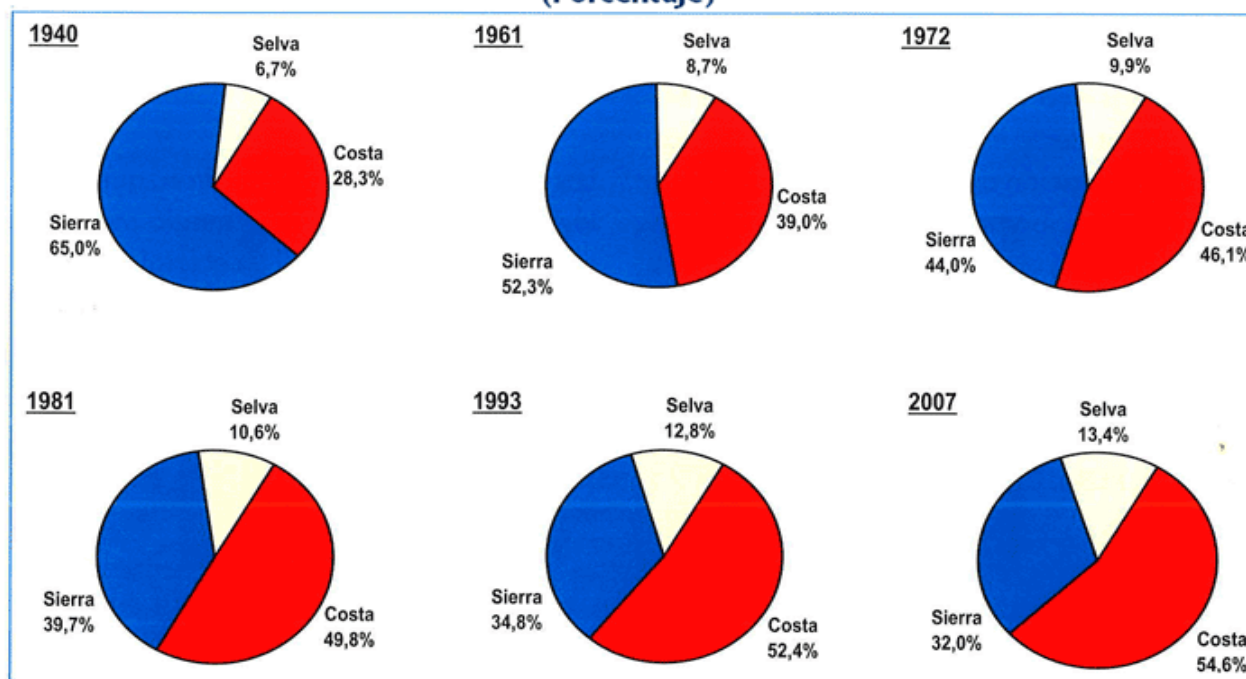
⁵ Fuente: INEI – Censo Nacional de Población y Vivienda 2007.

Gráfico 3-7
PERÚ: POBLACIÓN CENSADA, SEGÚN REGIÓN NATURAL, 1993 Y 2007



Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda, 1993 y 2007.

Gráfico 3-8
PERÚ: EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN CENSADA, POR REGIÓN NATURAL, 1940 - 2007
(Porcentaje)



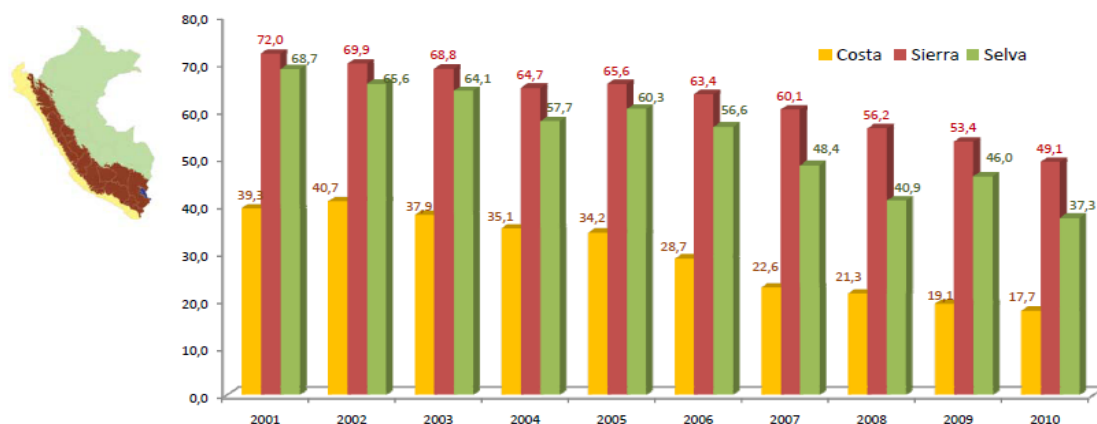
Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda, 1940, 1961, 1972, 1981, 1993 y 2007.

Para analizar la evolución de la pobreza en Perú se usan los indicadores Línea de Pobreza Total y Pobreza Extrema⁶. Estos valores se encuentran desagregados por región natural y área de residencia (urbana y rural), y a pesar de que se ha reducido la pobreza, aún una gran proporción de personas viven en esta condición.

En el caso de la pobreza por región natural, se observa que la mayor proporción de pobres se concentran en la región de la sierra, en la que, a pesar de que ha disminuido más de 20 puntos en 10 años, en el año 2010 cerca de la mitad del total vivía en pobreza total. La región de la selva también ha disminuido la proporción de pobres, pasando de 68,7% en el año 2001 a 37,3% en el 2010. La región de la costa por su parte, es la que concentra menos cantidad de pobres: 17,7% de pobreza total en el año 2010. En el siguiente gráfico se presenta la evolución:

Gráfico 3-9

**PERÚ: INCIDENCIA DE LA POBREZA TOTAL SEGÚN
REGIONES NATURALES, 2001 - 2010**
(Porcentaje)



Fuente: INEI – Encuesta Nacional de Hogares Anual, 2001 – 2010.

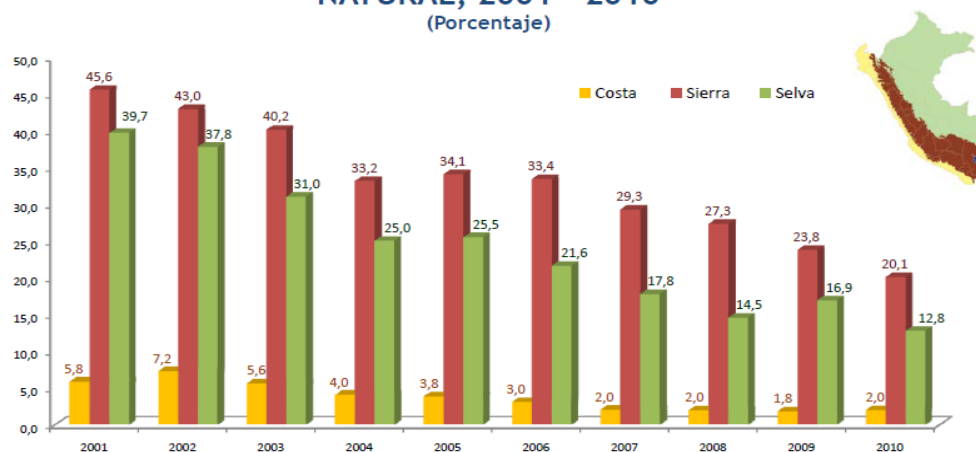
El comportamiento de la pobreza extrema por región natural es similar al observado en la pobreza total. Es decir, la región de la sierra concentra la mayor proporción de personas en extrema pobreza, a pesar de que se ha

⁶ Este indicador determina un nivel de ingreso asociado a un consumo mínimo necesario para sobrevivir. El indicador de pobreza extrema define el nivel de ingreso de indigencia. El valor de la pobreza total en el año 2010 fue S/. 263,8 per cápita mensual, y el de la pobreza extrema de S/. 148,6 per cápita mensual.

reducido a la mitad en los últimos 10 años. En el otro extremo está la región de la costa, en la que solamente el 2% de la población era considerada pobre extrema en el año 2010. En el siguiente gráfico se presenta la evolución de la pobreza extrema por región natural.

Gráfico 3-10

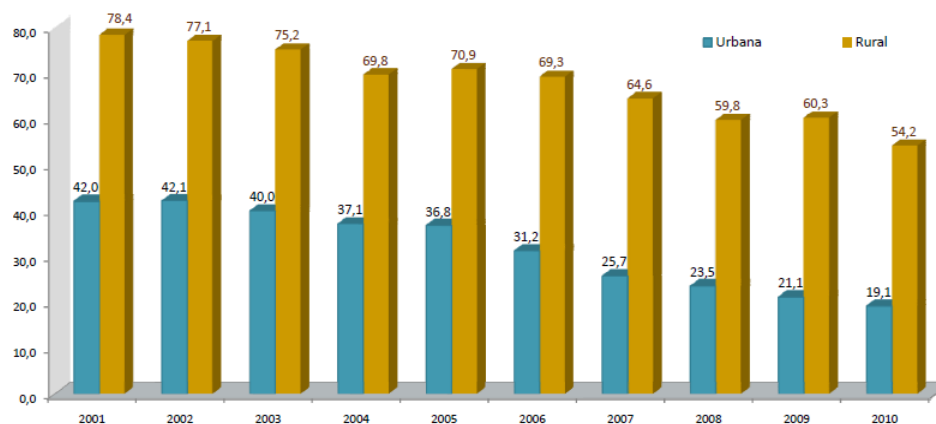
PERÚ: INCIDENCIA DE LA POBREZA EXTREMA POR REGIÓN NATURAL, 2001 - 2010
(Porcentaje)



Fuente: INEI – Encuesta Nacional de Hogares Anual, 2001 - 2010

Al analizar por área de residencia, se observa que la pobreza total y extrema se concentra en las zonas rurales, aunque ha disminuido considerablemente en los últimos años. En el siguiente gráfico se presenta la evolución de la pobreza total por área de residencia:

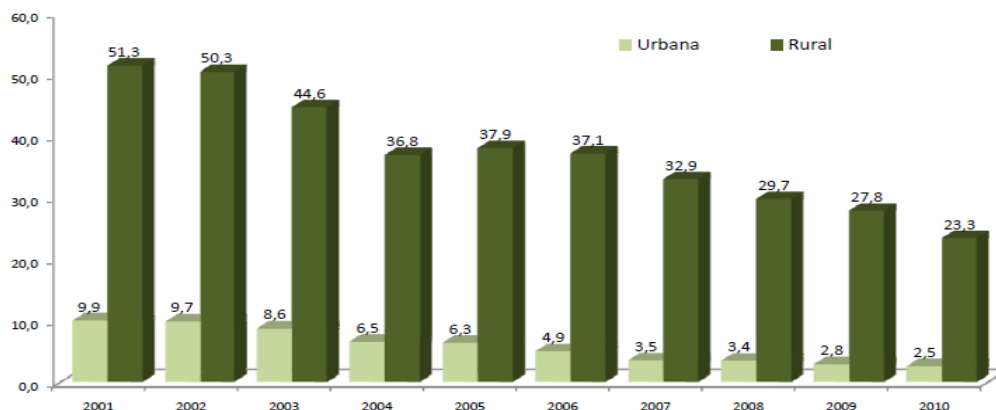
Gráfico 3-11
PERÚ: INCIDENCIA DE LA POBREZA TOTAL POR ÁREA
DE RESIDENCIA, 2001 - 2010
 (Porcentaje)



Fuente: INEI-Encuesta Nacional de Hogares Anual 2001-2010

Como se mencionó en el párrafo anterior, esta tendencia se mantiene en pobreza extrema, y solo el 2,5% del total de población de las áreas urbanas vive en estas condiciones extremas. En el siguiente gráfico se presenta la evolución:

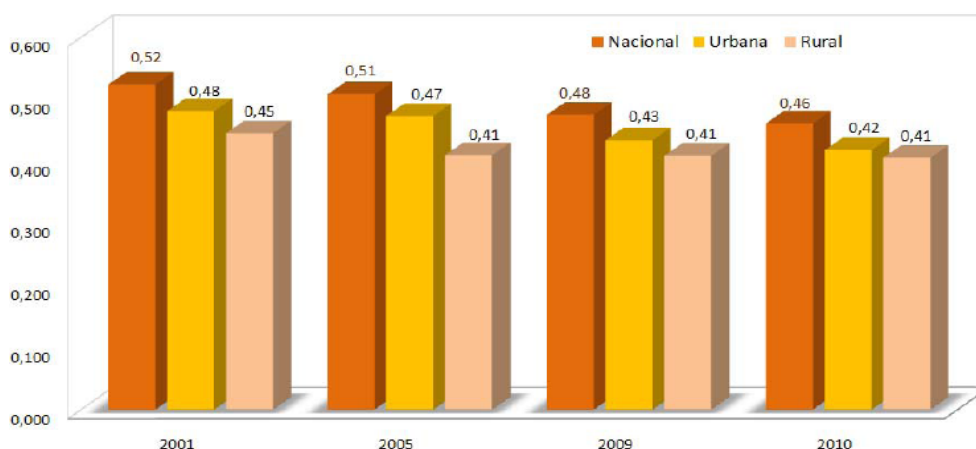
Gráfico 3-12
PERÚ: INCIDENCIA DE LA POBREZA EXTREMA POR ÁREA
DE RESIDENCIA, 2001 - 2010
 (Porcentaje)



Fuente: INEI – Encuesta Nacional de Hogares Anual, 2001 - 2010

Aunque se ha disminuido la pobreza, se observa que la desigualdad ha permanecido casi constante en la última década, especialmente en las zonas rurales. La desigualdad, medida por el coeficiente de Gini⁷, se presenta en el siguiente gráfico:

Gráfico 3-13
PERÚ: EVOLUCIÓN DE LA DESIGUALDAD DEL
INGRESO, 2001, 2005, 2009 y 2010
 (Coeficiente de Gini)



Fuente: INEI – Encuesta Nacional de Hogares Anual, 2001, 2005, 2009 y 2010

Se tiene entonces que a pesar de que ha disminuido la pobreza significativamente en la última década, existe aún una gran proporción de personas pobres, especialmente concentradas en la Sierra y en las zonas rurales del país, estas últimas con la misma desigualdad en el período analizado. Por su parte, la Costa es la zona que tiene menos proporción de personas pobres, así como las áreas de residencia urbana.

⁷ Índice que mide desigualdad. Se construye a partir de datos ordenados por ingreso, con el fin de medir la concentración de los ingresos. Este coeficiente está entre 0 y 1: 0 perfecta igualdad (todos tienen los mismos ingresos) y 1 perfecta desigualdad (una persona tiene todos los ingresos. Los demás no tienen nada). Los valores de este indicador en el tiempo por tanto, solo se pueden comparar en un sentido ordinal, por lo que solo es posible concluir en qué momento existe menor o mayor desigualdad.

3.2. El problema del agua en Perú

Perú es uno de los países con mayor oferta hídrica, sin embargo existe un desequilibrio entre la disponibilidad de agua por vertiente, la concentración de los centros urbanos y la producción.

En primer lugar, la UNESCO⁸ analiza el impacto del uso del agua en los sistemas de agua y el ambiente, y plantea que el comportamiento e intensidad de la actividad humana ha interrumpido – vía impactos en calidad y cantidad de agua disponible – el papel del agua como agente primario del medio ambiente. En este contexto, categorizan el impacto de estas alteraciones, con base en 2 aspectos:

- Incremento de la escasez de agua. La escasez del agua se origina cuando el agua disponible en ríos, lagos y lagunas no es suficiente para suplir la demanda humana y de los ecosistemas por agua. Esto resulta en competencia de los potenciales usuarios.
- Degradación de los ecosistemas. La modificación de territorio para aumentar la producción de alimentos ha generado cambios ecológicos en los ecosistemas, acompañado de la pérdida y degradación de los servicios asociados a ellos.

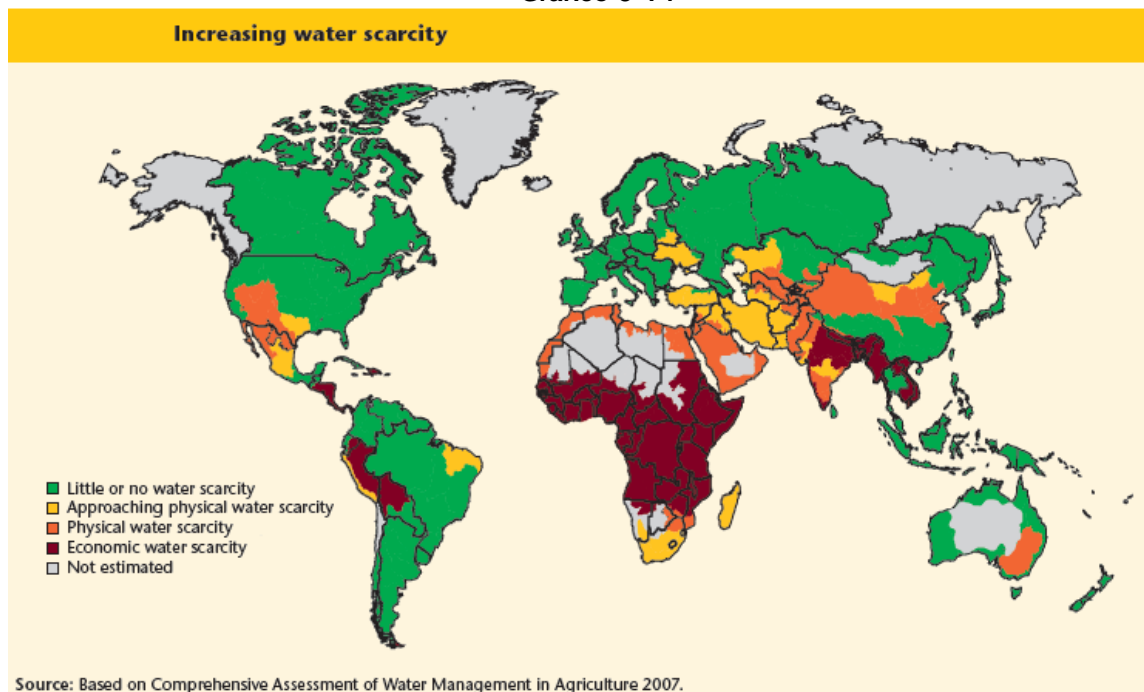
Bajo estas premisas, se categorizan en 4 las regiones en el mundo:

- Baja o nula escasez de agua
- Aproximación física de escasez de agua
- Escasez física de agua
- Escasez económica del agua

Perú se encuentra clasificado en 2 categorías: La costa, clasificada en la categoría aproximación física de la escasez del agua, y el resto del territorio en la categoría escasez económica del agua, donde se está compitiendo por usos del agua. En el siguiente mapa se presenta el incremento de la escasez del agua en el mundo:

⁸ UNESCO. “Water in a Changing World”. Report 3. 2009

Gráfico 3-14



Fuente: UNESCO. "Water in a changing world". Mapa 8.1.

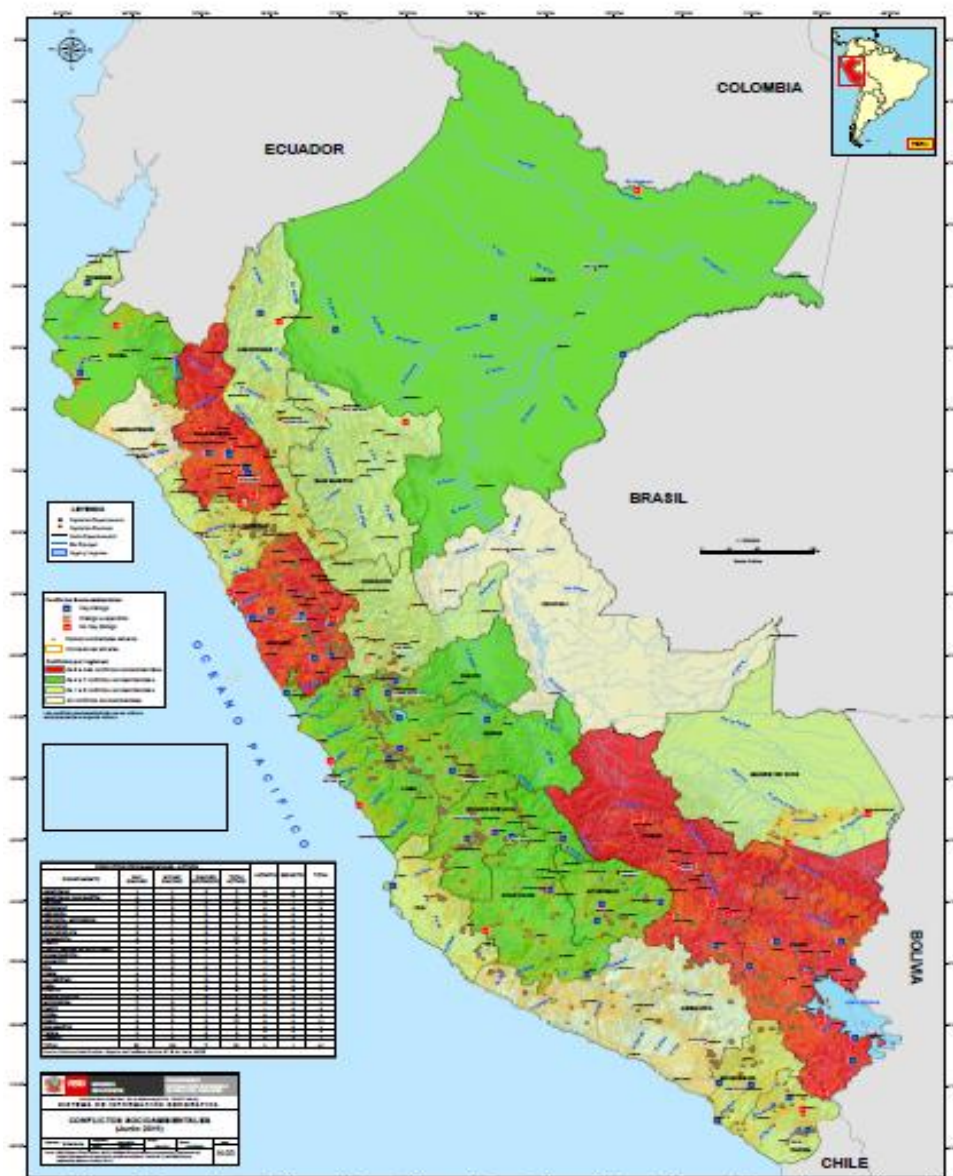
Complementando este análisis, se observa que en casi todo el territorio peruano existen conflictos socio-ambientales⁹, asociados a la escasez económica del agua definida por la Unesco y presentada en los párrafos precedentes. En el siguiente mapa se observa que en casi todo el territorio se presenta este tipo de conflicto.

⁹ Son situaciones que surgen a consecuencia de los diferentes intereses y motivaciones que poseen los diferentes actores sociales involucrados en una circunstancia ambiental determinada.

Características del Conflicto Socio-ambiental: Las partes, toman posición y se enfrentan por hechos vinculados a la escasez, el deterioro o la privación de los recursos naturales. La dinámica del conflicto, dependerá de cómo lo manejen los actores; es decir, de cómo se expresen las diferentes posiciones e intereses y de cómo se recojan en la resolución del conflicto las diversas necesidades de los actores.

Las Desigualdades o asimetrías, se refieren a las condiciones de profunda desigualdad en las que pugnan las partes de un conflicto socio-ambiental. Y ello se debe a que en la gran mayoría de casos, las partes en conflicto no tienen ni las mismas capacidades ni el mismo poder. Fuente: Ministerio del Ambiente.

Gráfico 3-15
Conflictos Socio ambientales en Perú

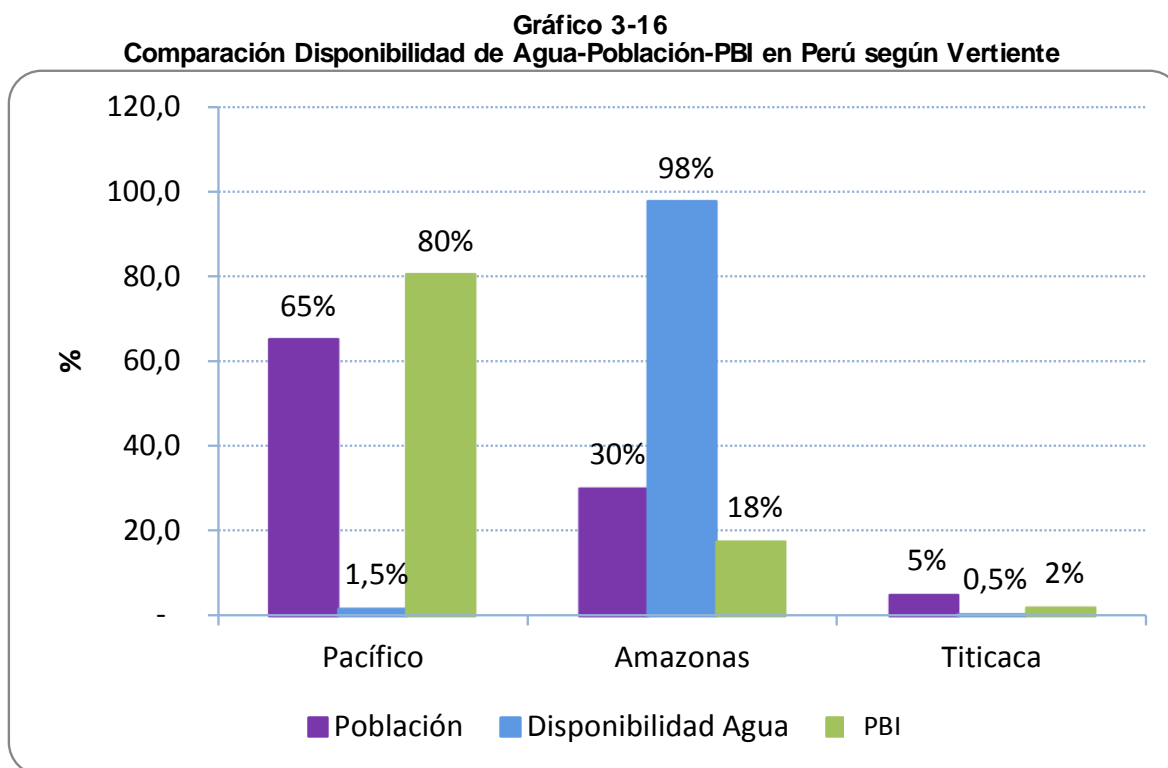


Conflictos por regiones:

- de 8 a más conflictos socioambientales
- de 4 a 7 conflictos socioambientales
- de 1 a 3 conflictos socioambientales
- sin conflictos socioambientales

Fuente: Geoservidor Ministerio del Ambiente. Datos a junio 2011

Por otro lado, la disponibilidad de agua por vertiente indica que el 98% del agua disponible en el Perú se concentra en la vertiente del atlántico o amazonas, mientras que un 1,5% está en la vertiente del Pacífico¹⁰. El porcentaje restante se encuentra en la vertiente del Titicaca. Sin embargo, el 80% del PBI se genera en la región de la costa, en la que además se concentra la mayor cantidad de población. En el siguiente gráfico se presenta la comparación del PBI, población y cantidad de agua disponible por vertiente:



Fuente: Elaboración propia con base en datos contenidos en Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos del Perú 2009.

Se tiene entonces que aunque el crecimiento económico ha sido alto en los últimos años y se ha reducido la pobreza, la desigualdad se ha mantenido casi constante. Así mismo, la mayor cantidad de pobres se concentra en las zonas con mayor disponibilidad de agua, mientras que la mayoría de la población y de la producción nacional se concentra en la zona de la costa, en donde solo está disponible el 1,5% del total de agua del país, y en la que ya se presentan los primeros síntomas de escasez física del agua.

¹⁰ La vertiente del Pacífico coincide casi en su totalidad con la zona natural de la costa.

Esta situación podría tener un impacto directo en el valor y pago de las retribuciones económicas, ya que la población más pobre es la que vive en las zonas con mayor disponibilidad de agua. Además, en la zona costera se acentúa la problemática porque allí se concentra la mayor proporción de producción nacional, intensificando los conflictos socio-ambientales en la zona en la que se está presentando escasez física del agua. Problema que se presenta mucho antes del pago por retribuciones.

3.3. Situación de las licencias de uso de agua y autorizaciones de vertimiento de aguas residuales en Perú

El presente numeral tiene como objetivo analizar la composición del volumen de licencias otorgadas por tipo de usuario y cuenca, toda vez que la recaudación que hace la ANA por retribuciones está directamente asociada al volumen de agua otorgado como licencia por tipo de usuario. Este análisis permite contextualizar los principales usuarios y cuencas que generan los ingresos de la ANA.

Adicionalmente se incluye el estado de las autorizaciones de vertimientos de aguas residuales tratadas vigentes al año 2011.

3.3.1. Licencias de Agua

En primera instancia, se presenta en la tabla que sigue el volumen de agua otorgado por licencias según tipo de usuario a nivel nacional. Los usuarios que concentran el 93% del total son el agrario (65,37%) y el energético (27,69%). Les sigue el poblacional con 5%, y los demás usuarios representan menos del 1% cada uno.

Tabla 3-1
Volumen de licencias agrícolas Otorgadas en Perú por Tipo de Usuario

Usuario	Licencias otorgadas m3/año	Participación (%)
Agrario	15.182.319.072	65,37%
Energético	6.430.775.360	27,69%
Poblacional	1.162.795.838	5,01%
Industrial	201.102.816	0,87%
Minero	132.126.955	0,57%
Acuícola	91.943.824	0,40%
Recreativo	17.404.926	0,07%
Pecuario	4.260.964	0,02%
Turístico	967.680	0,00%
TOTAL PERÚ	23.223.697.435	100,00%

Fuente: Elaboración propia con base en información entregada por la ANA. Junio/2011

Al abrir el análisis por tipo de usuario, se tiene que en cada uno de ellos, pocas cuencas concentran una proporción importante de volumen.

3.3.1.1. Uso agrario

Para el usuario agrario, se tiene que 13% del total de ALA's concentran el 81% del volumen de licencias, siendo la de Alto Piura-Huancabamba la que concentra el 41% del total. Así mismo, del total de ALA's, 14 no tienen licencias agrícolas otorgadas. En la siguiente tabla se presentan las ALA's con mayor cantidad de volumen de agua otorgado en licencias agrícolas:

Tabla 3-2
Principales ALA's con Volumen de Licencias Agrarias Otorgadas en Perú

ALA	% Vol	Licencias otorgadas m3/año
Alto Piura - Huancabamba	40,74%	6.185.923.034
Chira	5,37%	815.883.976
Medio y Bajo Piura	4,62%	701.497.383
Camana – Majes	3,94%	598.694.525
Mala - Omas – Cañete	3,24%	492.364.154
Chancay - Lambayeque	3,24%	491.931.584
Barranca	3,17%	480.942.152
San Lorenzo	3,06%	463.911.945
Jequetepeque	3,05%	463.114.928
Chicama	2,96%	448.791.462
Colca - Siguas – Chivay	2,77%	419.988.426
Huaura	2,58%	391.239.820
Moche - Viru - Chao	2,47%	374.764.362
Subtotal Volumen Licencias Agrarias	81,21%	12.329.047.749
Total Perú	100%	15.182.319.072

Fuente: Elaboración propia con base en información entregada por la ANA. Junio/2011

3.3.1.2. Uso energético

En el caso de los usuarios energéticos, 6 ALA's concentran el 84% del volumen de licencias energéticas. El ALA Malas-Omas-Cañete concentra el 33% del total. En este tipo de usuario existen 46 ALA's que no tienen usuarios energéticos. En la siguiente tabla se presentan las principales ALA's con licencias energéticas otorgadas:

Tabla 3-3
Principales ALA's con volumen de licencias Energéticas Otorgadas en Perú

ALA	% Vol	Licencias otorgadas m3/año
-----	-------	-------------------------------

Mala - Omas - Cañete	17,63%	1.133.824.000
Barranca	15,70%	1.009.804.960
Inambari	9,81%	630.720.000
Medio y Bajo Piura	8,04%	517.000.000
Chira	7,08%	455.379.840
Huaraz	6,45%	415.086.400
Huaura	6,13%	394.516.120
Ocoña - Pausa	5,93%	381.585.600
Camana - Majes	5,93%	381.585.600
Utcubamba	4,19%	269.206.721
Subtotal Volumen Licencias Energéticas	86,91%	5.588.709.241
Total Perú	100%	6.430.775.360

Fuente: Elaboración propia con base en información entregada por la ANA. Junio/2011

3.3.1.3. Uso poblacional

Para el usuario poblacional, las cuencas de Chillón-Rimac-Lurin, Alto Piura-Huancabamba y Malas-Omas-Cañete concentran el 47% del total del volumen de licencias otorgadas, mientras que existen 11 ALA's en las que no se han otorgado este tipo de licencias. En la siguiente tabla se presentan las ALA's que concentran el mayor porcentaje de licencias otorgadas:

Tabla 3-4
Principales ALA's con volumen de licencia Poblacional Otorgadas en Perú

ALA	% Vol	Licencias otorgadas m3/año
Chillon - Rimac - Lurin	17,80%	206.951.827
Alto Piura - Huancabamba	16,97%	197.374.327
Mala - Omas - Cañete	11,89%	138.213.465
Chili	8,42%	97.869.940
Huancavelica	7,57%	87.984.502

Huaraz	5,12%	59.575.561
Iquitos	4,28%	49.739.513
Bajo Apurimac - Pampas	2,97%	34.553.825
Pasco	2,83%	32.880.495
Chira	2,53%	29.474.220
Santa - Lacramarca - Nepeña	2,51%	29.199.168
Barranca	2,14%	24.892.445
Subtotal Volumen Licencias Poblacionales	50,26%	584.383.135
Total Perú	100%	1.162.795.838

Fuente: Elaboración propia con base en información entregada por la ANA. Junio/2011

3.3.1.4. Uso industrial

En el caso de los usuarios industriales, el volumen de licencias otorgadas se concentra en 6 ALA's, con el 84% del total. Chira y Locumba-Sama concentran el 60% del total. Así mismo, 32 ALA's no tienen licencias industriales otorgadas. En la siguiente tabla se presentan las ALA's que concentran la mayor proporción de volumen otorgado:

Tabla 3-5
Principales ALA's con volumen de licencia Industrial Otorgadas en Perú

ALA	% Vol	Licencias otorgadas m3/año
Chira	37,38%	75.181.151
Locumba - Sama	23,01%	46.277.069
Barranca	8,70%	17.498.286
Chillon - Rimac - Lurin	7,16%	14.401.685
Chili	3,95%	7.934.893
Huaura	3,92%	7.886.931
Santa - Lacramarca - Nepeña	2,46%	4.940.364
San Juan	1,99%	4.009.269
Mala - Omas - Cañete	1,88%	3.786.391

Tambo - Alto Tambo	1,47%	2.952.400
Subtotal Volumen Licencias Industriales	91,93%	184.868.440
Total Perú	100%	201.102.816

Fuente: Elaboración propia con base en información entregada por la ANA. Junio/2011

3.3.1.5. Uso minero

El usuario minero por su parte, concentra el 87% del volumen de licencias en 8 ALA's (Chili y Pasco concentran el 58% del total) y 37 no tienen licencias de este tipo otorgadas. En la siguiente tabla se presenta el resumen de las ALA's que concentran la mayor proporción del volumen otorgado mediante licencias:

Tabla 3-6
Principales ALA's con volumen de licencia Minera Otorgadas en Perú

ALA	% Vol	Licencias otorgadas m3/año
Chili	35,08%	46.353.948
Pasco	23,17%	30.608.922
Huaura	8,75%	11.562.800
Ocoña - Pausa	4,58%	6.045.136
Camana - Majes	4,58%	6.045.136
Huaraz	4,49%	5.927.600
Maldonado	3,38%	4.464.425
Locumba - Sama	3,13%	4.131.216
Subtotal Volumen Licencias Mineras	87,14%	115.139.182
Total Perú	100%	132.126.955

Fuente: Elaboración propia con base en información entregada por la ANA. Junio/2011

3.3.1.6. Uso acuícola

El usuario acuícola concentra el 80% de licencias otorgadas en 7 ALA's, y de ellas, 4 concentran el 62% del total. En 34 ALA's no hay licencias acuícolas otorgadas. En la siguiente tabla se presenta el resumen de las ALA's que concentran la mayor proporción de volumen de licencias otorgadas:

Tabla 3-7
Principales ALA's con volumen de licencia Acuícola Otorgadas en Perú

ALA	% Vol	Licencias otorgadas m3/año
Tarma	21,61%	19.867.680
Tumbes	15,63%	14.368.106
Huaraz	14,01%	12.882.853
Chillon - Rimac - Lurin	10,81%	9.937.492
Pasco	7,99%	7.343.487
Ramis	6,06%	5.573.400
Medio Apurimac - Pachacaca	4,22%	3.880.391
Subtotal Volumen Licencias Acuícolas	80,32%	73.853.409
Total Perú	100%	91.943.824

Fuente: Elaboración propia con base en información entregada por la ANA. Junio/2011

3.3.1.7. Uso pecuario

En el caso del usuario pecuario, 4 ALA's concentran el 69% del total, mientras que 53 no tienen otorgadas licencias de este tipo. En la siguiente tabla se presentan las ALA's con mayor volumen otorgado para este usuario:

Tabla 3-8
Principales ALA's con volumen de licencia Pecuaria Otorgadas en Perú

ALA	% Vol	Licencias otorgadas m3/año
Ramis	19,05%	811.663
Alto Mayo	18,13%	772.632
Medio Apurimac - Pachacaca	16,28%	693.775
Huaura	15,87%	676.404
Perene	8,76%	373.248
Chillon - Rimac - Lurin	8,22%	350.388
Subtotal Volumen Licencias Pecuarias	86,32%	3.678.110
Total Perú	100%	4.260.964

Fuente: Elaboración propia con base en información entregada por la ANA. Junio/2011

3.3.1.8. Uso recreativo

En el caso del usuario recreativo, solo 10 ALA´s cuentan con licencias recreativas otorgadas, de las cuales Maldonado concentra el 71% del volumen total. En la siguiente tabla se presenta el volumen otorgado para estas ALA´s:

Tabla 3-9
Principales ALA´s con Volumen de licencia Recreativa Otorgadas en Perú

ALA	% Vol	Licencias otorgadas m3/año
Maldonado	71,07%	12.370.000
Iquitos	13,42%	2.335.099
Mala - Omas - Cañete	12,61%	2.194.560
Medio y Bajo Piura	1,26%	219.000
Chillon - Rimac - Lurin	0,75%	130.869
Alto Mayo	0,27%	47.304
Perene	0,23%	39.630
Huaraz	0,19%	33.638
Santa - Lacramarca - Nepeña	0,13%	22.384
Ica	0,07%	12.441
Subtotal Volumen Licencias Recreativas	100,00%	17.404.926
Total Perú	100%	17.404.926

Fuente: Elaboración propia con base en información entregada por la ANA. Junio/2011

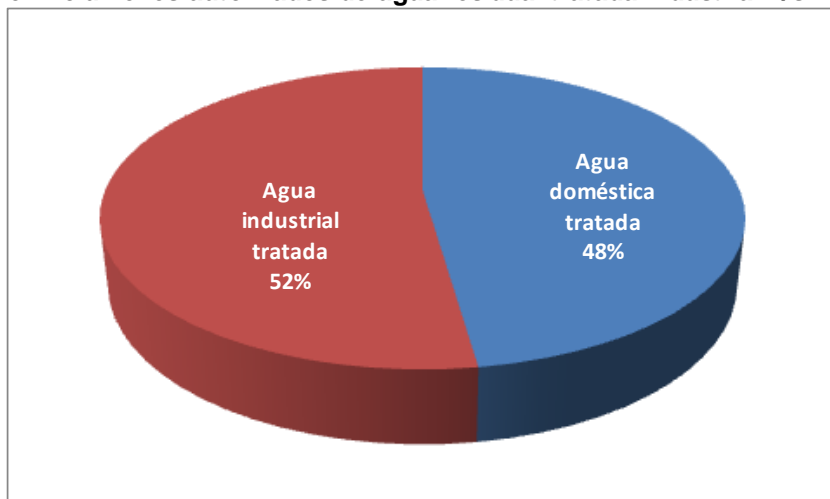
3.3.1.9. Uso turístico

Por último, el usuario turístico solo tiene licencias otorgadas en el ALA Perene, con 967.680 m³ otorgados.

3.3.2. Autorizaciones de vertimientos de agua residual

En el caso de los vertimientos autorizados en el Perú, se observa a nivel nacional que solo 52 ALA's (72% del total) tienen vertimientos autorizados. En éstas se observa una distribución pareja entre las autorizaciones por vertimientos de agua residual doméstica y el agua residual industrial tratada. En el primer caso, el volumen autorizado representa el 48% del total, mientras que el agua industrial tratada representa el otro 52%. En el siguiente gráfico se presenta la situación descrita:

Figura 3-1
Distribución volúmenes autorizados de agua residual tratada Industrial v/s Residencial



Fuente: Elaboración propia con base en información por la DARH-VEA

Al analizar el volumen de agua industrial tratado, se observa que 49 ALA's¹¹ tienen vertimientos autorizados. Las ALA's de Cajamarca y Pasco concentran el 30% del total, y 14 de ellas concentran el 89% del total del volumen vertido. En la siguiente tabla se presentan el resumen de las principales ALA's:

¹¹ En la AAA Amazonas existe un registro que no tiene asociada un ALA. Sin embargo, se toma como un ALA independiente.

Tabla 3-10
ALA's con mayor volumen de vertimientos autorizados-Agua Industrial Tratada

ALA	Agua residual industrial tratada – M3/Año	% del total
Cajamarca	80.335.474	16,1%
Pasco	71.323.422	14,3%
Chira	45.552.742	9,1%
Mantaro	44.591.294	8,9%
Chillón-Rímac-Lurín	34.575.313	6,9%
Huari	32.849.280	6,6%
Huaura	26.985.484	5,4%
Perené	24.575.200	4,9%
Huancavelica	20.709.932	4,1%
Alto Marañon	15.332.290	3,1%
Camana-Majes	15.192.648	3,0%
Colca-Siguas-Chivay	12.395.650	2,5%
Mala-Omas -Cañete	11.749.779	2,4%
Ramis	10.940.017	2,2%
Subtotal	447.108.525	89,5%
Total País	499.485.015	100%

Fuente: Elaboración propia con base en información por la DARH-VEA

En el caso de las aguas domésticas tratadas, solo 15 ALA's tienen volumen de agua con vertimiento autorizado. El ALA Chillón-Rímac-Lurín concentra el 97,9% del volumen total, y de este porcentaje, 94,9% corresponde a la PTAR de Taboada. En la siguiente tabla se presenta la información de las 15 ALA's descritas:

Tabla 3-11
ALA's con volumen de vertimientos autorizados-Agua Residencial Tratada

ALA	Agua residual doméstica tratada – M3/Año	% del total
Chillón-Rímac-Lurín	446.253.687	97,939%
Iquitos	6.493.070	1,425%
Moquegua	1.100.000	0,241%
Mantaro	555.502	0,122%
Huari	473.040	0,104%
Mala-Omas -Cañete	302.800	0,066%
Huancavelica	98.708	0,022%
La Convención	96.890	0,021%
Santiago de Chuco	78.840	0,017%
Huamachuco	64.333	0,014%
Camana-Majes	52.866	0,012%
Ramis	34.258	0,008%
Pasco	31.591	0,007%
Cajamarca	5.834	0,001%
Perené	2.920	0,001%
Total general	455.644.340	100,000%

Fuente: Elaboración propia con base en información por la DARH-VEA

No existen vertimientos autorizados para usuarios diferentes al doméstico e industrial en el Perú.

4. ASPECTOS LEGALES: LEY DE RECURSOS HÍDRICOS (LEY N° 29338) Y SU REGLAMENTO

Este capítulo presenta como ha evolucionado la legislación peruana respecto del régimen económico asociado al uso de agua, presentando en primer lugar cuales ha sido los principales cambios que se observan en la actual LRH respecto de su antecesora, la Ley General de Aguas. Se detallan el tipo de derechos que se contempla en la LRH y como esta norma impone ciertas restricciones al desarrollo de este estudio, en particular en lo que se refiere a las retribuciones económicas, las cuales están concebidas por ley como mecanismo de financiamiento de la ANA, y no como instrumento para incentivar el uso eficiente del recurso hídrico.

4.1. Principales cambios respecto de la Ley General de Aguas 17752 de 1969

La Ley 29338 del año 2009 establece el nuevo marco regulatorio del uso y gestión de los recursos hídricos. A continuación se detallan los cambios de algunos de los aspectos más relevantes asociados al cobro de la retribución y la institucionalidad asociada. La visión de la gestión, propiedad del agua, los roles del ejecutivo, las facultades sancionadoras y coactivas, los instrumentos de planificación, el manejo de información, participación de usuarios de la gestión, el régimen económico, promoción de la eficiencia, cambio climático y cultura del agua cambiaron con esta ley. En la siguiente tabla se presenta una comparación con respecto a la Ley 17752 de 1969:

Tabla4-1
Comparación Aspectos más relevantes entre nueva y antigua ley de agua

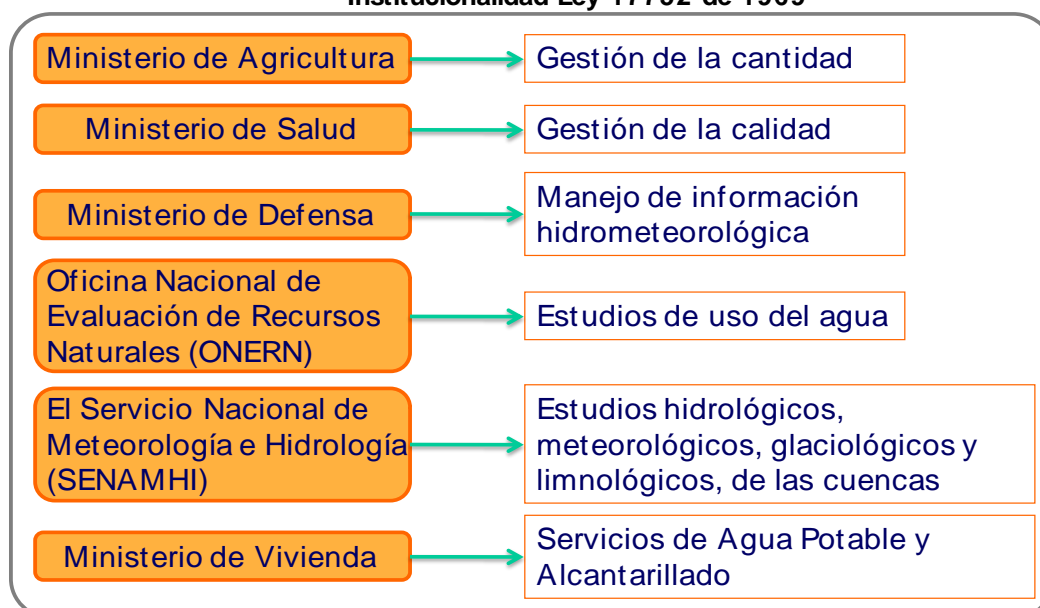
Aspecto	Ley 29338 de 2009	Ley 17752 de 1969
Visión de la gestión	Multisectorial. Por cuenca	Desde lo agrario. Por distrito de riego
Propiedad del Agua	Patrimonio de la Nación. No hay propiedad privada sobre el agua	Del Estado
Roles del Ejecutivo	Autoridad Nacional del Agua (Única). Sistema Nacional de Recursos Hídricos	Varias entidades sin coordinación.
Facultad sancionadora y coactiva	Sí	No
Instrumentos de planificación	Sí	No
Información	Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos	Dispersa y desarticulada
Participación de Usuarios en la Gestión	Sí. Son parte integrante	No
Régimen de Derechos	Licencia, permiso, autorización	Licencia, permiso, autorización
Régimen Económico	Diferencia Tarifa y Retribución	Tarifa
Eficiencia	Promueve uso eficiente, ahorro de agua e incentivos	No
Cambio Climático	Normas de Adaptación al cambio climático, protección de cuencas	No
Cultura del Agua	Sí	No

Fuente: Elaboración propia con base en Ley 17752 de 1969 y 29338 de 2009.

Con respecto a la institucionalidad, en la Ley 17752 de 1969 la gestión de la calidad y cantidad del agua estaba separada. El Ministerio de Agricultura

tenía a cargo la gestión de la cantidad¹². Por su parte, el Ministerio de Salud era el encargado de la preservación de los recursos hídricos (calidad) y toda jurisdicción administrativa en materia de orden sanitario¹³. El manejo de la información hidrometeorológica era responsabilidad del Ministerio de Defensa, mientras que los estudios por el uso del agua estaban a cargo de la Oficina Nacional de Evaluación de los Recursos Naturales (ONERN). Por último, todos los servicios de agua potable y alcantarillado estaban bajo la responsabilidad del Ministerio de Vivienda. En el siguiente gráfico se presenta un resumen de las funciones bajo la ley 17752 de 1969:

Gráfico 4-2
Institucionalidad Ley 17752 de 1969



Fuente: Elaboración propia con base en Ley 17752 de 1969.

Debido a la gran dispersión de funciones asociadas con la gestión y calidad del agua, la nueva Ley 29338 de 2009 crea el Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos (SNGRH), con el objeto de “...*articular el accionar del Estado, para conducir los procesos de gestión integrada y de conservación de los recursos hídricos en los ámbitos de cuencas, de los ecosistemas que lo conforman y de los bienes asociados; así como, para*

¹² El artículo 10° del capítulo I de la Ley 17752 definía las funciones del Ministerio de Agricultura asociadas a la conservación e incremento del agua.

¹³ El artículo 10° del capítulo 1 de la Ley 17752 establecía las funciones del Ministerio de Salud en lo que respecta a la preservación de los recursos hídricos. La jurisdicción administrativa por su parte estaba definida en el artículo N° 128 del título de la mencionada Ley.

establecer espacios de coordinación y concertación entre las entidades de la administración pública y los actores involucrados en dicha gestión”¹⁴.

Este Sistema define 4 instrumentos de planificación para su ejecución¹⁵:

- Política Nacional Ambiental (en la que se enmarca el Sistema Nacional de Gestión Ambiental, y del que hace parte este Sistema)
- Política y Estrategia Nacional de recursos hídricos
- Plan Nacional de recursos Hídricos
- Planes de Gestión de recursos Hídricos en las cuencas

La conducción del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos es de responsabilidad de una autoridad única y desconcentrada, la Autoridad Nacional del Agua, que depende administrativamente del Ministerio de Agricultura.

Los integrantes del SNGRH se presentan en el siguiente gráfico:

¹⁴ Artículo 9°, ley 29338.

¹⁵ El Artículo 99° de la Ley 29338 define estos instrumentos de planificación.

Gráfico 4-3
Integrantes del SNGRH



Fuente: Elaboración propia con base en contenido Ley 29338 de 2009.

Se observa que, a diferencia de lo establecido en la Ley 17752 de 1969, existe una institución que coordina todo el SNGRH, además se incluyen como integrantes a los gobiernos regionales y locales, las organizaciones de usuarios, entidades operadoras de sectores hidráulicos (sectorial y multisectorial), así como a las comunidades campesinas y nativas y a todas las entidades públicas que de alguna forma estén vinculadas a la gestión de los recursos hídricos.

En materia de tarifas y retribuciones económicas, cambia la composición de los pagos. La Ley 17752 de 1969 define una tarifa única de agua, y solamente segrega por uso¹⁶ (agrario y no agrario).

En el caso del uso agrario, la tarifa estaba compuesta por 3 conceptos:

¹⁶ Las tarifas por uso agrario y no agrario se reglamentaron en el título II y IV del Decreto Supremo N° 003-90-AG, respectivamente.

- i. Ingresos de la junta de usuarios que cubría costos de operación, conservación, mantenimiento y mejoramiento de los sistemas de riego de uso común, entre otros.
- ii. Amortización. Se cobraba como reembolso al Estado de las obras ejecutadas con recursos públicos.
- iii. Canon de agua. Por utilización del agua que es patrimonio de la Nación.

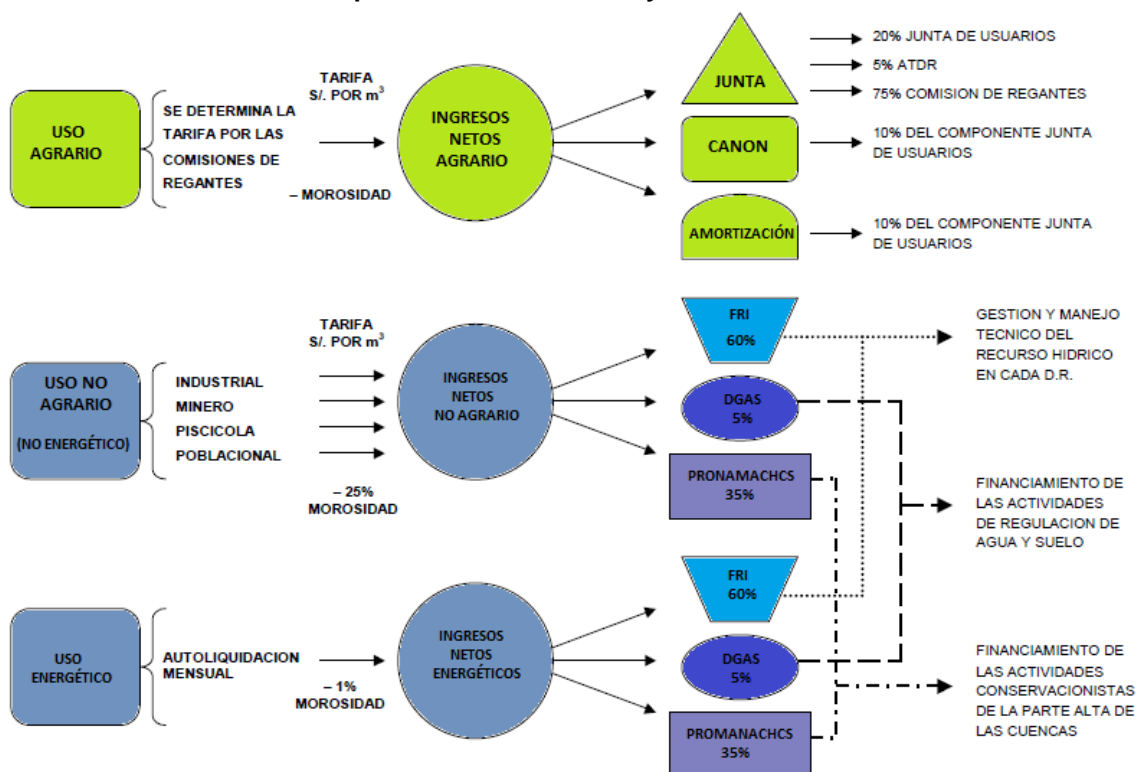
Para el uso no agrario, los componentes de la tarifa eran:

- i. Ingresos destinados a cubrir los costos de la Dirección General de Aguas y Suelos (DGAS) y del Programa Nacional de Manejo de Cuencas y Conservación de Suelos del Ministerio de Agricultura (PROMANACHCS).
- ii. Canon de agua. Al igual que en la tarifa por uso agrario, se cobraba por utilización del agua, pero estaba destinado a financiar el Fondo de reforzamiento Institucional de las Administraciones técnicas de los distritos de riego.

El uso energético hasta el día de hoy se rige por la Ley de Concesiones Eléctricas (D.L. N° 25844, 1993).

En el siguiente gráfico se presenta un resumen de los cobros definidos para los diferentes usos bajo la Ley 17752 de 1969:

Gráfico 4-4
Componentes de la tarifa Ley 17752 de 1969

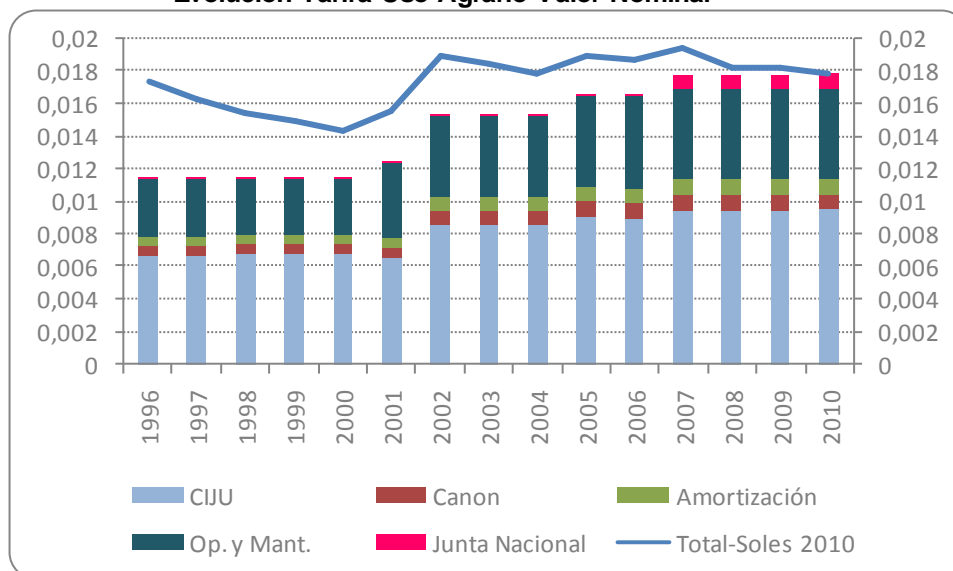


Fuente: Ideas Fundamentales Sobre Financiamiento Del Agua – M Paulet – JUNIO 8, 2007

4.1.1. Uso Agrario

La evolución del valor de la tarifa ha tenido altibajos a lo largo de los años. En algunos períodos dicha tarifa se mantuvo constante con la consiguiente pérdida del valor real de la misma. Se observa, por ejemplo, que si la tarifa aplicada a partir del año 2002 se hubiera actualizado con el IPC, la tarifa sería 11% mayor a la cobrada en el año 2010, o la del año 2005, que sería mayor en 15% a la cobrada en el año 2010. En el siguiente gráfico se presenta la evolución del valor pagado por los usuarios agrarios, en soles nominales y reales del año 2010:

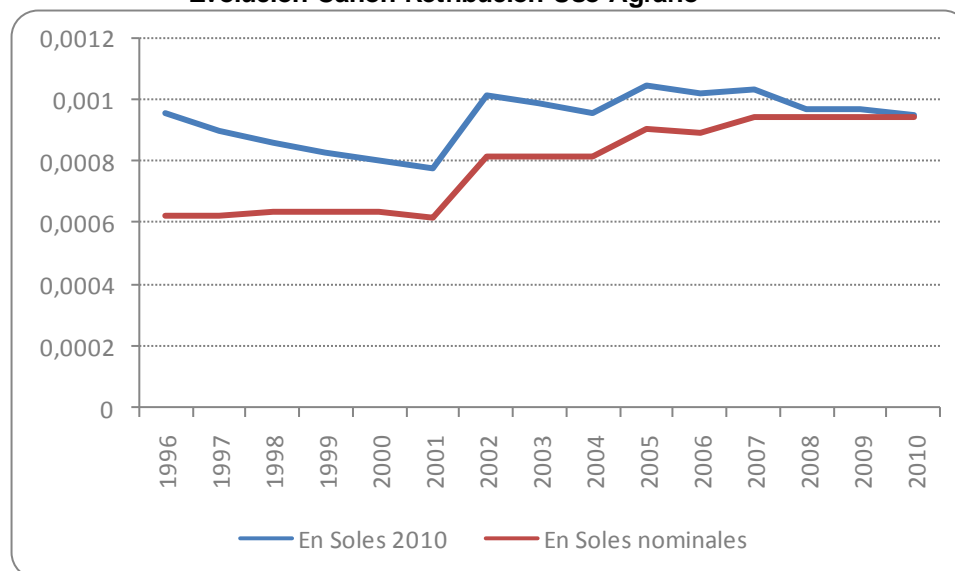
Gráfico 4-5
Evolución Tarifa Uso Agrario-Valor Nominal



Fuente: Elaboración propia con base en información oficial

Con relación al canon, que desde 2009 pasó a ser la retribución, también se observa una pérdida de valor real, ya que ha tenido períodos en los que dicho valor ha permanecido constante. Por ejemplo, si se hubiera indexado la tarifa en el año 2002 utilizando el IPC, actualmente el canon, hoy retribución económica por uso de agua, sería 6% mayor a la del año 2010. En el siguiente gráfico se presenta la evolución del valor del canon:

Gráfico 4-6
Evolución Canon-Retracción Uso Agrario



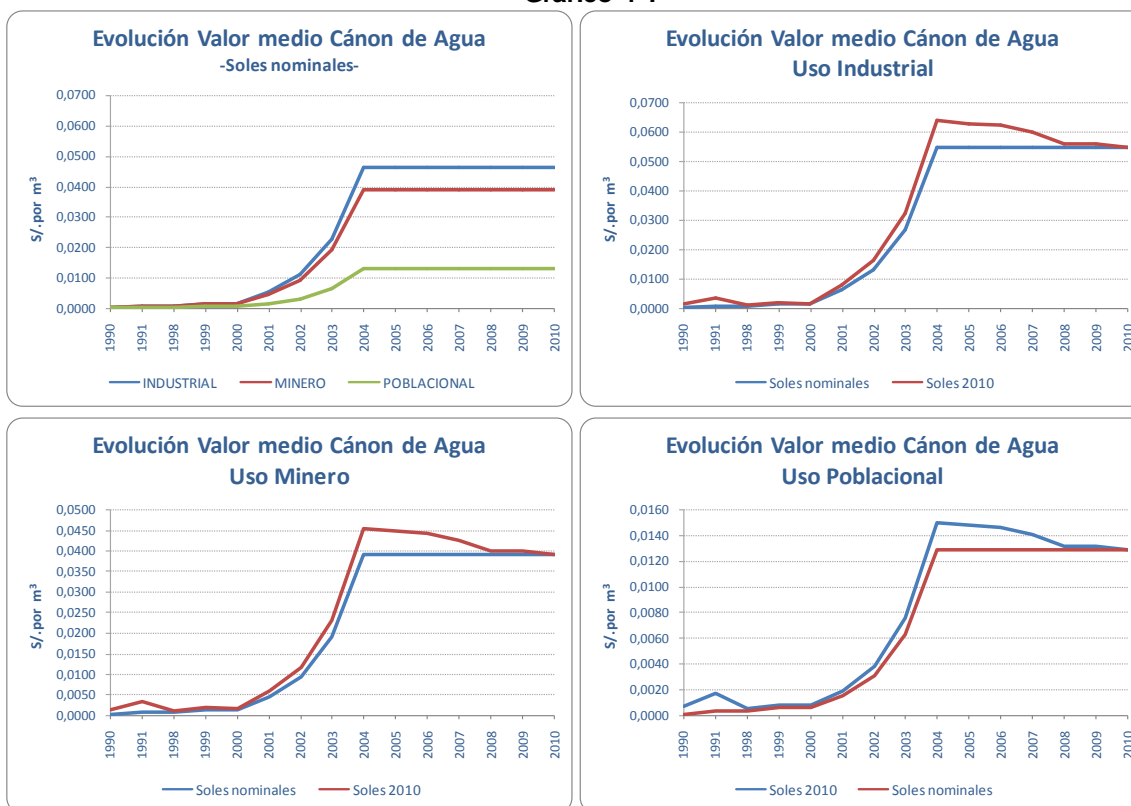
Fuente: Elaboración Propia con base en información oficial

4.1.2. Uso No Agrario

Hasta el año 2000 el valor de la tarifa era único para todos los usos no agrarios. En el año 2001 la Universidad del Pacífico realizó un estudio denominado “Determinación de la Tarifa para el Agua Superficial Destinada a Usos no Agrarios y no Energéticos”. En este estudio se determinan las tarifas con base en una metodología de costos, y define para los usos industrial, minero, poblacional y piscícola 3 valores tarifarios (valor máximo, medio y mínimo, según disponibilidad baja, media o alta en el distrito de riego, respectivamente). Plantearon además un escenario objetivo a ser alcanzado en un período de 5 años.

Estos valores se implementaron desde el año 2001 hasta el año 2004. En este último año se cobró el valor del escenario objetivo. A partir del año 2005 y hasta el año 2010 se cobra el mismo valor del 2004, sin ningún tipo de reajuste por incremento de los precios. Por lo tanto, en el período 2005-2010 el valor real del canon cayó. En el siguiente gráfico se presenta la evolución de dicho valor:

Gráfico 4-7



Fuente: Elaboración propia con base en información entregada por la ANA

Se observa que el valor más alto es el pagado por el uso industrial. Le siguen el uso minero y poblacional respectivamente. Además, la pérdida real del valor estaría representada por la diferencia entre las curvas de valor nominal y valor real. Así mismo, y para complementar el análisis, se hizo el siguiente ejercicio: Actualizar la tarifa del año 2004 al IPC de cada año. Si este valor se hubiera ajustado por IPC, en el 2010 el valor que debería cobrarse sería 16% más alto al valor cobrado ese mismo año, e incluso, sería un 11% mayor al valor cobrado en el año 2011. En la siguiente tabla se presentan los valores medios para cada uso, incluyendo además la tarifa media cobrada en el año 2011, como referencia:

Tabla 4-1
Ejercicio para calcular pérdida real en canon período 2004-2010 (soles)

Uso	Valor medio cobrado en el año 2010	Valor a cobrar en el 2010, si se hubiera actualizado por IPC todos los años desde el 2004	Diferencia (%)	Valor cobrado 2011	Diferencia (%)
	(1)	(2)	(2) - (1)	(4)	(4) - (2)
Industrial	0,05497	0,06400	16,4%	0,05695	-11,0%
Minero	0,03910	0,04552	16,4%	0,04051	-11,0%
Poblacional	0,01286	0,01497	16,4%	0,01332	-11,0%

Fuente: Elaboración propia con base en datos entregados por la Dirección de Administración de Recursos Hídricos-ANA

La Ley 29338 de 2009 por su parte, define que el pago de la tarifa se da por¹⁷:

- El servicio de distribución del agua en los usos sectoriales;
- Utilización de la infraestructura hidráulica mayor y menor;
- Monitoreo y gestión de uso de aguas subterráneas.

El pago por utilización del agua como patrimonio de la Nación que antes se cobraba en la tarifa se separa de ella, y pasa a ser retribución económica por uso de agua, objeto central de este estudio.

4.2. Usos, derechos y retribuciones económicas

La finalidad de la Ley de Recursos Hídricos, tal y como menciona el Artículo II del Título Preliminar, es “...regular el uso y gestión integrada del agua, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, así como en los bienes asociados a esta.”, la cual ha sido concebida sobre la base de 11 principios, explícitos en el Artículo III del mismo Título Preliminar, de entre los

¹⁷ Artículo 90° LRH.

cuales se destaca “1. *Principio de valoración del agua y de gestión integrada del agua*”, en el que se reconoce que el agua tiene “...valor sociocultural, valor económico y valor ambiental...”. Otro principio a destacar corresponde a “2. *Principio de prioridad en el acceso al agua*” el cual define que el acceso prioritario del agua es para la satisfacción de las “...necesidades primarias...” del ser humano por ser este un “...derecho fundamental sobre cualquier uso, inclusive en épocas de escasez.”.

4.2.1. Usos del agua contemplados en la LRH

La Ley reconoce en su Artículo 35 las siguientes tres clases de uso de agua según orden de prioridad:

- Uso primario
- Uso poblacional
- Uso productivo

4.2.1.1. Uso primario

Según lo expresa el Artículo 36 de la LRH, “*El uso primario consiste en la utilización directa y efectiva de la misma, en las fuentes naturales y cauces públicos de agua, con el fin de satisfacer necesidades humanas primarias.*” Estas necesidades comprenden “...el uso de agua para la preparación de alimentos, el consumo directo y el aseo personal; así como su uso en ceremonias culturales, religiosas y rituales.” El Artículo 37 de la misma Ley define las características de este uso primario:

- No requiere autorización administrativa
- Se ejerce por la sola disposición de la ley
- Es inocuo al medioambiente y a terceros
- No tiene fin lucrativo
- Se ejerce en forma gratuita por las personas, bajo su propia responsabilidad y condicionado a que:
 - No altere las fuentes de agua en su cantidad y calidad, y
 - No afecte los bienes asociados al agua.

El Estado debe garantizar el libre acceso a las fuentes naturales, incluso a cauces artificiales públicos (Artículo 38 LRH), para satisfacer directamente

las necesidades primarias definidas por la LRH, exigiendo a su vez que no se deben alterar dichas fuentes, evitando además su contaminación. En caso de ser necesario, la Autoridad Nacional del Agua puede fijar lugares o zonas de libre acceso.

El Reglamento de la LRH (Título III Capítulo II) introduce algunas precisiones, como por ejemplo, que el uso primario se **limita a la utilización manual de las aguas superficiales y subterráneas**, sin emplear equipos o ejecutar obras que desvíen las aguas de sus cauces, precisando además que el ejercicio de este uso, garantizado por Ley, no debe afectar la propiedad de terceros ni a los bienes asociados al agua. Respecto del libre acceso, la Autoridad Nacional del Agua fijará las zonas o lugares que permitan este uso cuando exista dificultad para el acceso directo a las fuentes de agua, **tomando en consideración la seguridad de las personas y protección de las fuentes**.

4.2.1.2. Uso poblacional

El Artículo 39 de la LRH señala que “*El uso poblacional consiste en la captación del agua de una fuente o red pública, debidamente tratada, con el fin de satisfacer las necesidades humanas básicas: preparación de alimentos y hábitos de aseo personal.*”, el cual “*Se ejerce mediante derechos de uso de agua otorgados por la Autoridad Nacional.*”. Este artículo se encarga de hacer la diferencia con el uso primario, puesto que si bien ambos consideran la preparación de alimentos y el consumo personal, el uso poblacional se realiza exclusivamente al estar conectado a una red pública o a una fuente pública debidamente tratada.

De modo análogo al uso primario, el Estado debe garantizar el derecho de las persona a tener acceso a los servicios de agua potable, en cantidad suficiente y en condiciones de seguridad y calidad (Artículo 40 LRH).

4.2.1.3. Uso productivo

Según se señala en el Artículo 42 de la LRH “*El uso productivo del agua consiste en la utilización de la misma en procesos de producción o previos a los mismos.*”, el cual “*Se ejerce mediante derechos de uso de agua otorgados por la Autoridad Nacional.*” Los tipos de uso productivo que se reconocen en la Ley son:

- Agrario: pecuario y agrícola
- Acuícola y pesquero
- Energético
- Industrial

- Medicinal
- Minero
- Recreativo
- Turístico
- Transporte

El Reglamento precisa además que (Título III capítulo IV) los “ *ministerios y demás entidades públicas sectoriales, deberán establecer normas específicas para el planeamiento, regulación, supervisión y control para el uso del agua en las respectivas actividades productivas que se encuentran bajo su ámbito*”.

El Reglamento de la LRH (Artículo 62°) define un orden de preferencia para el otorgamiento de agua para usos productivos en caso de concurrencia de solicitudes, considerando el siguiente orden de prioridad:

- Agrario, acuícola y pesquero.
- Energético, industrial, medicinal y minero.
- Recreativo, turístico y transporte.
- Otros usos.

No obstante lo anterior, el Reglamento de la LRH, en su acápite 62.2 del Artículo 62°, considera que “ *En los planes de gestión de recursos hídricos en la cuenca se podrá variar el orden de preferencia...*”, conforme los establezca la Autoridad Nacional del Agua teniendo en consideración los siguientes criterios:

- Características de las cuencas o sistemas hidráulicos;
- Disponibilidad de las aguas;
- Plan Nacional de Recursos Hídricos; y,
- Tratándose de un mismo uso productivo, el mayor interés social y público, según los siguientes criterios:
- La mayor eficiencia en la utilización del agua
- La mayor generación de empleo

- El menor impacto ambiental.
- En igualdad de condiciones, tiene derecho de preferencia la solicitud que tenga mayor antigüedad en su presentación

La LRH contempla otorgar agua para usos no previstos, respetando las disposiciones de la presente Ley (Artículo 43 LRH).

4.2.2. Derechos de usos del agua contemplados en la LRH

La LRH, en su Artículo 44, contempla que, salvo para el uso primario, se requiere contar con un derecho de agua para poder usarla. Este derecho es otorgado por la Autoridad Nacional del Agua con participación del Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca (regional o interregional según corresponda), distinguiendo para ello tres clases de derechos (Artículo 45 LRH): Licencia de uso, Permiso de uso, y Autorización de uso de agua.

4.2.2.1. Licencia de uso

La licencia de uso de agua puede ser otorgada para uso consuntivo o uso no consuntivo (Artículo 48 LRH), y le confiere a su titular la “...*facultad de usar este recurso natural, con un fin y en un lugar determinado, en los términos y condiciones previstos en los dispositivos legales vigentes y en la correspondiente resolución administrativa que la otorga.*” (Artículo 47 LRH).

Las licencias son otorgadas por la Autoridad Nacional del Agua por medio de la Autoridad Administrativa del Agua, y la resolución que la otorga debe consignar el volumen anual máximo asignado al titular, desagregado ya sea en periodos mensuales o mayores, los cuales son determinados en función a la disponibilidad de agua (Artículo 70° Reglamento LRH). No obstante, es requisito que la actividad se encuentre previamente autorizada por la autoridad sectorial competente (Artículo 71° Reglamento LRH).

Este derecho es de plazo indeterminado en cuanto la actividad para la que fue otorgado se mantenga vigente. En este sentido puede ser revocado si el uso fuera distinto, extinguiéndose además por las causales que prevé la misma LRH. El titular de este derecho está facultado para efectuar inversiones y/o transformaciones, directamente o en participación con terceros, con el objeto de ejercer el uso otorgado (Artículo 50 LRH).

Los excedentes de agua no utilizados por el titular son entregadas por el solo ministerio de la Ley a la Autoridad Nacional del Agua (Artículo 50 LRH).

Las licencias no son transferibles, por lo que si el titular no desea seguir utilizando el agua, ésta debe ser revertida al Estado a través de la Autoridad Nacional del Agua (Artículo 50 LRH).

Se contempla en la Ley el otorgamiento de “*licencia de uso de agua en bloque*” (Artículo 51 LRH). Dicho derecho es conferido a una organización de usuarios de agua, la cual debe estar reconocida, y que es integrada por una pluralidad de personas naturales o jurídicas que comparten una fuente de agua y una infraestructura hidráulica común. Estas organizaciones son responsables de la operación y mantenimiento de la infraestructura común y de la prestación del servicio de suministro de agua y pueden emitir certificados nominativos que representen la parte que corresponde de la licencia a cada uno de sus integrantes. Estos últimos se registran sin costo alguno en el Registro Administrativo de Derechos de Uso de Agua, a cargo de la Autoridad Nacional del Agua. Los certificados nominativos están sujetos a las mismas causales de extinción previstas en la Ley para las licencias de uso de agua (Acápito 78.4 Artículo 78° Reglamento LRH).

La LRH también contempla la entrega de “*Licencias Provisionales*” a los titulares de concesiones otorgadas por las entidades públicas competentes que tengan como fin la realización de estudios en cualquier actividad, siempre y cuando existan recursos hídricos excedentes y no se afecten los derechos de uso otorgados a terceros (Artículo 51 LRH). Este tipo de licencia es de plazo determinado y no puede superar el de las concesiones que la originan.

Los titulares de licencia de uso tienen una serie de obligaciones (Artículo 57 LRH) entre las que se destacan:

- Utilizar el agua con la mayor eficiencia técnica y económica
- Cumplir oportunamente con el pago de la retribución económica por el uso del agua y las tarifas, cuando corresponda
- Dar aviso oportuno a la Autoridad Nacional del Agua cuando, por causa justificada, no utilice transitoria, parcial o totalmente las aguas; situación que no acarrea la pérdida del derecho otorgado
- Contribuir a la conservación, mantenimiento y desarrollo de la cuenca
- Participar en las organizaciones de usuarios de agua correspondientes

4.2.2.2. Permiso de uso

La ley distingue otro tipo de derecho, el Permiso de uso, el que se puede referir a permisos de usos de agua para épocas de superávit hídrico o permisos de uso sobre aguas residuales (Artículo 58 y Artículo 59 LRH).

La Autoridad Nacional del Agua, a través de sus órganos desconcentrados, es el encargado de otorgar los permisos de uso de agua para épocas de superávit hídrico. Estos son de plazo indeterminado y facultan a su titular el **uso del agua superficial** con cargo a excedentes que transitoriamente pudieran presentarse durante determinadas épocas del año. Si esta agua es destinada para uso agrario será destinada exclusivamente para riego complementario o cultivos de corto período vegetativo. El ejercicio de uso sólo se puede dar cuando la Autoridad Administrativa del Agua, a través de sus órganos desconcentrados, declare previamente el estado de superávit hídrico (Artículo 87° Reglamento LRH).

De la misma manera, el permiso de uso sobre aguas residuales es también otorgado por la Autoridad Nacional del Agua, y corresponde a un derecho de uso de duración indeterminada (Artículo 59 LRH). El Reglamento de la LRH, en su Artículo 88°, precisa que para estos efectos se entiende como aguas residuales a las **aguas superficiales** de retorno, drenaje, filtraciones resultantes del ejercicio del derecho de los titulares de licencias de uso de agua. El mismo artículo en su acápite 88.2 señala que *“La variación de la cantidad u oportunidad, o la extinción de las aguas de retorno, drenaje o filtraciones, no ocasiona responsabilidad alguna a la Autoridad Nacional del Agua ni al titular de la licencia de uso de agua que generan estas aguas, con relación al titular de un permiso de uso sobre aguas residuales”*.

El Artículo 60 de la LRH establece que los requisitos para obtener un permiso de uso son:

- “1. Que el solicitante acredite ser propietario o poseedor legítimo del predio en el que hará uso eventual del recurso; y”
- “2. Que el predio cuente con las obras autorizadas de captación, conducción, utilización, avenamiento, medición y las demás que fuesen necesarias para el uso eventual del recurso.”

4.2.2.3. Autorización de uso de agua

La tercera y última clase de derecho corresponde a la “Autorización de uso”, Artículo 62 de la LRH, que le otorga al titular la *“...facultad de usar una cantidad anual de agua para cubrir exclusivamente las necesidades de aguas derivadas o relacionadas directamente con...”*: Ejecución de estudios, Ejecución de obras, y/o Lavado de suelos. Es de plazo determinado, no mayor a dos (2) años, la que puede ser prorrogada por una única vez, por un plazo similar, siempre que subsistan las condiciones que dieron origen a su otorgamiento.

El otorgamiento, modificación y extinción de la autorización de uso se rigen por las disposiciones sobre licencia de uso (Artículo 63 LRH).

4.2.2.4. Derechos de comunidades campesinas y nativas

El Artículo 64 de la LRH señala que 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.”.

4.2.3. Retribuciones económicas: Por uso de agua y por vertimiento de aguas residuales

La Autoridad Nacional del Agua tiene entre sus funciones (numeral 4 Artículo 15 LRH) “...*elaborar el método y determinar el valor de las retribuciones económicas por el derecho de uso de agua y por el vertimiento de aguas residuales en fuentes naturales de agua, valores que deben ser aprobados por decreto supremo;...*”. Los pagos que efectúan los usuarios de agua por concepto de retribuciones económicas por el uso de agua y por el vertimiento de aguas residuales, incluyendo lo que se recaude por concepto de intereses compensatorios, constituyen recursos económicos de la Autoridad Nacional del Agua, según se señala en el punto 2 del Artículo 16 de la LRH.

Por su parte los titulares de licencia de uso tienen que (numeral 2 Artículo 57 LRH) “...*cumplir oportunamente con el pago de la retribución económica por el uso del agua y las tarifas, cuando corresponda;...*”. La LRH reafirma este hecho al mencionar en el Artículo 90 que los titulares de los derechos de uso de agua están obligados a contribuir al uso sostenible y eficiente del recurso mediante el pago de: “1. *Retribución económica por el uso del agua...*” y “2. *retribución económica por el vertimiento de uso de agua residual...*”.¹⁸

¹⁸ El Artículo 90° señala además que los titulares de los derechos de agua están obligados al pago de:

- Tarifa por el servicio de distribución de agua en los usos sectoriales
- Tarifa por la utilización de la infraestructura mayor y menor

“La falta de pago de dos (2) cuotas consecutivas de la retribución económica del agua por uso o del derecho de vertimiento, de las tarifas de agua o de cualquier otra obligación económica con la Autoridad Nacional;...” es causa suficiente para la revocación de los derechos de uso, según los establece el numeral 1 del Artículo 72 de la LRH.

El valor de la retribución económica por el vertimiento de aguas residuales tratadas (numeral 1 Artículo 95 LRH) se fija considerando criterios de autosostenibilidad que permitan por un lado *“a. Cubrir los costos de la gestión integrada del agua a cargo de la Autoridad Nacional, el Consejo de Cuenca, incluyendo los vinculados con el manejo del correspondiente sistema de información”,* y *“b. cubrir los costos de recuperación o remediación del recurso y los daños ambientales que cause el vertimiento.”*

El Artículo 91 de la LRH define la retribución económica por el uso del agua como *“...el pago que en forma obligatoria deben abonar al Estado todos los usuarios de agua como contraprestación por el uso del recurso, sea cual fuere su origen. Se fija por metro cúbico de agua utilizada cualquiera sea la forma del derecho de uso otorgado y es establecida por la Autoridad Nacional en función de criterios sociales, ambientales y económicos.”*. El Reglamento de la LRH hace algunas precisiones señalando que el uso se refiere al consuntivo o no consuntivo y que la retribución no constituye tributo (acápito 176.1 Artículo 176° Reglamento LRH).

La forma de pago se define en el Reglamento de la LRH (acápito 178.1 Artículo 178°), en el cual se señala que *“Las retribuciones económicas se pagarán de acuerdo al volumen de agua utilizado durante un período anual calendario, en virtud a cualquiera de los derechos de uso de agua...”*. Se pagan una vez al año, o proporcionalmente si el uso es inferior a este lapso de tiempo; o en forma mensual y según la cantidad de metros cúbicos de agua consumidos en el mes. La forma y plazos en que los usuarios deberán abonar las retribuciones económicas, serán regulados por la Autoridad Nacional del Agua mediante Resolución Jefatural (acápito 178.2 Artículo 178°).

La recaudación de la retribución económica por el uso del agua recae en los operadores de Infraestructura hidráulica mayor y menor, y transferida bajo responsabilidad a la Autoridad Nacional del Agua (acápito 178.3 Artículo 178° Reglamento LRH).

El valor de la retribución económica debe ser *“...aportado por los usuarios de agua en forma diferenciada según el tipo de uso de agua tomando en cuenta criterios sociales, económicos y ambientales”* (acápito 176.4 Artículo 176° Reglamento LRH), y es determinado una vez al año por la Autoridad Nacional del Agua (acápito 177.1 Artículo 177° Reglamento LRH).

-
- Tarifa por monitoreo y gestión de aguas subterráneas.

Las cifras se establecerán por medio de estudios técnicos económicos (parte de los objetivos de este estudio) cuyo valor será aplicable durante un periodo determinado y progresivamente por etapas (acápites 176.3 Artículo 176° Reglamento LRH).

El valor de la retribución económica por uso de agua que se establezca en cada cuenca (acápites 177.2 Artículo 177° Reglamento LRH) *“...se destina para la formulación de los planes de gestión de recursos hídricos en la cuenca, desarrollar la gestión y administración de los recursos hídricos en las fuentes naturales del agua, así como para financiar las medidas de control y vigilancia destinadas a lograr: La protección de la calidad, el incremento de la disponibilidad de los recursos hídricos y la conservación de las fuentes productoras de agua; así como para la gestión integrada del agua en las cuencas menos favorecidas y la preservación del recurso hídrico en las cabeceras de cuencas.”*.

El Artículo 92 de la LRH define la retribución por el vertimiento de agua residual como *“...el pago que el titular del derecho efectúa por verter agua residual en un cuerpo de agua receptor. Este pago debe realizarse en función de la calidad y volumen del vertimiento y no sustituye el cumplimiento de lo dispuesto en la Ley y en otras normas referidas a la protección y conservación del agua.”*. El Reglamento de la LRH (Artículo 180°) hace algunas precisiones señalando que la retribución económica es por **vertimiento de agua residual tratada**, que **el vertimiento debe estar previamente autorizado**, y no constituye tributo.

Según lo señala el Artículo 79 de la LRH, *“La Autoridad Nacional autoriza el vertimiento del agua residual tratada a un cuerpo natural de agua continental o marina, previa opinión técnica favorable de las Autoridades Ambiental y de Salud sobre el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA-Agua) y Límites Máximos Permisibles (LMP). Queda prohibido el vertimiento directo o indirecto de agua residual sin dicha autorización.”*. Se hace explícito en el mismo artículo que *“Corresponde a la autoridad sectorial competente la autorización y el control de las descargas de agua residual a los sistemas de drenaje urbano o alcantarillado.”*.

El no pago de la retribución económica por vertimiento de aguas residuales tratadas durante dos años continuos es causa de revocación de la autorización de vertimiento (letra a., acápites 144.1 Artículo 144° Reglamento LRH).

La forma de pago se define en el Reglamento de la LRH (acápites 182.1 Artículo 182°), en el cual se señala que *“Las retribuciones económicas se liquidarán anualmente y de forma adelantada, en función a la calidad y volumen del vertimiento y costos de recuperación de la fuente de agua afectada.”*. Además, *“La forma y los plazos en que los usuarios deberán abonar las retribuciones económicas serán regulados por la Autoridad Nacional*

del Agua mediante Resolución Jefatural.”, según lo indica el mismo Reglamento (acápito 182.2 Artículo 182°).

La recaudación de la retribución económica por vertimiento de aguas residuales tratadas (Artículo 183° Reglamento LRH) se destina a “monitorear, prevenir, controlar y remediar los daños ambientales en cuanto se refiere a la afectación de la calidad del agua y los bienes asociados a esta en el ámbito de la cuenca respectiva.”

El Artículo 184° del Reglamento de la LRH indica que “Las retribuciones económicas se aplicarán a los vertimientos autorizados, sin perjuicio de las sanciones que resulten aplicables a quienes no cumplan con las condiciones señaladas en las autorizaciones correspondientes. No sustituye el cumplimiento de lo dispuesto en la Ley y otras normas referidas a la protección y conservación del agua.”

La siguiente tabla presenta un resumen de los aspectos contenidos en la LRH y su Reglamento y que tiene relación con las retribuciones económicas.

Tabla 4-2
Resumen aspectos legales y las retribuciones económicas

Característica	Retribución Económica	
Tipos	LRH Art.90: Por el derecho de uso de agua	LRH Art.90: Por el vertimiento de agua residual
Definición	LRH Art 91: Pago obligatorio por una contraprestación por uso del recurso sea cual fuere su origen. Reg. LRH Art 176: Pago por una contraprestación económica por el uso consuntivo no consuntivo del agua. NO constituye tributo.	LRH Art 92: Pago que el titular del derecho efectúa por verter agua residual en un cuerpo de agua receptor. Reg. LRH Art 180: Contraprestación económica, que NO constituye tributo, que los usuarios deben pagar por efectuar un vertimiento autorizado.
Destino	LRH Art.16: Constituyen recursos económicos de la ANA. Incluye Intereses Compensatorios y Moratorios. Reg. LRH Art.177 - 177.2: Se destina para la formulación de los planes de gestión de recursos hídricos en la cuenca, desarrollar la gestión y administración de los recursos hídricos en las fuentes naturales del agua, así como para financiar las medidas de control y vigilancia...así como para la gestión integrada del agua en las cuencas menos favorecidas y la preservación del recurso hídrico en las cabeceras de cuencas.	LRH Art.16: Constituyen recursos económicos de la ANA. Incluye Intereses Compensatorios y Moratorios. Reg. LRH Art.183: Son destinadas para monitorear, prevenir, controlar y remediar los daños ambientales

Característica	Retribución Económica	
Forma de pago de la retribución	<p>LRH Art 91: Se fija por metro cúbico de agua utilizada cualquiera sea la forma del derecho de uso otorgado.</p> <p>Reg. LRH Art. 178 - 178.1: Se pagarán de acuerdo al volumen de agua utilizado durante un período anual calendario.</p> <p>Reg. LRH Art. 176 - 176.4: Aportado por los usuarios de agua en forma diferenciada según el tipo de uso de agua.</p> <p>Reg. LRH Art. 178 - 178.2 – letra c: La forma y los plazos en que los usuarios deberán abonar las retribuciones económicas serán regulados por la Autoridad Nacional del Agua mediante Resolución Jefatural.</p>	<p>Reg. LRH Art. 182 - 182.1: Las retribuciones económicas se liquidarán anualmente y de forma adelantada, en función a la calidad y volumen del vertimiento y costos de recuperación de la fuente de agua afectada.</p> <p>Reg. LRH Art. 182 - 182.2: La forma y los plazos en que los usuarios deberán abonar las retribuciones económicas serán regulados por la Autoridad Nacional del Agua mediante Resolución Jefatural.</p>
Frecuencia de cálculo	Reg. LRH Art. 177 - 177.1: Se determina anualmente el valor de las retribuciones económicas por el uso de agua.	Reg. LRH Art. 181: Se determina anualmente el valor de las retribuciones económicas por el vertimiento de aguas residuales tratadas .
Obligación de Pago	<p>LRH Art 90: Los titulares de los derechos de uso de agua están obligados a contribuir al uso sostenible y eficiente del recurso mediante el pago de lo siguiente: 1. Retribución económica por el uso del agua...</p> <p>LRH Art 57. Los titulares de licencia de uso tienen las siguientes obligaciones: ...2. cumplir oportunamente con el pago de la retribución económica por el uso del agua...</p>	<p>LRH Art 90: Los titulares de los derechos de uso de agua están obligados a contribuir al uso sostenible y eficiente del recurso mediante el pago de lo siguiente: ...2. Retribución económica por el vertimiento de uso de agua residual...</p>
Sanciones por No Pago de la Retribución.	<p>LRH Art. 72: Revocación de los derechos de uso (licencia, permiso, y autorización)</p> <p>1. La falta de pago de dos (2) cuotas consecutivas de la retribución económica del agua por uso o del derecho de vertimiento</p>	<p>Reg. Art. 144 - 144.1: Son causales de revocatoria de las autorizaciones de vertimiento de aguas residuales tratadas:</p> <p>a. La falta de pago de la retribución económica durante dos años continuos.</p>

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Otros elementos del régimen económicos por el uso del agua.

4.3.1. Pago de tarifas

El régimen económico por el uso del agua considera, además de las retribuciones, el pago de tarifas por¹⁹:

- Servicio de distribución de agua en los usos sectoriales
- Utilización de la infraestructura hidráulica mayor y menor

¹⁹ Artículo 90 LRH, y Artículo 186° Reglamento LRH.

- Monitoreo y gestión de aguas subterráneas

El Artículo 187° del Reglamento de la LRH señala en su acápite 187.1 que “La Tarifa por la utilización de la infraestructura hidráulica mayor es el pago que efectúan los usuarios del agua u operadores de infraestructura hidráulica menor [sic] para cubrir los costos de los servicios de operación y mantenimiento así como el desarrollo de infraestructura hidráulica mayor que efectúan los operadores de dicha infraestructura”.²⁰ El mismo artículo en su acápite 187.2 indica que “La Tarifa por la utilización de la infraestructura hidráulica menor es el pago que efectúan los usuarios de agua para cubrir los costos de los servicios de operación y mantenimiento así como el desarrollo de dicha infraestructura.”.

El Artículo 188° del Reglamento de la LRH señala que la tarifa por el servicio de distribución del agua en los usos sectoriales “*Es el pago que efectúan los beneficiarios de los servicios de distribución de agua a los titulares de derechos de uso de agua sectoriales.*”. El mismo artículo especifica que “*Tratándose del servicio de distribución y abastecimiento de agua con fines poblacionales se rige por la ley de la materia.*”²¹.

El Artículo 189° del Reglamento de la LRH en su acápite 189.1 precisa que la Tarifa por monitoreo y gestión de uso de aguas subterráneas “*Es el pago que deben efectuar los usuarios de agua subterránea que no cuenten con sistemas propios de monitoreo y gestión de dichas aguas, cuando reciban por parte de terceros los servicios de lecturas periódicas de niveles freáticos, operación y mantenimiento de los sistemas de medición, y otros relacionados con la gestión de las aguas subterráneas de un acuífero en particular.*”. Este mismo acápite es claro en señalar que “*No están comprendidas las acciones de supervisión, control, vigilancia y fiscalización que realice la Autoridad Nacional del Agua en el ejercicio de sus funciones.*”, actividades que, como ya se ha mencionado anteriormente, se financian con las retribuciones económicas. El acápite 189.3 establece “*El valor de la tarifa por monitoreo y gestión debe cubrir el costo del servicio otorgado.*”.

Las tarifas que se pagan por utilizar de la infraestructura hidráulica se destinan a cubrir los costos de operación, mantenimiento, reposición, recuperación de inversiones y gestión de riesgos (Artículo 190° del Reglamento LRH)²².

²⁰ La referencia a la infraestructura hidráulica menor que se hace en acápite debe entenderse como infraestructura hidráulica mayor.

²¹ La legislación de este sector se sustenta en la Ley N° 26338 “Ley General de Servicios de Saneamiento”, y su Reglamento aprobado mediante Decreto Supremo N° 09-95-Pres.

²² La ANA encargó a la Universidad del Pacífico el desarrollo del estudio de tarifas de infraestructura hidráulica y monitoreo de aguas superficiales. Para detalles ver Autoridad Nacional del Agua (2010), “Desarrollo del estudio que determine la metodología de cálculo de

4.3.2. Financiamiento de la ANA e incentivos para el uso eficiente del agua

El hecho que las retribuciones económicas se destinen a fines específicos relacionados directamente con las actividades de la ANA implica que sus valores deben estar alineados con el objetivo de financiamiento de una institución pública. Aunque la ley es imperativa en señalar que las retribuciones no constituyen tributo, en el sentido económico sí lo son, y por tanto no es un precio que refleje la escases del recurso como ha sido entendido por algunos actores, sino un instrumento para financiar la gestión integral de la cuenca.

En cuanto al uso eficiente del uso del recurso, es la propia LRH que establece en forma independiente un régimen de incentivos para que se logre dicho objetivo, específicamente en sus artículos 84°, 85° y 86°. En ellos se reconoce que *“...los titulares de derechos de uso de agua que inviertan en trabajos destinados al uso eficiente, a la protección y conservación del agua y sus bienes asociados y al mantenimiento y desarrollo de la cuenca hidrográfica pueden deducir las inversiones que efectúen para tales fines de los pagos por concepto de retribución económica o tarifas de agua...”*. De hecho la ANA está facultada para otorgar certificados de eficiencia a los usuarios o certificados de creatividad a quienes *“...diseñen, desarrollen o implementen equipos, procedimientos o tecnologías que incrementen la eficiencia en el uso del recursos hídricos...”*. Finalmente, *“Para promover el aprovechamiento eficiente y la conservación de los recursos hídricos, la Autoridad Nacional puede organizar concursos de mejores prácticas, realizar pasantías, otorgar premios, difundir experiencias exitosas y promover el uso de equipos y tecnologías innovadoras.”*.

Por lo tanto, se desprende de la LRH que el legislador ha contemplado que las retribuciones económicas están destinadas al financiamiento de la institución, mientras que el uso eficiente del recurso hídrico está ligado a programas de incentivos con mecanismos de implementación de carácter administrativo.

4.3.3. Retribuciones económicas por vertimiento, ECA-Agua y LMP.

Ya se ha mencionado que las retribuciones económicas se fijan para vertimientos autorizados, con prohibición absoluta de realizar descargas, ya sea de forma directa o indirecta. Según la legislación se desprende que cualquier de agua residual debe cumplir en forma copulativa con los LMP y los ECA-Agua. El primero limita las emisiones de la fuente a los estándares para los cuales el vertimiento fue autorizado. El segundo, establece una estándar de calidad del cuerpo receptor que según el Art. 31° de la Ley General de

las tarifas por utilización de la infraestructura menor y mayor, y por el servicio de monitoreo y gestión de aguas subterráneas”, Lima – Perú.

Medioambiente (LGM) corresponde a “...la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos.” El mismo artículo señala que “El ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas. Es un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.”. Por lo tanto, El ECA-Agua define condiciones de los cuerpos receptores que no representan riesgo significativo para las personas o medioambiente, y además debe ser obligatorio en el diseño de políticas públicas, por lo que el LMP que da origen a la autorización del vertimiento no puede alterar dicho ECA-Agua.

Para mejor entendimiento se transcribe el Art. 133° del Reglamento de la LRH, el cual señala que:

“ 133.1 La Autoridad Nacional del Agua podrá autorizar el vertimiento de aguas residuales únicamente cuando:

- a. Las aguas residuales sean sometidas a un tratamiento previo, que permitan el cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles – LMP*
- b. No se transgredan los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, ECA – Agua en el cuerpo receptor, según las disposiciones que dicte el Ministerio del Ambiente para su implementación.*
- c. Las condiciones del cuerpo receptor permitan los procesos naturales de purificación.*
- d. No se cause perjuicio a otro uso en cantidad o calidad del agua.*
- e. No se afecte la conservación del ambiente acuático.*
- f. Se cuente con el instrumento ambiental aprobado por la autoridad ambiental sectorial competente.*
- g. Su lanzamiento submarino o subacuático, con tratamiento previo, no cause perjuicio al ecosistema y otras actividades lacustre, fluviales o marino costeras, según corresponda.*

133.2 La Autoridad Nacional del Agua, dictará las disposiciones complementarias sobre características de los tratamientos y otras necesarias para el cumplimiento de la presente disposición.”.

Luego, cuando se autoriza un vertimiento no se puede violar un ECA-Agua. Si se autoriza más de un vertedor a un mismo cuerpo receptor tampoco se puede violar un ECA-Agua.

Finalmente, la LRH ha resuelto el problema de monitoreo entregándole la responsabilidad a la ANA. Es así como el Art. 76 de la LRH indica que:

“La Autoridad Nacional en coordinación con el Consejo de Cuenca, en el lugar y el estado físico en que se encuentre el agua, sea en sus cauces naturales o artificiales, controla, supervisa, fiscaliza el cumplimiento de las normas de calidad ambiental del agua sobre la base de los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA-Agua) y las disposiciones y programas para su implementación establecidos por autoridad del ambiente. También establece medidas para prevenir, controlar y remediar la contaminación del agua y los bienes asociados a esta.

Asimismo, implementa actividades de vigilancia y monitoreo, sobre todo en las cuencas donde existan actividades que pongan en riesgo la calidad o cantidad del recurso.”.

Por su parte, el Art. 123° del RLRH señala que:

“123. Acciones para la prevención y el control de la contaminación de los cuerpos de agua

123.1 La Autoridad Nacional del Agua ejerce de manera exclusiva acciones de control, supervisión, fiscalización y sanción para asegurar la calidad del agua en sus fuentes naturales y en la infraestructura hidráulica pública.

123.2 La Autoridad Administrativa del Agua ejerce acciones de vigilancia y monitoreo del estado de la calidad de los cuerpos de agua y control de los vertimientos, ejerciendo la potestad sancionadora exclusiva por incumplimiento de las condiciones establecidas en las resoluciones que autorizan vertimientos o por aquellos vertimientos no autorizados.

123.3 De acuerdo con la Ley General del Ambiente, Ley N° 28611, las autoridades ambientales sectoriales ejercen control, fiscalización, supervisión y sanción de las actividades que se encuentran dentro de sus respectivos ámbitos por incumplimiento de obligaciones ambientales.

123.4 A fin de evitar conflictos de competencia y posible duplicidad de sanciones, la Autoridad Nacional del Agua y el Ministerio del Ambiente coordinarán de manera permanente sus acciones.”.

A la fecha existe un “Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Agua Superficial” (marzo 2011) que contempla los siguientes componentes:

- Red de monitoreo y puntos de control
- Parámetros de calidad de los recursos hídricos
- Frecuencia de monitoreo
- Medición de condiciones hidrográficas y dinámicas de los cuerpos naturales de aguas continentales y marino-costeras
- Desarrollo de monitoreo
- Aseguramiento y control de calidad

Por lo tanto, los costos relevantes de monitoreo, y que deben ser financiados por las retribuciones económicas, son los generados por las actividades que realiza la ANA.

4.4. Principales conclusiones

La LRH y su Reglamento definen claramente que las retribuciones económicas son contraprestaciones económicas por el uso del agua y por efectuar vertimientos de aguas residuales tratadas.

Los dineros recaudados por concepto de **retribuciones económicas constituyen recursos económicos para la ANA**, con destinos específicos, contribuyendo al financiamiento de la institución en su quehacer cotidiano.

En este sentido, la recaudación deben cubrir los costos de las actividades que se indican en la LRH y su Reglamento, en el contexto de las funciones de la ANA, por lo tanto, los costos asociados a la gestión integrada de los recursos hídricos a estimar deben tener en cuenta esta delimitación impuesta por la Ley.

El objeto de las retribuciones económicas es financiar las actividades de la ANA, y no ser una señal de precios de escases del recurso como tampoco evitar la contaminación de los cuerpos receptores de aguas residuales tratadas (contaminador –pagador).

Las autorizaciones de vertimientos no pueden ser tales que violen un ECA-Agua, por lo que si se autoriza más de un vertedor en un mismo cuerpo el total de las descargas no pueden violar un ECA-Agua.

Por otro lado, y como ya se ha mencionado en el punto anterior, los costos de operación y mantenimiento de la infraestructura, no deben ser considerados, puesto que la LRH y su Reglamento ha previsto que sean financiados por tarifas específicas.

Finalmente, los distintos usos reconocidos en la ley entregan en forma indirecta la información respecto de los diferentes usuarios que se han considerado. En primer lugar se encuentran los usuarios que hacen uso primario del agua. Luego aquellos que están conectados a una red pública o fuente pública de agua debidamente tratada (uso poblacional). Y los usos agrarios, acuícola y pesquero, energético, industrial, medicinal, minero, recreativo, turístico y transporte, para los cuales se tiene su respectivo usuario. Esta será la base de usuarios final a considerar en el desarrollo de este estudio.

5. ENFOQUE METODOLÓGICO

Este capítulo introduce las consideraciones de índole conceptual y metodológica que son la base de los cálculos necesarios para estimar el valor del agua por tipo de usuario.

También se entregan los lineamientos generales bajo los cuales han de estimarse las retribuciones económicas por uso de agua y por vertimientos de aguas residuales tratadas, poniendo énfasis en que el objetivo final de dichas retribuciones es el de financiar las actividades de la ANA.

5.1. Aspectos económicos del valor

“Nada es más útil que el agua; pero ésta no comprará nada; nada de valor puede ser intercambiado por ella. Un diamante, por el contrario, tiene escaso valor de uso; pero una gran cantidad de otros bienes pueden ser frecuentemente intercambiados por este.” Adam Smith – La riqueza de las naciones²³.

Lo enunciado por Smith encierra dos conceptos de valor, el de uso y el de cambio, por lo que se hace necesario distinguir que se entiende por valor económico de los bienes²⁴, cual es la relación que existe entre el valor y el precio de los bienes, y con el concepto de máxima disposición al pago.

Para explicar estos conceptos se utilizará el ejemplo clásico del hombre perdido en el desierto que porta una bolsa con diamantes. A los varios días de perdido, esta persona estaría dispuesta a entregar todos sus diamantes por un vaso de agua. Esto nos indica que el valor económico está dado por la utilidad que el bien otorga al individuo y al nivel de escasez del mismo. En efecto, en el desierto el agua es mucho más útil que los diamantes y también más escasa, por lo tanto, más valorada.

Por otro lado, el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, en su vigésima segunda edición, define la palabra “valor” en su primera acepción como “*Grado de utilidad o aptitud de las cosas, para satisfacer las necesidades o proporcionar bienestar o deleite*”, por lo que se desprende de esta definición que el valor es algo subjetivo que depende de quién reciba ese bienestar.

El concepto de utilidad al cual se hace referencia en la definición anterior, está alineado con aquel que la economía incorpora al desarrollar su

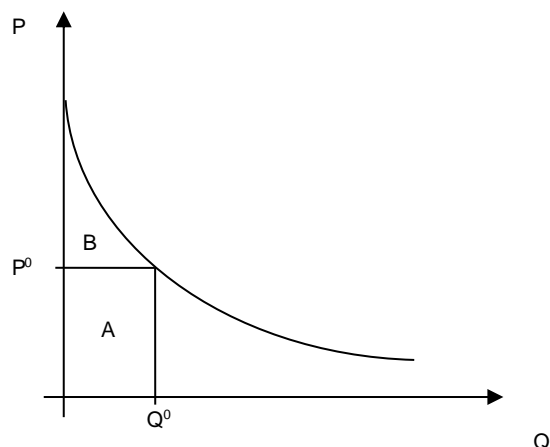
²³ Traducción libre del texto original: “*Nothing is more useful than water; but it will purchase scarce any thing; scarce any thing can be had in exchange for it. A diamond, on the contrary, has scarce any value in use; but a very great quantity of other goods may frequently be had in exchange for it.*” An Inquiry into the Nature and Causes of Wealth of Nation by Adam Smith.

²⁴ Estas explicaciones también se refieren a los servicios.

teoría del consumidor. Esta teoría nos indica, en términos generales, que el consumidor busca maximizar su utilidad individual, la que depende de sus gustos y preferencias, escogiendo una canasta de bienes y/o servicios, los que se le presentan a un cierto nivel de precios, considerando además que este consumidor posee una cantidad de recursos limitados (ingresos). Uno de los supuestos que está detrás de esta maximización tiene relación con que el nivel de utilidad aumenta a medida que el consumo (cantidad) también lo hace, reconociendo además que este aumento se produce a tasas decrecientes, es decir, la utilidad que reporta la unidad adicional es menor que la utilidad que proporcionó la unidad inmediatamente anterior. Siguiendo el ejemplo del hombre en el desierto, éste encontrará que el primer vaso de agua le reporta una utilidad muy alta, lo que también puede suceder con el segundo vaso de agua, aunque no tanto como el primero. Cuando ya haya saciado su sed, un vaso adicional de agua ya no le será tan útil como los anteriores. Se desprende además, que este hombre del desierto, estará dispuesto a adquirir el primer vaso en una elevada suma de dinero, mientras que por los últimos pagará cantidades cada vez menores. En consecuencia, y como ya se había adelantado, el valor depende del grado de escasez, puesto que en la medida que el bien abunda, la disposición a adquirirlo cae.

La selección de la canasta que maximiza la utilidad individual se modifica cada vez que cambia el precio de uno o más bienes. Si se hace variar el precio de un solo bien, dejando constante el resto de los precios de los bienes de la economía y el nivel de ingreso del consumidor, se puede obtener la función de demanda, esto es, la relación entre precio y cantidad a consumir del bien en cuestión (al que se hizo variar el precio), cuya representación gráfica corresponde a la curva de demanda.

Figura 5-1
Curva de demanda individual por un bien



Fuente: Elaboración propia

La curva de demanda, que se ilustra en la figura anterior, nos entrega información respecto de la máxima disposición a pagar de un individuo por el consumo de una cierta cantidad. En la gráfica, a un precio P^0 el individuo consumirá una cantidad Q^0 . A medida que la cantidad Q es menor el precio aumenta, mientras que en caso contrario el precio disminuye²⁵. El área definida por $A + B$ representa el beneficio monetario total que le reporta al individuo el consumo de Q^0 unidades del bien o servicio, lo que representa su máxima disposición a pagar por las Q^0 unidades. El área A es el valor que efectivamente paga por ese consumo Q^0 , mientras que el área B se conoce como el excedente del consumidor.

Para clarificar el concepto de excedente y precio se presenta el siguiente ejemplo:

- Una persona está dispuesta a pagar 100 unidades monetarias por una manzana

²⁵ Esta es una característica de los bienes normales. Detalles respecto de las distintos tipos de bienes, como bienes inferiores o Giffen, ver Frank, R.H. (2005), "Microeconomía y Conducta", Quinta edición, McGraw Hill, ISBN 84-481-9848-4.

- Esta persona se dirige al mercado²⁶ y la adquiere en 60 unidades monetarias

Este comprador ha notado que en vez de gastar 100 unidades monetarias sólo ha hecho un desembolso de 60, por lo que percibe que ha tenido un “ahorro” de 40 unidades monetarias. Este ahorro es el excedente del consumidor.

Figura 5-2
Ilustración Excedente del consumidor

Precio 60	Excedente 40	=	Disposición a Pagar 100
--------------	-----------------	---	----------------------------

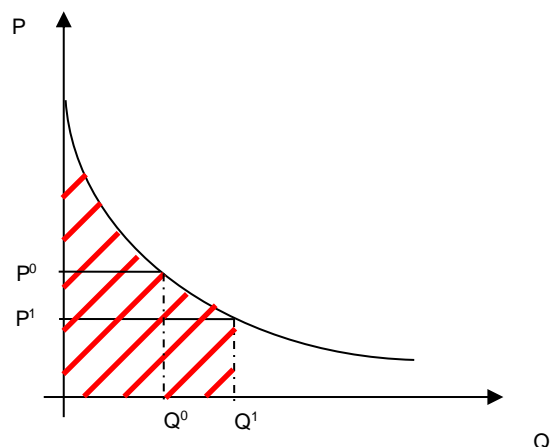
Fuente: Elaboración propia.

De esta manera, el precio es una medida del valor de cambio, mientras que la disposición a pagar es una medida de valor del bien. En efecto, se intercambiaron 60 unidades monetarias por una manzana (valor de cambio) cuando se estaba dispuesto a adquirirla por 100 (valor del bien).

En general, un cambio en el nivel de bienestar de las personas se puede capturar mediante la variación del excedente del consumidor cuando se pasa de una situación de consumo Q^0 a un nivel de consumo Q^1 , sea este último mayor o menor que el nivel inicial. Si se trata de bien normal (pendiente negativa de la curva de demanda) un aumento en el consumo está acompañado por una disminución en el precio, produciéndose un aumento en el excedente del consumidor. Por lo tanto, el valor asociado a un consumo Q^1 corresponde al área total bajo la curva de demanda según se muestra en el gráfico siguiente.

²⁶ Entiéndase mercado como supermercado o tienda de frutas.

Gráfico 5-1
Variación en el excedente del consumidor



Fuente: Elaboración propia

Utilizar la variación en el excedente del consumidor como medida del cambio en el bienestar requiere neutralizar el efecto ingreso. Este último se refiere a la pérdida (aumento) del poder adquisitivo producto del alza (baja) en el precio del bien. Como alternativa se disponen de dos medidas que se hacen cargo de neutralizar dicho efecto ingreso: Variación Compensada y Variación Equivalente.

La Variación Compensada corresponde a la cantidad mínima de dinero que, ante un alza en el precio de un bien, restituya el nivel de utilidad que presentaba antes del cambio de precios, considerando los nuevos precios. La Variación Equivalente corresponde a la cantidad mínima de dinero que, ante un alza en el precio de un bien, restituye el nivel de utilidad que presentaba el consumidor antes del cambio de precios, considerando los antiguos precios. Otras definiciones alternativas consideran que la Variación Compensada corresponde a la cantidad de dinero que un individuo está dispuesto a pagar para lograr una baja en el precio del bien, mientras que la Variación Equivalente es la cantidad de dinero que el consumidor está dispuesto a aceptar para renunciar a la baja del precio del bien²⁷.

²⁷ En general las medidas de la variación en el excedente del consumidor, variación compensatoria y variación equivalente difieren entre sí, salvo cuando las funciones de utilidad son cuasi-lineales, caso en que las tres medidas son iguales.

5.2. Valor económico del agua

Encontrar un valor económico del agua, uno de los objetivos generales de este estudio, implica tener en cuenta la teoría económica, sobre la cual se basa la economía ambiental. Esta disciplina incorpora el medioambiente como objeto de estudio bajo la teoría económica neoclásica, utilizando sus mismos conceptos y preceptos, concentrando *“el análisis respecto de la escasez, y donde los bienes son valorados según su abundancia-rareza, de tal manera que cuando se trata de bienes escasos, éstos son considerados bienes económicos...”*²⁸.

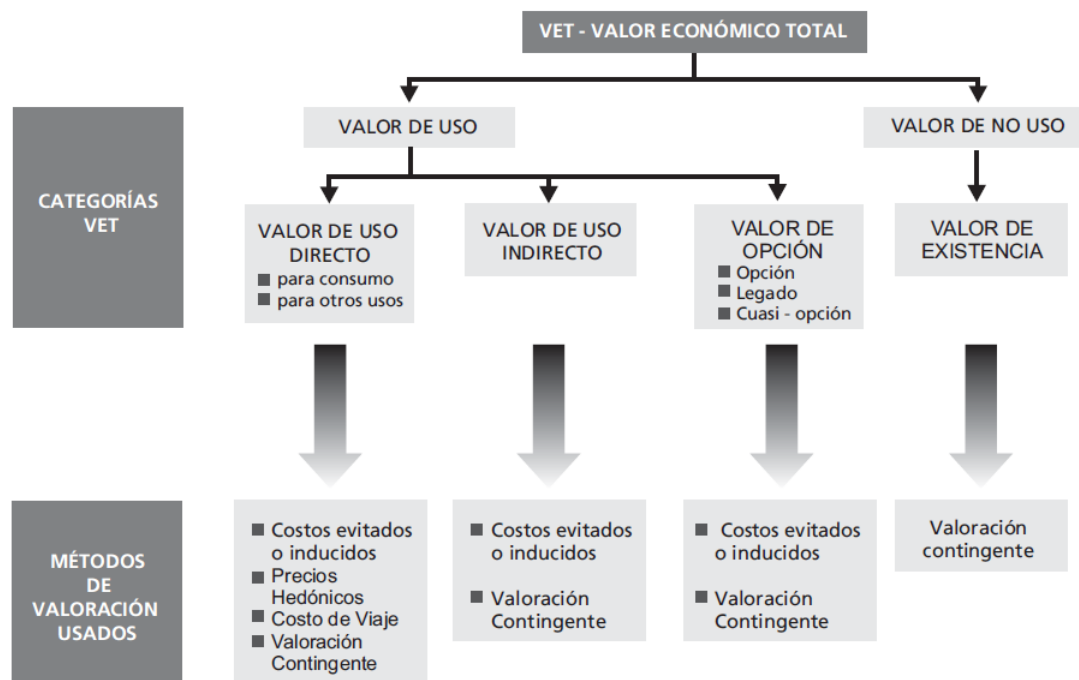
En este sentido, el medioambiente ha pasado a ser considerado dentro de la categoría de bien económico, puesto que muchos recursos naturales, entre ellos el agua, comienzan a escasear.

Los bienes naturales presentan a su vez ciertas características que hacen que se encuentren “fuera del mercado”, debido a que no existe propiedad definida ni tampoco presentan un precio de mercado para su adquisición. Estas características hacen que su valoración sea algo compleja puesto que no es posible “observar” el mercado y en consecuencia obtener su valor.

El “Valor Económico Total” (VET) corresponde a la disposición a pagar total, representado por el área bajo la curva de demanda, el cual se pueden desagregar en valores de uso y de no uso, según se muestra en la siguiente figura, en la cual se incluye además una asociación con los métodos de valorización que pueden utilizarse en su estimación.

Figura 5-3
Valor económico total y métodos de valorización

²⁸ Para detalles ver Chang, MangYu, Capítulo 6: La economía ambiental, que se incluye en Guillermo Foladori y Naína Pierri (Coord.) (2005), “¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable, Colección América Latina y el Nuevo Orden Mundial”. México: Miguel Ángel Porrúa, UAZ, Cámara de Diputados LIX Legislatura, ISBN 970-701-610-8



Fuente: Millenium Ecosystem Assessment (2003)

El valor de uso se refiere a aquellos que están destinados en general a consumo y producción, ya sea en forma directa o indirecta, y aquellos, o con potencial para ser utilizados en el futuro.

El valor de uso puede subdividirse además en valor de uso directo y valor de uso indirecto. El primero se refiere a los bienes o servicios que son utilizados en forma directa, por ejemplo, el uso del agua puede ser destinada al consumo directo como bebida, como insumo productivo, o por los servicios que se puedan generar como por ejemplo la pesca deportiva, turismo, etc. En estos casos existe proximidad física entre el recurso y el individuo por lo que se habla de “uso directo”. Por su parte, cuando existe un mercado de bienes o servicios complementarios que no precisan de una utilización in-situ, como por ejemplo una publicación, estaremos hablando de “uso indirecto”. Ambos casos hacen referencia al uso actual del recurso. No obstante, otro beneficio se deriva de la satisfacción que otorga la certeza de poder contar con agua disponible para un uso futuro (valor de opción).

El valor de no uso se entiende que es la utilidad que reporta al individuo por saber de la sola existencia de un bien. El concepto de “Valor de Existencia” fue introducido por John Krutilla (1967)²⁹ quién plantea que el dueño de un recurso natural, que es usado en forma compatible con el estado de la naturaleza y que no tiene sustitutos cercanos, no es capaz de apropiarse del valor total de dicho recurso mediante cobro de entradas para recreación o investigación científica. Por lo tanto, el “Valor de Existencia” es el valor que los individuos otorgan por la sola existencia del recurso, y es capturado únicamente por medio de sus preferencias en la forma de valor de no uso. Es importante destacar que este valor no representa el valor intrínseco del recurso, valor del agua por sí misma, sino que es un valor asignado por los agentes y en consecuencia un valor económico.

Esta desagregación del valor total es ampliamente aceptada para describir el valor de los recursos naturales y el medioambiente. No obstante, no implica que en todos los casos estos valores existen, como tampoco que éstos estén presentes en cada individuo que toma decisiones económicas, por lo que su estimación obedece a una análisis preliminar del bien o servicio que se quiere valorar, y definir la posible existencia previa de la desagregación de valor presentada en la figura anterior.

5.3. Métodos de estimación monetaria del valor económico por uso y por no uso

En la sección anterior se introdujo el concepto de VET el que se descompone en valor de uso y valor de no uso. Éstos pueden estimarse monetariamente utilizando variados métodos, los que se pueden clasificar según si la estimación se sustenta en la curva de demanda o no.

Los métodos basados en curvas de demanda pueden subdividirse entre aquellos que se basan en las preferencias reveladas de los individuos o en sus preferencias declaradas. Dentro de los primeros se encuentran el método de Costos de Viaje y el método de Precios Hedónicos, mientras que el método de Valoración Contingente es el principal representante de los segundos.

Los métodos típicos de los enfoques que no se basan en la curva de demanda son el método de costo evitados o inducidos y el método de costo de oportunidad.

Cada uno de ellos se revisa a continuación³⁰.

²⁹ Para detalles ver Krutilla V. John (1967), “Conservation Reconsidered, The American Economic Review, Volume 57, Issue 4 (Sep., 1967), pp. 777-786.

³⁰ Una descripción de distintas metodologías de estimación de encuentra en Cristeche, E. y J. Penna (2008), “Métodos de valoración económica de los servicios ambientales”, Estudios

5.3.1. Costos evitados o inducidos

Este método consiste en estimar los costos que serían evitados producto de alguna intervención, por ejemplo, las obras de control de inundaciones. Estas obras permiten que los daños provocados por las crecidas se vean mitigados. El valor económico asociado a ellas se estima como los daños que dejarían de afectar a los beneficiarios como consecuencia de la construcción de este tipo de obras, el que se supone además coincide con la máxima disposición a pagar por las obras.

Para ello se necesitan funciones denominadas de dosis-respuesta, las cuales no son otra cosa que la relación entre el efecto observado producto de algún cambio en alguna variable exógena. Siguiendo el caso de las inundaciones, el nivel de la inundación provoca ciertos daños. La relación es que a mayor nivel de inundación el nivel de daños es mayor. Teniendo esta función determinada, lo que sigue es valorizar el daño para saber cuánto es la pérdida monetaria por cada nivel de inundación.

Según se ha expuesto en la Figura 5-3 anterior, este método puede ser utilizado para estimar el valor de uso directo, indirecto y valor de opción.

5.3.2. Precios hedónicos

Este método se basa en que el precio de un bien está definido por los atributos que lo componen, los cuales no pueden adquirirse por separado, siendo el ejemplo clásico la estimación del precio de las viviendas.

Sea $P = f(C)$

P: precio de la vivienda

C: vector con características de la vivienda

Bajo el supuesto que el precio de la vivienda solo está determinado por las características de la misma, la función “f” relaciona este precio con cada una de las características de la vivienda. A partir de la función “f” se puede obtener los precios cada una de ellas, tomando la derivada parcial respecto de la característica de interés. Sea la C_j la característica j de la vivienda, su precio P_j estará dado por $\frac{\partial f}{\partial C_j}$.

La forma de abordar esta metodología es mediante el uso de técnicas econométricas que permitan estimar parámetros asociados a la función “f”, utilizando para ello formas funcionales conocidas, sean estas lineales o no lineales, como especificaciones logarítmicas, semilogarítmicas, o transformaciones del tipo Box-Cox.

Suponiendo una especificación lineal para la función “f”, y “n” características de la vivienda, el precio de la vivienda quedaría determinado por $P = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i \cdot C_i$, siendo β_i , con $i = 0$ a n , los parámetros a estimar. Luego, el precio de la característica C_j corresponde exactamente al valor del parámetro β_j .

Luego, sólo basta conformar una base de datos con un número de observaciones suficientemente alto de forma tal que los resultados obtenidos sean estadísticamente significativos de la característica de interés que se quiere medir.

Según lo presentado en la Figura 5-3 anterior, este método puede ser utilizado para estimar el valor de uso directo.

5.3.3. Costo de viaje

El método de “Costo de viaje” es utilizado para estimar el valor económico de uso de lugares que tienen un fin recreacional (parques, lagos, ríos, etc.). El método se basa en que el valor de dichos lugares corresponde al valor monetario del tiempo y gastos de viaje incurridos por las personas que visitan estos lugares. Es un tipo de valoración económica indirecta en el que necesariamente el uso del bien requiere de transporte y no existe un mercado observable para él.

Existen diferentes opciones para hacer uso del método del costo de viaje, dependiendo si se captura información por áreas cercanas al sitio (zonal) o directamente de las personas que visitan el lugar (individual). En la medida que existan los recursos disponibles, se prefiere utilizar información de los individuos, aunque requiere de una mayor cantidad de datos los resultados que se obtienen son más precisos.

Se busca estimar el número de viajes al sitio recreacional en función del costo incurrido por los individuos para acceder al mismo. Para esta estimación

se recurren a técnicas econométricas utilizando modelos de conteo³¹, especificando para ello un modelo tipo Tobit, o un modelo tipo Poisson.³²

Según lo presentado en la Figura 5-3 anterior, este método puede ser utilizado para estimar el valor de uso directo.

5.3.4. Valoración contingente

El método de valoración contingente permite estimar el valor de los bienes que no disponen de un mercado, mediante la técnica de consultar directamente a las personas por su disposición al pago respecto del bien que se está consultando. Este método tiene sus orígenes en los años sesenta cuando Robert Davis encuestó a cazadores preguntando por el valor que éstos daban a los bosques del estado de Maine en Estados Unidos.³³

El método de valoración contingente parte de la lógica de simular un mercado preguntando al individuo cuánto estaría dispuesto a pagar por determinado activo en el supuesto de que tuviera que comprarlo como hace con los bienes que tienen precio de mercado. Tras seleccionar una muestra representativa de la población de referencia, es posible estimar la máxima disposición al pago (DAP) del individuo medio por el bien en cuestión.

Hanemann (1984) introdujo la teoría de la utilidad aleatoria en los estudios de valoración contingente y demostró que es posible obtener las medidas de bienestar social (media y mediana) a partir de una pregunta dicotómica siempre y cuando la función de utilidad sea lineal respecto a la renta.³⁴ El método propuesto por este autor es adecuado para aquellos casos de formato dicotómico simple en la pregunta de valoración. A los individuos se les pregunta si estarían dispuestos a pagar determinada cantidad por el activo ambiental que se está valorando. La muestra se estructura en sub-muestras con distintos precios. Aunque las encuestas suelen incluir cuestiones referidas a las características personales de los individuos encuestados, para aplicar el modelo de Hanemann, sólo es necesario conocer el valor del precio propuesto y la respuesta dada por el individuo.

Según lo expuesto en la Figura 5-3 anterior, este método puede ser utilizado para capturar cualquier componente del valor total económico total.

³¹ El número de visitas es una variable discreta que toma valores enteros mayores a cero.

³² Para ver detalle de modelos con variables limitadas y modelos de duración ver Greene, W. (1999) "Análisis Económico", Tercera Edición, Prentice Hall Iberia, Madrid. ISBN: 84-8322-007-5, Capítulo 20.

³³ Davis, R. (1963), "The value of outdoor recreation. An economic study of the Maine Woods.", PhD Dissertation, Harvard University.

³⁴ Para detalles ver Hanemann, W. Michael (1984): Welfare evaluation in contingent evaluation experiments with discrete responses. American Journal of Agricultural Economics, vol. 66, pp. 332-341.

5.4. Estimación del valor económico del agua y servicios ambientales

De Groot, Wilson y Boumans (2002)³⁵, definen las “funciones del ecosistema” como la capacidad de los procesos naturales y los componentes para proporcionar bienes y servicios que satisfagan las necesidades humanas, directa o indirectamente, en donde estas funciones son un subconjunto de los procesos y estructuras ecológicas, y a partir de las cuales se derivan los denominados bienes y servicios ambientales³⁶. Los autores identifican al menos dos funciones asociadas al agua: Regulación y Oferta, que pertenecen al grupo primario de las Funciones de Regulación del ecosistema. La primera de estas funciones tiene asociado los servicios de drenaje e irrigación natural de agua y medio de transporte. La segunda, tiene asociado el servicio de provisión de agua para uso consuntivo en viviendas, agricultura, industria, etc., asumida como un bien. Esta óptica de agua como bien la recoge Brown, Bergstrom y Loomis (2007)³⁷, clasificándola como un bien ambiental renovable.

Dado que los servicios ambientales satisfacen necesidades humanas hace que el valor de los mismos sea inherentemente antropocéntrico, es decir, puesto en términos económicos, dependa de sus preferencias. En este sentido, las metodologías de estimación de valor de los servicios ambientales no difieren de lo presentado en la sección anterior.

El objetivo general de este estudio exige establecer la metodología de estimación del valor del agua como recurso considerando los distintos tipos de usuarios. Por lo tanto el valor del agua estimado debe reflejar los servicios ambientales asociados al agua que le permite satisfacer sus necesidades. En efecto, el principal servicio ambiental es el uso de agua para consumo directo, ya sea en el uso doméstico, o como insumo en las actividades productivas o comerciales. Puede darse el uso indirecto para recreación, el cual es observado en las economías domésticas. También puede encontrarse un grupo de individuos que prefieran no-utilizar el agua, valor observado en sitios reconocidos como zona con potencial de protección. Parte de las tareas consiste en la identificación de todos los potenciales usos y no usos, considerando siempre como unidad básica de análisis el tipo de usuario.

Tabla5-2
Usuarios versus Servicios Ambientales: Ilustración

³⁵De Groot, R., M. Wilson, y R. Boumans (2002), “A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services”, *Ecological Economics* 41, 393-408.

³⁶ La literatura se refiere a Ecosystem Services o Environmental Services en forma indistinta.

³⁷ Brown, T., J. Bergstrom, y J. Loomis (2007), “Defining, Valuing, and Providing Ecosystem Goods and Services”, *Natural Resources Journal*, Spring 2007, Vol. 47 N° 2.

		Servicios ambientales (SSAA)				
		SSAA 1	SSAA 2		SSAA M	TOTAL
Usuarios	Usuario 1					
	Usuario 2					
	Usuario N					
	TOTAL					

Fuente: Elaboración propia

Como se ve de la tabla ilustrativa anterior, los servicios ambientales son transversales a los usuarios, y serán recibidos, y por ende valorados, dependiendo de las preferencias de los individuos. Por lo tanto, utilizar el enfoque por usuario no limita la estimación del valor total, o sus desagregaciones, que pueda representar el agua para los individuos de la sociedad.

5.5. Consideraciones adicionales en la estimación del valor económico del agua

Antes de formalizar la metodología respecto de cómo abordar la estimación del valor económico del agua, es conveniente analizar el caso de un agente en particular, cuyo valor del agua se compone por diferentes fuentes. Por ejemplo, considérese el caso de un agricultor. Este agente valoriza el agua por ser esta utilizada para riego (uso directo). Además el agua tiene un valor asociado al consumo personal (uso directo). Incluso puede otorgar valor asociado a la existencia del recurso hídrico. Una manera de abordar el problema de estimación del valor para este agente es aplicar un instrumento particular para capturar los dos valores de uso y el valor de existencia. ¿Qué sucede cuando se tiene a más de un agente? El problema se traduce que tendremos una combinación de agentes con diferentes valores de uso y no uso, por lo que deberíamos, en principio, aplicar toda la batería de instrumentos de estimación a cada uno de los agentes que componen la sociedad. Si se aplicara a toda la población, estaríamos obteniendo para cada agente la valoración del agua. Más aún, estaríamos obteniendo también el valor por cada uso y no uso del recurso. Esta solución incurre en pérdidas de recursos de investigación, puesto que no todos los instrumentos aplicarían a todos los agentes, debido a que se debe contar a priori con todo el set de instrumentos de medición. Por otro lado, esta solución es por sí sola muy onerosa y los recursos de investigación son escasos, por lo que se recurre a realizar las tareas investigativas sobre una muestra de la población con representación estadística en las variables de interés, en particular el valor, y que permita hacer inferencias al resto de la población. Luego, hay que revisar la estrategia de investigación.

Considerando lo anterior, se procede a abordar el problema a través de obtener los valores del agua asociados a los usos o no-uso de la misma, mediante estudios específicos, con representatividad estadística, que permita hacer extrapolaciones al resto de la población. En el caso del valor del agua, la población relevante es la que habita en una cuenca determinada (en este estudio la cuenca piloto es la del Jequetepeque)³⁸.

El valor del agua que es transversal a los habitantes de la cuenca corresponde al valor de uso directo asociado al consumo. En este caso, se procede a estimar el valor a una muestra de usuarios, y obtener un valor para un usuario representativo. En la medida que esta muestra tenga representatividad estadística, este valor será aplicable al resto de la población como un valor medio (incluyendo una varianza asociada a este valor). De forma análoga se procede con el resto de los valores de uso, incluso con los de no uso. En cada caso se hace un estudio particular que es representativo del uso, se obtiene un valor medio y se replica al resto de la población que se está estudiando. En consecuencia, el enfoque utilizado es por usuario y su tipo de uso.

5.6. Estimación de las retribuciones económicas

5.6.1. Experiencia internacional

En este acápite se presenta la experiencia en algunos países de Latinoamérica con relación al pago por uso de agua y vertimientos de agua residual.

5.6.1.1. Colombia

La legislación ambiental en Colombia incorpora, desde la expedición del Código de los Recursos Naturales en 1974, la aplicación de dos tipos básicos de instrumentos económicos: las tasas por utilización de aguas de fuentes naturales y las tasas retributivas por usar los cuerpos de agua como receptores de vertimientos contaminantes

Cobro por el uso del agua superficial y subterránea que se hace a cualquier persona natural o jurídica, pública o privada sin importar si la actividad para la que la usa sea lucrativa o no en virtud de una concesión. Las tasas por utilización de aguas de fuentes naturales y las tasas retributivas por usar los cuerpos de agua como recepto de vertimientos cumplen una doble función:

³⁸ En el caso que exista un valor de existencia la población relevante puede ubicarse fuera de la cuenca, incluso considerar todo el país.

- Establecer un precio a los usuarios de los recursos naturales incentivándolos a un uso más eficiente de estos.
- Fuente financiera para la política ambiental, fortaleciendo la captación de recursos financieros pagados por los usuarios directos de los recursos naturales

Las tasas son aquellos ingresos tributarios establecidos o exigidos unilateralmente por el Estado, pero sólo se hacen exigibles en el caso que el particular decida utilizar el servicio público. Dichas rentas, por ministerio de ley tienen el carácter de tasas nacionales con destinación específica. En el caso de las tasas por utilización de agua, su destinación es la protección y renovación de los recursos hídricos.

Se fijaron inicialmente con base en un criterio que permitiera una clara diferenciación regional, estableciendo dos factores:

- Uno fijo y homogéneo a nivel nacional, determinado por una tarifa mínima fijada por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT).
- Uno multiplicativo (factor regional) que incrementa la tarifa mínima en función de factores regionales y locales.

En las tasas por uso del agua, el factor regional refleja distintos niveles de escasez del agua en la región, el valor de las inversiones en protección y recuperación de las cuencas hidrográficas y el nivel de necesidades básicas insatisfechas de los usuarios. Todo ello de tal forma que se pudo incrementar hasta en siete veces el valor de la tarifa mínima determinada a nivel nacional.

Se cobran las tasas con base en el volumen de agua reportada como captada por el usuario; o con base en el caudal concesionado, cuando el usuario no presenta el reporte correspondiente.

En el caso de las tasas por uso, estas tarifas deben alcanzar un valor tal que resulte atractivo para el usuario hacer esfuerzos por ahorrar agua. Es decir, debe garantizarse que el costo en que incurra el usuario por ahorrar agua sea inferior al costo de las tasas que deja de pagar por el agua no consumida.

Uno de los objetivos de las tasas es ser generador de recursos para las autoridades ambientales.

5.6.1.2. México

Todo aquel que use, explote o aproveche las aguas nacionales están obligadas al pago del derecho sobre agua, así como aquellas que descarguen en forma permanente, intermitente o fortuita aguas residuales en ríos, cuencas

o cualquier cuerpo receptor, así como los que descarguen aguas residuales en los suelos o las infiltren en terrenos que sean bienes nacionales o que puedan contaminar el subsuelo o acuíferos.

En 1989, cuando la Comisión Nacional del Agua fue establecida, tal cobro se introdujo por primera vez en México, con un doble propósito:

- Mejorar la eficiencia en el uso del agua, promover un cambio gradual hacia usos más rentables económicamente y disuadir la contaminación.
- Obtener fondos para la gestión y el desarrollo de los recursos hídricos.

Los ingresos por concepto de aprovechamiento de las aguas nacionales provienen principalmente de los pagos que efectúan la industria y la generación de energía eléctrica. La recaudación a los Organismos Operadores de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento es muy inferior y el riego estaba completamente exento de este impuesto hasta antes de las modificaciones recientes a la Ley Federal de Derechos.

Por las aguas provenientes de fuentes superficiales o extraídas del subsuelo se paga el derecho por volumen de agua utilizada.

5.6.1.3. Brasil

El cobro por uso de agua es uno de los instrumentos de gestión de recursos hídricos contemplados en la Ley 9433.

Este cobro tiene por objetivo:

- Estimular el uso racional del agua
- Generar recursos financieros para inversiones en recuperación y preservación de las cuenca hidrográficas

No es impuesto, sino un precio que se fija a partir de un pacto entre los usuarios, el Comité de Cuenca, con apoyo técnico de la Agencia Nacional de Agua.

A partir del año 2001, la ANA viene desarrollando acciones para implementar el cobro por uso de agua en conjunto con los gestores estatales y los Comités de Cuenca. A la fecha, a nivel nacional, el cobro ha sido implementado en la cuenca del río Paraíba do Sul, en las cuencas de los ríos Piracicaba, Capivari y Jundáí, en la cuenca del río São Francisco y en la cuenca del río Doce, todas ellas pertenecientes a más de un Estado.

5.6.1.4. Costa Rica

En este país se están aplicando, a partir del año 2006, dos instrumentos en la administración del agua:

- Canon por aprovechamiento del agua que reconoce su valor ambiental
- Canon por vertidos de elementos contaminantes a los cuerpos hídricos.

Éstos permiten obtener recaudaciones para financiar la gestión ambiental mediante fondos especialmente asignados y, en general, ofrecen reducir el gasto total de la sociedad para alcanzar las metas ambientales.

El canon por aprovechamiento del agua tiene dos componentes:

- Pago por el derecho al uso del agua, que se basa en el valor generado por el uso del agua en distintas actividades.
- El canon por vertidos a los cuerpos de agua es el pago por el servicio ambiental hídrico, que a su vez se compone de los costos de conservación de ecosistemas y los costos de restauración de ecosistemas.

Respecto al primer componente los usos se dividen en hidroeléctrico, agrícola, consumo doméstico e industrial.

Para calcular el valor del agua en la producción de energía se utilizó la metodología del costo alternativo, comparando los costos entre producirla con combustibles fósiles o con agua. En el sector agrícola, se determinó la productividad marginal del agua cuando se produce con riego respecto a la producción en secano. En el caso del consumo doméstico e industrial se determinó el excedente del consumidor.

Con respecto al segundo componente, pago por el servicio ambiental que presta el agua, se tienen los costos de conservación de ecosistemas y los costos de restaurar los ecosistemas que han sido degradados.

El otro instrumento económico es el canon por vertidos a los cuerpos de agua de forma tal de modificar vía precio el comportamiento de los vertedores.

Existe un acuerdo entre contaminadores y la sociedad para determinar cual debe ser la meta de descontaminación de la cuenca (o tramo), la que se revisa cada 6 años. Se debe fijar además cual será la tasa de

descontaminación por semestre y el cobro a realizar a cada vertedor. De esta manera los contaminadores buscan los métodos menos costosos para cumplir con la normativa o pagan la tasa.

La Procuraduría General de la República ha determinado, hasta el momento, que las recaudaciones se depositen en la Caja Única del Estado.

5.6.2. Aspectos metodológicos a considerar en el caso peruano

El objeto final de las retribuciones económicas es financiar las actividades de la ANA, según se desprende la LRH y su Reglamento. Estas deben ser estimadas por cuenca, y diferenciadas por tipo de usuario.

Las retribuciones económicas que se deben calcular distinguen entre el cobro para quienes hacen uso del agua (consumo, insumo, recreación, etc.) como para aquellos que realizan vertimientos de aguas residuales en los cauces que componen la cuenca. Estos últimos, casi siempre responsables del deterioro de la calidad del agua aguas abajo de los vertimientos, generando externalidades negativas sobre otros usuarios de la cuenca.

Aunque la ley es clara en señalar que las retribuciones económicas no constituyen un tributo, en el sentido económico sí lo son, puesto que están destinadas al financiamiento de una institución pública, por lo tanto estos valores no reflejan un valor de escases del agua como tampoco una señal para el vertedor en el sentido de tener un vertimiento óptimo que se ajuste en calidad y cantidad a las normas vigentes.

Las tarifas de agua se determinan con el objeto de pagar una contraprestación de servicios comprendiendo costos de operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica, la recuperación de inversiones y gestión de riego, entre otros, mientras que las retribuciones económicas son concebidas como un aporte al Estado destinado a cubrir los costos de la gestión integrada del agua a cargo de la Autoridad Nacional del Agua, el Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca, incluyendo los vinculados con el manejo del correspondiente sistema de información; y cubrir los costos de recuperación o remediación del recurso y los daños ambientales que cause el vertimiento.

Finalmente, la recolección de las retribuciones económicas, y como bien señalan los términos de referencia, tendrá sustento en el diseño de una institucionalidad que permita la aplicación de estos cobros. Este desarrollo de esquema regulatorio puede presentar aspectos relativos a asimetrías de información que podrían ser utilizadas por los usuarios a su favor (comportamiento estratégico). Este aspecto debe estar siempre a la vista, puesto que puede tener consecuencias en el cálculo de las retribuciones económicas.

5.7. Consideraciones para estimación a futuro del valor del agua

5.7.1. Análisis de clusters

La ley 29338 del año 2009 establece que la retribución económica debe ser cobrada a nivel de cuenca. En la actualidad Perú cuenta con 159 cuencas, por lo que la definición de la retribución económica para cada una de ellas es una tarea de grandes proporciones. Con el fin de simplificar la definición del valor del agua para cada una de las cuencas, se propone a futuro hacer un ejercicio de clusters por tipo de usuario, con el fin de agrupar las mencionadas cuencas según características similares, y así estandarizar y reducir los costos asociados a la definición del valor del agua para cada una de ellas. Por ejemplo, el ejercicio de clusters para el usuario residencial debería contener al menos las siguientes variables:

- N° de municipios
- Tamaño de municipios (se pueden crear variables tipo dummy considerando la cantidad de habitantes)
- Ingreso medio familiar mes en soles
- Porcentaje familias pobres
- N° de conflictos socio-ambientales
- Tamaño cuenca en km²
- Cantidad de agua disponible en m³ por cuenca

Este análisis de clusters debe ser desarrollado antes de proceder a calcular el valor del agua y las retribuciones económicas en el resto de las cuencas del Perú, lo que se traducirá en importantes ahorros de recursos para la ANA frente a la alternativa de replicar la metodología por cada cuenca.

5.7.2. Expansión de resultados

Una alternativa al estudio de clusters antes propuesto corresponde a la expansión de los resultados de este estudio al resto de las cuencas del Perú. Es posible utilizar los resultados de este estudio para estimar las retribuciones en todo el Perú utilizando la información generada en el presente estudio, aceptando que los resultados obtenidos son una aproximación a las estimaciones del valor del agua y retribuciones económicas por uso de agua y vertimiento.³⁹

³⁹ Esta alternativa fue presentada en el segundo taller de difusión realizado en marzo de 2012 teniendo aceptación por parte de la audiencia.

5.8. Horizonte de tiempo cálculo de retribuciones

Se propone un período de vigencia del valor de las retribuciones de 5 años, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- El cálculo anual de los costos asociados a la retribución es demasiado oneroso para la ANA.
- Los ajustes en la institución, ya sea de personal o de organización de funciones son relativamente estables en el tiempo.
- Se logra capturar en el valor de la retribución tanto los cambios de los costos de mediano plazo⁴⁰, como los de corto plazo de la entidad.
- Genera estabilidad en el sector y los usuarios perciben transparencia y seriedad al establecer períodos fijos para su cálculo.
- Definir un período mayor a los 5 años diluye los cambios de costos de corto plazo de la entidad.
- El presupuesto por objetivos estratégicos generales y específicos del Plan Estratégico Institucional (PEI) 2011-2015 considera un plazo de 5 años para cubrir con todos los costos asociados a las funciones establecidas en la Ley por la ANA.

5.9. Ajuste de las retribuciones económicas

Durante el periodo de vigencia de las retribuciones económicas, los valores calculados deben ser reajustados para que reflejen el costo de la ANA en su labor de gestión. En primer lugar se debe considerar el presupuesto del quinquenio, el cual puede sufrir aumentos producto de nuevas actividades. En segundo término, se debe evitar la pérdida de valor. Cada uno de estos criterios de ajuste y su forma de cálculo son explicados en lo que sigue.

5.9.1. Ajuste debido a los costos futuros establecidos en el PEI 2011-2015

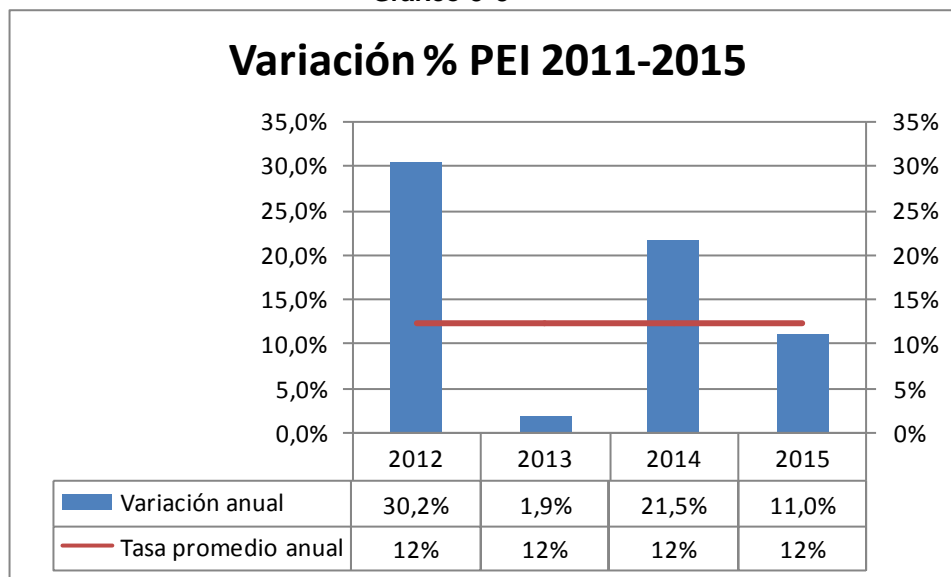
Este ajuste toma en consideración que el PEI incorpora las actividades futuras que debe realizar la ANA en el marco de los objetivos que le impone la Ley. Con ello se asegura que las retribuciones económicas recogen los recursos necesarios para el financiamiento futuro de la institución.

El PEI define un presupuesto para el período 2011-2015, que contempla aumentos del monto presupuestado con el fin de mejorar el cumplimiento de las funciones que la Ley 29338 establece como propias de la ANA. Como no es posible identificar si los aumentos presupuestados corresponden a personal, bienes y servicios, activos u otros gastos, se propone que el porcentaje de

⁴⁰ Por ejemplo, el programa de Modernización Empresarial contempla 5 años en su etapa de transición

aumento del PEI sea la tasa promedio anual del período (12%), ya que las variaciones anuales son disímiles, y además con dicha tasa anual, se captura la variación promedio del período completo, minimizando el impacto que el aumento de la retribución por este concepto pueda ocasionar, además de darle flexibilidad al ajuste de costos en el período de 5 años. El aumento en el PEI por año se presenta en el siguiente gráfico:

Gráfico 5-3



Se recomienda que esta tasa se aplique sobre las retribuciones cada año durante el quinquenio de vigencia. Aplicar linealmente este aumento suavizará los efectos potenciales que puedan darse en el aumento de los morosos, permitiendo que los usuarios asimilen el reajuste del costo y lo incluyan en su canasta de consumo.

5.9.2. Ajuste por actualización de precios: Polinomio de indexación

Para que el valor de la retribución económica se mantenga en términos reales durante el período de vigencia se requiere su actualización periódica a través de un proceso de indexación. Dado que las retribuciones financian las actividades de gestión de la ANA, esta actualización debe ser establecida utilizando información de precios de sus factores de producción.

La forma más simple y comúnmente usada es construir un índice que capture las variaciones de los principales precios e insumos utilizados por la

ANA para la ejecución de sus funciones. Como se describe en la sección de estimación de costos asociados a la gestión de los recursos hídricos, el mayor porcentaje de costos está asociado al personal (55,52%)⁴¹, mientras que el resto de los costos viene por el lado de bienes y servicios, activos y otros gastos. Por tal motivo, se propone que el polinomio esté compuesto por indicadores que representen el ajuste de los precios de remuneraciones del personal, y otro para los demás factores de producción. Se propone entonces incluir los siguientes indicadores:

- Índice de Remuneraciones Gobierno Central. La mayor proporción de costos corresponde al personal. Por lo anterior, este sería el indicador apropiado, ya que todo el personal de la ANA pertenece al gobierno central.
- IPC. Teniendo en cuenta que en la actualidad no es posible tener una desagregación de los bienes y servicios, activos ni otros gastos por ítem, se considera que el índice que refleja mejor los cambios de este conjunto de factores es el IPC.

En la práctica, los indicadores que compongan el polinomio de indexación deben ser comparados con el del mes base de referencia para el cual se estiman las retribuciones. El año base para todos los efectos será diciembre del año 2011, el cual se mantiene durante todo el período de vigencia del valor de las retribuciones (5 años).

Con estos indicadores, el polinomio de indexación propuesto para el mes t es:

$$Indexador_t = \alpha \left(\frac{\text{Índice Re remuneraciones}_{t-1}}{\text{Índice Re remuneraciones}_{\text{mes base}}} \right) + (1 - \alpha) \left(\frac{IPC_{t-1}}{IPC_{\text{mes base}}} \right)$$

Siendo,

α Ponderador de costos de personal, definido en 55,52% para el quinquenio vigente⁴².

⁴¹ Estimado a partir de las cifras contenidas en desde el reporte “Ejecución Compromisos Vs Marco Presupuestal – 2011” del Sistema Integrado de Administración Financiera, a partir del cual se obtuvo un gasto en personal de S/.41.843.895 de un total de S/.75.367.820.

⁴² Aunque este ponderador puede variar en los 5 años, se propone mantenerlo constante, teniendo en cuenta que la tasa de ajuste anual de 12% para los costos le entrega flexibilidad al sistema para adecuar dichos costos en el quinquenio, permitiendo aumentar o disminuirlos en dicho período, según las necesidades y el PEI establecido.

$\dot{I}ndice\ Remuneraciones_{t-1}$ Índice de remuneraciones para el mes inmediatamente anterior al que se realiza el cobro.

$\dot{I}ndice\ Remuneraciones_{mes\ base}$ Índice de remuneraciones del mes de diciembre de 2011

IPC_{t-1} Índice de precios al consumidor para el mes inmediatamente anterior al que se realiza el cobro.

$IPC_{mes\ base}$ Índice de precios al consumidor para el mes de diciembre de 2011.

Teniendo en cuenta que actualmente la ANA cobra las retribuciones con periodicidades diferentes según tipo de usuario, el indexador puede ser calculado para todos los meses del quinquenio, sin afectar su estructura y cumple la función de actualizar los precios al mes en el que se cobra la retribución económica.

6. METODOLOGÍA DE ESTIMACIÓN

El objetivo de este trabajo consiste en establecer una **metodología para determinar el valor económico del agua como recurso**, y otra **metodología que permita determinar las retribuciones económicas por el uso y por el vertimiento de aguas residuales**, las cuales además deben ser aplicables al resto de las cuencas hidrográficas del Perú.

La metodología de estimación del valor del agua ha sido desarrollada según sea el tipo de usuario. Es así como para el usuario poblacional se obtiene básicamente utilizando el concepto del excedente del consumidor estimando para ello la curva de demanda por agua potable, descontando los costos de provisión del servicio⁴³. En el caso de los usuarios agrícolas y acuícolas el método estima el excedente del productor, esto es, la diferencia entre los ingresos generados por la venta descontando el costo de producción. Cada método de estimación se encuentra detallado por usuario.

Por su parte, las retribuciones económicas tienen por objeto financiar las actividades de la ANA. En efecto, como se desprende de la LRH y de su Reglamento las retribuciones económicas constituyen ingresos de la ANA, deben ser aportados por los usuarios en forma diferenciada según el tipo de uso de agua, y se establecen por cuenca.

De esta manera, las retribuciones económicas no son instrumentos para incentivar el uso eficiente del agua ni para dar señales de vertimientos económicamente óptimos. En primer lugar, las retribuciones económicas aportan al financiamiento de la institución, y aunque la ley es explícita en señalar que no son tributos, en el sentido económico sí lo son. Por lo tanto, no es una señal de precio de escases como ha sido interpretado por algunos actores. Tanto así, que es la propia legislación la contempla incentivos de carácter administrativos para promover el uso eficiente del recurso hídrico, mediante deducciones en el pago de tarifas y/o retribuciones para aquellos usuarios que realicen inversiones asociadas al mejor aprovechamiento del agua. De hecho la propia ANA está facultada para otorgar certificados de eficiencia a los usuarios o certificados de creatividad. Estos últimos se otorgan a quienes diseñen, desarrollen o implementen equipos, procedimientos o tecnologías que permitan aumentar la eficiencia en el uso del agua.

Para determinar el valor de las retribuciones económicas es preciso estimar en primer lugar los costos asociados a la gestión de la cuenca. Estos costos se distinguen para uso de agua y para vertimientos, los cuales son

⁴³ En la aplicación de la metodología al caso de la cuenca del río Jequetepeque, se consideró además una disposición a pagar por una mejora en el servicio de agua potable y una disposición a pagar por la reforestación en las zonas altas de la cuenca. El detalle de estos análisis se presentan en el capítulo 7 de este informe, específicamente en el acápite 7.3.2.

asignados a los usuarios y vertedores mediante la utilización de un factor de prorrata.

El factor de prorrata propuesto para determinar la retribución económica por uso de agua se construirá con base a la valoración de los derechos de agua asignados según el valor del agua por tipo de usuario. También se presenta como alternativa una distribución considerando exclusivamente dichos volúmenes sin valorar.

En cuanto a la retribución económica, no se considera incorporar criterios de calidad del vertimiento por cuanto al ser estos autorizados no pueden afectar los ECA-Agua de los cuerpos receptores, por lo tanto, desde este punto de vista, los vertedores deben ser neutrales respecto de la calidad final del cuerpo receptor. Este concepto de neutralidad trae como consecuencia que la única variable que distinga entre un vertedor de aguas residuales y otro sea el volumen vertido. Esto se traduce en retribuciones por vertimiento con un valor por metro cúbico único para todos los vertimientos autorizados. No obstante, si las actividades asociadas a vertimientos que realiza la ANA utilizan diferentes cantidades de recursos según sea el tipo de vertedor (industria, aguas residuales domésticas, etc.), se propone establecer cobros diferenciados de forma tal que aquel agente que genera un costo mayor deba pagar más.

Cabe señalar que la LRH considera que la retribución por vertimiento debe considerar cubrir los costos de recuperación. Sin embargo, éstos no son incluidos tomando en cuenta criterios de equidad, y que la propia LRH y su Reglamento contemplan mecanismos de cobro para recuperar cuerpos de agua por parte de quienes los contaminan. Estos aspectos son discutidos con mayor detalle en el acápite final de este capítulo.

En consecuencia, en lo que sigue se entrega un detalle de las metodologías de estimación de costos asociados a la gestión de la cuenca, de estimación del valor económico del agua, y estimación de las retribuciones económicas por uso de agua y por vertimiento de agua residual tratada.

6.1. Estimación de costos asociados a la gestión de los recursos hídricos de la cuenca

Los costos asociados a la gestión de los recursos hídricos de la cuenca constituyen la base para la estimación de las retribuciones económicas. Más aún, y como se ha establecido, estas retribuciones constituyen recursos para la ANA y están destinadas a financiar actividades específicas, lo que se ha previsto y hecho explícito tanto en la LRH y su Reglamento.

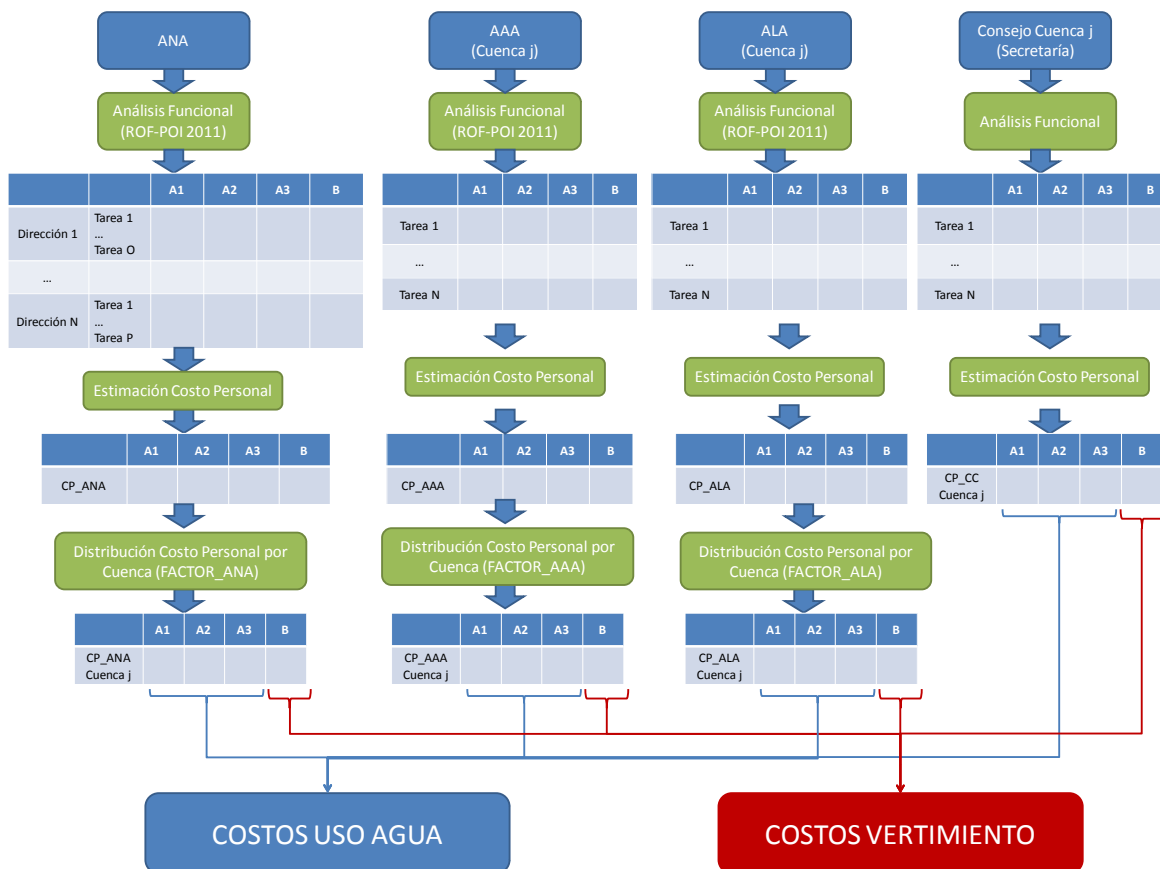
La ANA tiene sus funciones definidas en la LRH siendo ellas de corte técnico-normativa, por lo que su principal ítem de costos es el recurso humano⁴⁴. Teniendo en cuenta esta consideración, es que la metodología de estimación de costos se basa en una correcta estimación de los gastos en personal, para luego asignar otros costos utilizando dicho gasto en personal como base de distribución.

La figura siguiente muestra la secuencia a seguir en la metodología de estimación de los costos asociados al costo de personal⁴⁵.

⁴⁴ Recordar que este costo representa un 55,52% del total de costos de la ANA.

⁴⁵ Esta metodología es una adaptación del método de costeo por actividad (Activity Based Costing), la que considera que son las actividades las que generan costos y los productos consumen actividades.

Figura 6-1
Estimación de costos de personal



Fuente: Elaboración propia

En primer lugar se procede a realizar un análisis de las funciones tanto de la ANA a nivel central como de sus órganos desconcentrados (AAA y ALA), incluyendo el Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca (específicamente la secretaría), identificando cuales de ellas corresponden a actividades relacionadas con el uso de agua (A1, A2 o A3) y cuales están asociadas al vertimiento de aguas residuales tratadas (B)⁴⁶, de aquellas que la LRH considera. Para ello se ha definido la siguiente tipología:

- Tipo A1 : Actividades de gestión y administración del recurso hídrico en las fuentes naturales de agua
- Tipo A2 : Actividades de medidas de control y vigilancia para proteger calidad, cantidad, conservación, gestión y preservación de recursos hídricos.
- Tipo A3 : Actividades de formulación de planes de gestión del recurso hídrico.
- Tipo B : Actividades de monitoreo, prevención, control y remediación de los daños ambientales ocasionados por vertimiento de aguas residuales tratadas.

En el caso de la ANA (nivel central), se procede a analizar el organigrama, desde la perspectiva funcional, para identificar cuáles de sus Direcciones o Unidades (o cualquier otra división) están relacionadas con las actividades a las que se refiere la LRH.

Una vez que las actividades están claramente clasificadas, se procede a la estimación del gasto en personal profesional y de apoyo. Este cálculo considera la dotación de personal ligado a las actividades y su correspondiente salario. Este último se distribuye según sea la participación de cada persona en las actividades identificadas⁴⁷.

A través de este procedimiento, se obtiene una cuantificación del costo de personal distribuido por tipo de actividad. Los costos en personal asociados a las actividades tipo A1, A2 y A3 corresponden a los costos asociados al uso del agua y el costo en personal asociado a la actividad tipo B al vertimiento de aguas tratadas.

Los gastos de personal del Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca se entienden propios para cada cuenca, por lo que sólo hay que estimar el costo asociado a las personas que conforman la Secretaría.

⁴⁶ La definición de cada una de estas tipologías se explican en la sección siguiente y se basan en las definiciones contenidas en la LRH respecto de las actividades que son financiadas por las retribuciones económicas.

⁴⁷ En general no se cuenta con una asignación de porcentajes de tiempo de personas por actividad, por lo que se ha optado por asumir que si una persona realiza más de una actividad, lo hace dedicando el mismo tiempo en cada una de ellas. Esto se explica con detalle en las secciones siguientes.

A los costos de personal hay que sumarle otros costos asociados a bienes y servicios, activos necesarios y otros gastos, que se incurren periódicamente de forma tal que la ANA cumpla con sus labores. Estos otros gastos han sido estimados por medio de ponderadores que dan cuenta de la proporción de estos gastos en el presupuesto de la ANA.

En lo que sigue se describen en forma detallada cada uno de los pasos seguidos en esta descripción metodológica.

6.1.1. Tipología de actividades asociadas a las retribuciones

El Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, artículos 177 y 183, define los tipos de actividades que son objeto de financiamiento con los recursos obtenidos por las retribuciones.

Básicamente las retribuciones por uso del agua deben financiar tres tipos de actividades:

- Las asociadas a la gestión y administración del recurso hídrico en las fuentes naturales de agua.
- Las asociadas a las medidas de control y vigilancia para proteger calidad, cantidad, conservación, gestión y preservación de Recursos Hídricos.
- Las asociadas a la formulación de planes de gestión del recurso hídrico en la cuenca.

Mientras que las retribuciones por vertimientos de aguas residuales tratadas deben financiar:

- Las actividades asociadas al monitoreo, prevención, control y remediación de los daños ambientales ocasionados por vertimiento de aguas residuales tratadas.

Respecto de este último punto resulta central definir que dado el carácter técnico-normativo de la ANA las retribuciones económicas deben estar dirigidas a financiar los costos asociados a su gestión. Aquellos relativos a la remediación de daños ambientales deben abordarse por medio de la facultad coactiva y sancionadora que la LRH y su Reglamento otorgan a la ANA, específicamente mediante aquellas medidas complementarias que se explicitan en el Artículo 123 de la LRH⁴⁸.

⁴⁸ Dichas medidas son:

En consecuencia, resulta natural entonces clasificar las actividades que realiza la ANA y sus órganos desconcentrados siguiendo esta definición, según se muestra en la tabla que sigue.

Tabla6-1
Actividades que deben financiar las retribuciones económicas

Actividades que financian las retribuciones por uso del agua	
Tipo A1	De gestión y administración del recuso hídrico en las fuentes naturales de agua
Tipo A2	Medidas de control y vigilancia para proteger calidad, cantidad, conservación, gestión y preservación de recursos hídricos.
Tipo A3	De formulación de planes de gestión del recurso hídrico.
Actividades que financian las retribuciones por vertimiento de aguas residuales tratadas	
Tipo B	De monitoreo, prevención, control y remediación de los daños ambientales ocasionados por vertimiento de aguas residuales tratadas.

Fuente: Elaboración propia con base en el Reglamento de Ley de Recursos Hídricos

Luego, las actividades serán clasificadas según una de estas cuatro categorías.

6.1.2. Los órganos de la ANA responsables de las actividades asociadas a retribuciones

La revisión del Reglamento de Organización y Funciones de la ANA (ROF) y del organigrama de la ANA, permite establecer que los órganos de línea y desconcentrados que tienen relación con la tipología de actividades antes definidas.

Tabla 6-2
Órganos de la ANA

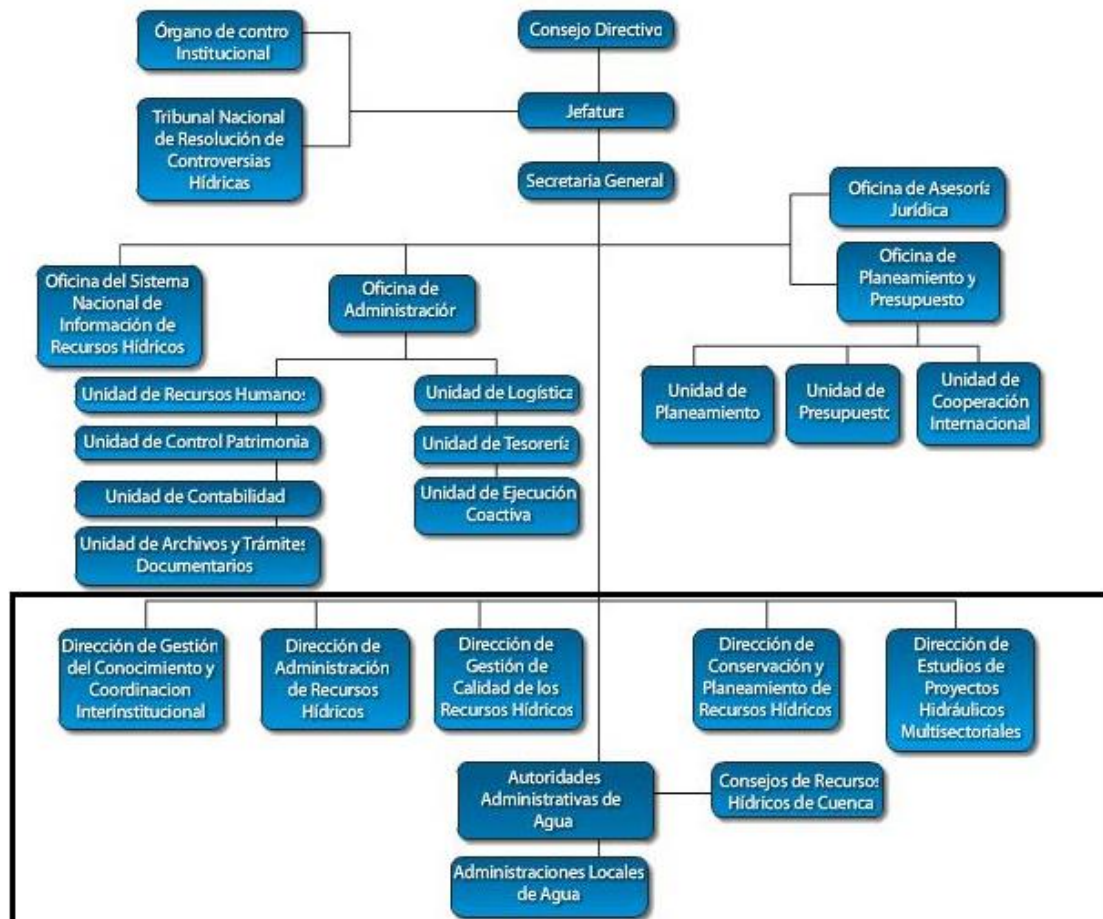
Órganos de Línea

1. Acciones orientadas a restaurar la situación al estado anterior a la infracción o **pagar los costos que demande su reposición**;
2. decomiso de los bienes utilizados para cometer la infracción;
3. disponer el retiro, demolición, modificación, reubicación o suspensión de las obras en los cauces o cuerpos de agua y los bienes asociados a esta, que no hayan sido autorizados por la Autoridad Nacional; y
4. suspensión o revocación de los derechos de agua, incluyendo el cese de la utilización ilegal de este recurso, de ser el caso.

Dirección de Administración de los Recursos Hídricos (DARH)
Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos (DGCRH)
Dirección de Conservación y Planeamiento de los Recursos Hídricos (DCPRH)
Dirección de Gestión del Conocimiento y Coordinación Interinstitucional (DGCCI)
Dirección de Estudio y Proyectos Hidráulicos Multisectoriales (DEPHM)
Órganos Desconcentrados
Autoridad Administrativa del Agua (AAA)
Administración Local del Agua (ALA)
Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca (CC)

Fuente: Elaboración propia con base en el ROF

Gráfico 6-3
Organigrama de la ANA



Fuente: Autoridad Nacional del Agua 2011

En el gráfico anterior se muestra en el rectángulo negro los órganos de la ANA cuyas funciones se vinculan con los cuatro tipos de actividades.

Es importante señalar las distintas coberturas territoriales de cada órgano. En el caso de los “Órganos de Línea” del nivel central su cobertura es nacional, por tanto deben cubrir todas las cuencas del Perú, que son 159 en total⁴⁹. En el caso de las Autoridades Administrativas del Agua su cobertura subnacional y puede cubrir varias regiones del Perú, así como varias cuencas. En el caso de las Administradoras Locales del Agua su cobertura es más acotada y generalmente hace referencia a una región o una cuenca. Finalmente, el Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca cubre específicamente una única cuenca.

6.1.3. Clasificación de actividades

Es importante destacar que las actividades sujetas a clasificación según tipología, corresponden a las actuales y futuras (aún sin implementar) que se encuentren consideradas por la ANA en sus instrumentos de gestión. Es decir, el supuesto básico de análisis asume que las actividades diseñadas con las eficaces y eficientes.

Sea T_{ij} , la tarea o actividad “i” del órgano “j”, siendo este último un órgano de línea u órgano desconcentrado de la ANA. Dependiendo de la naturaleza, esta tarea será clasificada en una de las cuatro tipologías antes descritas. Para ello se revisó el Plan Operativo Institucional⁵⁰ (POI) 2011 y los POI específicos de cada órgano desconcentrado de la ANA, complementada con entrevistas a personal de la ANA.

Por ejemplo, la Tarea 6: “Lineamientos para determinar las infracciones y sanciones por transgresión a la Ley de Recursos Hídricos y sus reglamentos” de la Dirección de Administración de Recursos Hídricos (DARH) fue clasificada como actividad A1: “De gestión y administración del recuso hídrico en las fuentes naturales de agua”.⁵¹

6.1.4. Estimación de costos de personal profesional y de apoyo

Para cada uno de los órganos (o direcciones) se establece el personal asociado a cada una de las actividades que han sido sometidas a clasificación. Para ello se construye una matriz en la cual se identifica el porcentaje (α_{ij}) del

⁴⁹ Autoridad Nacional del Agua (2009), “Demarcación y delimitación de las Autoridades Administrativas de Agua”, Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos, Lima, Perú.

⁵⁰ El POI es un instrumento que orienta la ejecución de las actividades y proyectos de la institución año a año.

⁵¹ Todas las clasificaciones realizadas en este estudio fueron revisadas con personal de la ANA.

tiempo que cada una de las personas dedican a desarrollar cada una de las actividades. La tabla que sigue ilustra la participación del personal para las actividades asociadas a la tipología A1 de la AAA que tiene bajo su jurisdicción la cuenca para la cual se desea estimar los costos.

Tabla6-4
Participación del personal en las actividades tipo A1 de la AAA

ACTIVIDADES TIPO A1	Persona 1	...	Persona j	...	Persona M
Tarea 1	α_{11}	...	α_{1j}	...	α_{1M}
...
Tarea i	α_{i1}	...	α_{ij}	...	α_{iM}
...
Tarea N	α_{N1}	...	α_{Ni}	...	α_{NM}

Fuente: Elaboración propia

El factor “ α_{ij} ” corresponde al porcentaje que dedica la persona “j” a la tarea “i”⁵², por lo que conociendo el salario mensual (“CP_j”), y aplicando este porcentaje, se obtiene la distribución del costo de la persona “j” a lo largo de todas las actividades en la que participa.

El costo total de las actividades asociadas a cada tipología resulta de la suma de cada una de las distribuciones de gasto de personal. Siguiendo con el ejemplo ilustrativo de la tabla anterior, el costo de personal de las actividades tipo A1 de la AAA, “CP_AAA_A1”, se obtiene según la expresión siguiente:

$$CP_AAA_A1 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \alpha_{ij} * CP_j$$

El valor del personal de las actividades de “dirección, control y asesoramiento” se extrae directamente del Sistema Integrado de Administración Financiera de la ANA, específicamente del reporte “Ejecución Compromisos Vs Marco Presupuestal – 2011”. Cabe anotar que en la cuenta de bienes y servicios aparece una subcuenta denominada contrato administrativo de servicios, que corresponde a gastos en personal. Por tal motivo, esta subcuenta se deduce de la cuenta bienes y servicios y se suma a la cuenta de personal. La descripción de las cuentas asociadas a las

⁵² El porcentaje α_{ij} puede tomar valores entre 1 y 0. Si toma el valor 1 indica que la persona “j” se dedica exclusivamente a la tarea “i”.

actividades de “dirección, control y asesoramiento”, así como los valores asociados al personal se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 6-1
Valor Personal Dirección, control y asesoramiento

Dirección, control, asesoramiento y apoyo	TOTAL META	Personal	
		Personal	Contratación de servicios (*)
Acciones de Planeamiento	1.579.626	498.222	279.504
Acciones de Alta Dirección	2.251.546	204.810	1.363.016
Conducción del Sistema Administrativo y de Personal	11.691.223	1.384.462	2.202.438
Acciones de Asesoramiento Jurídico	989.158		889.906
Control y Auditoría	612.379		415.784
Información Especializada y Sistematizada sobre Recursos Hídricos	2.265.382		491.504
Administración de los Recursos Hídricos	3.345.614	300.662	2.765.324
Total	22.734.928	2.388.156	8.407.476
(*) Este valor hace parte de bienes y servicios, pero corresponde a contratación de personal			

Fuente: ANA, Sistema Integrado de Administración Financiera – reporte “Ejecución Compromisos Vs Marco Presupuestal – 2011”.

El costo de personal del Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca se basa en el organigrama de las secretarías técnicas proporcionado por el Programa de Modernización de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, considerando los mismos salarios utilizados en la estimación de costos de personal de las Direcciones de Línea. Dichas secretarías técnicas deben financiarse con recursos de la ANA.

6.1.5. Estimación de otros costos

Se ha establecido que el principal ítem de costos corresponde al recurso humano, no obstante, las actividades de la ANA y sus órganos desconcentrados involucran la utilización de mueble y equipos que deben mantenerse y operarse (bienes y servicios), así como activos necesarios y otros gastos. Estos costos hacen referencia, entre otros, a aquellos que se incurren periódicamente con el objeto del buen funcionamiento de equipos especializados, equipos de computación y vehículos, edificios, los cuales se llevan a cabo a intervalos regulares de tiempo y que están dentro del

presupuesto de cada órgano. En lo que sigue se muestra como realizar la estimación de estos costos por cada tipo de actividad.

6.1.5.1. Ponderadores

Se tienen diferentes niveles de gasto según jurisdicción: A nivel central (Órganos de línea, y Dirección, control y asesoramiento), a nivel de AAA, a nivel de ALA, y a nivel de CC, estableciéndose para cada caso los gastos de personal. Estos representan una proporción del total de gastos de la ANA, por lo que el objetivo de usar ponderadores es completar los gastos diferentes a los de personal según le corresponda a cada una de estas jurisdicciones. Para ello se utilizará la información contenida en el Presupuesto Institucional Modificado (PIM) contenido en el reporte “Ejecución Compromisos Vs Marco Presupuestal – 2011”, del Sistema Integrado de Administración Financiera. El PIM se puede clasificar en 4 grandes tipos de gasto:

- a) Personal y Obligaciones
- b) Bienes y Servicios
- c) Activos
- d) Otros Gastos

Teniendo en cuenta que el personal se calculó según metodología descrita en el numeral anterior, es posible calcular el valor de los gastos asociados a bienes y servicios, activos y otros gastos, considerando la proporción que estos tienen en el total de gastos de la ANA según jurisdicción.

Ahora, como se requiere identificar dicha distribución según jurisdicción requerida, se logró clasificar las cuentas del PIM en:

- Cuentas asociadas a las AAA;
- Cuentas asociadas a las ALA;
- Cuentas asociadas a actividades de dirección, control y asesoramiento;
- Total de presupuesto sin incluir las cuentas asociadas a las AAA y ALA;

En el Anexo 1 se presenta el detalle de las cuentas que componen el PIM 2011.

De la clasificación anterior, es posible obtener directamente la distribución de gastos a nivel de AAA, ALA, y Nivel central - dirección, control y

asesoramiento. Para los órganos de línea del nivel central se usa como *proxy* el porcentaje de distribución de gastos del total sin incluir aquellos que corresponden a las AAA ni a las ALA. Para el nivel del CC se usa como *proxy* la distribución realizada en el caso de las ALA.

Los ponderadores obtenidos por jurisdicción se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 6-2
Ponderadores ρ según jurisdicción

Jurisdicción	Personal	Bienes y servicios	Activos	Otros gastos
Nivel central - Órganos de Línea	49,19%	39,89%	5,66%	5,27%
Nivel central - Dirección, control y asesoramiento	47,48%	40,90%	2,31%	9,31%
AAA	47,74%	39,44%	12,82%	0,01%
ALA y CC	69,37%	29,57%	0,92%	0,14%

Fuente: Elaboración propia en base a información presupuestal de la ANA.

6.1.5.2. Cálculo de los valores

Teniendo en cuenta que se tiene el monto del personal para cada uno de los niveles de gasto requerido, el valor de las cuentas faltantes se calcula de la siguiente forma:

$$Gasto_{ij} = \frac{\rho_{ij}}{\rho_{personal\ j}} * Gasto_{personal\ j}$$

Siendo,

$Gasto_{ij}$: Gasto de la cuenta i diferente a personal: bienes y servicios, activos, otros gastos, asociado a la jurisdicción j .

ρ_{ij} : % ponderador de la cuenta i diferente a personal: bienes y servicios, activos, otros gastos, asociado a la jurisdicción j .

$\rho_{personal\ j}$: % ponderador de la cuenta personal en el total del gasto asociado a la jurisdicción j

$Gasto_{personal\ j}$: Gasto del personal asociado a la jurisdicción j

i : Cuentas del gasto diferentes a personal: bienes y servicios, activos, otros gastos.

j : Jurisdicción: órganos de línea; dirección, control y asesoramiento; AAA; ALA; CC.

El gasto total a ser incluido en las retribuciones para cada una de las jurisdicciones de gasto sería:

$$Gasto_{Tj} = Personal_j + bienes\ y\ servicios_j + activos_j + otros\ gastos_j$$

6.1.6. Distribución de costos por cuenca

Los costos por tipología estimados según se ha mostrado en los puntos anteriores hacen referencia a más de una cuenca, por lo que se hace necesario determinar un método que permitan obtener los costos por cada cuenca. Para ello, se construyen 3 factores de prorrata⁵³ “FP” según la siguiente expresión, tomando como base el volumen de agua entregado por medio de derechos a nivel de cuenca.

$$FP_{ij} = \frac{Volumen_{ij}}{\sum_{i=1}^{N_j} Volumen_{ij}}$$

Siendo,

FP_{ij} : Factor de prorrata de la cuenca i perteneciente a la jurisdicción j .

$Volumen_{ij}$: Volumen total de agua medido en m^3 entregados como derechos a los usuarios de la cuenca i perteneciente a la jurisdicción j .

N_j : Número de cuencas relevantes en la jurisdicción j .

⁵³ El factor de prorrata del Consejo de Cuenca solo se usará en las ALA que tengan a cargo más de una cuenca, siempre y cuando la información de volumen de derechos otorgados de agua no esté disponible a nivel de cuenca

j : Jurisdicción según tipo de gasto:

- A nivel central. En el caso de los costos asociados a los órganos de línea y de las áreas asociadas a las actividades de dirección, control y asesoramiento de la ANA se debe considerar el volumen del total de cuencas del Perú, esto es, el de las 159 cuencas. Por lo tanto j hace referencia al volumen total entregado por medio de derechos a nivel país.
- A nivel de AAA: En caso de los costos asociados a las AAA, es el volumen total de las cuencas que se encuentran bajo la administración de cada AAA.
- A nivel de ALA: El volumen debe ser el total del volumen asociado a cada ALA. Actualmente no se cuenta con información de volumen a nivel de cuenca⁵⁴. Mientras que no se cuente con esta desagregación, se distribuirá uniformemente según el número de cuencas que compongan la ALA. En el caso de Jequetepeque esta ponderación es igual a 1, ya que al ALA de Jequetepeque le corresponde solo 1 cuenca.

Procediendo de esta manera se obtienen los costos de todos los órganos de la ANA, tanto de línea como los desconcentrados y los asociados a las actividades de dirección, control y asesoramiento, según la tipología definida.

Finalmente, agregando los costos asociados a los tipos A1, A2 y A3 se obtienen los costos asociados al uso del agua previstos por la LRH que se financien con retribuciones. De forma análoga se procede con los costos asociados al tipo B, obteniéndose de esta manera los costos asociados a los vertimientos de aguas residuales tratadas. Lo anterior se puede expresar según la siguiente fórmula:

$$Gasto\ Cuenca_i = \sum_j FP_{ij} * G_{Tj}$$

Siendo,

FP_j : Ponderador definido para la cuenca i de la jurisdicción j de la ANA

⁵⁴ El mayor nivel de desagregación de la información de los volúmenes de licencias entregadas es Autoridad Local del Agua. No se tiene la desagregación a nivel de cuenca.

G_{Tj} : Gasto de la jurisdicción j de la ANA

6.2. Estimación del valor del agua por usuario

Esta sección muestra las metodologías para estimar el valor del agua por usuario. Los usuarios son aquellos contemplados en la LRH precisando en cada caso si corresponde a un valor de uso directo, uso indirecto, o valor de no uso.

6.2.1. Usuario poblacional

La estimación del valor del agua por uso directo se realizó midiendo el excedente del consumidor, utilizando para ello dos métodos complementarios. El primero de ellos dice relación con la estimación de la curva de demanda, utilizando para ello la información de consumos familiares obtenidas por medio de una encuesta y de tarifas obtenidas de las empresas SEDALIB S.A. y SEDACAJ S.A., que son las empresas prestadoras del servicio de agua potable y alcantarillado que operan en la cuenca, más las tarifas obtenidas del municipio de Pacasamayo que es el responsable de los servicios de agua potable y alcantarillado en dicho municipio. El segundo considera la utilización de estimar directamente la disposición a pagar por una mejora en los servicios de agua potable por medio del método de Valoración Contingente⁵⁵. La suma de ambas cifras constituye el valor que la población otorga a un sistema de agua potable plenamente operativo sin deficiencias. Restando a esta cifra la estimación del costo de provisión de los servicios se tiene finalmente el valor del agua para fines poblacionales.

Adicionalmente, se ha considerado, en el caso particular de la cuenca del Jequetepeque, estimar el valor asociado a la reforestación de la parte alta de la cuenca. Esta reforestación permite una mejora en términos de calidad producto de la disminución en la sedimentación de las aguas. Este aumento de calidad se considera también parte del valor del agua.

6.2.1.1. Consideraciones para la construcción de la función de demanda

La estimación de la demanda por los servicios de agua tiene como objetivo calcular el impacto monetario del pago de la retribución en los hogares. Por lo anterior, se deberán plantear escenarios de sensibilización con

⁵⁵ Inicialmente estaba contemplado el uso del método de Valoración Contingente como un método alternativo, no obstante, el hecho que un alto porcentaje de la población de la cuenca del río Jequetepeque tuviera acceso a agua por medio de empresas prestadoras de servicios, y que esta fuera calificada por los usuarios como “agua entubada”, se optó por medir la disposición al pago por una mejora en el sistema y de esta forma poder tener una cifra de valor por el servicio de agua potable comparable con los costos asociados a la infraestructura del servicio estimados en los respectivos estudios tarifarios.

tal de tener una idea sobre los efectos que ésta pudiese tener sobre el consumo de agua.⁵⁶

En términos teóricos definir las variables correctas que expliquen el consumo de agua y modelar la restricción no lineal de estos servicios, son los problemas más comunes a los que se enfrenta el analista o investigador al momento de estimar funciones de demanda para el sector.

Son 3 los modelos más usados: El modelo planteado por Deaton y Muelberg (1980) en el que propone como variable dependiente el gasto en agua, y como variables independientes el ingreso ajustado por el cargo fijo, el precio marginal y otras variables socio-económicas. El segundo modelo es el que usa variables instrumentales para corregir la endogeneidad. Por último, el modelo es el discreto continuo, en el que se toma como variable dependiente el consumo medio real de los individuos, y como variables independientes el precio medio o marginal, el ingreso ajustado a la restricción presupuestaria y otras variables socio-económicas, según la información disponible.

Adicionalmente, la calidad de los datos disponibles puede convertirse en un problema de tipo práctico relevante. Por estos motivos, el modelo teórico a estimar depende en gran medida de los datos disponibles para realizar la estimación de la curva de demanda. Con base en ellos, se busca el método de estimación que se ajuste mejor a los datos y que además arroje coeficientes insesgados y eficientes. Es por esto que la definición del cuestionario final alimentado por el resultado de los grupos focales es fundamental para obtener información confiable y representativa de la cuenca.

Uno ejemplo del modelo a estimar, dada la diferencia de las bases de datos, se presenta en el estudio realizado por INECON (2004) para los usuarios atendidos por la empresa Aguas Andinas en Chile. Allí se hace una clara separación entre el modelo con datos agregados y el modelo con micro-datos. Para el primero, se usa un modelo de ajuste parcial, en el que los bienes durables se van ajustando en el tiempo. Para la estimación de la curva de demanda utiliza 3 metodologías diferentes, considerando los problemas econométricos que se pueden presentar⁵⁷: Estimación por efectos fijos, por variables instrumentales y por método generalizado de momentos (GMM). En este caso la variable dependiente es el nivel de consumo.

Para el modelo con micro-datos, que también incluye una base de datos de panel, usaron el modelo planteado por Deaton y Muelberg (1980),

⁵⁶ En este contexto interesa contar con antecedentes sobre la elasticidad precio que sería aplicable para la situación de la cuenca de Jequetepeque. Este es el propósito de esta sección del informe.

⁵⁷ La base que usaron fue un panel. En este tipo de datos se presenta el problema de que la variable rezagada está correlacionada positivamente con el efecto individual. El efecto individual es el que omite variables que permitirían explicar la variable dependiente.

agregándole un término de ajuste cuadrático. En este caso, y con el fin de corregir la endogeneidad del precio, utilizaron variables instrumentales para ajustar la estimación.

Quizá el reto econométrico más relevante en la modelación de la curva de demanda para el sector de saneamiento sea la forma de incluir la restricción presupuestaria no lineal que enfrentan los usuarios, como consecuencia de la estructura tarifaria por tramos de consumo que existe en la mayoría de ciudades del mundo y de Perú en particular.

El problema de tener una restricción no lineal es la endogeneidad⁵⁸ que se genera entre el precio y el consumo de agua. Es decir, como los precios son fijados según el tramo de consumo, se genera una dependencia entre el precio y la cantidad consumida, problema que es necesario eliminar para el comportamiento real de los consumidores ante cambios de precios.

Para hacer frente a este problema, diversos economistas han ideado mecanismos de acercamiento al problema que, con mayor o menor éxito, han permitido generar estimaciones confiables. Las formas más usadas en la literatura para corregir este problema han sido:

- Recodificar las observaciones que están cerca de los puntos de corte⁵⁹ de modo que los consumos que están cerca de ellos se consideran como los puntos de corte.
- Usar variables instrumentales⁶⁰. Por ejemplo, algunos estudios han usado como variable instrumental la tarifa de alcantarillado, ya que está correlacionada con el precio del agua, pero no con el error del modelo en el que se busca explicar el consumo de agua.

Otro método muy conocido es el de Arellano Bond (1999), que usa los rezagos como variable instrumental para corregir la endogeneidad.

- Ejecución de test de hipótesis que permiten identificar el precio al cual reaccionan los consumidores (precio marginal o medio). Chicoine y Ramamurthy (1986) presentan un test empírico de hipótesis

⁵⁸La endogeneidad surge cuando las variables explicativas (o independientes) de un modelo no son exógenas, sino que están correlacionadas con el error. En este caso, una de las variables explicativas es el precio, el que depende a su vez del consumo (que sería la variable dependiente), generando la endogeneidad que es necesario corregir.

⁵⁹ Los puntos de corte son los niveles de consumo en los cuales la tarifa cambia. Estos determinan los diferentes bloques de consumo.

⁶⁰Una variable instrumental es una variable que no está correlacionada con el error, pero si con alguna de las variables explicativas. De este modo, es posible “limpiar” la explicación y capturar el efecto que se quiere. Como se mencionó en párrafos anteriores Gómez-Lobo (2004) usa variables instrumentales para ajustar la estimación de la demanda.

concerniente al precio al cual los consumidores reaccionan cuando el agua potable se vende bajo una estructura tarifaria en bloques⁶¹. Nieswiadomy y Molina (1991) presentan un modelo alternativo para testear la hipótesis de reacción de precio de los consumidores.

Esta discusión del uso del precio marginal o medio data de años atrás. Taylor (1975) en un estudio de demanda de electricidad sugirió que bajo un esquema de tarifas en bloques crecientes se debe incluir entre las variables explicativas el precio marginal y el precio medio. Posteriormente Nordin (1976) modifica la especificación de Taylor, e incluye una variable "diferencia" la cual absorbe los efectos de tasas intramarginales y cargo fijo. Dicha variable se define como el total de la factura pagada por el consumo de agua menos el valor de la factura si todas las unidades fuesen cobradas al precio marginal. Esta diferencia de ambas medidas de precios sería una representación adecuada del efecto ingreso existente en la estructura de precios.

Dado que cambios en el costo fijo o en las tasas intramarginales son esencialmente un efecto ingreso, el coeficiente estimado del ingreso y del precio intramarginal en la función de demanda, debe ser estadísticamente el mismo, en valor absoluto pero con signo distinto. En aplicaciones empíricas, sin embargo, se han reportado numerosos casos en los cuales la premisa anterior no ha sido validada.

- Modelar directamente la elección del bloque de consumo y la cantidad de consumo en ese bloque. La mayoría de los trabajos recientes se han resuelto de este modo. Hewitt y Hanemann (1995) y Cavanagh, Hanemann y Stavins (2002) lo hicieron para Estados Unidos y Strazzer (2006) para Italia⁶².

6.2.1.2. Resultados Internacionales

Los estudios de demanda realizados en diferentes partes del mundo, muestran la complejidad en la estimación de la función de demanda para el sector sanitario, dada la no linealidad de la restricción presupuestaria. Las elasticidades obtenidas varían según el país pero en general sus resultados son consistentes con la intuición económica de que éste es un sector con una demanda muy inelástica. En la siguiente tabla se presenta un resumen con los resultados obtenidos por algunos de los estudios que se han mencionado a lo largo de este capítulo y otros. En la mayoría de ellos se presentan los rangos

⁶¹ Esta descomposición fue propuesta por Oppaluch (1984)

⁶² También se ha discutido la conveniencia de usar en las estimaciones el precio medio o marginal.

de las elasticidades obtenidas, ya que usaron varios métodos de estimación o se separaron por características como el clima:

Tabla 6-3
Elasticidades precio de la demanda

Autores	Elasticidad precio de la demanda	Área geográfica de estudio
Hewitt-Hanemann (1995)	entre -1,57 y -1,63	California, USA
Pérez y Serra (1996)	entre -0,061 y -0,29	Santiago, Chile
Pint (1999)	entre -0,04 y -1,24	California, USA
Cavanagh <i>et al.</i> (2002)	entre -0,34 y -0,63	USA y Canadá. 16 empresas
Jaramillo (2003)	entre -0,223 y -0,58	México
Ríos <i>et. al</i>	-0,24	Estado Paraná, Brasil
ACEP (2002)	-0,31	Estado Ceará, Brasil
Hanemann (2003)	-0,10	V región, Chile
Inecon (2004)	entre -0,13 y -0,28	Santiago, Chile
Strazzera (2006)	-0,54	Alghero-Italia

Fuente: Elaboración propia con base en los estudios de los autores que se incluyen en la tabla.

Se observa que los rangos de variación de las elasticidades obtenidas son dispares, dependiendo no solo de las características socio-económicas de los usuarios de cada una de las ciudades analizadas, sino también de las técnicas de medición utilizadas. Por ejemplo, en Estados Unidos el trabajo de Hewitt y Hanemann (1995) ha sido ampliamente criticado por los altos valores obtenidos. Trabajos posteriores como el de Cavanagh *et. al.* (2002) han incluido ajustes en la estimación, por lo que los valores de elasticidad precio de demanda alcanzados fueron más bajos.

Los valores obtenidos para Chile, Paraná (Brasil) y México son más bajos que los obtenidos para Estados Unidos. Desde una perspectiva teórica se espera que la elasticidad precio sea más inelástica a medida que la población es más pobre, porque son menos sensibles a cambios en precios, ya que su consumo, en promedio, no debería pasar los niveles de subsistencia. Así, los resultados para estos países son consistentes con lo esperado, dado que relativamente hay mayor cantidad de pobres que en Estados Unidos.

6.2.1.3. Información base para estimación del valor del agua

Para obtener las variables para la estimación del valor del agua, se propone realizar una encuesta en el año 4, similar a la realizada en este

estudio, que contenga las siguientes variables, y que permita desarrollar tanto el modelo con restricción no lineal, así como la DAP:

- M3: Volumen de agua facturado en m³ al mes
- VF: Valor facturado último en \$ al mes
- Ing: Ingreso Mensual familiar en Soles
- Hab: N° habitantes por familia
- Región: dummy de región
- Cagua: (dummy de calidad de agua siendo 1= no hay problemas de calidad y 0= hay problemas de calidad)
- Pr: Con base en valor factura y m³ declarados, es posible asignar el precio de la estructura tarifaria que enfrenta según entidad que le preste el servicio.
- Temp: Temperatura promedio mes. La información se encuentra disponible en el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú- SENAMHI.

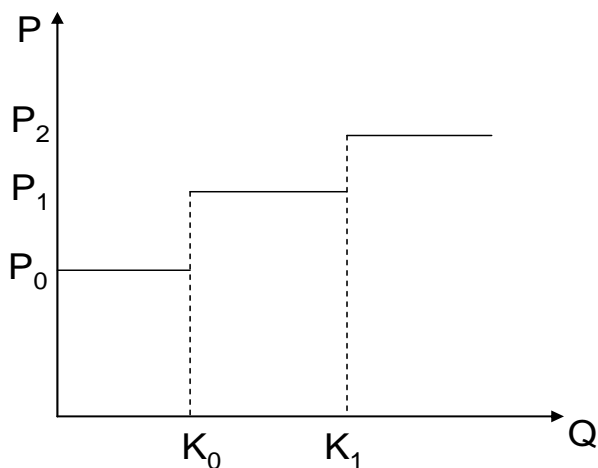
6.2.1.4. Forma funcional

Se propone la estimación de la función de demanda por agua potable con restricción no lineal (dada la estructura tarifaria por bloque existente en Perú), estimando el modelo DCC logarítmico. El modelo econométrico está basado en el trabajo de Moffitt (1986) y Strazzera (2006), pero considerando 3 segmentos de consumo.

El problema de maximización de los consumidores enfrenta tarifas no lineales crecientes en el consumo⁶³. Esta estructura tarifaria creciente se presenta en el gráfico siguiente.

Gráfico 6-5
Estructura tarifaria por bloque creciente

⁶³ En la mayoría de los casos se implementan bloques tarifarios crecientes como incentivo a que los consumidores no desperdicien el agua.



Fuente: Elaboración propia

K_0 y K_1 representan los puntos de corte de consumo en los que la tarifa cambia. Entre K_0 y K_1 se enfrentan al precio p_1 , y cuando el consumo es mayor a K_1 la tarifa es p_2 , cumpliéndose que $p_0 < p_1 < p_2$.

Las preferencias de un individuo representativo se pueden expresar mediante la siguiente función de utilidad:

$$V(p, M) = \max_{X, Y} [U(X, Y)]$$

$$= U[g(p, M), M - Pg(p, M)]$$

s.a.

$$\begin{aligned} M &= p_1 X + Y && \text{si } X \leq K_1 \\ \bar{M}_1 &= M + (p_2 - p_1)K_1 && \text{si } K_1 < X \leq K_2 \\ \bar{M}_2 &= \bar{M}_1 + (p_3 - p_2)K_2 && \text{si } X > K_2 \end{aligned}$$

Siendo,

P_i Precio del “*kink*” o segmento i

M	Ingreso del usuario residencial
\hat{M}_1	Ingreso virtual en el tramo 2 ⁶⁴
\hat{M}_2	Ingreso virtual en el tramo 3
X	Cantidad de agua consumida en m3
Y	otro bien con precio numerario

Las demandas condicionales en la elección del segmento o “*kink*” obtenidas son:

$$\begin{aligned}
 X &= g(p_1, M) & \text{si } X \leq K_1 \\
 X &= K_1 & \text{si } X = K_1 \\
 X &= g(p_2, \hat{M}_1) & \text{si } K_1 < X < K_2 \\
 X &= K_2 & \text{si } X = K_2 \\
 X &= g(p_3, \hat{M}_2) & \text{si } X > K_2
 \end{aligned}$$

Así, la elección de la maximización de utilidad se puede describir como:

$$\begin{aligned}
 &\text{Elige segmento 1 si: } g(p_1, M) < K_1 \\
 &\text{Elige } K_1 \text{ si: } g(p_2, \hat{M}_1) \leq K_1 < g(p_1, M) \\
 &\text{Elige segmento 2 si: } K_1 < g(p_2, \hat{M}_1) \\
 &\text{Elige } K_2 \text{ si: } g(p_3, \hat{M}_2) \leq K_2 < g(p_2, \hat{M}_1) \\
 &\text{Elige } K_3 \text{ si: } K_2 < g(p_3, \hat{M}_2)
 \end{aligned}$$

La resolución del problema anterior pasa por estimar económicamente la función de demanda por agua potable (ver más adelante) aplicando el método de máxima verosimilitud. Para ello resulta necesario especificar la probabilidad conjunta de: i) observar cada valor de X a lo largo del segmento o en el kink (error de medición ε); ii) elegir el segmento o el kink (heterogeneidad de las preferencias α). Este modelo de 2 errores contiene la misma

⁶⁴ Ingreso que incluye la valoración de las unidades de consumo de los bloques anteriores al bloque de consumo en el que se encuentra, al precio que paga por la última unidad consumida. En otras palabras, es la extensión de la recta presupuestaria, según el tramo en el que se ubique cada consumidor.

probabilidad de observar en la misma proporción cada valor X , en la suma de probabilidades de observar el valor de X si la ubicación elegida, ya sea un segmento o un kink, como se presenta a continuación:

$$L = \prod_{\forall \text{observaciones}} \Pr(X)$$

Donde,

$$\begin{aligned} \Pr(X) = & pr[\alpha + \varepsilon = X - g(P_1, M; \beta), \alpha < K_1 - g(P_1, M; \beta)] \\ & + pr[\varepsilon = X - K_1, X - g(P_1, M; \beta) < \alpha < K_1 - g(P_2, \hat{M}; \beta)] \\ & + pr[\alpha + \varepsilon = X - g(P_2, \hat{M}; \beta), K_1 - g(P_2, \hat{M}; \beta) < \alpha < K_2 - g(P_2, \hat{M}; \beta)] \\ & + pr[\varepsilon = X - K_2, X - g(P_2, \hat{M}; \beta) < \alpha < K_2 - g(P_3, \hat{M}; \beta)] \\ & + pr[\alpha + \varepsilon = X - g(P_3, \hat{M}; \beta) < \alpha] \end{aligned}$$

Es decir, cada probabilidad es la suma de las probabilidades conjuntas de que un individuo maximice su utilidad en cada segmento o kink, y que el valor observado de X sea el que maximice su valor más ε . Cabe anotar que no hay separación de la muestra en la función de máxima verosimilitud.

El detalle de la función de programación se presenta en el Apéndice de este capítulo.

La función de demanda a estimar es la siguiente:

$$\ln X_i = \beta_0 + \beta_1 \ln P_i + \beta_2 \ln \hat{M}_i + \beta_3 Z_i + \varepsilon + \alpha$$

Donde,

$\ln P_i$: Logaritmo del precio del segmento que enfrenta el usuario i

$\ln \hat{M}_i$: Logaritmo del ingreso del usuario i

Z_i : Logaritmo de las demás variables explicativas del modelo

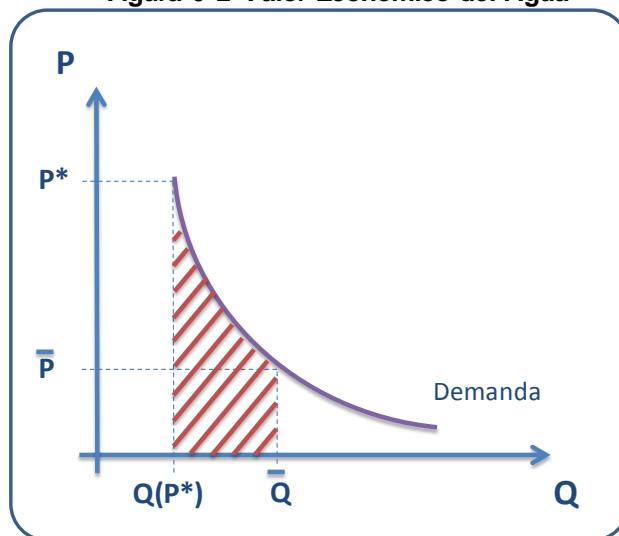
β_0, β_1 y β_2 : Coeficientes de la constante, precio e ingreso respectivamente

β_3 : Vector de coeficientes de las demás variables explicativas del modelo

6.2.1.5. Estimación del valor económico del agua

El valor económico del agua, en rigor el del servicio de agua potable, corresponde al área bajo la curva de demanda en un rango de m³ de agua dado. Se supone que la curva de demanda estimada es para un usuario representativo, por lo que el área bajo la curva representa el valor de un usuario residencial tipo de la cuenca de Jequetepeque. En la siguiente gráfica se observa dicho valor:

Figura 6-2 Valor Económico del Agua



Fuente: Elaboración propia.

El cálculo del área bajo la curva considera una especificación funcional de la demanda con elasticidad ε constante, según la siguiente expresión:

$$Q = AP^{\varepsilon}$$

Se tiene entonces que el valor económico del agua, equivalente al área bajo la curva de demanda inversa, es:

$$\text{Valor del agua potable} = \int_{Q(P^*)}^{\bar{Q}} \left[\frac{1}{A^{\frac{1}{\varepsilon}}} * Q^{\frac{1}{\varepsilon}} \right] dQ = \int_{Q(P^*)}^{\bar{Q}} \left[\frac{1}{\left(\frac{\bar{Q}}{\bar{P}} \right)^{\frac{1}{\varepsilon}}} * Q^{\frac{1}{\varepsilon}} \right] dQ$$

$$Valor\ del\ agua\ potable = \left[\frac{1}{\left(\frac{\bar{Q}}{\bar{P}^\varepsilon}\right)^{\frac{1}{\varepsilon}}} * \frac{1}{\left(\frac{1}{\varepsilon} + 1\right)} * Q^{\left(\frac{1}{\varepsilon} + 1\right)} \right] \Bigg|_{Q(P^*)}^{\bar{Q}}$$

$$Valor\ del\ agua\ potable = \left[\frac{1}{\left(\frac{\bar{Q}}{\bar{P}^\varepsilon}\right)^{\frac{1}{\varepsilon}}} * \frac{1}{\left(\frac{1}{\varepsilon} + 1\right)} * \left[\bar{Q}^{\left(\frac{1}{\varepsilon} + 1\right)} - Q(P^*)^{\left(\frac{1}{\varepsilon} + 1\right)} \right] \right]$$

Donde,

- ε Elasticidad precio de la demanda.
- \bar{Q} Promedio del consumo de usuarios de la encuesta. Para Jequetepeque se estimó en 10,4 m³, Como metodología general se propone usar el promedio del consumo residencial, suponiendo que la mayoría de los usuarios residenciales consumen en los primeros tramos, y por tanto, el promedio refleja el consumo de la mayoría de estos usuarios.
- \bar{P} Precio del consumo \bar{Q} . En el caso de Jequetepeque este precio corresponde al del tramo 2, el cual es igual a S/.1,373 por m³. Esto, porque el consumo promedio de 10,4 m³ se encuentra en dicho tramo 2 y enfrenta aquella tarifa.
- P^* Precio máximo a partir del cual ya no existe demanda por agua, definido para este caso como S/.10,0 por m³.
- $Q(P^*)$ Consumo asociado al precio máximo (corte) de la curva de demanda.

Teniendo en cuenta que los derechos de agua entregados mediante licencias a las EPS también son usados por usuarios no residenciales, el valor del agua para estos usuarios se estima como sigue:

- Usuarios comerciales y públicos. Para este tipo de usuarios se supone que el valor del agua es igual al de los usuarios residenciales. Esto implica que el valor del usuario representativo residencial se aplica también sobre el volumen de agua consumido de los clientes comerciales y públicos cuando se quiera tener el valor agregado del agua para este tipo de clientes.

- Usuarios industriales. El valor del agua del usuario industrial se presenta en el numeral 6.3 de este informe.

6.2.1.6. Valoración contingente

La metodología considera estimar además de la curva de demanda, la máxima disposición a pagar por una mejora en los servicios de agua potable y en la valoración de la reforestación de la zona alta de la cuenca, utilizando en ambos casos la metodología de valoración contingente.

El método de valoración contingente consiste en obtener la disposición a pagar por medio de entrevistas a los consumidores (preferencias declaradas). Las etapas a seguir se describen a continuación.

Grupos focales

El desarrollo de los grupos focales consiste en una reunión de un grupo de individuos seleccionados por los investigadores para discutir y elaborar, desde la experiencia personal, una temática o hecho social que es objeto de investigación.

Específicamente se busca obtener información respecto de la disposición a pagar por servicios de agua potable, con especial interés en los potenciales problemas asociados al abastecimiento de agua, exposición de un escenario hipotético (contingente) que describa una mejora en el servicio, y la indagación de los posibles precios a los cuales las personas aceptan pagar por acceder a la mejora⁶⁵, bajo el supuesto que el actual servicio es deficiente⁶⁶. Con esta información se construye un cuestionario preliminar el cual debe ser probado directamente en campo (prueba piloto), bajo las mismas condiciones bajo las cuales será aplicado el cuestionario definitivo.

La metodología seguida para el desarrollo de estos grupos focales consideran las siguientes etapas.

- Apertura:

⁶⁵ En general se buscaría capturar el excedente por todo el consumo. No obstante en la cuenca del Jequetepeque la población tiene acceso al servicio de agua potable, aunque es percibido como deficiente llamándolo “agua entubada”. Por ello es que se optó por capturar el valor de la mejora del servicio.

⁶⁶ Este supuesto se considera válido para zonas rurales, en el caso de ciudades urbanas, como el caso de Lima, la aplicación del estudio de valoración contingente queda sujeta a que la población perciba que el servicio puede ser mejorado, en caso contrario su uso no se recomienda.

- Bienvenida al grupo, introducción al tema y los objetivos de la reunión.
- Explicación del rol del grupo focal y de cómo funcionará.
- Explicación de reglas simples de trabajo cuidando que “Los participantes se deben sentir importantes y cómodos con la temática”.
- Discusión:
 - Planteamiento de las temáticas que son el objeto del estudio.
 - PRECAUCIÓN: Presencia de algunos observadores externos, puede inhibir a los participantes.
 - Evitar las respuestas ambiguas, las socialmente aceptables o las "muy abiertas".
 - Solicitar especificidad en respuestas cuando sea necesario
 - Mantener control sobre el tiempo de desarrollo del taller (entre una a dos horas).
- Cierre:
 - Consenso en las conclusiones.
 - Agradecimiento a los participantes, insistiendo no solo de la importancia de su participación sino también en la forma cómo los datos serán utilizados, esto es, para el desarrollo de un cuestionario que será aplicado a otras personas.
- Informe de las conclusiones del grupo focal:
 - Resumen inmediato de la discusión y acuerdos de la reunión.
 - Transcripción de las notas de la relatoría o grabaciones inmediatamente después de terminada la sesión de Taller.
 - Análisis de las relatorías prestando atención en:
 - Opiniones que aparecen reiteradamente
 - Comentarios sorpresivos

- Conceptos o vocablos que generaron reacciones positivas o negativas de los participantes.

Prueba piloto y desarrollo de cuestionario final

El cuestionario preliminar es sometido a prueba en campo, con el objeto de establecer la idoneidad del instrumento poniendo atención en la estructura adoptada, el lenguaje utilizado en las preguntas con especial interés en la comprensión del escenario hipotético presentado al entrevistado, y si el nivel de precios adoptado constituye un rango razonable para poder estimar la máxima disposición al pago.

A veces resulta necesario realizar dos o tres pruebas piloto antes de obtener el cuestionario definitivo.

Trabajo de campo: tamaño de la muestra y aplicación del cuestionario final

La aplicación del cuestionario debe considerar que la selección de los entrevistados sea aleatoria, o se aproxime lo más que se pueda a dicha situación, de forma tal que los resultados que se obtengan aseguren una representatividad estadística razonable que permita realizar inferencias.

En primer lugar se debe decidir cuantas entrevistas se van a realizar, siendo esta una decisión importante, puesto que una muestra demasiado grande implica un desperdicio de recursos, mientras que una muestra demasiado pequeña disminuye la utilidad de los resultados.

Antes de decidir el tamaño de la muestra para obtener la DAP, se debe saber con antelación el grado de exactitud con el cual se quiere conocer dicho valor⁶⁷. Por ejemplo, se puede considerar satisfactorio conocer el valor de la DAP con un margen de error de $\pm 5\%$ en el sentido que si la muestra indica que el valor de la DAP es 100, el verdadero valor se encontrará entre 95 y 105.⁶⁸

⁶⁷ Una discusión ilustrativa respecto de la estimación del tamaño de la muestra se encuentra en Cochrane W., "Técnicas de Muestreo", Tercera Edición, CECSA, México, capítulo 4.

⁶⁸ El error deseado no se puede garantizar, en el sentido que puede que a pesar de haber hecho seleccionado aleatoriamente a los entrevistados, existe una probabilidad no nula de haber elegido una muestra que entrega un error mayor al deseado.

La selección de la muestra entonces debe ser igual a⁶⁹:

$$N = \left(\frac{t * CV}{E} \right)^2$$

Donde,

N : Tamaño de la muestra

t : Toma el valor de 1,96 si se requiere de un 95% de probabilidad que el verdadero valor de la DAP se encuentre en el intervalo definido por el error deseado. Toma el valor 1,64 si aceptamos una probabilidad del 90%.

CV : Coeficiente de variación. Cociente entre la desviación estándar y la media.

E : Error deseado

La tabla que sigue muestra diferentes tamaños muestrales para distintas combinaciones entre coeficiente de variación y error deseado expresado como porcentaje del valor medio de la DAP. El panel superior considera una probabilidad del 95% que el valor de la DAP se encuentre en el intervalo definido por $DAP \pm E * DAP$, mientras que el panel inferior muestra una probabilidad del 90%.⁷⁰

⁶⁹ Esta expresión es ampliamente conocida en la literatura y fácilmente demostrable.

⁷⁰ Mitchell y Carson recomiendan utilizar un coeficiente de variación igual a 2. Para detalles ver Mitchell R. y R. Carson (1989), "Using Surveys to Value Public Goods. The Contingent Valuation Method", Resource for the Future, ISBN0-915707-32-2, página 225.

Tabla6-6
Tamaños muestrales

t= 1,96	Error (% de la media)			
CV	5%	10%	15%	20%
0,5	384	96	43	24
1,0	1.537	384	171	96
1,5	3.457	864	384	216
2,0	6.147	1.537	683	384
2,5	9.604	2.401	1.067	600
3,0	13.830	3.457	1.537	864

t= 1,96	Error (% de la media)			
CV	5%	10%	15%	20%
0,5	269	67	30	17
1,0	1.076	269	120	67
1,5	2.421	605	269	151
2,0	4.303	1.076	478	269
2,5	6.724	1.681	747	420
3,0	9.683	2.421	1.076	605

Fuente: Elaboración propia

Modelo econométrico y técnicas de estimación

En lo específico, se construye un modelo de elección discreta en el cual la variable dependiente es la respuesta dada por el individuo, codificada con valor 1 si es afirmativa y valor 0 en caso contrario. Como variables explicativas figuran una constante y el pago propuesto. El modelo se estima por el método de máxima verosimilitud (logit o probit) puesto que los estimadores obtenidos de esta manera presentan mejores propiedades estadísticas que los estimadores obtenidos por mínimos cuadrados ordinarios.

El modelo logit parte de una función de distribución de probabilidad logística mientras que en el probit se supone que dicha función sigue una distribución normal. En el modelo probit se tiene que:

$$P_i = P_i(Y=1) = \int_{-\infty}^{x_i' \beta} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-t^2/2} dt$$

La expresión $\frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-t^2/2}$ es la función de densidad de una variable “t” que presenta una distribución normal estándar.

En el caso del modelo logit se tiene que:

$$P_i = P(Y=1) = \frac{1}{1 + e^{-x_i' \beta}}$$

En la expresión anterior, x_i es un vector de variables que describen las características relevantes del individuo y β es un vector de coeficientes fijos.

Los coeficientes estimados bajo ambos modelos tienen el mismo signo aunque difieren en su valor numérico. No obstante, según demostró Amemiya (1981), la relación que liga ambos estimadores es fija cumpliéndose que $\beta_{\text{LOGIT}} \cong 0,625 \beta_{\text{PROBIT}}$.⁷¹

Bajo la hipótesis de que la función de utilidad del individuo es lineal, la media de la DAP coincide con la mediana y Hanemann (1984) demostró que puede ser obtenida a través de la siguiente expresión:

$$E(DAP) = -\alpha / \beta$$

Los valores de α y β son los coeficientes estimados en el modelo logit formulado y corresponden, respectivamente, al término constante y a la variable explicativa referida al precio o pago propuesto.

Una variante del anterior modelo consiste en plantear una segunda propuesta de pago tras haber respondido si se acepta o no la consulta inicial. Este modelo dicotómico doble supone ganancias de eficiencia respecto del modelo simple, según afirman Hanemann *et al.* (1991) y Kanninen (1993) aunque McLeod (1999) demuestra que esto no sucede con carácter general⁷².

⁷¹ Para detalles ver AMEMIYA, T. (1981): Qualitative response models: a survey. Journal of Economic Literature, vol. XIX, pp. 1483-1536.

⁷² Finalmente se utiliza solo la primera respuesta, según lo sugerido por Calia, P. y E. Strazzer, 1999, “Bias and Efficiency of Single vs Double Bound Models for Contingent

La variable dependiente toma ahora cuatro valores posibles, correspondientes a las cuatro respuestas potenciales de conseguir (NoNo; NoSí; SíNo; SíSí). Los parámetros de interés pueden ser estimados utilizando un modelo probit bivariado en el cual la variable dependiente es la respuesta dada por el individuo, codificada con cuatro valores, incluyendo como variables explicativas una constante y los dos pagos propuestos.

6.2.2. Usuario agrario

La actividad agrícola es uno de los principales usuarios de agua del Perú, por lo que se requiere prestar principal atención respecto de cuál es el valor del agua asociado a estos usuarios.

La metodología a seguir, la cual aplica a los productores bajo riego, consiste en determinar el excedente del productor, esto es, estimar la diferencia entre los ingresos generados por la venta de los productos agrícolas descontando el costo de producción⁷³ incluido el pago por infraestructura hidráulica. En efecto, si el productor agrícola dispone de todos los insumos para obtener el producto final, por ejemplo maíz, y si solamente requiere de agua para obtener su producto, dicho productor estaría dispuesto a pagar como máximo la diferencia entre los ingresos generados y los costos incurridos en la producción.

Sea IT los ingresos totales generados del producto agrícola puesto en finca y CT los costos totales de producción, por lo que el excedente del productor EP será igual a la diferencia entre ingresos y costos según la siguiente expresión:

$$EP = IT - CT$$

La dificultad principal que encierra un ejercicio como éste es la variedad de productos agrícolas que puedan encontrarse en una cuenca y encontrar la función de costos de cada uno de ellos. Para abordar este problema es que se decide establecer una cédula de cultivo representativa de la cuenca y realizar los análisis de ingresos y costos sobre dicha cédula. Para cada cultivo se determina el área ocupada y los rendimientos (kg de producto por hectárea cultivada), para luego estimar la producción total

Los costos se obtienen mediante un análisis de precios unitarios considerando un detalle de los insumos que intervienen en la producción de cada cultivo de la cédula, incluida el pago por el uso de la tierra (renta),

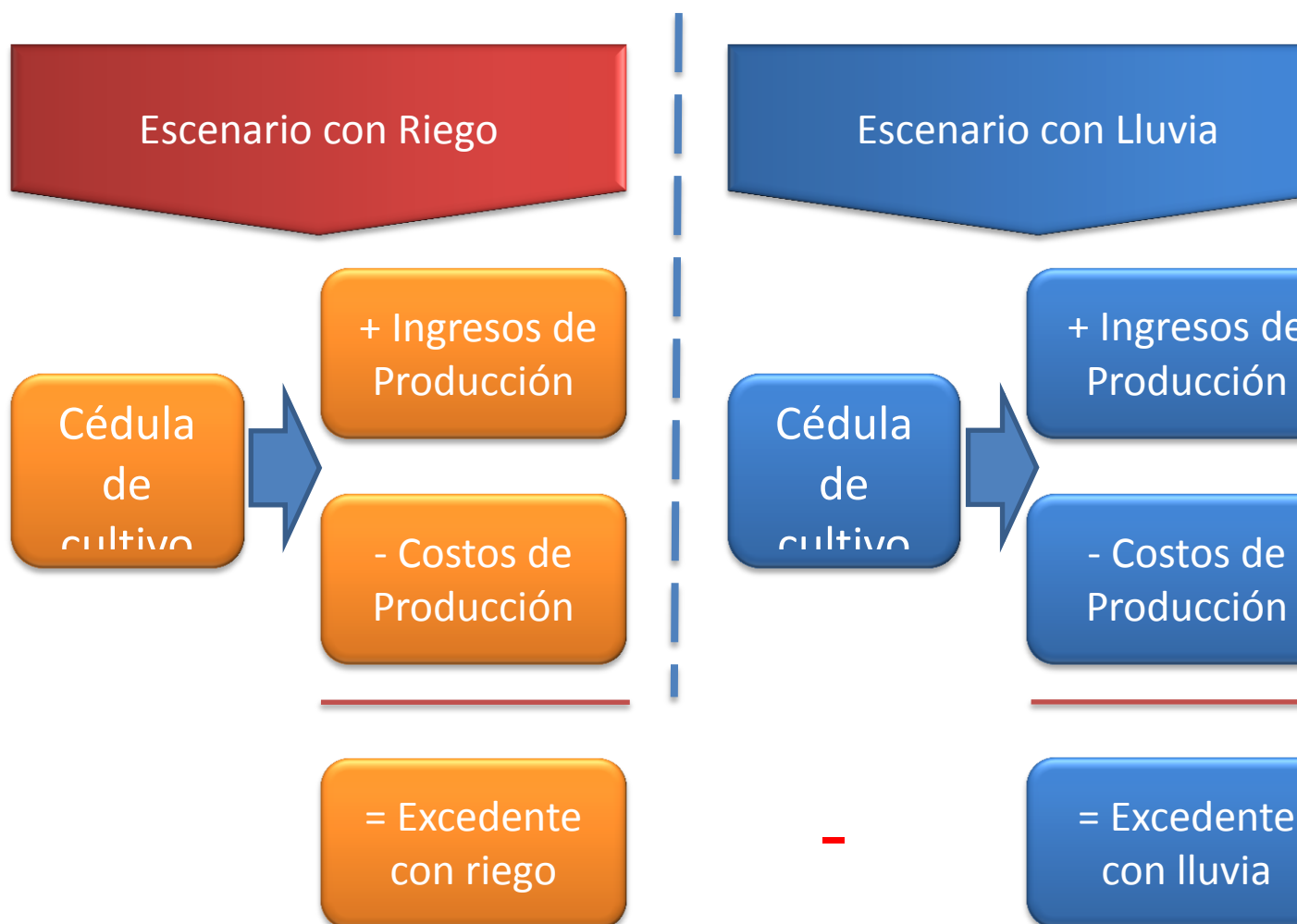
Valuation Studies: a Monte Carlo Analysis". Fondazione Eni Enrico Mattei Working Paper No. 10.99.

⁷³ La metodología exige que en los costos de producción no se incluye, en caso que exista, el pago por el insumo agua (distinto a tarifa por infraestructura hidráulica).

mientras que los ingresos se obtienen mediante la valoración de la producción a precio de mercado. Dichos costos incluyen el pago por uso de infraestructura hidráulica.

No hay que dejar de lado el descuento de excedentes que provienen de los productores que no utilizan riego en sus actividades agrícolas. En efecto, de no descontar dichos excedentes, se estaría sobrevalorando el valor del agua para el uso agrícola. La metodología finalmente puede ilustrarse según se muestra a continuación.

Figura 6-3
Estimación del valor del agua usuario agrícola



Fuente: Elaboración propia.

6.2.2.1. Información base para estimación del valor del agua

Se requiere definir la cédula de cultivo, para ello se recurre a información de la Junta de Usuarios de la cuenca relevante y se procede a estimar las hectáreas sembradas en la última campaña.

La estimación de precios por tipo de cultivo y los costos asociados a su producción también pueden obtenerse por medio de entrevistas con las Juntas de Usuarios, Comisiones de Regantes, etc.

6.2.3. Usuario acuícola

La metodología para estimar el valor para uso acuícola es análoga a la expuesta para el caso agrícola. En efecto, en la actividad acuícola se habla de cultivos, siendo el mar o río a lo que es la tierra, y las ovas de peces o moluscos a lo que es la semilla o planta.

Por lo tanto, la metodología a seguir consiste en determinar el excedente del productor, esto es, estimar la diferencia entre los ingresos generados por la venta de los productos acuícolas descontando el costo de producción⁷⁴. En efecto, si el productor agrícola dispone de todos los insumos para obtener el producto final, por ejemplo maíz, y si solamente requiere de agua para obtener su producto, dicho productor estaría dispuesto a pagar como máximo la diferencia entre los ingresos generados y los costos incurridos en la producción.

Sea IT los ingresos totales generados del producto agrícola puesto en finca y CT los costos totales de producción, por lo que el excedente del productor EP será igual a la diferencia entre ingresos y costos según la siguiente expresión:

$$EP = IT - CT$$

6.2.4. Usuario energético

6.2.4.1. Marco conceptual

La metodología de estimación del valor económico del agua para el uso directo en generación eléctrica, debe abordar como problema básico, el hecho de que la existencia de mercados regulados impide observar los precios de equilibrio que, en un ambiente competitivo, reflejarían adecuadamente el valor económico de este recurso. En la práctica, esta condicionante ha redundado en que la literatura técnica relacionada recomiende, en forma generalizada, la

⁷⁴ La metodología exige que en los costos de producción no se incluye, en caso que exista, el pago por el insumo agua.

utilización del método del costo alternativo, como herramienta de valorización económica. Este método corresponde a uno de los enfoques utilizados para obtener el valor económico del agua –desde la perspectiva de su utilización como bien intermedio– y asume, básicamente, que la máxima disposición a pagar por un bien o servicio no puede exceder el costo de proveerlo mediante procesos o tecnologías alternativas.

Siguiendo lo planteado en MacLeod, Moran y Spencer (2006),⁷⁵ la aplicación específica del método del costo alternativo requiere clarificar qué costos de generación de energía hidroeléctrica serán comparados y, además, se deben identificar los costos asociados a la alternativa más realista a la generación hidroeléctrica. Esta comparación, a su vez, puede ser realizada considerando diferentes bases de cálculo o tipos de costos, –fundamentalmente, costo marginal de corto plazo, costos de reposición de largo plazo de la capacidad instalada y costo promedio de largo plazo–, lo que se traducirá en diferentes valorizaciones. Gibbons (1986),⁷⁶ sugiere que la comparación de costos puede realizarse en base a los diferentes escenarios de utilización de la producción de energía hidroeléctrica, que puede enfrentar un país. En la siguiente tabla, se sintetiza dicho enfoque.

⁷⁵ MacLeod, M., Moran, D., Spencer, I (2006), “Counting the cost of water use in hydroelectric generation in Scotland”, *Energy Policy* 34, 2048–2059.

⁷⁶Gibbons, D. (1986), “The Economic Value of Water Resources for the Future”, Washington DC.

Tabla 6-4: Métodos potenciales para valorizar el agua utilizada en la generación eléctrica

MÉTODO	SUPUESTOS	MEDIDA DEL VALOR
Valor marginal de corto plazo	Toda la inversión en capital es fija y la reducción de la disponibilidad de agua para la generación hidroeléctrica conduce a utilizar fuentes alternativas de generación de energía. Por lo tanto, temporalmente aumenta el uso de fuentes alternativas de generación, sin que necesariamente se produzca un aumento de la capacidad instalada.	Costos de producción por kWh de la fuente de energía alternativa menos los costos de producción por kWh de la generación hidroeléctrica, sin incluir gastos de capital, depreciación u otros costos de largo plazo.
Valor de reposición de largo plazo de la capacidad instalada	Las restricciones en la disponibilidad de agua crean la necesidad de aumentar la capacidad de fuentes alternativas de energía. ⁷⁷	Costo por kWh de la nueva capacidad de generación no hidroeléctrica menos los costos de producción de la generación hidroeléctrica existente.
Valor promedio de largo plazo	Representa el valor de largo plazo del agua en relación con otras fuentes alternativas de energía. Se asume que es factible la expansión de la capacidad de generación hidroeléctrica.	Diferencia entre los costos totales de la generación no hidroeléctrica y los costos totales de la generación hidroeléctrica.

Fuente: Adaptación de Gibbons (1986).

Como se señala en Young (1996),⁷⁸ existen consideraciones adicionales a tener presente en la valoración económica, tanto de corto como de largo plazo. En el primer caso, se debe considerar la dificultad de aplicación del método del costo alternativo, cuando se desagrega el valor marginal de corto plazo del agua, distinguiendo el uso correspondiente a la generación de la carga base del uso requerido para satisfacer los períodos en que se observa la

⁷⁷En este sentido, se habla de “valor de remplazo”.

⁷⁸Young, R.A. (1996), “Measuring Economics Benefits for Water Investments and Policies”, World Bank Technical Paper No. 338, World Bank, Washington, DC, USA.

demanda máxima. Lo anterior, dada la necesidad de distribuir los costos fijos en estos períodos de operación y las características específicas que pueden presentar las distintas alternativas de generación disponibles en dichos períodos de demanda máxima. Por su parte, para la valoración de largo plazo, se debe considerar que una variable importante corresponde a la extensión del período de planificación o análisis, ya que mientras mayor sea éste, mayor será la incerteza incorporada en los cálculos debido, ya sea, a la variabilidad del costo real de los insumos de producción utilizados por las fuentes alternativas de generación energética, o bien, a los aumentos de eficiencia asociados a la introducción de mejoras tecnológicas.

Finalmente, una precisión de relevancia que se debe realizar, se refiere al criterio a utilizar en la selección de la alternativa menos costosa a considerar en la determinación del ahorro de costos. Como se plantea en Rothman (2000),⁷⁹ la mejor alternativa debe proveer los mismos servicios que la central hidroeléctrica en análisis. Desde una perspectiva estricta, esto implica que la elección de la alternativa menos costosa no sólo dependerá de la cantidad de energía generada. También, deberían considerarse aspectos tales como el período de operación en que se aporta la energía (demanda alta o carga base), la estacionalidad de la oferta, la infraestructura de transmisión disponible y la confiabilidad hidrológica, entre otros factores. En este sentido, y dependiendo de la precisión a considerar en la valoración, la selección de la mejor alternativa puede estar restringida por la configuración actual del sistema energético. Eventualmente, estas restricciones pueden conducir a que la estimación de costos involucre analizar una reconfiguración sustantiva del mismo.

6.2.4.2. Marco general regulatorio del sector eléctrico y examen de los modelos matemáticos de cálculo de costos marginales utilizados

Normativa relevante

La revisión de la normativa que regula al sector eléctrico, permite identificar ciertos costos que deben ser incorporados en la metodología de valoración y, además, posibilita la individualización de las herramientas o modelos matemáticos que son utilizados como referencias oficiales, en la determinación del valor económico del agua, para los fines propios que persigue el marco legal vigente. Al respecto, en el Artículo 107 de la Ley de Concesiones Eléctricas, se establece que: *“Los concesionarios y empresas dedicadas a la actividad de generación, con arreglo a las disposiciones de la presente Ley, que utilicen la energía y recursos naturales aprovechables de las*

⁷⁹ Rothman, M, 2000. Measuring and apportioning rents from hydroelectric power developments. World Bank Discussion Paper 419.

fuentes hidráulicas y geotérmicas del país, están afectas al pago de una retribución única al Estado por dicho uso”. Además, en el inciso a del Artículo 214 del Reglamento de la Ley, se establece que la compensación única al Estado, se abonará en forma mensual observando el siguiente procedimiento: *“El titular de la central generadora, efectuará una autoliquidación de la retribución que le corresponde, tomando en cuenta la energía producida en el mes anterior y el 1% del precio promedio de la energía a nivel generación”*. Esta compensación, forma parte del costo variable de las centrales hidroeléctricas. Esta definición es relevante, puesto que establece una forma independiente de cómo se debe calcular la retribución económica por uso de agua para generación eléctrica, la cual debe tenerse en cuenta al momento de diseñar el método de estimación de las retribuciones económicas en los otros usos del recurso.

Por su parte, en el numeral 9.2 de la Resolución Ministerial N° 143-2001-EM/VME del Ministerio de Energía y Minas, se establecen los ítems que compondrán los costos variables de las centrales hidráulicas, de acuerdo a lo siguiente:

Tabla 6-5: Cálculo del costo variable de centrales hidráulicas

CENTRAL HIDRAÚLICA DE PASADA	CENTRAL HIDRAÚLICA DE REGULACIÓN
(+) Compensación única al Estado, por el uso de los recursos naturales provenientes de fuentes hidráulicas.	
(+) Costo variable (S/./kWh) incurrido por la presencia de sólidos en suspensión en el agua turbinada.	
	(+) Valor agua expresado en energía (S/./kWh)
(=) Costo variable centrales de pasada	(=) Costo variable centrales de regulación

Fuente: Elaboración propia en base a la Resolución Ministerial N° 143-2001-EM/VME del Ministerio de Energía y Minas

En lo que respecta al concepto y método de cálculo del valor de agua, la Resolución antes mencionada, en el numeral 3.2, establece en primer lugar que: *“El valor del agua semanal es la variación del costo futuro actualizado de operación y racionamiento del SINAC con relación a la variación del volumen del embalse durante una semana. El valor agua semanal cuyas unidades son S/./m³, puede ser expresado en S/./kWh, utilizando los rendimientos de las centrales.”* Posteriormente, se especifica el método de cálculo del valor de

corto plazo del agua (Procedimiento N° 08), estableciéndose que la estimación semanal se realizará utilizando “*la programación dinámica del modelo JUNRED con etapas semanales para el primer mes, procesando el modelo con el mismo horizonte de tiempo utilizado en la última fijación tarifaria*”. La información requerida para la implementación de este proceso de valoración, es la siguiente:

- Caudales naturales del río Mantaro.
- Aporte semanal previsto de las centrales de pasada.
- Pronóstico semanal de la demanda del SINAC.
- Programación semanal de mantenimiento.
- Aporte mensual de las centrales de pasada.
- Pronóstico mensual de la demanda del SINAC.
- Programación mensual de mantenimiento.

Esta información es ingresada al programa JUNRED, determinándose el Valor del Agua Semanal para los diferentes estados del Lago Junín.

Un segundo modelo que debe ser mencionado corresponde al software PERSEO, el que es utilizado en los procesos de fijación tarifaria, como herramienta para determinar el Precio Básico de la Energía. Ambos modelos se examinan con un mayor detalle a continuación.

Modelos de cálculo de costos existentes

De acuerdo a lo publicado por el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minas (OSINERGMIN), las principales características de los modelos de cálculo de costos marginales más relevantes, son las siguientes:

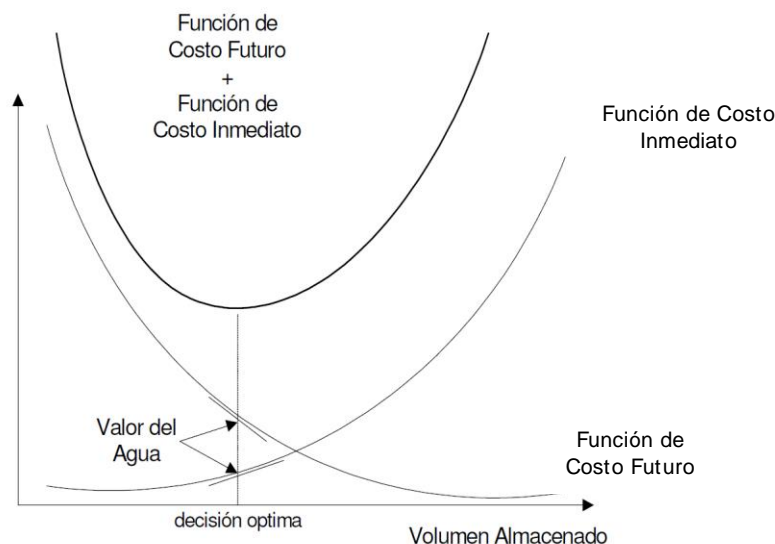
El modelo JUNIN realiza una representación uninodal del sistema (SICN) acumulando toda la oferta y la demanda del sistema en un único nodo. Optimiza sólo la operación de un embalse (el Lago Junín) y las hidroeléctricas asociadas al mismo (las centrales hidroeléctricas de Malpaso, Santiago Antúnez de Mayolo y Restitución). El algoritmo de optimización utiliza un procedimiento recursivo que hace uso de la programación dinámica estocástica como herramienta de decisión en la determinación del programa de operación de mínimo costo. Este modelo se constituyó originalmente como un modelo integral aplicado al SICN y posteriormente fue descompuesto en tres modelos

que actualmente se utilizan y que separan las funciones que realizaba el modelo original para calcular por separado el valor del agua (modelo JUNRED), los costos marginales (modelo JUNTAR) y la programación de la operación anual de las unidades generadoras del sistema (modelo JUNANO).

El modelo JUNRED/JUNTAR, fue utilizado hasta la última regulación tarifaria de noviembre 2000,⁸⁰ ya que se consideró que éste no representaba adecuadamente la nueva configuración del sistema interconectado nacional creado por la interconexión física de las redes del país, a partir de la entrada en operación comercial de la línea de transmisión Mantaro – Socabaya, ocurrida en octubre del año 2000. En su remplazo se generó el modelo PERSEO, cuyo objetivo consiste en resolver el problema del planeamiento de la operación de mediano plazo; es decir, busca un plan óptimo que minimice el costo total de operación en bases mensuales. El modelo se concibió bajo las características de: Multiembalse, Multinodo y Multiescenario y como se ilustra en la siguiente figura, su formulación considera que la determinación del valor del agua debe incorporar tanto el costo inmediato (asociado a los costos de producción de energía térmica en la etapa actual) como la función de costo futuro (asociado a los costos operativos esperados por generación térmica y los costos de déficit, en etapas posteriores) en que se incurre de acuerdo a las decisiones operativas adoptadas por los embales del sistema. La operación óptima a mínimo costo total del sistema hidrotérmico corresponde al punto en el cual las derivadas de las funciones de costo inmediato y futuro son iguales (valores del agua), y están asociadas a la economía de la totalidad del combustible desplazado en la actualidad y en el futuro.

⁸⁰Actualmente se utiliza para determinar el Valor del Agua requerido para la elaboración del Programa Semanal de Operación del Sistema Interconectado Nacional y para el cálculo de los costos marginales de energía de corto plazo.

Figura 6-4
Uso óptimo y valor económico del agua



Fuente: OSINERG (2006), Manual Técnico Metodología Modelo Perseo, Figura 1.5 Uso Óptimo del Agua.

En forma más específica, se asume que el problema de la operación de sistemas hidrotérmicos es:

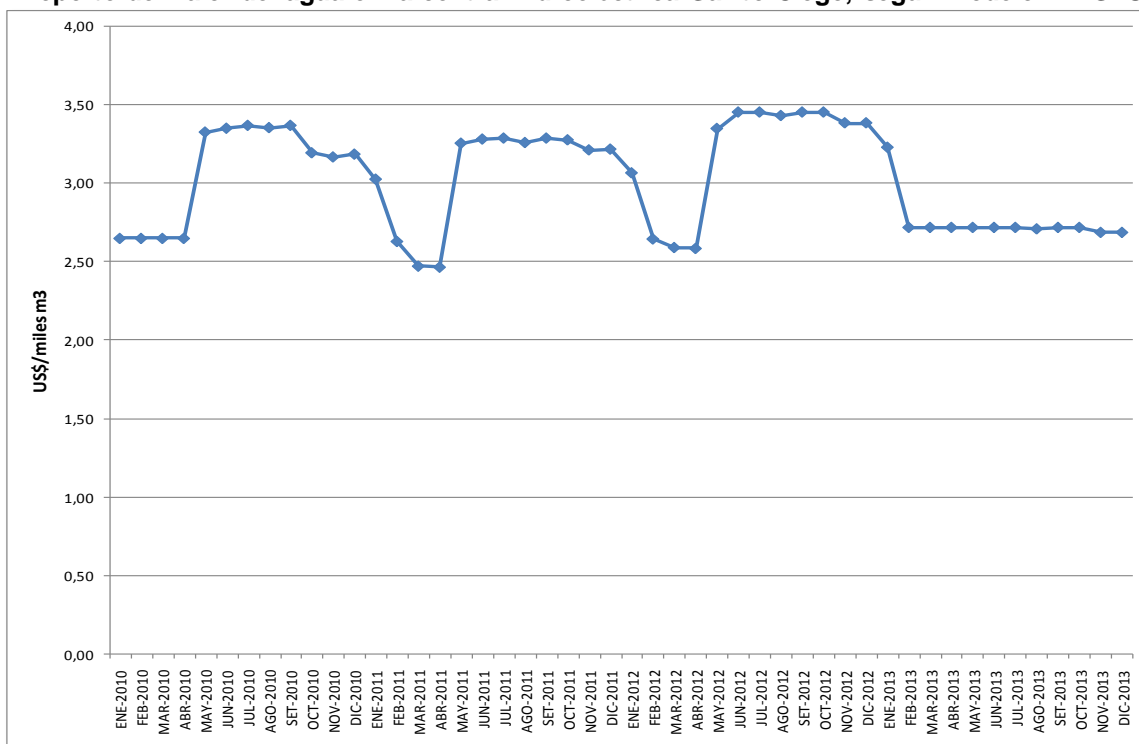
- Dinámico y no separable, puesto que el manejo de los recursos energéticos a través las decisiones operativas actuales y futuras no son independientes en el tiempo, sino que están enlazadas por las políticas de operación de los embalses del sistema.
- Estocástico, debido a la incertidumbre de los caudales afluentes al sistema, los cuales varían estacionalmente, y año tras año.
- Antagónico, ya que los objetivos de operación de mínimo costo y de suministro confiable resultan no complementarios pues la mayor economía se obtiene al generar la mayor cantidad de energía hidráulica pero se corre el riesgo de no abastecer la demanda en el futuro; y a la vez la política de operación más confiable corresponde a almacenar la mayor cantidad de agua posible, pero esto significa utilizar más energía térmica. El equilibrio entre los costos operativos y confiabilidad se obtiene a través de un costo de déficit, que

representa el impacto económico asociado a la interrupción del suministro.

- De gran tamaño, debido a que generalmente existen múltiples embalses y centrales hidroeléctricas interconectadas en un sistema hidrotérmico y a que se realiza una optimización multietapa.

Actualmente, se encuentran disponibles los datos de entrada y las salidas obtenidas durante el proceso de regulación tarifaria, a Mayo de 2010, así como la versión ejecutable del modelo. En el siguiente gráfico, se muestra el valor del agua obtenido para la central hidroeléctrica Gallito Ciego calculado a través de la utilización del modelo PERSEO.

Gráfico 6-7
Reporte del valor del agua en la central hidroeléctrica Gallito Ciego, según modelo PERSEO



Fuente: Elaboración propia a partir de datos contenidos en el archivo VAHsi000.csv, estimación realizada por OSINERG en Mayo de 2011

6.2.4.3. Enfoque general

El enfoque metodológico contemplado consiste en calcular el valor del agua usada para generar hidroelectricidad, como la diferencia entre el costo de la generación alternativa o sustituta de la energía eléctrica y el costo de la generación hidroeléctrica, comparándose los costos de producción de un kWh de energía mediante centrales hidroeléctricas y mediante la mejor alternativa disponible. Dicho ahorro por kW producido, multiplicado por la productividad física del agua, medida en kW/m^3 , permite determinar la contribución económica de un m^3 de agua utilizado como insumo en la producción de electricidad.

El modelo PERSEO antes presentado tiene la particularidad que entrega el valor del agua de corto plazo⁸¹ para cada una de las centrales hidroeléctricas que componen el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN), por lo que la utilización de las cifras que este modelo entrega posee ventajas. En primer lugar, es una herramienta reconocida en el sector eléctrico y validada por el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN), por consiguiente los valores que puedan utilizarse del modelo corresponde a una fuente pública. El modelo está construido para obtener el costo de provisión de energía eléctrica al menor costo, por lo que el valor del agua para cada central es eficiente. Permite ahorro de costos para el Estado al utilizar los resultados del modelo en otras aplicaciones distintas para las que fue concebido.

6.2.4.4. Metodología adoptada

Específicamente a lo que se refiere el modelo PERSEO, corresponde a un tratamiento económico conocido en el sector eléctrico, que se encarga de optimizar la operación de un sistema hidrotérmico a mínimo costo.

Como ya se ha mostrado, este modelo entrega un valor del agua para cada central hidroeléctrica para 48 meses. Este valor es equivalente al costo de oportunidad de tener embalsado un m³ en el embalse Gallito Ciego y tener que generar la energía equivalente por medio de las tecnologías alternativas, esto es con gas, diesel u otro combustible.

Se considera adecuado tomar como valor del agua asociado a la central hidroeléctrica como el promedio del valor mensual para el año en que se quiere estimar el valor utilizando la información que se reporta en el archivo "VAHsi000.csv" de la última salidas del modelo PERSEO, las que se pueden obtener directamente del sitio Web http://srvgart07.osinerg.gob.pe/perseo/tarifas_barras.html, del OSINERGMIN.

A la fecha se dispone de las salidas reportadas en mayo de 2011, por lo que se puede obtener el valor para dicho año. En el caso de la cuenca del Jequetepeque, el valor promedio del agua para el año 2011 alcanza a 3,0581 dólares por mil metros cúbico, equivalente a S/.0,0085 por m³.⁸²

6.2.4.5. Información base para estimación del valor del agua

Como se ha presentado, la información base para la estimación del valor del agua para uso energético se encuentra contenida en el archivo de salida del modelo PERSEO VAHsi000.csv, que contiene el valor del agua por mes para las diferentes centrales (embalses) del sistema interconectado del Perú.

⁸¹ En el sentido económico, puesto que no se incorporan aumentos en la capacidad futura del sistema de generación.

⁸² Se consideró el tipo de cambio bancario de mayo de 2011 igual a S/2,776 por dólar.

6.2.5. Usuario industrial

6.2.5.1. Consideraciones teóricas

Para el usuario industrial existe poca literatura que estime la función de demanda de agua, herramienta necesaria para estimar el valor económico del agua (uso directo). En algunos casos la estimación de la demanda se ha hecho de forma conjunta con el usuario residencial, especialmente cuando enfrentan estructuras tarifarias iguales⁸³. En otros, se ha estimado solo para el usuario industrial⁸⁴, y muchos han incluido sistemas de ecuaciones que incluyen varios insumos⁸⁵ de la empresa (el agua es uno de ellos), en la estimación de la mencionada función de demanda. Así mismo, otros trabajos han estimado la función de demanda del agua, diferenciando el agua que toman de la red, con fuentes propias y la reciclada en el proceso productivo⁸⁶.

Arbués et. al. (2010) realizan un detallado resumen de los trabajos desarrollados para el sector industrial en los últimos años. En la mayoría de los estudios, el agua se considera un input de la función de producción. Los primeros estudios del uso del agua en la industria se realizaron mediante la estimación de una ecuación que modela la demanda de agua, en la que usan como proxy del precio el gasto como proporción de la cantidad total comprada⁸⁷. Las extensiones de estos trabajos han incluido estimación con funciones de costos translogarítmicos⁸⁸, en los que el agua es uno de los insumos que hacen parte de la función de producción⁸⁹. En las aproximaciones

⁸³ Ver Rees (1969), *Industrial Demand of Water: A Study of South East England*; Weidenfeld and Nicolson, London; Turnovsky (1969), *The demand for water: some empirical evidence on consumers' response to a commodity uncertain in supply*. *Water Resources Research* 5:350–361; y Ziegler y Bell (1984), *Estimating the demand for intake water by self-supplied firms*. *Water Resources Research* 20:4–8

⁸⁴ Ver Malla y Gopalakrishnan (1999), *The economics of urban water demand: the case of industrial and commercial water use in Hawaii*. *Water Resources Dev* 15:367–374; y Williams y Suh (1986), *The demand for urban water by customer class*. *Appl Econ* 18:1275–1289

⁸⁵ Ver Dupont DP, Renzetti S (2001), *The role of water in manufacturing*. *Environ Resour Econ* 18:411–432; Féres J, Reynaud A (2005), *Assessing the impact of environmental regulation on industrial water use: evidence from Brazil*. *Land Econ* 81:396–411; y Reynaud (2003), *An econometric estimation of industrial water demand in France*. *Environ Resour Econ* 25:213–232

⁸⁶ Ver Renzetti (1988), *An econometric study of industrial water demands in British Columbia, Canada*, *Water Resources Research*, 24, 1569–

⁸⁷ Ver Rees (1969), *Industrial Demand of Water: A Study of South East England*. Weidenfeld and Nicolson, London; y DeRooy, Y. (1974) *Price responsiveness of the industrial demand for water*, *Water Resources Research*, 10, 403–6

⁸⁸ Para un mayor detalle de este tipo de función ver Mora (2002), *Introducción a la teoría del consumidor. De la preferencia a la estimación*. Cali, enero 2002

⁸⁹ Grebenstein y Field (1979), *Substituting for water inputs in US manufacturing*. *Water Resources* 15:228–232

en las que el agua es el uso final, las formas funcionales más usadas son la lineal⁹⁰, Cobb-Douglas⁹¹ y translogarítmica⁹².

La mayoría de los estudios incluyen como variables en sus modelos niveles de actividad o producción, construyendo una proxy de dicho nivel. Las variables más usadas son índices de producción industrial, valor agregado en términos absolutos o relativos, niveles de empleo, ubicación geográfica, variables tecnológicas características de la industria, precio de los insumos, entre ellos energía y en este caso particular el del agua, tamaño de la empresa (medido como superficie). En general diferencian el precio del agua que compran de proveedores externos y el que obtienen cuando la firma está conectada a la red de abastecimiento de la ciudad, y en otros casos cuando la firma recicla parte del agua en el ciclo productivo. En los casos en los que el proveedor es la empresa prestadora de servicios de agua, toman el precio marginal o usan variables instrumentales, aunque no hay consenso en cual usar para obtener mejores resultados.

Para el usuario industrial la metodología propuesta es la siguiente.

6.2.5.2. Estimación del valor económico del agua

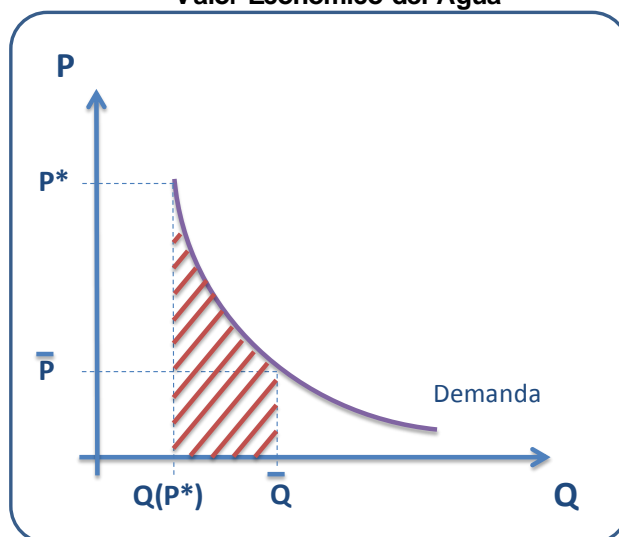
El valor económico del agua es el área bajo la curva de demanda. En la siguiente gráfica se observa dicho valor:

⁹⁰ Estas formas se encuentran en García-Valiñas (2005a), Efficiency and equity in natural resources pricing: a proposal for urban water distribution service. *Environ Resour Econ* 32:183–204; y en Turnovsky (1969)

⁹¹ Estas formas se encuentran en Renzetti (1993) Examining the difference in self- and publicly supplied firms' water demands, *Land Economics*, 69, 181-88; DeRooy (1974); y Ziegler y Bell (1984)

⁹² Estas formas se encuentran en Christensen, L., Jorgenson, D. y Lau, L. (1973) Transcendental logarithmic production function frontiers, *Review of Economics and Statistics*, 55, 29-45; Babin F, Willis CE, Allen PG (1982) Estimation of substitution possibilities between water and other production inputs. *Am J Agric Econ* 64:149–152; Renzetti (1992) Estimating the structure of industrial water demands: the case of Canadian manufacturing, *Land Economics*, 68, 396-404; Dupont y Renzetti (2001); Féres y Reynaud (2005); Grebenstein y Field (1979); y Reynaud (2003)

Figura 6-5
Valor Económico del Agua



Fuente: Elaboración propia

El cálculo del área bajo la curva considera una especificación funcional de la demanda con elasticidad ε constante, según la siguiente expresión:

$$Q = AP^{\varepsilon}$$

Se tiene entonces que el valor económico del agua, equivalente al área bajo la curva de demanda inversa, es:

$$\begin{aligned} \text{Valor del agua potable} &= \int_{Q(P^*)}^{\bar{Q}} \left[\frac{1}{A^{\frac{1}{\varepsilon}}} * Q^{\frac{1}{\varepsilon}} \right] dQ \\ &= \left[\frac{1}{\left(\frac{\bar{Q}}{P^{\varepsilon}} \right)^{\frac{1}{\varepsilon}}} * \frac{1}{\left(\frac{1}{\varepsilon} + 1 \right)} * \left[\bar{Q}^{\left(\frac{1}{\varepsilon} + 1 \right)} - Q(P^*)^{\left(\frac{1}{\varepsilon} + 1 \right)} \right] \right] \end{aligned}$$

Para evaluar esta integral, se usa el consumo medio de agua \bar{Q} del sector industrial asociado a la cuenca bajo estudio, el precio asociado a dicho consumo según la tarifa que le corresponda, y un precio máximo de corte donde a partir del cual ya no existe demanda por agua.

Teniendo en cuenta que esta metodología captura la elasticidad precio por el insumo agua, el valor que la industria tiene del agua no depende de la

fuelle de la que capturan el agua (directamente del río o pozo, o de la EPS). Sin embargo, pueden existir diferencias en el costo de la infraestructura para llevar el agua hasta la planta.

Se conoce el costo de infraestructura de la EPS (usado también en el valor de agua residencial), pero no existe información disponible de costos de infraestructura para las industrias que captan agua directamente de la fuente. Una industria se conectará a la red de la EPS si es más caro construir su propia infraestructura. Por lo tanto, el máximo costo que tendría es el mismo que debe pagar a la EPS. Ese es su punto de inflexión. Por lo anterior, se supone que las industrias conectadas directamente a la fuente enfrentan el mismo costo de infraestructura de las EPS.

Para la valoración del agua agregada de la industria, se sumarán las que capturan agua directamente de la fuente más las que están conectadas a las EPS, descontando en este el costo por m³, que es el mismo en los 2 casos.

Teniendo en cuenta que no se dispone de información del sector industrial en la cuenca del Jequetepeque para estimar la elasticidad precio de la demanda, se usa como valor de elasticidad alternativo el resultante de un análisis de *benchmarking* que recoge las cifras obtenidas de diferentes estudios a nivel mundial. En la siguiente tabla se presentan los valores incluidos en este ejercicio.

Tabla 6-6
Benchmarking Elasticidad precio de la demanda usuario industria

Autor	Año	País/ciudad	Elasticidad demanda industria
Wang y Lall	2002	China	-1
Jia y Zhang	2003	Beijing	-0,49
Zhouy Tol	2005	China	-0,35
Tate, Renzetti, Shaw	1992	Canadá	-0,7
Arbués et. Al.	2010	Zaragoza	-0,56
Reynaud, A.	2003	Francia	-0,855
Wang	2010	China	-1,03
Renzetti	1988	Inglaterra	-0,42
Grebsteiny Field	1979	USA	-0,56
Babin, Willias y Allen	1982	USA	-0,52
Zieglery Bell	1984	Arkansas	-0,08
Williams y Shu	1986	USA	-0,97
Schneider y Whitlatch	1991	Columbus, USA	-1,16
Renzetti	1992	Canadá	-0,37
Dupont y Renzetti	2001	Canadá	-0,77

Mínima	-1,16
Máxima	-0,08
Mediana	-0,56
Promedio	-0,66

Fuente: Elaboración propia con base en los estudios de los autores que se incluyen en la tabla.

Se observa una gran dispersión en los valores encontrados. La mayoría de ellos son valores inelásticos ($|\varepsilon| < 1$), sin embargo, el valor de la elasticidad depende en gran medida del tipo de industria⁹³.

Se considera que la mediana es una mejor medida estadística para este análisis, porque captura de mejor manera un valor representativo para los

⁹³ Por ejemplo, en el caso de China, Wang y Hall (2010) muestran elasticidades según tipo de industria. La menor es de la industria de generación eléctrica (-0,57) y la mayor elasticidad corresponde a la industria de bienes de cuero (-1,20).

diferentes tipos de industria para los cuales el agua es utilizada como insumo. Por lo tanto, el valor propuesto para obtener el valor inicial del agua del usuario industrial en la cuenca del Jequetepeque es -0,56.

6.2.5.3. Método alternativo de estimación de la elasticidad precio de la demanda

Otro método a priori factible de ser realizado tiene relación con el uso de la Encuesta Económica Anual (EEA) que realiza el INEI. Existe información disponible representativa del país para la industria nacional, por lo que al usar esta encuesta, se obtendría un valor para cada una de las regiones⁹⁴. Esta encuesta contiene información del balance general, ventas, gastos, insumos, existencias, movimientos de activo fijo, energía eléctrica, N° de meses, días y horas de los trabajadores, remuneraciones y gastos del personal, personal ocupado y producción anual del establecimiento.

Variables a ser incluidas

Se propone usar las siguientes variables para la estimación del valor del agua:

- Producción: Valor de la producción en soles.
- Capital: Activo fijo total al final del periodo.
- Trabajo: N° trabajadores Anual.
- Insumos o materia prima: Valor de los insumos o materia prima usada para la producción.
- Agua: Cantidad total de agua consumida en la producción⁹⁵.
- Energía: kWh usados en la producción.
- Tamaño de la firma: Variable dummy, siendo 1 grande y 0 pequeña
- Cuenca: La EEA solicita información hasta distrito. Si no es posible cruzar los distritos con las cuencas, entonces incluir variable que identifique departamento.
- Sector: Variable dummy que identifica el sector al que pertenece.

⁹⁴ En el caso en que no sea posible identificar los distritos que componen cada una de las cuencas.

⁹⁵ En el formato f2, capítulo 6, código PCGR 636 existe la cuenta electricidad y agua. Por su parte, en el formulario de los datos del establecimiento, capítulo 10, se solicita incluir los datos de la energía eléctrica consumida, tanto en kWh como el valor en nuevos soles. Por lo tanto, es posible deducir el costo del valor del agua de cada empresa. Con esta información y con el valor de las tarifas de agua (información disponible en cada una de las empresas prestadoras)

Forma funcional

Se propone la estimación de una función de producción/ingresos, de forma translogarítmica, ya que la Cobb-Douglas tiene limitaciones por los supuestos de aditividad y homogeneidad⁹⁶. Las variables a ser incluidas dependerán de la fuente de información usada para este fin. Sin perjuicio de lo anterior, la forma funcional sería:

$$Y = f(K, L, W, E, M, Z)$$

Donde,

Y: producción

K: Capital

L: Trabajo

W: Agua

E: Energía

M: Insumos o materia prima

Z: Demás variables usadas para la estimación

La función específica en logaritmo (ln) es de la forma:

$$\begin{aligned} \ln Y = & \beta_0 + \beta_1 \ln K + \beta_2 \ln L + \beta_3 \ln W + \beta_4 \ln E + \beta_5 \ln M + \beta_6 \frac{\ln^2 K}{2} + \beta_7 \frac{\ln^2 L}{2} \\ & + \beta_8 \frac{\ln^2 W}{2} + \beta_9 \frac{\ln^2 E}{2} + \beta_{10} \frac{\ln^2 M}{2} + \beta_{11} \ln K * \ln L + \beta_{12} \ln K * \ln W \\ & + \beta_{13} \ln K * \ln E + \beta_{14} \ln K * \ln M + \beta_{15} \ln L * \ln W + \beta_{16} \ln L * \ln E \\ & + \beta_{17} \ln L * \ln M + \beta_{18} \ln W * \ln E + \beta_{19} \ln W * \ln M + \beta_{20} \ln E * \ln M \\ & + \beta_{21} \ln Z + \varepsilon \end{aligned}$$

⁹⁶ Christensen et. al. (1973) propusieron esta forma translogarítmica de la frontera de posibilidades de producción. Es decir, una aproximación de segundo orden en logaritmo para las cantidades de insumos. Ellos demostraron que esta forma funcional es flexible en la provisión de sustitutos de transformación, lo que no se logra con la elasticidad de sustitución constante de la Cobb-Douglas. Sin perjuicio de lo expuesto, la decisión final de la forma funcional dependerá de los datos disponibles.

La productividad marginal de la producción con respecto al agua se mide como $\rho = \frac{\partial y}{\partial w}$, mientras que la elasticidad insumo de agua respecto de la producción se mide como $\sigma = \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln W}$. En el caso del modelo alternativo propuesto se puede relacionar ρ y σ de la siguiente forma:

$$\rho = \frac{\partial Y}{\partial W} = \frac{\partial \ln Y}{\partial \ln W} * \frac{Y}{W} = \sigma \frac{Y}{W}$$

Siendo,

$$\sigma = \beta_3 + \beta_8 \ln W + \beta_{12} \ln K + \beta_{15} \ln L + \beta_{18} \ln E + \beta_{19} \ln M$$

Para obtener la elasticidad precio del agua, se asume en primer lugar que el precio del agua es igual al valor marginal del uso del agua, ya que en el equilibrio el costo marginal es igual al ingreso marginal e igual al precio. La elasticidad precio del agua se obtiene mediante la siguiente fórmula⁹⁷:

$$\epsilon = \frac{\partial \ln W}{\partial \ln P} = - \frac{\sigma}{\sigma - \sigma^2 - \beta_8}$$

6.2.6. Usuario minero

6.2.6.1. Usos del Agua en Minería

El agua se utiliza en una serie de actividades y procesos en la industria minera, los que van desde la etapa de sondajes de exploración hasta las operaciones de los planos de cierre de operaciones mineras. A continuación, se presentan los principales usos de agua en la industria minera metálica y no metálica.

Minería Metálica

Una de las variables más significativas de todo proyecto minero, tanto en términos de las operaciones actuales como para la materialización de los

⁹⁷ Ver Wang y Lall (2010)

proyectos futuros, es la disponibilidad del recurso hídrico. Todo proceso de beneficio de minerales, ya sea flotación lixiviación u otro, requiere agua para su ejecución.

En Perú el consumo directo del agua en el sector de la minería metálica es aplicable a la minería del cobre, oro, plata, zinc, plomo, y otros minerales. El uso indirecto del agua en las faenas sirve para la producción de energía, los insumos y el transporte requerido para el correcto funcionamiento de los procesos.

En la minería del cobre, y en un análisis que es aplicable también a la minería del oro, plata, etc., el agua se utiliza fundamentalmente en el proceso tradicional de concentración por flotación, en la fusión y electro refinación, o en el proceso hidrometalúrgico, el que consta de lixiviación, extracción por solventes y electro obtención. Lo cierto es que para cada proceso u operación unitaria de la minería se utiliza en mayor o menor medida volúmenes de agua para contribuir a la eficiencia del proceso. Esto incluye el consumo de agua en campamentos (para bebida, cocción, lavado, riego, y baños) y consumo en mina.

El uso principal de agua en la minería a rajo abierto es en el riego de caminos con objeto de reducir el polvo en suspensión. Se trata, por ende, de agua de consumo, que puede variar entre el 0% y 15% del consumo total de agua en una faena minera⁹⁸. En la minería subterránea, el consumo del agua es reducido y enfocado en extraer el agua natural que se apoza en el fondo de los piques debido a lluvias o de afloramientos de las napas subterráneas.

El consumo de agua en las plantas concentradoras son en los procesos de chancado y molienda del mineral, seguido por los procesos de flotación, clasificación y espesamiento. Los consumos más significativos se dan en la flotación, transporte de concentrados y relaves, y en la evaporación e infiltración de tanques.

Con frecuencia, el mineral es acondicionado previo a la molienda. Ello significa que se le agrega agua y algunos reactivos que son importantes en la flotación. En la flotación existe un exceso de agua en relación al mineral y se hace generalmente a un pH alcalino (10 a 11). Por tanto es necesario añadir algún reactivo, usualmente cal, para elevar el pH desde 7 que contiene el agua natural, hasta 10 o 11. El producto de estas plantas es un concentrado (parte valiosa del mineral que flota durante el proceso de flotación), el que contiene entre el 25% y 45% de cobre dependiendo de las especies de mineral involucrado (calcopirita, covelina, calcosina, óxidos, etc.). Por otro lado el desecho de estas plantas es el relave, el que consiste en el mineral que no flota y que es enviado a los tranques de relave.

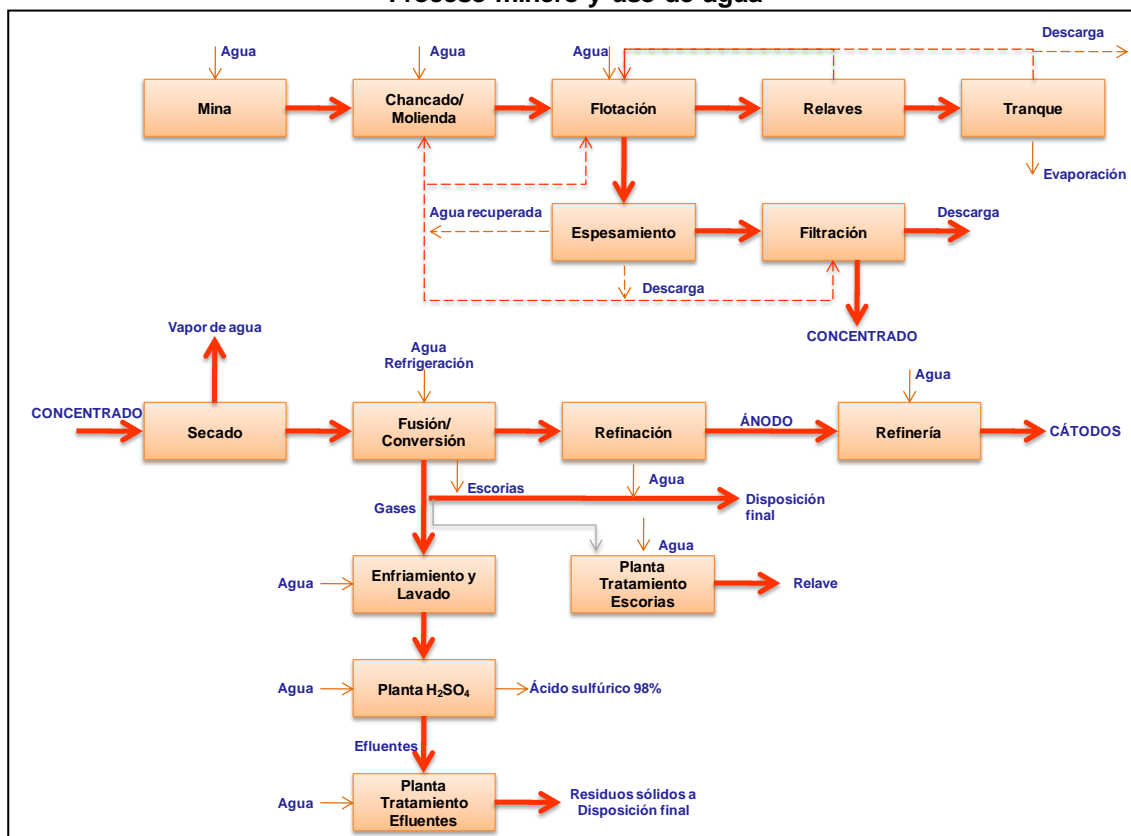
⁹⁸ “Uso Eficiente de Aguas en Industria Minera y Buenas Prácticas”, COCHILCO. 2002.

El agua del proceso de flotación se usa también para transportar los concentrados y los materiales de desecho hacia el tranque de relaves. Dependiendo de la distancia entre la planta concentradora y las instalaciones de filtrado y almacenaje, las aguas residuales pueden o no ser recirculadas al proceso. Cuando no es posible recircular, una parte de esta agua se destina a uso industrial y el resto se devuelve al medio ambiente bajo condiciones controladas. Sin embargo, una parte importante del agua que se utiliza en la flotación pasa a formar parte de los relaves, que se envían a la etapa de espesamiento para recuperar una parte del agua que contienen.

La fusión de concentrados se realiza en dos etapas (fusión y conversión) en diversos reactores y da origen al cobre blíster o a ánodos. Acá el agua se utiliza en: i) el proceso de fusión, donde es necesario producir oxígeno para hacer más eficiente el proceso, y por lo tanto se necesita usar agua; ii) en el enfriamiento de los gases generados en el proceso de fusión, donde se usa una cámara evaporativa con agua atomizada; y en iii) en la producción de ácido sulfúrico. Por último, un último proceso es el de refinación electrolítica, que consiste en disolver electroquímicamente los ánodos provenientes de la fundición, eliminando impurezas, para luego traspasar el cobre puro en cátodos.

En la siguiente figura se presenta un diagrama de los procesos nombrados, donde se indica los consumos de agua, recirculaciones y generación de efluentes.

Figura 6-6
Proceso minero y uso de agua



Fuente: elaboración propia en base a COCHILCO, 2008.

Minería No Metálica

La minería a cielo abierto es la forma más común de explotación en minería no metálica. El impacto ambiental, que puedan causar las operaciones depende mucho del tipo y magnitud del proyecto.

La explotación, usando el método de minado a cielo abierto, abarca las formas más variadas de extracción de materias primas minerales de yacimientos cercanos a la superficie. Para ello se retira del todo el recubrimiento estéril y se extrae el material útil. Dependiendo de las propiedades físicas del material a ser extraído, y de las características específicas del terreno, se utilizan diversas técnicas de explotación.

La extracción en seco es similar para minerales sueltos y consolidados, con la diferencia de que estos últimos deben ser arrancados primero de la roca; luego, al igual que en la explotación de materiales sueltos, serán cargados, transportados y procesados mecánicamente.

En la explotación por vía húmeda de materiales sueltos, éstos son extraídos con ayuda de medios mecánicos o hidráulicos, el método de transporte para su procesamiento es el mismo. La mayoría de estas plantas de extracción se instalan directamente en el agua, y constan a menudo de plataformas flotantes en ríos ó en lagos artificiales.

El uso de la "sierra de cinta" también es una técnica alternativa importante por cuanto permite cortar el material directamente en la cantera. Esto permite reducir el volumen de desmonte generando, maximizando la producción.

Los principales minerales industriales que se producen en esta industria son: sílice, diatomita, bentonita, zeolitas, caolín, boratos, feldespato, abrasivos, gránate. La producción de estos minerales implica un uso intenso de agua para lavado del material. La explotación de estos minerales trae consigo un gran uso de tierras y erosión. Por eso los siguientes puntos tienen importancia: minimizar el uso de agua para el lavado de material; reciclaje de agua hasta donde sea posible

La minería a cielo abierto altera además el régimen de aguas superficiales mediante la captación y la canalización de cursos de agua, Las obras de diversión y canalización se extienden tanto en las instalaciones de la mina como en las superficies de explotación, su finalidad es proteger la mina contra flujos de aguas superficiales y subterráneas. Los cauces de los ríos son desviados alrededor de la mina, mientras que el agua superficial acumulada, proveniente de precipitaciones o del drenaje de taludes, es colectada en pozas para ser devuelta a la cuenca. Estas medidas pueden aumentar la carga de sedimentos y modificar la composición química del agua, pudiendo deteriorar la calidad del agua en el cuerpo receptor.

De forma similar, la minería a cielo abierto en rocas sueltas altera el balance hídrico de las aguas subterráneas, pudiendo deteriorar la calidad de éstas (infiltración de aguas residuales contaminadas) o causar lixiviación en los botaderos y en la propia mina misma. En muchos casos se hace necesario bajar el nivel de las aguas subterráneas para evitar que éstas ingresen al tajo. Esto se hace mediante pozos de desfogue, ubicados dentro y en los alrededores de la explotación, los cuales hacen descender el nivel del agua por debajo del nivel inferior de explotación y/o de la mina.

Al finalizar la explotación a cielo abierto, las depresiones creadas por la extracción del mineral y del material estéril durante el desbroce y explotación se llenan hasta el nivel freático, pasando a convertirse en lagunas, los cuales son recargadas por las propias aguas subterráneas. El acuífero recupera su

nivel de acuerdo a la profundidad del tajo y las condiciones hidrogeológicas. La recuperación puede ser muy lenta, y en ciertos casos dura más de 50 años. Además, si la zona de contacto agua/ suelo contiene sustancias solubles, ó, si se han depositado en el suelo cenizas de una planta térmica ó residuos industriales, la calidad del agua puede deteriorarse. El problema más difundido en este contexto es el de un pH demasiado bajo para un ecosistema lacustre. La falta de afluentes y efluentes agudiza el problema y favorece la eutrofización, sobre todo cuando los cuerpos de agua cercanos están sometidos a una explotación agrícola intensiva.

Consumos de agua en minería

Contar con una estimación aproximada del consumo de agua en minería es otro antecedente importante a considerar para plantear la metodología de valoración del recurso para el sector minero.

El 85% del agua en el Perú se destina a la agricultura, el 7% al consumo de la población, el 6% es de uso industrial y el 2% a las mineras. En la cuenca central de Cajamarca, sin embargo, según un reporte del Ministerio de Agricultura del año pasado, la cantidad de agua utilizada por toda la minería (22 millones de m³) representó casi la mitad de lo que consumió la población de ese sector (47 millones de m³)⁹⁹.

En el sector minero, el uso total de agua es de 207,000 metros cúbicos por día para las 257 plantas (de las cuales 164 se ubican en la vertiente del Pacífico) que procesan 120.111,959 toneladas métricas de material por día. El índice de mayor afectación por las descargas de relaves está en las cuencas de los ríos Mantaro, Acarí, Locumba, Cañeta y Moche¹⁰⁰.

Las proyecciones de consumo de agua en minería del Perú no es un dato que esté disponible. Sin embargo, podemos encontrar en proyectos particulares una idea de los requerimientos de consumo por faena. Por ejemplo, en el proyecto de exploración minera Las Bambas, de Xstrata Perú S.A., el volumen estimado de suministro y consumo de agua utilizará un afloramiento de agua del río Fuerabamba para el consumo humano, con un máximo de 0,231 l/s, mientras que para uso minero se utilizará un reservorio de 3.500 galones de capacidad, cercano a la zona de Ferrobamba y una toma de agua en la zona de Chalcobamba. Del primero se usarán 0,11 l/s (equivalente a 2.500 galones) y del segundo punto se extraerán 0,36 l/s. En la siguiente tabla se muestran de consumo de agua de este proyecto minero:

⁹⁹ Diario El Comercio, 23 de Noviembre de 2011.

¹⁰⁰ Minera Yanacocha: "La Minería y el Control del Medio Ambiente".

Tabla 6-7
Consumo agua minera Las Bambas

Fuente/Caudal/Uso	Cota (msnm)	Requerimiento (l/s)	N° de usuarios	Consumo unitario (m3/día)	Consumo mensual (m3/mes)
Ferrobamba 28 l/s = 2.419 m ³ /día Poblacional	3.840	0,231 (0,83%)	200 Personas	40	1.200
a) Ferrobamba 0,6 l/s = 52 m ³ /día Minero b) Chalcobamba 4 l/s = 346 m ³ /día Minero	4.304 4.311	0,11 (18%) 0,33	7 Máquinas Perforadoras 4 Cisternas	9,5 28,51	285 855
Chalcobamba 4 l/s = 346 m ³ /día Industrial	4.311	0,03 (9%)	1 Cisterna	2,59	78
Total		0,54		80,6	2.418

Fuente: Proyecto Exploración Minera Las Bambas, Ministerio de Energía y Minas.

6.2.6.2. Análisis de métodos para estimar el valor económico del agua

Valorar el agua para uso minero es complejo. Tal afirmación se debe a que existe muy poca información sobre la disposición a pagar por el uso del agua en el sector, así como poca claridad sobre qué tan importante es el agua en sus diferentes usos. Hay que distinguir el uso del agua en los procesos mineros, y el uso de agua para el campamento, es decir, el uso para consumo humano. También se debe considerar la variedad de faenas mineras, rajo abierto y cerrado, y los distintos minerales, metálicos y no metálicos, que demandan diferentes cantidades de agua, lo que da cuenta de una amplia variedad que hace aún más difícil una estimación del valor del recurso hídrico para este uso productivo. A lo anterior se suma que no es fácil obtener datos exactos para estimar la demanda de agua del sector.

Se han revisado dos métodos que permitirían capturar el valor del agua para uso directo en el sector minero: el primero es por el método del excedente del productor, y el segundo es por costo alternativo, a partir de la desalación de agua de mar. El análisis indica que el primero presenta problemas de información, especialmente en lo que a costos se refiere, encontrándose algunas cifras agregadas de costos medios¹⁰¹. En tanto, el segundo método requiere aceptar una serie de supuestos, siendo el más fuerte de ellos que el proyecto minero tiene como alternativa factible la desalación,

¹⁰¹ Finalmente este es el método propuesto tal y como se presenta más adelante.

situación que no siempre se cumple ya una faena minera puede ser inviable si se considera la opción de desalar. Estos análisis se presentan a continuación.

Excedente del productor

Esta metodología consiste en determinar el excedente del productor, esto es, estimar la diferencia los ingresos generados por la producción de los productos mineros descontando el costo de producción, sin considerar el insumo agua. Esto se plantea de forma similar al usuario agrícola.

En efecto, si el productor minero dispone de todos los insumos para obtener el producto final, por ejemplo cátodos de cobre, y si solamente requiere de agua para obtener su producto, dicho productor estaría dispuesto a pagar como máximo la diferencia entre los ingresos generados y los costos incurridos en la producción.

El excedente del productor para el sector minero (EP_M) será igual a la diferencia entre ingresos totales (IT_M) y costos totales (CT_M) según la siguiente expresión:

$$EP_M = IT_M - CT_M$$

Si bien los ingresos pueden ser conocidos, determinar los costos totales no es posible, debido a que no son de conocimiento público, y sólo se han realizado estudios que se hacen cargo de los costos medios, denominados *cash cost*¹⁰². En principio, los costos asociados a la producción minera (*cash cost*) serían los siguientes:

- Mano de obra directa
- Mano de obra indirecta
- Energía
- Consumibles
- Otros servicios

Para el cobre, según datos disponibles de la Bureau Labor of Statistics y COCHILCO, el *cash cost* del Perú ha aumentado 72% en el periodo 2006 - 2009, con un costo de 60,5 el centavo de dólar la libra. En el periodo entre 1995 y 2005 este costo era de 12,5 centavos de dólar la libra. En la industria del oro, el *cash cost* reportado para el primer trimestre del 2009 es de 371

¹⁰² "Análisis histórico y proyección de los costos de producción en la minería del cobre", COCHILCO, 2010, a través de Base de datos Brook Hunt.

centavos de dólar la onza¹⁰³, y de 496 para el primer trimestre del año 2010¹⁰⁴.

Para los ingresos, estos deberían determinarse con una serie de precios de los minerales (cobre, oro plata, etc.). Estos precios se encuentran disponibles actualizados en el Anuario Minero del Ministerio de Energía y Minas del Perú.

El cuadro siguiente resume la información antes presentada.

Tabla 6-8
Precio y costo medio de producción para cobre y oro

	Precio medio	Costo medio	Excedente medio
Minería del cobre (2006-2009)	2,942 US\$/libra	0,605 US\$/libra	2,337 US\$/libra
Minería del oro (2009-2010)	1.248,0 US\$/onza	433,5 US\$/onza	814,5 US\$/onza

Fuente: Elaboración propia.

El uso del agua fresca por libra de cobre y por onza de oro fino se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 6-9
Uso de agua en la producción para cobre fino y oro fino

Cobre Fino /1	Oro Fino /2
0,0441 m3/libra	10,02 m3/onza

Fuente:

/1 Consumo promedio 97,3 l/hg cobre fino, obtenido de BNamericas Group, "Agua y minería: una industria sedienta", Mining Intelligence Series, Mayo 2007

/2 consumo promedio Grupo Anglogold Ashanti, Report to Society 2008.

Utilizando las cifras de las tablas anteriores se puede obtener que una estimación de la máxima disposición a pagar por el agua para la minería del cobre y el oro, dividiendo el excedente medio por el uso de agua. El resultado de este ejercicio arroja un valor de agua para la minería del cobre estimado en 53,0 US\$/m3, mientras que para la minería del oro resulta ser de 81,3 US/m3, un 53,4% por sobre el valor estimado para el cobre.

¹⁰³ VM Group, Gold Mine Cost Report – Q1 2010, Fortis Bank Nederland, June 2010.

¹⁰⁴ VM Group, Gold Mine Cost Report – Q1 2011, ABN-AMRO, June 2011.

Costo alternativo: desalación

El segundo método consiste en relacionar la DAP por el recurso hídrico a un costo alternativo, en este caso, la desalación de agua de mar. El supuesto para el desarrollo de este método es que, si un productor minero necesita del recurso hídrico para poder explotar su faena, y el recurso hídrico es escaso, estará dispuesto a construir una planta desaladora para convertir el agua de mar en agua potable, y llevarla hasta la faena minera, ubicada al interior del país a una determinada altura sobre el nivel del mar, a través de un ducto. El costo asociado a esta inversión será la DAP por el recurso hídrico en el sector minero.

Este método propone realizar una gran inversión, por lo que debe aplicarse con cautela. El valor presente de los costos de las distintas alternativas para desalar agua debe ser determinado. Hay que considerar contextos de corto o de largo plazo, así como las tendencias en tecnologías y precios en el período de planificación.

Como antecedentes para la metodología, se puede mencionar que un importante número de faenas mineras han desarrollado plantas desalinizadoras, mejorando la calidad del agua y la re-utilización de esta, administrándola a sus procesos mineros o incluso a sus trabajadores, como agua potable. Un listado de algunas de estas faenas mineras se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 6-10
Operaciones mineras que usan agua desalada

Proyecto	Dueño	País	Tratamiento
Escondida	BHP Billiton	Chile	Osmosis inversa ¹⁰⁵
Ravensthorpe	BHP Billiton	Australia	MED ¹⁰⁶
Mandalong	Centennial Coal	Australia	Osmosis inversa
Koniambo	Xstrata	New -Caledonia	Osmosis inversa

Fuente: Elaboración propia.

Actualmente, en proyectos a gran escala (que produzcan más de 500 litros de agua por segundo) el costo de la desalinización está en el orden de los

¹⁰⁵ Ósmosis inversa (OI) es el proceso de la separación de una cantidad de agua dulce del agua salada. La presión necesaria para la OI depende de la cantidad de sólidos disueltos y del grado de desalinización que se quiera obtener. La inversión de energía en el proceso resulta en un aumento de entropía.

¹⁰⁶ El proceso de desalación por MED (Multi Effect Desalination) es usado para producir agua desalada mediante el uso de vapor o calor desde procesos productivos o químicos.

US\$0,65 por metro cúbico (US\$/m³) de agua potable. Éste es un valor bastante cercano a los US\$0,48/m³ que se gasta en promedio en los procesos de obtención de agua a partir de otros recursos naturales¹⁰⁷.

En Perú, un ejemplo es la planta desalinizadora de Cerro Lindo, propiedad de la minera local Milpo, que desala agua desde el océano y la bombea a 1.800 metros de altura en los Andes peruanos.

En general, una planta desaladora está compuesta por las siguientes inversiones:

Tabla 6-11
Ítems de inversiones en agua desalada

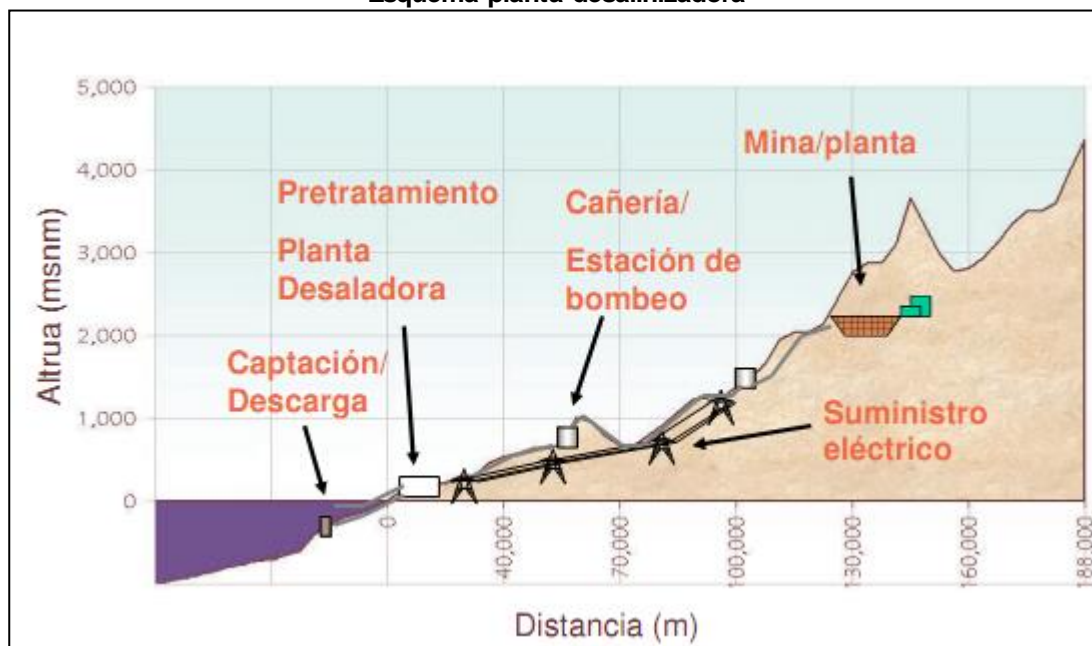
Inversiones para desalar agua
Captación
Pre-tratamiento/tratamiento
Desagüe/descarga
Planta desalinizadora
Ducto (Piping)
Estaciones de bombeo
Generación eléctrica

Fuente: Elaboración propia con base en información del II Seminario Internacional de Desalación. Antofagasta, 2010 (Chile).

En la siguiente figura se muestra el esquema de una planta desalinizadora típica para un proyecto minero:

¹⁰⁷ II Seminario Internacional de Desalación en Antofagasta. 2010 (Chile).

Figura 6-7
Esquema planta desalinizadora



Fuente: Sin agua no hay minería: Impacto de la desalinización en la posición competitiva de la industria chilena del Cobre. II Seminario Internacional de Desalación. Antofagasta, 2010 (Chile).

Como se aprecia en la figura, las principales inversiones serán la captación y descarga de agua de mar, la planta desaladora, la cañería (o piping), las estaciones de bombeo y el suministro eléctrico. Es fácil concluir que la inversión total estará sujeta principalmente a dos variables: la distancia (kilómetros) desde la mina a la planta desaladora, y la altura (msnm) de la faena, que determinará cuantas estaciones de bombeo son necesarias.

Como se indica en Guerra, González y Viveros¹⁰⁸, dependiendo de la ubicación de la mina, el costo de la planta desalinizadora puede ser relativamente bajo en comparación a los costos de inversión asociados a la tubería y las estaciones de bombeo que deben construir para llevar el agua hasta la mina. En algunos casos reportados en Chile, el costo de transporte del agua hasta la mina puede ser hasta cuatro veces mayor que el de la planta desalinizadora.

¹⁰⁸ Guerra, P., González, S. & Viveros, K. (2009) Water Supply for Mining Projects in Arid Regions. Conferencia Procemin, Santiago de Chile.

La metodología consistirá, entonces, en determinar el costo de inversión de una planta desalinizadora para la industria minera, que dependerá básicamente de dos componentes: la inversión en la planta desaladora y la inversión en el piping, lo que se traducirá posteriormente en costos de mantención y operación para ambos. A diferencia del método anterior, excedente del productor en uso minero, para este método existen antecedentes disponibles en la industria como para poder determinar la inversión asociada a un proyecto de desalación, y asociar ese costo a la máxima DAP por el recurso hídrico.

Formalizando la metodología, se define entonces la máxima DAP a pagar por el recurso hídrico en minería a la inversión y operación de una planta desalinizadora de agua:

$$DAP_Recurso_Hídrico_{minería} = Inv_{desalar} + COM_{desalar}$$

Donde:

$Inv_{desalar}$: Inversión de la planta desaladora.

$COM_{desalar}$: Costo de operación y mantención de la planta desaladora.

Si suponemos que la totalidad de la inversión estará determinada principalmente por los costos de la planta desaladora y del piping que transporta el agua desalada a la faena minera, entonces $Inv_{desalar}$ se puede definir como la inversión en la planta desaladora, expresada como el costo de operación y mantenimiento de desalar agua de mar (\$/m³), y $COM_{desalar}$ se define como el costo de operación y mantenimiento del piping, expresado en \$/m³ por kilómetro de ducto \$/m³/km, entonces **(2)** se puede expresar como:

$$DAP_Recurso_Hídrico_{minería} = COM_{planta} + COM_{piping}$$

Donde:

COM_{planta} : Inversión anualizada de la planta desaladora, en \$/m³.

COM_{piping} : Costo de operación y mantención del piping, en \$/m³/km.

Como antecedentes disponibles para poder realizar el método, se deberá contar con los siguientes datos:

- Estimación de los consumos de agua en la industria minera del Perú (en m³/día).
- Series de producción minera, disponibles en el Banco Central de Perú e INEI.
- Distancia, en km, desde la costa a la faena minera.

- Altura, en msnm, de la faena minera.

Para las inversiones, se deberán utilizar los siguientes datos:

- Para cuantificar el monto total de la inversión se deberá conocer el costo de construcción de la planta y el costo de las estaciones de bombeo y piping.
- Se deberá conocer el costo unitario de llevar un m³ de agua desalinizada por kilómetro de cañería (piping). A modo de referencia, la planta desalinizadora El Coloso en Chile, de propiedad de minera Escondida, tuvo un costo de US\$ 667.000 por kilómetro de piping, y de US\$ 140.000 por litro de agua desalinizada/segundo de capacidad. Otro antecedente es Minera Caserones –proyecto de por US\$1.700 millones–, donde se estimó que bombear desde la costa hasta la cordillera el agua procesada desalada tendría un costo de US\$ 1 millón por kilómetro, a faenas sobre los 3.000 metros de altitud¹⁰⁹.
- Según COCHILCO, cada 1.000 msnm se necesita una planta de bombeo. Esta planta bordea una inversión de US\$ 20.000.000.
- La tasa de descuento social será la publicada por el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP).
- Las inversiones serán anualizadas.
- La depreciación se asumirá en 20 años, que es la duración promedio de un proyecto minero.

No obstante, es posible simplificar lo anterior mediante un ejercicio de benchmarking considerando que en Chile existe antecedentes de costos de plantas desalinizadoras para uso minero según se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla 6-12
Costo de desalación y transporte en Chile

Región	Lugar	Costo Desalación (US\$/m3)	Costo Transporte (US\$/m3)	Costo Desalación + Transporte (US\$/m3)
XV	Azapa Interior	1,01	0,90	1,91
I	Iquique Costa	1,01	0,06	1,07
I	Iquique Interior	1,01	1,37	2,38
II	Antofagasta costa	1,31	0,13	1,44
II	Chuquicamata	1,05	2,06	3,11
II	Minera	1,05	2,47	3,52
III	Tierra Amarilla	1,05	0,57	1,61

¹⁰⁹ Declaración impacto ambiental Proyecto Caserones.

	Mínimo	1,01	0,06	1,07
	Máximo	1,31	2,47	3,52
	Promedio	1,07	1,08	2,15
	Promedio (S/./m3)	2,97	3,00	5,97
Nota: /* Tipo de cambio 2,776 S/./US\$				

Fuente: Elaboración propia con base en antecedentes de costos de desalación en el norte de Chile.

La tabla anterior muestra que el valor asociado a la desalación, incluyendo la planta y el transporte del agua desalada alcanza a S/.5,97 por metro cúbico. Este costo alternativo se puede considerar como la máxima disposición a pagar por agua como insumo en la minería.

6.2.6.3. Metodología propuesta

Se propone finalmente considerar como valor del agua para fines mineros a aquel obtenido a partir del ejercicio de benchmarking respecto de los costo de desalación y transporte en el norte de Chile, cifra que resulta ser de S/.5,97 por metro cúbico. En caso de distinguir minería asociada a actividades auríferas el valor se incrementaría en un 53,4%¹¹⁰ con lo que se obtendría un valor del agua igual a S/.6,50 por metro cúbico.

6.2.7. Usuario recreacional y turístico

6.2.7.1. Consideraciones teóricas

El método de “Costo de viaje” es utilizado para estimar el valor económico de uso de lugares que tienen un fin recreacional (parques, lagos, ríos, etc.). El método se basa en que el valor de dichos lugares corresponde al valor monetario del tiempo y gastos de viaje incurridos por las personas que visitan estos lugares. Es un tipo de valoración económica indirecta en el que necesariamente el uso del bien requiere de transporte y no existe un mercado observable para él.

Existen diferentes opciones para hacer uso del método del costo de viaje, dependiendo si se captura información por áreas cercanas al sitio (zonal) o directamente de las personas que visitan el lugar (individual). En la medida que existan los recursos disponibles, se prefiere utilizar información de los

¹¹⁰ Incremento que resultó del análisis de “cash-cost” para cobre y oro antes presentado.

individuos, aunque requiere de una mayor cantidad de datos los resultados que se obtienen son más precisos.

Se busca estimar el número de viajes al sitio recreacional (turístico) en función del costo incurrido por los individuos para acceder al mismo. Para esta estimación se recurre a técnicas econométricas utilizando modelos de conteo¹¹¹, especificando para ello un modelo tipo Tobit, o un modelo tipo Poisson¹¹², según el tipo de información con que se cuente.

Para el usuario recreacional la metodología propuesta para estimar el valor de agua por uso directo es la siguiente:

6.2.7.2. Forma funcional

Se propone estimar un modelo Poisson con máxima verosimilitud. Se parte del supuesto de que el tiempo tiene un valor. Se define T como el tiempo total disponible, h las unidades de tiempo de trabajo, w el salario, y tX , como se mencionó arriba, el tiempo total destinado al viaje:

$$T = h + tX$$

El ingreso total del individuo sería la suma del ingreso salarial más el no salarial:

$$Y = w * h + y^0$$

La restricción presupuestal está dada entonces por:

$$Y = w * h + Y^0 = c + p * z$$

$$Y = w * [T - t * X] + Y^0 = w * T + Y^0 - w * t * X = c + p * z$$

Donde $p * z$ es el ingreso gastado en el resto de bienes y $w * T$ el costo de oportunidad del tiempo. Se tiene entonces el problema de maximización de utilidad del individuo, sujeto a su restricción presupuestaria:

$$\text{Max } U(X, z) \text{ s.a}$$

$$Y = w * T + Y^0 - w * t * X = c + p * z$$

¹¹¹ El número de visitas es una variable discreta que toma valores enteros mayores a cero.

¹¹² Para ver detalle de modelos con variables limitadas y modelos de duración ver Greene, W. (1999) "Análisis Económico", Tercera Edición, Prentice Hall Iberia, Madrid. ISBN: 84-8322-007-5, Capítulo 20.

El Langrangiano se puede escribir de la siguiente forma, reconociendo el costo de otros lugares que son sustitutos:

$$\mathcal{L} = U(X, z) + \lambda * [w * T + Y^0 - (c + w * t) * X - (c_2 + w * t_2) * X_2 - p * z]$$

Siendo,

X: N° viajes al sitio turístico

c: Costo del viaje al sitio turístico desde su lugar de origen en soles

t: Tiempo empleado para llegar al sitio turístico en horas

t* X: Tiempo total del viaje en horas

w: salario

c2: Costo a sitios de naturaleza similar

La función de utilidad indirecta sería:

$$\begin{aligned} V(c, Y) &= \max_{X, Y} [U(X, z)] \\ &= U[g(w, Y), Y - g(c, Y)] \end{aligned}$$

El modelo Poisson es estocástico. Se supone que la distribución de probabilidad de la variable dependiente es la probabilidad del N° de viajes al sitio turístico X y la media de la distribución λ :

$$\Pr(X) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^X}{X!}$$

El valor esperado de la media sería:

$$E(\lambda) = \sum_{x=0}^{\infty} \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!} = \lambda = e^{\beta V} = e^{[\beta_0 + \beta_1(C+wt) + \beta_2(c_2+wt_2) + \beta_3(wT+Y^0) + \beta_2Z]}$$

Donde V es la función de utilidad indirecta que enfrenta el consumidor. Esta es la función determinística del modelo.

Al aplicar la máxima verosimilitud para estimar los parámetros de modelo, se tiene:

$$\text{Max } L = \prod_{\text{observaciones}} \Pr(X)$$

$$\text{Max } L = \prod_{i=1}^n \frac{e^{-\exp(\beta V_i)} e^{(\beta V_i)^{X_i}}}{X_i!}$$

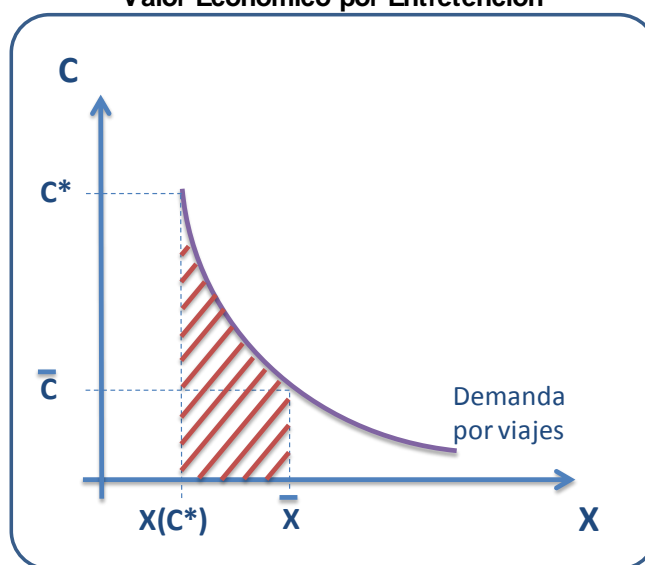
Siendo la función de demanda a estimar la siguiente:

$$X_i = \beta_0 + \beta_1(c + wt) + \beta_2(c_2 + wt_2) + \beta_3(wT + Y^0) + \beta_z Z + \varepsilon$$

6.2.7.3. Estimación del valor económico del agua

El valor económico del agua por uso directo en recreación (turismo) tiene su equivalente en el área bajo la curva de demanda por la cantidad de viajes al lugar de entretenimiento. En la siguiente gráfica se observa dicho valor.

Figura 6-8
Valor Económico por Entretenimiento



Fuente: Elaboración propia.

El cálculo del área bajo la curva considera una especificación funcional de la demanda con elasticidad ε constante, según la siguiente expresión:

$$X = AC^\varepsilon$$

Se tiene entonces que el valor económico del agua, equivalente al área bajo la curva de demanda inversa, es:

$$Valor\ del\ agua\ potable = \int_{X(C^*)}^{\bar{X}} \left[\frac{1}{A^{\frac{1}{\varepsilon}}} * X^{\frac{1}{\varepsilon}} \right] dX$$

$$Valor\ del\ agua\ potable = \left[\frac{1}{\left(\frac{\bar{X}}{\bar{C}^{\varepsilon}}\right)^{\frac{1}{\varepsilon}}} * \frac{1}{\left(\frac{1}{\varepsilon} + 1\right)} * \left[\bar{X}^{\left(\frac{1}{\varepsilon} + 1\right)} - X(C^*)^{\left(\frac{1}{\varepsilon} + 1\right)} \right] \right]$$

Para evaluar esta integral se usa el costo promedio de viaje \bar{C} , el promedio del N° de viajes al sitio recreacional (turístico) \bar{X} , la elasticidad precio de la demanda por viajes, y un costo máximo de corte donde a partir del cual ya no existe demanda.

Esta cifra representa el valor que le atribuye un visitante promedio, por lo que representa un valor agregado a nivel de usuario. Se puede obtener un valor por viaje dividiendo por el número medio de viajes. El valor por metro cúbico de agua es otra forma de presentar este valor total por entretención, el cual se puede calcular como el “valor por entretención” multiplicado por el número total de visitantes y dividiendo la cifra resultante por el volumen de m³ agua asignados como licencia para uso recreacional (turístico).

6.2.7.4. Información base para estimación del valor del agua

Se propone realizar una encuesta basada en entrevistas individuales, con recojo de información en los puntos recreacionales (turísticos), para lo que se deben seguir en orden las siguientes actividades, teniendo en cuenta que es necesario tener un gran cuidado con la definición de las preguntas de la encuesta:

- Desarrollo de grupos focales
- Diseño de cuestionario preliminar
- Prueba piloto
- Diseño cuestionario definitivo
- Selección de la muestra
- Trabajo de campo
- Digitación de cuestionarios
- Validación de cuestionarios
- Generación base de datos útil

Se propone usar las siguientes variables, que deben ser recopiladas en la encuesta descrita previamente, para la estimación del valor del agua:

- X: N° viajes al sitio turístico
- c: Costo del viaje al sitio turístico desde su lugar de origen en soles
- t: Tiempo empleado para llegar al sitio turístico en horas
- tX: Tiempo total del viaje en horas

Otras variables explicativas z:

- c2: Costo a sitios de naturaleza similar en soles.
- A: Valoración de la fuente de agua en el punto turístico. Variable tipo dummy siendo 1= lo valora, 0 en caso contrario.
- Y: Ingreso familiar en soles.
- E: Nivel Educación. Variable tipo categórica siendo 1= básica, 2= media, 3= universitaria y 4 = posgrado.
- Turista nacional o extranjero. Variable tipo dummy siendo 1= Nacional, 0 de lo contrario.

Para la cuenca de Jequetepeque, no existe usuario recreacional ni turístico, por lo que no se estiman estos valores.

6.2.8. Usuario medicinal

Este tipo de uso se asocia al uso de aguas termales o de otros orígenes con fines terapéuticos. Dentro de la clasificación del valor económico corresponde a un uso directo.

La decisión de utilizar aguas con fines terapéuticos, dependerá de la localización de las fuentes de agua que se identifican como tal. Es por ello que un agente que ha optado por concurrir a los sitios en donde se emplazan las aguas medicinales, incurrirá en un costo de movilizarse desde su lugar de residencia permanente hasta las zonas con aguas medicinales.

Por lo tanto, el valor de este tipo de uso ha de estimarse siguiendo la metodología descrita anteriormente para el usuario recreacional, este es, a través de aplicar el método del costo de viaje. Cabe señalar que las variables que definan el valor por este tipo de uso serán diferentes a aquellas que definen el valor del agua por uso recreacional.

De forma análoga se tendrá un valor por visita y se puede presentar de forma equivalente considerando lo metros cúbicos asignados como licencia para este tipo de uso.

6.2.8.1. Información base para estimación del valor del agua

Se propone realizar una encuesta basada en entrevistas individuales, con recojo de información en las fuentes de agua que se identifican como medicinales, para lo que se deben seguir en orden las siguientes actividades, teniendo en cuenta que es necesario tener un gran cuidado con la definición de las preguntas de la encuesta:

- a. Desarrollo de grupos focales
- b. Diseño de cuestionario preliminar
- c. Prueba piloto
- d. Diseño cuestionario definitivo
- e. Selección de la muestra
- f. Trabajo de campo
- g. Digitación de cuestionarios
- h. Validación de cuestionarios
- i. Generación base de datos útil

Se propone usar las siguientes variables, que deben ser recopiladas en la encuesta descrita previamente, para la estimación del valor del agua:

- X: N° viajes a la fuente medicinal
- c: Costo del viaje a la fuente de agua medicinal desde su lugar de origen en soles
- t: Tiempo empleado para llegar a la fuente de agua medicinal en horas
- tX: Tiempo total del viaje en horas
- w: Ingreso

Otras variables explicativas z:

- c2: Costo a fuentes de agua similar en soles.
- A: Valoración de la fuente de agua *in situ*. Variable tipo dummy siendo 1= lo valora, 0 en caso contrario.
- Y: Ingreso en soles.
- E: Nivel Educación. Variable tipo categórica siendo 1= básica, 2= media, 3= universitaria y 4 = posgrado.

Para la cuenca de Jequetepeque, no existe usuario medicinal, por lo que no se estima este valor.

6.3. Estimación de las retribuciones económicas

Como ya fuera antes mencionado, el artículo 15 de la LRH señala que una de sus funciones de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) es “...*elaborar el método y determinar el valor de las retribuciones económicas por el derecho de uso de agua y por el vertimiento de aguas residuales en fuentes naturales de agua, valores que deben ser aprobados por decreto supremo...*”.

En lo que sigue se presenta la metodología de estimación de las retribuciones económicas por uso de agua y por vertimiento de aguas residuales tratadas, las que constituyen ingresos para la ANA, incluyendo, como lo menciona el artículo 16 de la LRH, “*lo que se recaude por concepto de intereses compensatorios y moratorios*”.

La propia Ley de Recursos Hídricos señala el destino de estas retribuciones económicas. En el caso del uso del agua las retribuciones contribuyen a financiar la formulación de los planes de gestión en cada cuenca, las medidas de control y vigilancia destinadas a la protección de la calidad, incremento de la disponibilidad del agua y la conservación de las fuentes de agua. En el caso de la retribución por vertimiento, los recursos recolectados se destinan a “*monitorear, prevenir, controlar y remediar los daños ambientales en cuanto se refiere a la afectación de la calidad del agua y los bienes asociados a esta en el ámbito de la cuenca respectiva.*”

Por lo tanto, se desprende de la Ley que las retribuciones económicas deben ser calculadas de forma tal que permitan financiar las actividades previstas por el legislador. En este sentido, uno de los supuestos básicos en el cálculo de estas retribuciones considera que las actividades a ser financiada están optimizadas, esto es, se considera que las labores y personal son los necesarios y suficientes para asegurar el correcto desarrollo de las labores relacionadas con el uso del agua y con aquellas relativas a los vertimientos de aguas residuales tratadas, y que éstas se consiguen a mínimo costo.

En consecuencia, el cálculo de la retribución económica considera en primer lugar estimar los costos asociados a las actividades de la Autoridad Nacional del Agua, y de sus órganos desconcentrados, que tengan relación con las actividades antes mencionadas. Como las retribuciones económicas se calculan en forma diferenciada por cuenca, los costos se deben calcular considerando ésta como unidad básica. En cada cuenca debe establecerse una retribución diferenciada por usuario, por lo que los costos determinados por cuenca deben ser distribuidos entre ellos, de forma tal que la recaudación de las retribuciones económicas permitan el financiamiento de las actividades que han sido previstas en la Ley.

6.3.1. Método de estimación de las retribuciones económicas

La base de cálculo para estimar las retribuciones económicas la constituye los costos asociados a las actividades que prevé la Ley, calculados según se presentó anteriormente, y que son de responsabilidad de la ANA. Son los usuarios del agua los que deben participar con un aporte para recoger dicho costo por cuenca. Por lo tanto, la metodología tendrá que considerar un factor de prorrata para determinar las retribuciones económicas por usuario¹¹³.

En el caso de la retribución económica por uso del agua se considerará un factor de prorrata por tipo de usuario construido a partir de la estimación del valor que cada uno de ellos le otorgue al uso del recurso. Se calcula un valor total del agua igual a la suma por cada tipo de usuario de la cuenca en cuestión. Este ejercicio se realiza cada año.

A continuación se presenta un ejemplo ilustrativo.

Sea,

CAA: estimación del costo de las actividades prevista en la LRH relativas al uso del agua por año¹¹⁴.

V_i : el valor del agua total asociado al usuario tipo i en el año de cálculo.

Luego,

$$V = \sum_{i=1}^n V_i$$

Con V el valor del agua para la cuenca para la cual se calcula la retribución económica, y n el número de tipos de usuarios de la misma cuenca.

Sea $\alpha_i = \frac{V_i}{V}$, el factor de prorrata.

Por lo tanto, la retribución económica por uso de agua al año para el usuario tipo i ($RAE_Año_i$) será igual a $RAE_Año_i = \alpha_i \cdot CAA$

¹¹³ Puede que dentro de un mismo tipo de usuarios exista distintas valorizaciones del recurso hídrico. Por ejemplo, el valor del agua para quién siembre maíz puede diferir de quienes siembren arroz, no obstante en este estudio se ha estimado un único valor para el usuario agrícola.

¹¹⁴ Recordar que estos valores se reajustan cada año (por crecimiento y pérdida de valor), y son recalculados cada 5 años.

Cabe señalar que el uso del valor del agua como factor de prorrata se traduce en que aquellos que más valoran el recurso tienen una contribución mayor en el pago de las retribuciones económicas por el uso del agua, siguiendo un criterio de equidad.

Se ha recomendado que la vigencia de las cifras que sustentan el cálculo de las retribuciones se actualice cada 5 años, mismo período recomendado para que deba actualizarse el valor del agua en cada cuenca¹¹⁵. Este último cálculo es algo más complejo, dado el alto número de cuencas del Perú (159), replicar la metodología de valorización del agua resultar oneroso. No obstante, también se ha previsto que el valor económico se realice por usuario considerando una agrupación por cuencas (unos 5 grupos).

Considerando que las retribuciones económicas por uso deben expresarse en S./m³, hay que considerar un factor divisor que refleje el consumo anual en m³ por cada tipo de usuario. En este caso a modo se utilizará los m³ que han sido autorizados a usar por Licencia otorgada por la ANA.

Luego, la retribución económica por uso de agua por usuarios tipo i será

$$RAE_i = \frac{RAE_Año_i}{CA_i}.$$

En el caso de las retribuciones económicas por vertimientos aguas tratadas el procedimiento es análogo, tomando como variable de prorrato únicamente el volumen de vertimiento. En efecto, una vez autorizado el vertimiento no existen diferencia entre uno u otro vertedor, puesto que al estar cumpliendo los ECA-Agua y LMP, ninguno está contribuyendo a deteriorar el recurso. Cualquiera que no cumpla sus condiciones de vertimiento debe pagar multa e incluso, según las facultades que tiene la ANA, pagar los costos de recuperación. Luego la retribución para vertimiento será igual a:

$$RAE_V_i = \frac{RAE_V_Año}{Vert_i} * \beta_i$$

Donde,

$RAE_V_Año$ es el costo por gestión asociado al vertimiento de la cuenca bajo estudio.

$Vert_i$ es el volumen anual autorizado a verter para el usuario i

¹¹⁵ Esto supone que las diferenciales en el valor del agua se rescatan en un lapso de 5 años, y que en dicho período no existen diferencias entre usuarios.

β_i es la proporción que representa $Vert_i$ respecto del total del volumen anual del vertimiento autorizado en la cuenca bajo estudio.

Por otro lado la ANA puede que presente una estructura de costos asociadas a la gestión de vertimientos de agua diferenciada según tipo de usuarios. Si este es el caso, el usuario responsable de generar un mayor costo deberá contribuir en una mayor proporción al financiamiento de las actividades de la ANA asociadas a vertimientos de aguas residuales tratadas. En ese caso la retribución debe considerar un factor γ_i que da cuenta de la proporción de gastos asociados al usuario i respecto del total de gastos asociados a la cuenca. La retribución por vertimiento se calcula entonces como:

$$RAE_{V_i} = \frac{RAE_{V_Año}}{Vert_i} * \gamma_i$$

Por ejemplo, supóngase la siguiente situación:

- Existencia de sólo dos vertedores autorizados en una cuenca cualquiera, sean aguas residuales domésticas y aguas residuales industriales
- Se autorizaron 200.000 m3 de aguas residuales domésticas
- Se autorizaron 300.000 m3 de aguas residuales industrial
- El único costo asociado al vertimiento corresponde al de monitoreo de aguas residuales e igual a S/.150.000.

Si no existe diferencia en el costo de monitoreo por tipo de usuario, la retribución se calcula de la siguiente manera:

$$RAE_{V_{domestico}} = \frac{150.000}{200.000} * 0,4 = 0,3$$

$$RAE_{V_{industrial}} = \frac{150.000}{300.000} * 0,6 = 0,3$$

Como se puede apreciar, la retribución económica para ambos vertedores de nuestro caso hipotético resulta ser la misma e igual a S/.0,3 por metro cúbico.

Supóngase ahora que en la situación anterior se tiene además que:

- El costo de monitoreo del vertimiento de aguas residuales industrial duplica al costo de monitoreo del vertimiento de aguas residuales domésticas.

La retribución económica ahora se calcula como

$$RAE_{V_{domestico}} = \frac{150.000}{200.000} * 0,333 = 0,25$$

$$RAE_{V_{industrial}} = \frac{150.000}{300.000} * 0,666 = 0,33$$

Como se puede apreciar, la retribución económica resulta ser diferenciada. En nuestro caso hipotético la retribución asociada al vertimiento doméstico resulta ser igual a S/.0,25 por metro cúbico, mientras que para el vertimiento industrial se obtiene una retribución de S/0,33 por metro cubico.

A la fecha de este informe la ANA no dispone de información para poder estimar factores diferenciadores de costo que permitan estimar los factores γ_i .¹¹⁶

6.3.2. Retribuciones por vertimientos y recuperación de cuerpos de agua.

La LRH considera que la retribución por vertimiento debe considerar cubrir los costos de recuperación. No obstante, se considera que estos no deben ser incluidos en el cálculo de la retribución y ser tratado de manera independiente según el siguiente análisis.

Las retribuciones económicas por vertimiento se cobran a los usuarios que han sido autorizados de forma tal que respeten la normativa ambiental, esto es los LMP y los ECA-Agua. Por lo tanto quien paga retribución no está degradando el recurso hídrico y malamente puede serle cobrado por una acción que no realiza. En caso que resulte un incumplimiento por parte de quien genera vertimiento que infrinja la normativa, la LRH y su Reglamento indican que la ANA puede exigir al infractor acciones orientadas a restaurar la situación al estado anterior al de la infracción o pagar los costos que demande su reposición.

Suponiendo que un cuerpo de agua esté en condiciones ambientales deficientes, se propone que éstos sean recuperados por programas especiales de forma tal de alcanzar un ECA-Agua aceptable y que posteriormente se proceda según lo señalado en el párrafo anterior.

¹¹⁶ Se recibió información por parte de la ANA el día 11 de abril de 2012, la cual fue procesada y analizada concluyendo que los antecedentes recibidos no permiten estimar una retribución económica por usuario producto de identificación de costos diferenciados.

Apéndice – Capítulo 7

$$Ll = \sum_{\forall i} \ln[\Pr(X_i)]$$

Donde,

$$\begin{aligned} \Pr(X_i) = & \int_{-\infty}^{U_{1i}} h[v_i = X_i - g(p_{1i}; M_i; \beta), \alpha_i] d\alpha_i + \int_{U_{1i}}^{U_{2i}} \frac{1}{\sigma_\varepsilon} f\left(\frac{(X_i - X_{1i}^*)}{\sigma_\varepsilon}\right) \frac{1}{\sigma_\alpha} f(\alpha_i) d\alpha_i \\ & + \int_{U_{2i}}^{U_{3i}} h[v_i = X_i - g(p_{2i}; \hat{M}_i; \beta), \alpha_i] d\alpha_i \\ & + \int_{U_{3i}}^{U_{4i}} \frac{1}{\sigma_\varepsilon} f\left(\frac{(X_i - X_{2i}^*)}{\sigma_\varepsilon}\right) \frac{1}{\sigma_\alpha} f(\alpha_i) d\alpha_i + \int_{U_{4i}}^{\infty} h[v_i = X_i - g(p_{3i}; \hat{M}_i; \beta), \alpha_i] d\alpha_i \end{aligned}$$

Usando la propiedad de las funciones normales $f(a, b) = f(a|b) * f(b)$ se tiene:

$$\begin{aligned} \Pr(X_i) = & \frac{1}{\sigma_v} f(Z_{1i}) F(r_{1i}) + \frac{1}{\sigma_\varepsilon} f(S_{1i}) [F(t_{2i}) - F(t_{1i})] + \frac{1}{\sigma_v} f(Z_{2i}) [F(r_{3i}) - F(r_{2i})] + \\ & \frac{1}{\sigma_v} f(Z_{3i}) * [1 - F(r_{4i})] + \frac{1}{\sigma_\varepsilon} f(S_{2i}) [F(t_{4i}) - F(t_{3i})] \end{aligned}$$

Donde F es la función e distribución y f la función de densidad:

$$Z_{1i} = [X_i - g(P_{1i}; M_i; \beta) - Z_i \delta] / \sigma_v$$

$$Z_{2i} = [X_i - g(P_{2i}; \hat{M}_i; \beta) - Z_i \delta] / \sigma_v$$

$$Z_{3i} = [X_i - g(P_{3i}; \hat{M}_i; \beta) - Z_i \delta] / \sigma_v$$

$$S_{1i} = [X_i - X_{1i}^*]/\sigma_\varepsilon$$

$$S_{2i} = [X_i - X_{2i}^*]/\sigma_\varepsilon$$

$$r_{1i} = [t_{1i} - \rho Z_{1i}]/\sqrt{(1 - \rho^2)}$$

$$r_{2i} = [t_{2i} - \rho Z_{2i}]/\sqrt{(1 - \rho^2)}$$

$$r_{3i} = [t_{3i} - \rho Z_{2i}]/\sqrt{(1 - \rho^2)}$$

$$r_{4i} = [t_{3i} - \rho Z_{3i}]/\sqrt{(1 - \rho^2)}$$

$$t_{1i} = [X_{1i}^* - g(P_{1i}; M_i; \beta) - Z_i \delta]/\sigma_\varepsilon$$

$$t_{2i} = [X_{1i}^* - g(P_{2i}; \hat{M}_i; \beta) - Z_i \delta]/\sigma_\varepsilon$$

$$t_{3i} = [X_{2i}^* - g(P_{2i}; \hat{M}_i; \beta) - Z_i \delta]/\sigma_\varepsilon$$

$$t_{4i} = [X_{2i}^* - g(P_{3i}; \hat{M}_i; \beta) - Z_i \delta]/\sigma_\varepsilon$$

$$\rho = \frac{\sigma_\alpha}{\sigma_v}$$

La programación usada en LIMDEP se presenta a continuación:

```
--> INCLUDE; NEW ; INCLUIDO= 1$
--> MINIMIZE;
  LABELS= B1, B2, B3, B4, B5, B6;
  START= 1.4, -0.6, 0.2, 0.6, 0.2, 0.2;
  Maxit= 300;
  FCN= RHO= SQR(1-((B5*B5)/(B4*B4))) |
  DEM1= B1+ B2* LN_PR1+ B3* LN_IV00+ B6* P36 |
  DEM2= B1+ B2* LN_PR2+ B3* LN_IV11+ B6* P36 |
  DEM3= B1+ B2* LN_PR3+ B3* LN_IV22+ B6* P36 |
  Z1= (LN_M3-DEM1)/B4 |
  Z2= (LN_M3-DEM2)/B4 |
  Z3= (LN_M3-DEM3)/B4 |
  U1= (LN_M3-LN_KK1)/B5 |
  U2= (LN_M3-LN_KK2)/B5 |
  T1= (LN_KK1-DEM1)/B5 |
  T2= (LN_KK1-DEM2)/B5 |
  T3= (LN_KK2-DEM2)/B5 |
  T4= (LN_KK2-DEM3)/B5 |
  R1= (T1-RHO* Z1)/SQR(1-RHO^2) |
  R2= (T2-RHO* Z2)/SQR(1-RHO^2) |
  R3= (T3-RHO* Z2)/SQR(1-RHO^2) |
  R4= (T4-RHO* Z3)/SQR(1-RHO^2) |
  -((1/B4* N01(Z1)* Phi(R1)
  + 1/B5* N01(U1)* (Phi(T2)-Phi(T1))
  + 1/B4* N01(Z2)* (Phi(R3)-Phi(R2))
  + 1/B5* N01(U2)* (Phi(T4)-Phi(T3))
  + 1/B4* N01(Z3)* (1-Phi(R4))))$
```

7. ESTUDIO DE CASO: CUENCA DEL RIO JEQUETEPEQUE

7.1. Descripción de la cuenca

La cuenca del Río Jequetepeque abarca dos partes muy bien diferenciadas y separadas por el reservorio de Gallito Ciego.

- La cuenca alta donde se producen las lluvias, que no tiene riego regulado y en la cual se desarrolla la agricultura casi de subsistencia.
- La cuenca baja con riego regulado de mayor extensión y producción agrícola, donde se desarrolla la agricultura industrial, tecnológicamente más avanzada y mayores rendimientos unitarios.

7.1.1. Principales características de la cuenca

7.1.1.1. Caracterización general de la cuenca

Las Cuencas de los ríos Jequetepeque y Chamán están ubicadas en la vertiente occidental de los andes, extendiéndose desde los 0,00 a 4.188,40 metros sobre el nivel del mar (msnm). Geográficamente está comprendida entre las coordenadas 7° 00' a 7° 45' de Latitud Sur y 78° 00' a 79° 45' de Longitud Oeste (ver figura siguiente, Mapa N°1.1 – MAPA BASE).

Políticamente se ubica en la región Norte del Perú, abarcando los Departamentos de La Libertad, Lambayeque y Cajamarca.

Limita por el Norte con las Cuencas de los ríos Zaña y Chancay–Lambayeque; por el Sur con la Cuenca del río Chicama y la quebrada Cupisnique; por el Este con las Cuencas de los ríos Cajamarca y Llaucano y por el Oeste con el Océano Pacífico.

Las cuencas abarcan las regiones naturales de la Costa y Sierra de nuestro territorio, con un área total de 5.941,70 km².

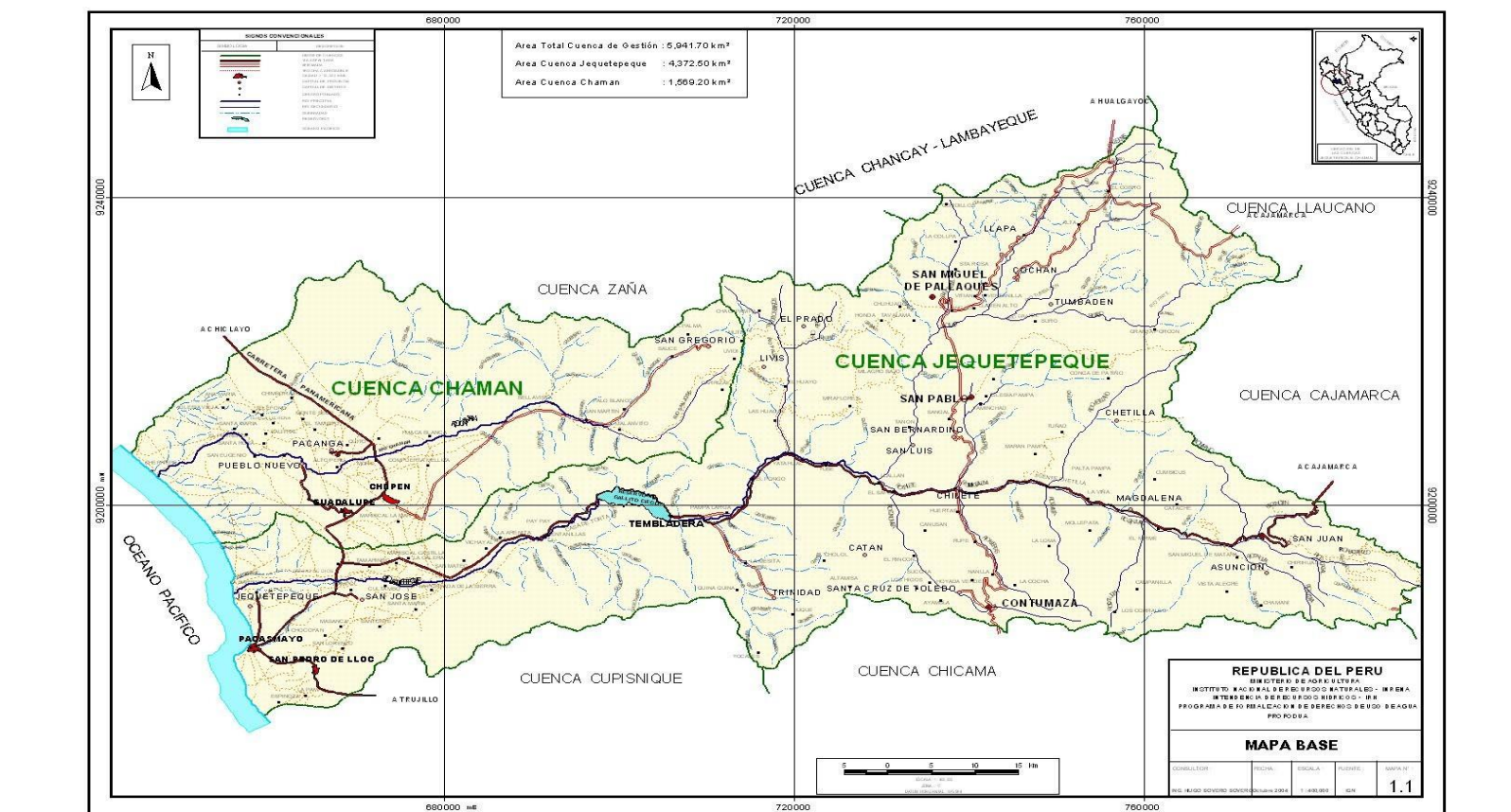
Para efectos del presente estudio, se ha dividido la cuenca del río Jequetepeque en dos partes:

- Parte baja (cuenca seca): desde el dique del reservorio aguas abajo, hasta el mar, con un área de 807,70 km².
- Parte alta (cuenca húmeda): desde el dique del reservorio aguas arriba, hasta la línea divisoria con las cuencas vecinas, con un área de 3.564,80 km².

La Cuenca del Chamán ocupa un área de 1.569,20 km².

133

Figura 7-1
Delimitación geográfica cuenca Jequetepeque (incluye cuenca Chamán)



El acceso principal lo constituye la carretera Panamericana, a la altura del km. 696 al Norte de Lima, existe un ramal transversal que sale hacia la ciudad de Cajamarca, atravesando todo el Valle y la Cuenca del Río Jequetepeque, así mismo existen caminos carrozables en la Cuenca que permiten el acceso a los Centros Poblados y a las áreas de cultivo.

Las cuencas de los ríos Jequetepeque y Chamán se encuentra bajo la influencia del clima del Pacífico y del Atlántico. Las precipitaciones relativamente escasas en la zona cercana a la Costa se debe principalmente a la temperatura de las aguas de la Costa Peruana, mientras que las precipitaciones de la parte superior dependen del clima de la cuenca del Amazonas y de la humedad proveniente del Pacífico.

Las características de la zona de la costa están conformadas por planicies y colinas y presenta condiciones climáticas definidas por temperaturas relativamente altas muy escasa precipitación y vientos fuertes que desarrollan campos de dunas activas.

En la Cuencas del Jequetepeque y Chamán se presentan las características climatológicas que se indican: La temperatura varía desde los 23° C en el desierto costero (400 a 800 msnm) hasta los 3° C en el páramo pluvial andino (4.000 msnm); el promedio de precipitación varía desde los 15 mm, en el desierto costero hasta los 1.100 mm en el páramo pluvial andino. La evaporación varía desde los 800 mm en el valle hasta 1.200 a 1.500 mm en la zona andina de la cuenca; la Humedad Relativa varía entre 80 a 90 % en el valle a 60% en la parte alta. Los vientos relativamente uniformes soplan durante el día del Océano hacia tierra adentro y durante la noche en sentido inverso.

Para la descripción general de la cuenca se ha tomado en forma casi textual algunos ítems del Estudio realizado por ONERN en 1988 y actualizado por INRENA en el 2004.

A) UBICACIÓN Y EXTENSION

La cuenca media y alta del río Jequetepeque está ubicada en el norte del Perú, entre los departamentos de La Libertad (Provincias de Pacasmayo y Chepén) y Cajamarca (Provincias de Cajamarca, Contumazá, San Pablo y San Miguel), involucrando territorios de 6 provincias y 30 distritos, como se observa en el Mapa de Ubicación (Mapa N° 01)

Geográficamente se enmarca en las coordenadas siguientes:

N 07° 06' S y N 07° 30' S y

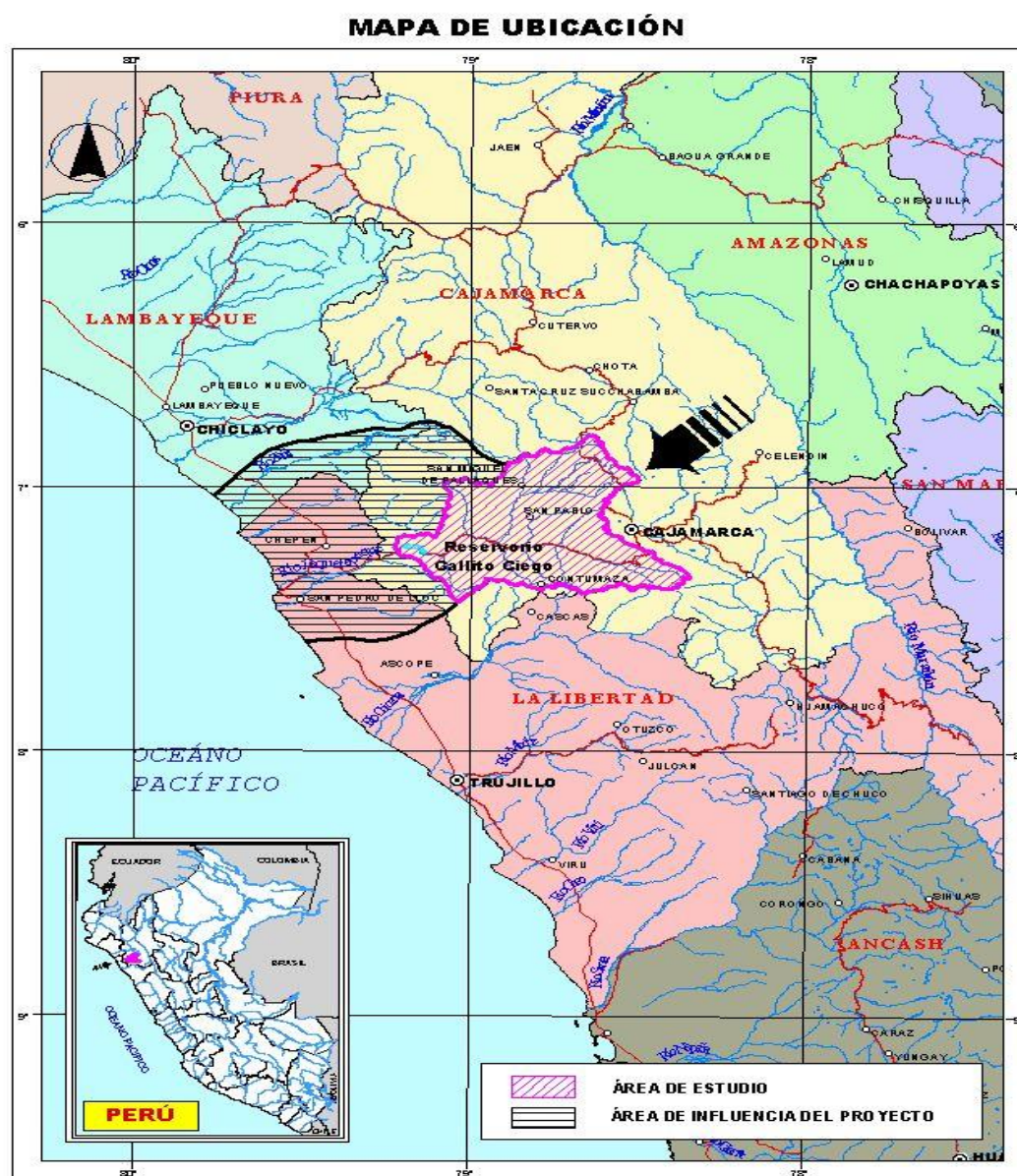
E 78° 30' W y E 79° 40' W

Las diferencias altitudinales, varían entre 310 msnm en el embalse Gallito Ciego y 4.188 msnm en la divisoria continental de aguas, con una topografía muy accidentada y con rangos de precipitación de 0 a 1.100 mm anuales.

Los ríos que dan origen al Jequetepeque son el Río Pallac, con una cuenca de 250 Km², San Miguel o Puclush con una cuenca de 1.065 Km² y el Magdalena con 1.500 Km². El sistema hidrográfico incluye una red de drenaje de más de 30 ríos secundarios así como un número elevado de riachuelos y quebradas menores. Geomorfológicamente, corresponde a una cuenca joven con ríos de fuerte pendiente, secciones transversales en forma de "V" y profundas zanjias de erosión en sus laderas con pendientes de hasta 200%.

Esta cuenca se puede considerar como un macroecosistema de 648.000 ha (ONERN, 1988), desde la línea divisoria continental de las vertientes del Océano Pacífico y del Atlántico, hasta el litoral marino, en el Océano Pacífico.

Figura 7-2
 Mapa N° 01 – Ubicación geográfica cuenca Jequetepeque (incluye cuenca Chamán)



B) CLIMA

Las características climáticas de la cuenca Media y Alta del Río Jequetepeque, corresponden al escenario de la Cordillera Occidental de Los Andes, influenciada por la Corriente Marina de Humboldt, de aguas frías procedentes del Pacífico Sur y por las Corrientes Cálidas procedentes de la Zona Ecuatorial, ligadas al Fenómeno El Niño.

El clima está influenciado directamente por la Corriente Fría y la altitud de la Cordillera, las que definen las tendencias en el comportamiento de los parámetros meteorológicos.

Las precipitaciones se incrementan desde 77,80 mm en Gallito Ciego, hasta 1.059 mm en Huacraruco; y de Sur a Norte, desde 756,9 mm en Contumazá, hasta 917,2 mm en Llapa; lo que indica que la vertiente de la margen izquierda del Río Jequetepeque es más seca.

Existe una relación directa entre la precipitación y la altitud, a mayor altitud mayor precipitación.

Del análisis realizado durante la presencia del Fenómeno El Niño (1982-1983 y 1997-1998) y el valor promedio de la cuenca, se concluye que la mayor variación de precipitación se presenta en la cuenca media de Jequetepeque.

Las lluvias se presentan durante la estación de verano, mientras que durante el invierno las precipitaciones son escasas.

En las vertientes occidentales se presentan neblinas entre los 2.500 y 3.000 msnm, pero pueden extenderse más durante la estación lluviosa, descendiendo hasta 1.600 msnm. Estas neblinas permanecen acumuladas en la parte media inferior de la vertiente, formando nubes estacionarias, ascendiendo generalmente por la tarde al nivel de 3 000 msnm. Las grandes cantidades de vapor acuoso que llegan del Océano Pacífico a la vertiente occidental del Norte del país, se deben a la poca condensación en la costa y sobre el mar. Estas masas de vapor no llegan a pasar hacia la cuenca del Atlántico.

Las temperaturas disminuyen desde 30°C en Gallito Ciego, hasta 4°C en Lagunas Compuerta (período 1970 al 2000).

Los niveles bajos de la cuenca Jequetepeque se caracterizan por temperaturas altas, con registros multianuales de 30,0 °C, como en la represa de Gallito Ciego.

B.1. Información Meteorológica

En el área hay una red meteorológica que está a cargo en su mayoría por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y la Empresa Sunchobamba, Huacraruco y anexos, que se indican en el **Tabla IV-CL-1**; La mayor cantidad de estaciones de esta red meteorológica se encuentra aún funcionando, a excepción de algunas estaciones pluviométricas actualmente que no operan.

El resumen de la información analizada, a nivel de promedios mensuales y anuales, se muestra en las **Tablas IV-CL-2 y IV-CL-3**; elaborados en base a la información estadística proporcionada por el PEJEZA y la ex INRENA.

Tabla 7-1
IV-CL-1 Relación de estaciones meteorológicas – Cuenca media y alta del Río Jequetepeque

Estación Meteorológica	Tipo	Ubicación						Período de Registro	Propiedad
		Latitud Sur	Longitud Oeste	Altitud msnm	Departamento	Provincia	Distrito		
Talla	CO	07°16'	79°25'	90	La Libertad	Pacasmayo	Guadalupe	1970 - 2000	SENAMHI
Montegrande	CO	07° 12' 07°15'	79° 19'	420	Cajamarca	Contumazá	Yonán	1991 - 2000	SENAMHI
Tembladera	PLU	07° 13'	79°08'	450	Cajamarca	Contumazá	Yonán	S.D.	SENAMHI
Chilete	PLU	07°16'	78°51'	850	Cajamarca	Contumazá	Chilete	1964 - 1998	SENAMHI
Magdalena	PLU	07°05'	78°41'	1300	Cajamarca	Cajamarca	Magdalena	1964 - 1998	SENAMHI
Hacienda Lives	PLU	07°16' 07°10'	78°02'	2000	Cajamarca	San Miguel	Agua Blanca	1964 - 1998	SENAMHI
Hacienda Tuñad	PLU	07° 19'	78°43'	2000	Cajamarca	Cajamarca	San Pablo	S.D.	SENAMHI
Hacienda Llagaden	PLU	07°17'	78°35'	2000	Cajamarca	Cajamarca	Magdalena	1965 - 1976	SENAMHI
Asunción	PLU	07°22'	78° 31'	2085	Cajamarca	Cajamarca	Asunción	1964 - 1981	SENAMHI
San Juan	CO	06°59'	78°30'	2224	Cajamarca	Cajamarca	San Juan	1964 - 1998	SENAMHI
Contumaza	PLU	07°18'	79°49'	2330	Cajamarca	Contumazá	Contumazá	1964 - 1998	SENAMHI
Llapa	PLU	07°02'	78°49'	2798	Cajamarca	San Miguel	Llapa	1964 - 1998	SENAMHI
Huacraruco	PLU	06° 50'	78° 26'	2800	Cajamarca	Cajamarca	San Juan	1959 - 1980	E. Sunchobamba
Granja Porcón	PLU	06° 54'	78°38'	3000	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca	1967 - 1998	SENAMHI
Quilcate	PLU		78° 46'	3100	Cajamarca	San Miguel	Llapa	1966 – 1998	SENAMHI
Quebrada Honda	PLU		78° 44'	3550	Cajamarca	San Miguel	Llapa	1965 - 1996	SENAMHI

Fuente: Elaboración INRENA-2002

CO

PLU

SENAMHI

E. Sunchobamba

S.D.

Estación Climatológica Ordinaria

Estación Pluviométrica

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología

Empresa Sunchobamba, Huacraruco y anexos

Sin Dato. (Obtenido del Mapa Ecológico)

B.2. Elementos Meteorológicos

Tabla 7-2
IV-CL-2 Resumen de datos meteorológicos

Estación	Altitud msnm	Parámetro	Valor
Talla	90	Temperatura media mensual	22.1 °C
		Temperatura máxima mensual	27.5 °C
		Temperatura mínima mensual	16.7 °C
		Humedad relativa mensual	78.60%
		Precipitación multianual	30.2 mm
		Evaporación mensual Piche	1390.4 mm
		Evaporación tanque anual	1926 mm
		Evaporación tanque diario	5.5 mm
		Velocidad viento media mensual	5.5 k/h
		Horas de sol media diaria mes	74.9 h
		Radiación solar global	341
Monte Grande	420	Temperatura media mensual	23.7 °C
		Temperatura máxima mensual	29.2 °C
		Temperatura mínima mensual	15.9 °C
		Humedad relativa mensual	73.10%
		Precipitación multianual	77.8 mm
		Evaporación tanque	2551.8 mm
Tembladera	450	Precipitación multianual	58.0 mm
Chilete	850	Precipitación multianual	201.9 mm
Magdalena	1300	Precipitación multianual	343.3 mm
Hacienda Lives	2000	Precipitación multianual	477.0 mm
Hacienda Tuñad	2000	Precipitación multianual	538.0 mm
Hacienda Llagaden	2000	Precipitación multianual	479.0 mm
Asunción	2085	Precipitación multianual	610.3 mm
San Juan	2224	Precipitación multianual	842.6 mm
Contumaza	2330	Precipitación multianual	750.7 mm
Llapa	2798	Precipitación multianual	925.0 mm
Huacraruro	2800	Precipitación multianual	1075.0 mm
Granja Porcón	3000	Precipitación multianual	1259.9 mm
Quilcate	3100	Precipitación multianual	656.2 mm
Quebrada Honda	3550	Precipitación multianual	806.5 mm

Fuente: Elaboración INRENA-2002

Tabla 7-3
IV-CL-3 Resumen de datos meteorológicos en el área de estudio

Estación	Elemento Meteorológico	Período	Unidad de medida	Meses												Total	Promedio
				E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Talla	Temperatura media	1970 - 2000	° C	24.8	25.4	25.2	23.9	22	20.3	19.1	19.3	20	20.6	21.4	23.3		22.1
	Temperatura máxima	1970 - 2000		30	30.3	30.1	29	27.3	25.7	24.6	24.8	25.7	26.4	27.2	28.9		27.5
	Temperatura mínima	1970 - 1999		19.5	20.5	20.3	18.5	16.8	14.9	13.6	13.8	14.4	14.9	15.7	17.7		16.7
	Humedad relativa	1970 - 2000	%	75.1	77	77.5	78.4	79.7	81.4	82.2	81.4	79.5	77.9	76.8	76.3		78.6
	Precipitación	1970 - 2000	mm	3.1	7.1	7.5	3.8	1	0.4	0	0.3	0.4	0.9	1.5	3.5	29.6	
	Evaporación tanque	1970-86/94-00	mm	192.8	172	169.8	159.6	146.3	122.7	120.8	131.7	158.8	183.1	178.3	190.2	1926.1	
	Velocidad del viento	1969 - 1992	m/seg	5.4	4.8	4.8	5	5.3	5	4.9	5.3	6	6.5	6.5	6.4		5.5
	Horas de sol	1969 - 1982	Hrs/día	6	5.4	5.5	6.3	6.7	6	6	6.1	6.5	6.7	6.8	6.8	74.9	
	Radiación solar global	1972 - 1978	Cal/cm ² /mes	351.5	338.2	339.1	344.2	324.5	293.1	287.6	319.8	346.8	382.3	390.8	374.3		341
Monte Grande	Temperatura media I	1991 - 2000	° C	25.4	26.1	26.5	25.8	24.3	22.5	21.2	21.2	22	22.4	23	24.1		23.7
	Temperatura máxima	1991 - 2000		30.9	31.7	32	31.1	29.7	28.5	26.9	27.2	28.1	27.5	28.1	29		29.2
	Temperatura mínima	1991 - 2000		17.8	17.5	18.4	17.8	16.4	14.8	13.8	13.6	14.1	14.3	15.2	16.5		15.9
	Humedad relativa	1992 - 2000	%	72.7	73.3	72.3	72.4	72.4	74	75.4	75.3	71.6	72.1	72.6	73.2		73.1
	Precipitación	1991 - 2000	mm	4.9	20.7	14	13.5	4	0	0	0	1.2	0.3	2	17.1	77.8	
	Evaporación tanque	1991 - 2000	mm	231.5	193.4	208.1	204	208.2	187.6	184.9	203.5	217.6	245.5	240.8	226.7	2551.8	
Temblader a	Precipitación	Inf. Ref.	mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58.0	
Chilete	Precipitación	1964 - 1998	mm	29.4	44.6	51.3	27.2	5	1.8	1.1	1.5	4	11.3	9	14.4	200.5	200.6
Magdalena	Precipitación	1964 - 1998	mm	44.5	78.9	72.7	42.2	12.6	2.3	1.1	2.1	10.2	24.1	18.7	29.9	339.4	
Hacienda Livis	Precipitación	1964 - 1998	mm	66.6	111.5	110.3	52.2	14	7.9	2.4	5	11.6	32	23.7	38.3	475.4	-
Hacienda Tuñad	Precipitación	Información Referencial	mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	538	-
Hacienda Llagaden	Precipitación	Información Referencial	mm	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	479	-
Asunción	Precipitación	1964 - 1980	mm	92.1	104.3	121.7	76.7	18.6	13.3	6.2	7.7	18.6	69.6	35.1	43.2	607.1	-

Metodología de cálculo para determinar el valor económico del agua y las retribuciones económicas por el uso del agua y por vertimiento de agua residual –
Informe Final

Estación	Elemento Meteorológico	Período	Unidad de medida	Meses												Total	Promedio
				E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
San Juan	Precipitación	1964 - 1998	mm	120.8	168.5	173.4	98.7	22.1	10.6	3	5.7	22.8	65.8	55.9	87.1	834.4	-
Contumaza	Precipitación	1965 - 1998	mm	89.7	144.9	231.1	91.8	19.7	4.9	4.2	9.2	21.2	52.2	40.6	47.5	756.9	-
Llapa	Precipitación	1964 - 1997	mm	113.4	147.8	165.4	113.5	44.9	20	9.5	18.1	42.8	93.7	66.2	82	917.2	-
Huacrarucio	Precipitación	1959 - 1980	mm	144.5	186	236.4	132.1	33.6	15	8.5	10.3	24.9	99.7	71	97.6	1059.6	-
Granja Porcón	Precipitación	1967 - 1997	mm	157.1	170.2	181.1	147.7	80	21.8	11.1	24.6	61.3	119.4	126.9	138.7	1239.9	-
Quilcate	Precipitación	1966 - 1997	mm	67.3	75.3	89.6	72.3	38.6	26.8	20.1	23.4	37.2	64.9	62.8	60.9	639.3	-
Quebrada Honda	Precipitación	1965 - 1997	mm	99	91.4	111.5	97.2	46.7	19.8	15.4	15.8	35.9	95.2	86	77.9	791.9	-

Fuente: Elaboración INRENA - 2002

Las temperaturas máximas ocurren en la Zona del Embalse Gallito Ciego, superiores a 30 °C (25,4 °C en promedio) y las temperaturas mínimas ocurren en la Zona de Lagunas Compuerta y Yanacocha, con valores bajo los 0°C (4° C a 8°C en promedio anual).

Las estaciones de Talla y Montegrande, ubicadas dentro del ámbito de la cuenca del río Jequetepeque son las únicas que registran temperaturas; se encuentran ubicadas entre 90 y 420 msnm respectivamente, siendo variable el período de registro. En Talla el período de registro es desde 1970 al 2000, y en la estación de Monte Grande es desde 1991 al 2000.

Existe una relación inversa entre la altitud y la temperatura, determinando que las temperaturas bajan con el incremento de la altitud con una gradiente térmica de alrededor de 0,5 °C por cada 100 metros de ascenso. La correlación estadística permitió generar información para las demás estaciones meteorológicas, como se muestra en la **Tabla IV-CL-4**. Es importante mencionar que dicha información es referencial (basada sólo en dos estaciones).

En la estación Talla, la temperatura promedio multianual (1970-2000) es de 22,1°C y la oscilación promedio a lo largo del año es del orden de 6,3 °C, comprendida entre 25,4 °C (febrero) y 19,1°C (julio); como se observa en el **Gráfico IV-CL-1**.

El mismo gráfico muestra el régimen mensual de las temperaturas registradas en Talla; observándose que las temperaturas mensuales son bastante regulares, siendo mayores de enero a marzo. Respecto a los promedios máximos y mínimos, se observa que existe la misma tendencia, la temperatura máxima promedio alcanza un valor de 30,3°C en Febrero, mientras que en el mes de Julio su valor es de 24,6°C. Las temperaturas promedio mensual mínimo se presentan en el mes de julio con 13,6°C.

En las partes altas, Lagunas Compuerta y Yanacocha, las temperaturas son muy bajas, entre 3,0° C y 5,0°C en promedio anual. Ocurriendo temperaturas por debajo de 0°C, asociadas a las granizadas y nevadas, constituyendo condiciones climáticas adversas por el frío.

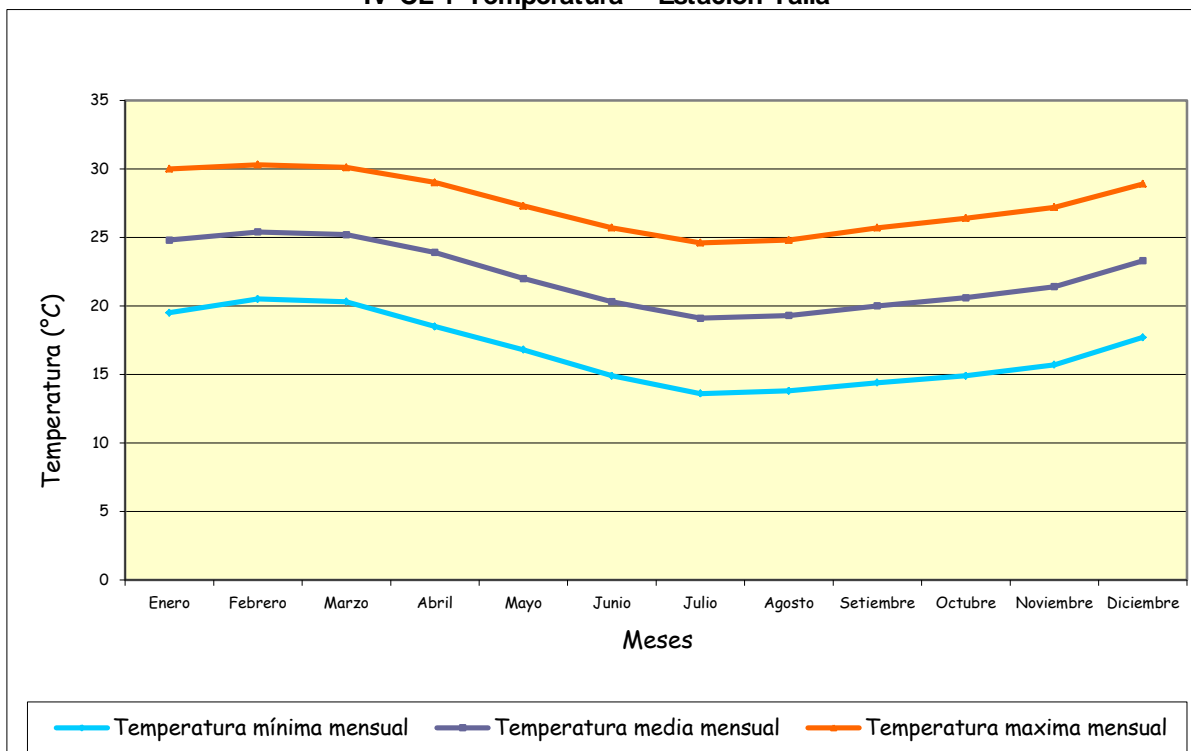
Tabla 7-4
IV-CL-4 Relación temperatura media multianual versus altitud – Cuenca del Río Jequetepeque

Estación	Altitud (msnm)	Temperatura (°C)
Talla (*)	90	22.1
Montegrande (*)	420	21.4
Chilete	850	20.5
Magdalena	1300	19.6
Lives	2000	18.1
Asunción	2085	17.9
San Juan	2224	17.6
Contumaza	2330	17.4
Llapa	2798	16.4
Huacraruro	2800	16.4
Granja Porcón	3000	16
Quilcate	3100	15.8
Quebrada Honda	3550	14.8

Nota: Cuadro elaborado en base a correlación con la altitud

* Estaciones con registros de temperaturas

Gráfico 7-1
IV-CL-1 Temperatura – Estación Talla



B.3. Precipitación

En el ámbito de estudio, existe una red meteorológica formada por 16 estaciones, donde se registra la precipitación pluvial. La estadística histórica de 13 Estaciones Meteorológicas ha sido utilizada para el análisis del presente estudio; así como, se ha considerado información referencial de 03 estaciones pluviométricas.

B.3.1. Análisis de la Precipitación en Años Normales

En el Mapa de Precipitaciones Pluviales para el Año Medio (ver figura siguiente, Mapa N° 08) se observan las distribuciones globales de las precipitaciones; notándose el incremento de la precipitación con la altitud y de Sur a Norte. Es notoria la mayor precipitación en el eje central de la Cordillera Occidental entre Huacraruco y Lagunas Compuerta.

En el **Gráfico IV-CL-2**, se muestra la relación de la precipitación con respecto a la altitud, con datos tomados del **Cuadro IV-CL-5**. La relación Precipitación – Altitud tiene la forma:

$$y = 0.2177 x^{1.0358}$$

Donde:

$$y = \text{Precipitación (mm)} \quad x = \text{Altitud (msnm)}$$

Gráfico 7-2
IV-CL-2 – Relación precipitación multianual versus altitud: Cuenca Río Jequetepeque

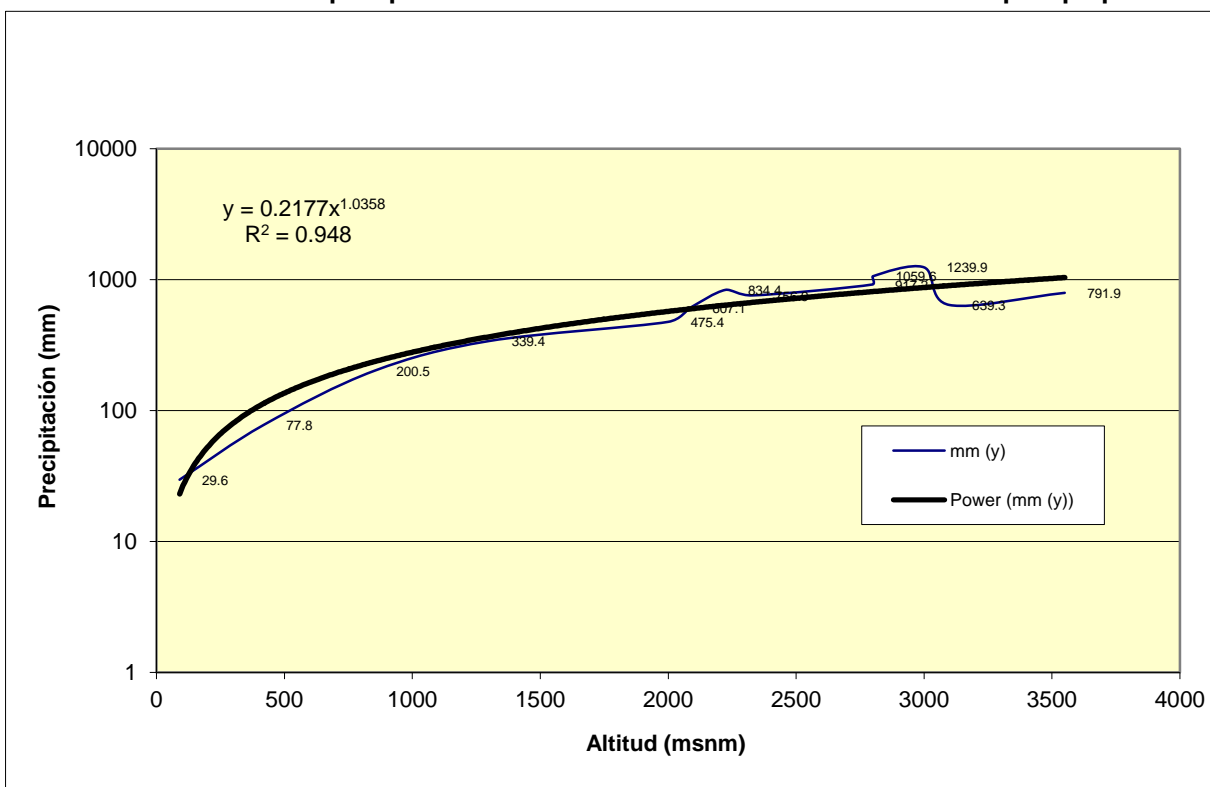


Tabla 7-5
IV-CL-5 – Precipitaciones totales multianuales – Cuenca del Río Jequetepeque

Estaciones	Coordenadas Geográficas	Altitud Msnm	Precipitación mm/año (y)
------------	-------------------------	--------------	--------------------------

	latitud	longitud	(x)	
Talla	07° 16'	79° 25'	90	29,6
Monte Grande	07° 12'	79° 19'	420	77,8
Chilete	07° 13'	78° 51'	850	200,5
Magdalena	07° 16'	78° 41'	1300	339,4
Lives	07° 05'	78° 02'	2000	475,4
Asunción	07° 19'	78° 31'	2085	607,1
San Juan	07° 17'	78° 30'	2224	834,4
Contumazá	07° 22'	78° 49'	2330	756,9
Llapa	06° 59'	78° 49'	2798	917,2
Huacraruro	07° 18'	78° 26'	2800	1059,6
Granja Porcón	07° 02'	78° 38'	3000	1239,9
Quilcate	06° 50'	78° 46'	3100	639,3
Quebrada Honda	06° 54'	78° 44'	3550	791,9

Fuente: Elaboración INRENA-2002.

En la cuenca baja del río Jequetepeque, hasta la altitud de 500 metros, la precipitación promedio es menor a 100 mm por año, considerada como normal, sin Fenómeno El Niño. La información procede de las estaciones de Talla (29,6 mm), Monte Grande (77,8 mm) y Tembladera (58,0 mm) esta última paralizada.

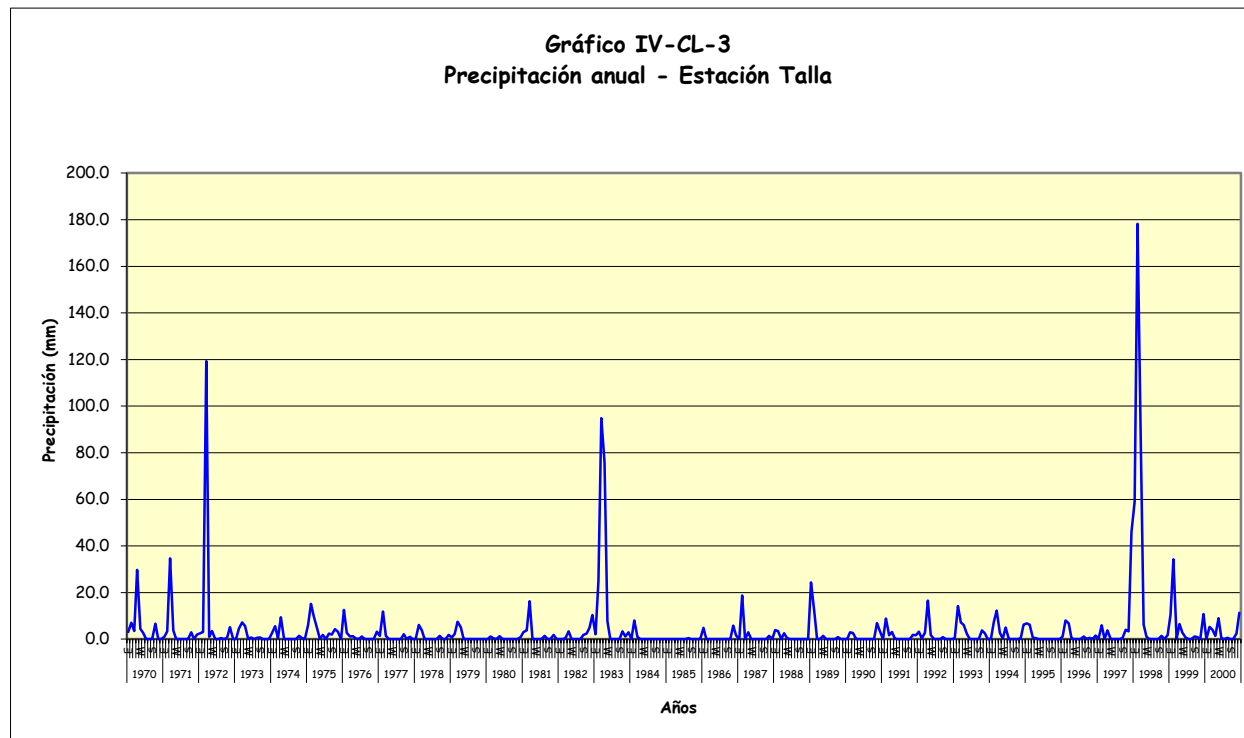
En el sector comprendido entre 500 msnm y 1.500 msnm, las precipitaciones varían entre 140 mm y 430 mm de promedio multianual. La información proveniente de las estaciones Chilete (200,5 mm) y Magdalena (339,4 mm) que registran precipitaciones más altas que las anteriores.

En el piso altitudinal entre 1.500 msnm y 2.000 msnm, las precipitaciones se encuentran en un rango de 420 mm a 570 mm, confirmandose la relación estadística anterior. En este piso existen las estaciones meteorológicas de Hacienda Lives (475,4 mm), Hacienda Tuñad (538,0 mm) y Hacienda Llagaden (479,0 mm), las dos últimas paralizadas.

Entre 2.000 y 3.000 msnm, los promedios de precipitación oscilan entre 600 y 1240 mm. La información procede de seis estaciones; Asunción (607,1 mm), San Juan (834,4 mm), Contumazá (756,9 mm), Llapa (917,2 mm), Huacraruro (1.059,6 mm) y Granja Porcón (1.239,9 mm).

En los niveles comprendidos entre 3.000 msnm y 3.500 msnm, las precipitaciones fluctúan alrededor de 640 mm. La información procede de la estación Quilcate (639,3 mm), perteneciente a otra cuenca.

Gráfico 7-3
IV-CL-3 – Precipitación anual – Estación Talla



En altitudes sobre 3.500 msnm, la precipitación es de orden de 800 mm. En esta zona existe una sola estación, Quebrada Honda (791,9 mm)

Las precipitaciones totales multianuales en cada estación, a lo largo de sus períodos completos de registro, demuestran que existe una marcada heterogeneidad en el régimen pluvial.

En el caso de la Estación Talla, para el período de análisis comprendido entre los años 1970-2000, existe un rango de oscilación de la precipitación media de 341,8 mm (0,5 mm en el año 1985 y 342,3 mm en el año 1998); observándose tres “picos” excepcionales de precipitación alta, correspondientes a los eventos climáticos asociados al Fenómeno El Niño – FEN (**Gráfico IV-CL-3**).

En la estación de Quebrada Honda, para el período comprendido entre los años 1965 y 1997, existe un rango de oscilación del orden de los 1465,5 mm (226 mm en el año 1978 y 1691,5 mm en el año 1967); en la que no se observa la influencia del Fenómeno El Niño.

Los promedios anuales de cada estación demuestra, en general, la existencia de una correlación entre la altitud y la precipitación, es decir, que a mayores elevaciones corresponden lluvias más intensas, con excepción de

algunos casos, especialmente de estaciones ubicadas dentro de una misma zona, en donde las diferencias de altura son relativamente muy pequeñas las variaciones en el volumen de la precipitación pueden ser atribuidas a razones de posición con respecto al flujo de las corrientes de aire húmedo.

B.3.2. Análisis de la Precipitación en Años de Ocurrencia del Fenómeno El Niño

Se efectuó el análisis de la variabilidad de la precipitación en presencia del Fenómeno del Niño, para ello se ha realizado la relación entre la precipitación promedio multianual de las estaciones de Quilcate, Llapa, Lives, San Juan, Magdalena, Contumazá y Talla versus la precipitación multianual (promedio) de los tres últimos eventos climáticos del fenómeno El Niño; 1971-72, 1982-83 y 1997-98. El Mapa N° 08, muestra la distribución de la precipitación durante el Fenómeno de El Niño.

A modo referencial se muestra el **Cuadro N° IV-CL-6** y **Gráfico N° IV-CL-4** (Granja Porcón), donde se observa claramente la frecuencia de los años de ocurrencia del Fenómeno el Niño.

En cada uno de los observatorios se destaca que las mayores precipitaciones durante el Fenómeno El Niño (FEN) se presentaron durante los meses de verano (enero, febrero, marzo y abril), superando a la precipitación multianual entre 9,4 mm a 258,8 mm durante estos meses.

Con respecto a las precipitaciones multianuales durante el FEN, se observó que en las estaciones de Hacienda Lives (2.000 msnm) y Contumazá (2.330 msnm) se presentaron las mayores precipitaciones superando a la precipitación multianual en 564 y 506 mm., respectivamente.

Del mismo modo, se ha efectuado el análisis de la variabilidad de la precipitación en presencia del Fenómeno El Niño, en las estaciones Quilcate, Llapa, Livis, San Juan, Magdalena, Contumazá y Talla, de los tres eventos climáticos como son: 1971- 72, 1982 – 83 y 1997 – 98, versus la precipitación multianual (promedio).

Estos volúmenes excedentes de lluvia durante el Fenómeno El Niño, aparte de sus efectos destructores (erosión de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas), tienen efectos benéficos para plantas y animales, ya que recargan los acuíferos subterráneos que son aprovechados por muchas especies, incrementando de esta forma la fauna y la flora de la zona.

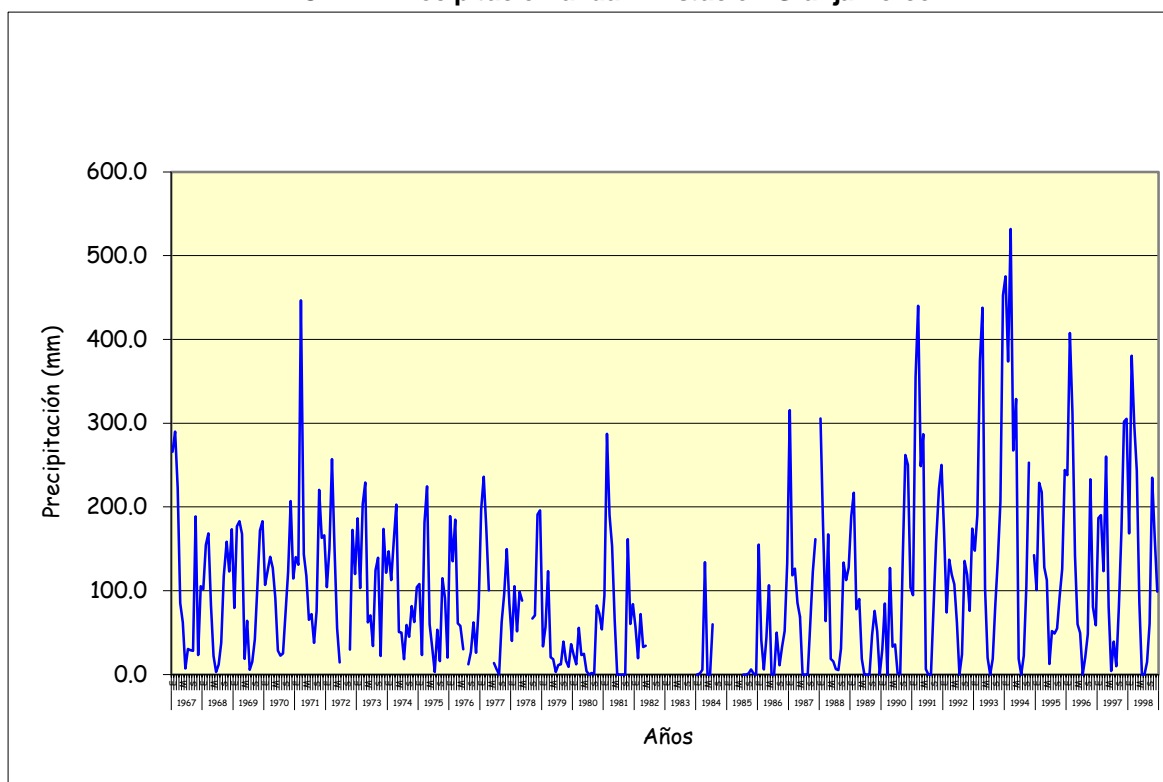
Los últimos Fenómenos de El Niño de 1982 – 1983 y 1997 – 1998, han sido de los más intensos y a pesar de que se tomaron las providencias del caso, sus efectos a nivel nacional fueron muy perjudiciales. Se observó que en zonas como la localidad de Choropampa se incrementan los riesgos de destrucción del caserío por el socavamiento del río Jequetepeque.

Tabla 7-6
IV-CL-6 – Precipitaciones multianuales versus precipitaciones con fenómeno El Niño – Cuenca Jequetepeque

Mes	Talla (90 msnm)		Magdalena (1300 msnm)		Livis (2000 msnm)		San Juan (2224 msnm)		Contumazá (2330 msnm)		Llapa (2798 msnm)		Quilcate (3100 msnm)	
	PP.Mediana	PP.FEN	PP.Mediana	PP.FEN	PP.Mediana	PP.FEN	PP.Mediana	PP.FEN	PP.Mediana	PP.FEN	PP.Mediana	PP.FEN	PP.Mediana	PP.FEN
E	3.1	20.7	44.5	55.7	66.6	181.7	120.8	173.8	89.7	259.7	113.4	187.7	67.3	76.7
F	7.1	68.8	78.9	99.7	111.5	191.7	168.5	210.3	144.9	199.7	147.8	175	75.3	107.9
M	7.5	74.7	72.7	214.2	110.3	369.1	173.4	328.6	231.1	446	165.4	336.4	89.6	172.2
A	3.8	28.7	42.2	107.4	52.2	147.3	98.7	155.3	91.8	218.7	113.4	189.6	72.3	128.4
M	1	2.9	12.6	17.8	14	18.5	22.1	23.4	19.7	8.8	44.9	33	38.6	31.1
J	0.4	0	2.3	7	7.9	5.4	10.6	11.2	4.9	6.1	20	22.1	26.8	14.1
J	0	0	1.1	0.3	2.4	4.1	3	27.8	4.2	0.1	9.5	9.4	20.1	8.8
A	0.3	0	2.1	1.5	5	2.6	5.7	10.9	9.2	3.2	18.1	11.7	23.4	21.6
S	0.4	0	10.2	11.8	11.6	17.2	22.8	17.1	21.2	10.4	42.8	52	37.2	38.9
O	0.9	2.6	24.1	15.7	32	26.7	65.8	45	52.2	43.1	93.7	97.1	64.9	160.4
N	1.5	0.4	18.7	15.5	23.7	13.2	55.9	18.3	40.6	22.8	66.2	52.5	62.8	59.6
D	3.5	2.2	29.9	58.4	38.3	62	87.1	98.6	47.5	44.4	82	122.6	60.9	72
Precipitación Multianual	29.5	201	339.3	605	475.5	1039.5	834.4	1120.3	757	1263	917.2	1289.1	639.2	891.7
Diferencia Precipitación	171.5		265.7		564		285.9		506		371.9		252.5	

Elaboración INRENA-2002

Gráfico 7-4
IV-CL-4 – Precipitación anual – Estación Granja Porcón



C) HIDROGRAFIA

La cuenca del río Jequetepeque hasta el embalse Gallito Ciego es de forma irregular y asimétrica respecto al curso principal, ensanchada entre su parte baja y media y estrecha en su nacimiento, siendo su área de drenaje, menor en la margen izquierda que en la margen derecha, como se observa en el **Mapa Hidrológico** (ver figura siguiente, Mapa N° 12).

El río Jequetepeque nace en las cercanías del cerro Cercopampa con el nombre de Huacraruco, cambiando su nombre por el de San Juan, a partir de su confluencia con el río Chotén, luego se desplaza en dirección predominante Noreste a Suroeste hasta su confluencia con el río Pallac, siguiendo en dirección Noroeste a Suroeste hasta su confluencia con la quebrada Chausis; continuando en dirección Noreste a Suroeste hasta su desembocadura en el Embalse Gallito Ciego.

Los ríos que dan origen al Jequetepeque son el Río Pallac, con una cuenca de 250 Km², San Miguel o Puclush con una cuenca de 1.065 km² y el Magdalena con 1.500 km². El sistema hidrográfico incluye una red de drenaje de más de 30 ríos secundarios así como un número elevado de riachuelos y quebradas menores. Geomorfológicamente, corresponde a una cuenca joven con ríos de fuerte pendiente, secciones transversales en forma de “V” y profundas zanjales de erosión en sus laderas con pendientes de hasta 200%.

D) CALIDAD DEL AGUA

D.1. Generalidades

La calidad del agua, es un parámetro de singular importancia a tomar en cuenta para su uso adecuado. Cada tipo de uso requiere de condiciones mínimas de calidad, es decir de las concentraciones de los elementos físicos, químicos o metales existentes en el agua. El deterioro de la calidad de agua generalmente está asociado a las actividades antrópicas, y en menor escala a condiciones naturales.

En los últimos años, los usos diversos del agua, requieren cada vez con más rigurosidad una buena calidad, es decir exentas de sustancias nocivas que puedan comprometer dichos usos. Existe un consenso a nivel de la sociedad en general, sobre el cuidado que debemos tener sobre la calidad de este valioso recurso.

La determinación de la calidad de las aguas de los ríos de la cuenca del río Jequetepeque permitirá conocer las posibilidades y limitaciones en los nuevos aprovechamientos, así como comprobar si los actuales son sostenibles en el tiempo o corren el riesgo de ser deteriorados por las actividades antrópicas que se desarrollan en dicha cuenca.

D.2. Información Analizada sobre Calidad del Agua

Para la evaluación de la calidad del agua se ha dispuesto de los resultados de los análisis de las muestras de agua tomadas en:

- Diciembre de 1985 (época de lluvias);
- Octubre del 2000 (inicio del período lluvioso); y
- Abril del 2001 (finalización del período lluvioso)

D.2.1. Información de Diciembre de 1985.

En Diciembre de 1985 la ex – ONERN, como se observa en el **Cuadro IV-CA-1** y el Mapa Hidrológico (Nº 12), registró la presencia de ciertos elementos en concentraciones elevadas, como plomo, fierro y manganeso en el río Huacraruco (Estación de muestreo [1,1]), por lo que sugiere su monitoreo para determinar las causas de la presencia de estos elementos químicos. Especial interés debe ponerse sobre el plomo, ya que concentraciones altas restringen fuertemente su posible utilización,

El cromo y fierro en el río Asunción (Estación de muestreo [1,2]), admite los usos I, II y III, para bebida, y riego como lo establece el Art. 82 del Reglamento de la ex Ley General de Aguas y sus Modificatorias – DL.17752.

La presencia de plomo, cromo, fierro y manganeso en el río San Juan (Estación de Muestreo [1,3]), impide el uso poblacional; solamente puede ser utilizado para el riego, siendo el plomo y el cromo los más restrictivos.

El plomo, cromo, fierro y manganeso en el río Chetillano (Estación de Muestreo [1,4]) alteran su calidad, siendo el plomo el más restrictivo, por lo que deben hacerse monitoreos más frecuentes para determinar la fuente de contaminación y su régimen.

La presencia de plomo, cromo y fierro en el río Chilete (Estación de Muestreo [1,5]) alteran la calidad del agua siendo el plomo el que no permite ningún uso de sus aguas y por tanto debe determinarse la fuente de contaminación y proceder a su control.

La presencia de cobre y zinc en el río Puclush (Estación de muestreo [1,6]) sólo permiten el uso de sus aguas para bebida, y para el riego.

El cadmio, cromo, fierro y manganeso en el río Yonán-Jequetepeque (Estación de muestreo [1,7]) permiten el uso de sus aguas para bebida, y para el riego

Como se indica en el **Cuadro IV-CA-1** y el **Mapa Hidrológico (Nº 12)**, del análisis realizado se deduce que el curso principal de la cuenca del río Jequetepeque y el río Chetillano, para la fecha del muestreo fueron los más contaminados por metales pesados; seguidos del río Asunción; siendo el menos contaminado el río Puclush.

Tabla 7-7
IV-CA-1 Resultados de análisis de muestras de la Cuenca Jequetepeque (diciembre 1985)

Estación N°	RIO/QDA	Descripción	Cobre mg/lit	Zinc mg/lit	Plomo Mg/lit	Cadmio mg/lit	Cromo Hexavalente mg/lit	Fierro mg/lit	Manganeso mg/lit	Usos y Recomendación DL 17752
[1,1]	Huacraruco	Cantidad	0.13	0.22	0.13	0	0.02	1.5	0.11	Monitorear
		Clase que admite (Ley 17752)	I,II,III	I,II,III	Ninguna	Todas	Todas	Alto*	Bajo*	
[1,2]	Asunción	Cantidad	0.8	0.1	0	0	0.05	2	0.04	sólo usos I,II,III
		Clase que admite (Ley 17752)	I,II,III	I,II,III	Todas	Todas	Todas	Alto*	Bajo*	
[1,3]	San Juan	Cantidad	0.05	0.09	0.07	0	0.07	2.1	0.12	sólo uso III
		Clase que admite (Ley 17752)	I,II,III	I,II,III	III	Todas	III	Alto*	Bajo*	
[1,4]	Chetillano	Cantidad	0.05	0.11	0.13	0	0.1	1.35	0.12	Monitorear
		Clase que admite (Ley 17752)	I,II,III	I,II,III	Ninguna	Todas	III	Alto*	Bajo*	
[1,5]	Chilete	Cantidad	0.2	0.1	0.75	0	0.12	0.95	0.03	Monitorear
		Clase que admite (Ley 17752)	I,II,III	I,II,III	III	Todas	Ninguna	Alto*	Bajo*	
[1,6]	Puclush	Cantidad	0.9	0.1	0	0	0.02	0.04	0.01	I,II,III
		Clase que admite (Ley 17752)	I,II,III	I,II,III	Todas	Todas	Todas	Bajo*	Bajo*	
[1,7]	Yonán	Cantidad	0.1	0.12	0	0.01	0.05	3.4	0.06	sólo usos I,II,III
		Clase que admite (Ley 17752)	I,II,III	I,II,III	Todas	I,II,III	Todas	Alto*	Bajo*	

Ley 17752. Ley General de Aguas DL 17752

* Límites máximos permisibles establecidos por la OMS (Organización Mundial de la Salud)

** Directrices de la Comunidad Económica Europea (CEE)

D.4. Información de Octubre del 2000

El resultado del análisis de muestras de agua tomadas el mes de Octubre de 2000 por la Universidad Nacional de Ingeniería – Facultad de Ingeniería Geológica Minera y Metalúrgica, como se muestra en el **Cuadro IV-CA-2**, según el Artículo. N° 82 del Reglamento de la ex Ley General de Agua y sus modificatorias son aptas para bebida y para el riego, siendo los elementos que restringen los demás usos el cadmio, arsénico y el mercurio, excepto en las estaciones de muestreo [2,11] y [2,12].

La estación [2,13] admite los usos establecidos en las clases I, II y III de la ex Ley General de Aguas – DL 17752.

Las muestras de agua tomadas en las estaciones [1,4] y [2,4]; [1,5] y [2,7]; [1,6] y [2,13], cercanas entre sí pero en fechas diferentes, revelan que éstas mejoran su calidad considerablemente, debiéndose probablemente a que en los meses de lluvia (mes de Diciembre 1985) hay remoción de elementos contaminantes, como el plomo y cromo en la superficie de la cuenca; sin embargo, al inicio de las lluvias (Octubre 2000), el aporte de agua proviene principalmente de la descarga base (agua subterránea).

D.5. Información de Abril del 2002

En el mes de Abril de 2002, el INRENA realizó el monitoreo de la calidad del agua en estaciones seleccionadas en función a las actividades antrópicas que pudieran afectarla. De acuerdo al análisis de los resultados se tiene que la estación [3,1], localizada en el río Shillamayo, como se observa en el Cuadro IV-CA-3, registra la presencia de hidrocarburos totales, arsénico cadmio y plomo que alteran la calidad del agua, siendo la presencia de plomo el que descarta los usos establecidos en el Art. N° 82 del Reglamento la ex Ley General de Aguas – DL 17752 y sus Modificatorias; requiriéndose llevar a cabo monitoreos más frecuentes para detectar las fuentes de contaminación y proceder a su control.

La estación [3,2] en el río Rejo, registra la presencia de hidrocarburos totales, arsénico y plomo restringiendo su uso sólo para el riego, observándose en el Cuadro IV-CA-3 que la presencia de plomo es el elemento más restrictivo.

La presencia de arsénico, cadmio, plomo y mercurio en la estación [3,3] del río Campanario descartan los usos del agua establecidos en el Art. N° 82 de la Ley General de Aguas – DL 17752; siendo los elementos más restrictivos el arsénico, el cadmio y el plomo debiendo por tanto efectuar monitoreos más frecuentes para determinar con precisión las fuentes de contaminación y proceder a su control o manejo.

Las aguas de la estación [3,4] en el río Campanario solo son aptas para bebida, siendo el cianuro, arsénico, plomo y mercurio los que restringen su uso y la sustancia más restrictiva el cianuro.

La estación [3,5] en el río Jequetepeque en Yonán registra la presencia de arsénico, cadmio y plomo en agua que restringen su uso sólo para el riego; siendo el elemento más restrictivo el plomo.

Tabla 7-8
IV-CA-2 Resultados de análisis de muestras de la Cuenca Jequetepeque (octubre 2000)

Estación N°	Río /Qda.	Descripción	SDT mg/lit	SST mg/lit	Sulfato mg/lit	Cianuro Total mg/lit	Metales disueltos(mg/lit)								Usos Recomendados Ley 17752
							Fe	Mn	Cu	Cd	Pb	Zn	As	Hg	
[2,1]	Chotén	Cantidad	196	32	4.56	-	0.059	0.0016	0.002	0.0004	0.0001	0.001	0.01	0.00131	
		Clase que admite (Ley 17752)	Todas *	Alto	Todas*		Todas*	Todas	Todas	I,II,III,V I	Todas	Todas	I,II,III,V I	I,II,III	I,II,III
[2,2]	Naranjo	Cantidad	268	58	5.58	-	0.017	0.0001	0.001	0.0003	0.0001	0.001	0.007	0.00182	
		Clase que admite (Ley 17752)	Todas *	Alto* *	Todas*		Todas*	Todas	Todas	I,II,III,V I	Todas	Todas	Todas	I,II,III	I,II,III
[2,3]	San Juan	Cantidad	376	10	8.03	-	0.019	0.0019	0.001	0.0004	0.0001	0.013	0.013	0.0016	
		Clase que admite (Ley 17752)	Todas *	Bajo* *	Todas*		Todas*	Todas	Todas	I,II,III,V I	Todas	Todas	I,II,III,V I	I,II,III	I,II,III
[2,4]	Chetillan o	Cantidad	398	18	8.75	0.036	0.021	0.0022	0.001	0.0005	0.0001	0.001	0.012	0.00177	
		Clase que admite (Ley 17752)	Todas *	Bajo* *	Todas*	I,II,III	Todas*	Todas	Todas	I,II,III,V I	Todas	Todas	I,II,III,V I	I,II,III	I,II,III
[2,5]	Chanta	Cantidad	474	98	58.38	-	0.055	0.0049	0.001	0.0005	0.0001	0.028	0.021	0.00155	
		Clase que admite (Ley 17752)	Todas *	Alto* *	Todas*		Todas*	Todas	Todas	I,II,III,V I	Todas	I,II,II	I,II,III,V I	I,II,III	I,II,III
[2,6]	Jequé.	Cantidad	444	8	31.36	-	0.016	0.0019	0.001	0.0005	0.0001	0.001	0.017	0.00134	
		Clase que admite (Ley 17752)	Todas *	Bajo* *	Todas*		Todas*	Todas	Todas	I,II,III,V I	Todas	Todas	I,II,III,V I	I,II,III	I,II,III
[2,7]	Jequé-1	Cantidad	436	10	19.92	-	0.015	0.0027	0.001	0.0003	0.0001	0.001	0.022	0.00198	
		Clase que admite (Ley 17752)	Todas *	Bajo* *	Todas*		Todas*	Todas		I,II,III,V I	Todas	Todas	I,II,III,V I	I,II,III	I,II,III
[2,8]	Contumazá	Cantidad	452	14	21.29	-	0.017	0.0025	0.001	0.0003	0.0001	0.001	0.015	0.00179	
		Clase que admite (Ley 17752)	Todas *	Bajo* *	Todas*		Todas*	Todas	Todas	I,II,III,V I	Todas	Todas	I,II,III,V I	I,II,III	I,II,III
[2,9]	Jequé-2	Cantidad	488	16	22.68		0.015	0.0025	0.001	0.0003	0.0001	0.001	0.021	0.0019	
		Clase que admite (Ley 17752)	Todas *	Bajo* *	Todas*		Todas*	Todas	Todas	I,II,III,V I	Todas	Todas	I,II,III,V I	I,II,III	I,II,III
[2,10]	Pallac	Cantidad	494	12	25.5	-	0.016	0.0037	0.001	0.0003	0.0001	0.001	0.024	0.00168	

Metodología de cálculo para determinar el valor económico del agua y las retribuciones económicas por el uso del agua y por vertimiento de agua residual – Informe Final

Estación N°	Río /Qda.	Descripción	SDT mg/lit	SST mg/lit	Sulfato mg/lit	Cianuro Total mg/lit	Metales disueltos(mg/lit)								Usos Recomendados Ley 17752
							Fe	Mn	Cu	Cd	Pb	Zn	As	Hg	
		Clase que admite	Todas *	Bajo* *	Todas*		Todas*	Todas	Todas	I,II,III,V I	Todas	Todas	I,II,III,V I	I,II,III	I,II,III
		(Ley 17752)													
[2,11]	Jeque-3	Cantidad	282	86	10.95	-	0.069	0.0112	0.001	0.0004	0.0001	1.00E-04	0.008	0.00154	
		Clase que admite	Todas *	Alto* *	Todas*		Todas*	Todas	Todas	I,II,III,V I	Todas	Todas	Todas	I,II,III	I,II,III
		(Ley 17752)													
[2,12]	Jeque-4	Cantidad	214	20	9.48	-	0.02	0.003	0.001	0.0003	0.0001	1.00E-04	0.006	0.00185	
		Clase que ad-	Todas *	Bajo* *	Todas*		Todas*	Todas	Todas	I,II,III,V I	Todas	Todas	Todas	I,II,III	I,II,III
		(Ley 17752)													
[2,13]	San Miguel	Cantidad	-	-	-	0.0305	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Clase que admite				I,II,III									
		(Ley 17752)													

Fuente: Estudio de evaluación ambiental territorial y de planteamientos para la reducción de la contaminación de origen minero en la cuenca del río Jequetepeque

Ubicación de las estaciones:

[2,1] Río Chotén a.c. con río San Juan

[2,2] Río Naranjo a.c. con río San Juan

[2,3] Río San Juan a.c. con río Pinches

[2,4] Río Chetillano a.c. con río Magdalena

[2,5] Río Chanta a.c. con río Magdalena

[2,6] Río Jequetepeque, Puente Chilete

[2,7] Río Jequetepeque c. con qda. Huertas

a.c. = antes de su confluencia; c.= confluencia; d.c.= después de su confluencia; a.d. = antes de su desembocadura; a.a.= aguas arriba

Ley 177752. = Ley General de Aguas. * Límites Máximos Permisibles por la Organización Mundial de la Salud; ** Directrices de la Comunidad Económica Europea.

[2,8] Río Chotén a.c. con río San Juan

[2,9] Río Jequetepeque d.c. con qda. San Juan

[2,10] Río Pallac a. c. con río Jequetepeque

[2,11] Río Jequetepeque a.d. al Embalse Gallito Ciego

[2,12] Río Jequetepeque a.a. de embalse Gallito Ciego

[2,13] Río San Miguel a.c. con río Jequetepeque

Tabla 7-9
IV-CA-3 Resultados de análisis de muestras de la Cuenca Jequetepeque (abril 2003)

ESTACION N°	RIO/QDA	Descripción	Caudal m3/s	Hidrocarburo mg/lit *	Fenoles mg/lit	Cianuro mg/lit	Arsénico mg/lit	Bario mg/lit	Cadmio mg/lit	Cromo mg/lit	Plomo mg/lit	Mercurio mg/lit	Usos Recomendados DL 17752
[3,1]	Shillamayo	Cantidad	2.388	0.2	< 0.1	< 0.005	0.06028	< 0.25	< 0.003	< 0.01	0.108	< 0.00001	Monitorear
		Clase que admite (Ley 17752)			Todas	Todas	I,II,III	Todas	I,II,III,VI	Todas	Ninguna	Todas	
[3,2]	Rejo	Cantidad	14.62	0.2	< 0.1	< 0.005	0.03885	< 0.25	< 0.003	< 0.01	0.059	< 0.00001	Sólo III
		Clase que admite (Ley 17752)			Todas	Todas	I,II,III,VI	Todas	Todas	Todas	III	Todas	
[3,3]	Campanario	Cantidad	0.421	0.1	< 0.1	< 0.005	0.08105	< 0.25	0.339	0.1	0.319	0.00067	Monitorear
		Clase que admite (Ley 17752)			Todas	Todas	Ninguna	Todas	Ninguna	Todas	Ninguna	I,II,III	
[3,4]	Ojos	Cantidad	0.1984	-	< 0.1	0.086	0.09802	< 0.25	< 0.003	< 0.01	0.02	0.00067	sólo I,II
		Clase que admite (Ley 17752)			Todas	I,II	I,II,III	Todas	Todas	Todas	I,II,III,VI	I,II,III	
[3,5]	Jequetepeque	Cantidad	26.181	0.2	-	< 0.005	0.05052	< 0.25	0.006	0.04	0.091	< 0.00001	Sólo III
		Clase que admite (Ley 17752)				Todas	I,II,III	Todas	I,II,III,VI	Todas	III	Todas	

* LMP = 0.2 (Comunidad Económica Europea)

La ubicación de las estaciones se muestra en el Mapa Hidrológico.

DL 17752 (Ley General de Aguas N° 17752)

[1,1] Pte. Carretera Cajamarca - Bambamarca

[1,2] Puente río Rejo (Granja Porcón)

[1,3] Pte. en la quebrada Ojos

[1,4] Pte. en la Quebrada Campanario

[1,5] Estación Hidrométrica Yonán

E) VIAS DE COMUNICACIÓN

La principal vía de comunicación al ámbito del Proyecto Especial Jequetepeque – Zaña, lo constituye la carretera Panamericana Norte, desde el km 660 (al sureste de San Pedro de Lloc) hasta el km 712 (al norte de Chepén), así como también la Carretera a Cajamarca que se inicia en el km 696 (Cruce de Cajamarca-Ciudad de Dios, de la provincia de Pacasmayo).

Para la jurisdicción de la Junta de Usuarios de Riego Regulado del Valle Jequetepeque, el sistema vial principal comprende la carretera Panamericana Norte que cruza el valle transversalmente las localidades de San Pedro de Lloc, Pacasmayo, Ciudad de Dios, Guadalupe, Chepén y Pacanguilla, así también se considera sistema vial principal, la carretera a Cajamarca, que cruza los pueblos aledaños de Limón carro, Huabal-Zapotal, Ventanillas y Pay-Pay; y que conduce a la Ciudad de Cajamarca.

A los diferentes lugares de la cuenca, se accede mediante una red de caminos carrozables y otras vías internas de menor importancia que comunican y conectan las poblaciones con las áreas agrícolas del Valle. El transporte marítimo se hace a través del muelle de Pacasmayo principalmente con fines de consumo interno y comercial.

La Administración Local del Agua Jequetepeque, Juntas de Usuarios y las Comisiones de Regantes, se encuentran intercomunicados mediante una red telefónica y radial a nivel nacional y local respectivamente. Mediante estas comunicaciones se logra facilitar la programación de sus actividades de trabajo.

7.1.2. Usos del agua

En la cuenca alta del río Jequetepeque los usos de agua más importantes se dan en los sectores agrícolas y domésticos, seguidos por los sectores pecuario, minero y en menor proporción en el industrial y comercial. Cabe resaltar que los usos están referidos a Usos Consuntivos, y en muy poca escala a los Usos No Consuntivos.

7.1.2.1. Uso Agrícola

El uso agrícola del agua en lugares que superan los 2.500 msnm de altitud y que disponen de agua de riego, éste es sólo complementario; mientras que en el valle el riego es intensivo durante todo el año, con aguas captadas directamente del río en su régimen natural o después de haber sido regulado en el Reservorio Gallito Ciego.

A) Administración de las Aguas de Riego

La Administración de las Aguas con fines agrícolas en la cuenca del río Jequetepeque, está a cargo del Administrador Técnico del Distrito de Riego de

Jequetepeque. Este distrito de riego se divide en Alto Jequetepeque y Bajo Jequetepeque.

El Sub Distrito de Riego de Alto Jequetepeque (ámbito del presente estudio), cuenta con seis sectores de riego: Tembladera, Chilete, San Pablo, Contumazá, San Miguel y Asunción. La sede central se encuentra en la localidad de Chilete

En cuanto al manejo del agua, éste es deficiente, observándose grandes pérdidas por percolación profunda en las áreas bajo riego, ligadas a la inadecuada infraestructura física y/o a la técnica rudimentaria utilizada en la distribución; en las áreas en secano la acción directa de la lluvia produce fuertes pérdidas de suelo por la falta de medidas conservacionistas que atenúen la erosión.

B) Evaluación de los Métodos de Riego

B.1. Riego por Surcos

El método de riego por surcos se utiliza en cultivos como: papa, maíz, camote, etc., cultivados mayormente en laderas con fuerte pendiente. La longitud de los surcos está, generalmente, en relación a la dimensión de la parcela. En la cuenca alta se carece de una adecuada red de canales de distribución así como de drenaje superficial, produciéndose como consecuencia una fuerte erosión hídrica del suelo.

En la granja Porcón se observa un manejo adecuado del agua y suelo; así por ejemplo el cultivo de papa se siembra en surcos y los pastos en terrazas en contorno; las áreas agrícolas a su vez están protegidas por plantaciones de árboles forestales localizados en las laderas con elevadas pendientes.

B.2. Riego por Desbordamiento

Este tipo de riego se practica en cultivos de cereales (maíz, trigo y cebada) y pastos entre estos, la alfalfa, raygrass, trébol

En el primer caso se producen fuertes pérdidas tanto de agua como de suelo; en el segundo caso, estas pérdidas disminuyen con el período de implantación del cultivo

B.3. Riego por Pozas

Se utiliza en las terrazas medias y bajas de las márgenes del río Jequetepeque, entre la presa Gallito Ciego y el distrito de Magdalena, las cuales están cultivadas con arroz. La longitud, ancho y pendiente de las terrazas son variables y acondicionados empíricamente.

C) Eficiencia de Riego

La eficiencia de riego es baja debido a las elevadas pendientes de los terrenos que afectan la eficiencia de aplicación. La eficiencia de conducción, para canales en tierra llega a 70% en suelos de textura pesada y a 60% en los de textura media para canales de 5 – 15 l/s de capacidad.

D) Velocidad de Infiltración

La aplicación de agua en el riego, generalmente se hace con el criterio del agricultor, y no en base a aspectos técnicos que optimicen la aplicación del agua a los cultivos. Las dimensiones de las parcelas, surcos o camellones, se adecuan a los tamaños de las fincas en la mayoría de los casos.

A modo referencial se ha estimado la velocidad de infiltración del agua en los suelos; éstos van de moderadamente lenta a muy rápida (2 cm/h – 100 cm/h) en suelos de textura media a pesada con bajo contenido de agua inicial.

E) Infraestructura de Riego

Los canales de riego en general son excavados en tierra, presentan secciones irregulares, de longitud variable y conducen pequeños caudales. Las tomas no cuentan con estructuras de limpia y desarenamiento, facilitando el paso de material de acarreo que ingresa al sistema de canales. Las presas de derivación que remplazan a los barajes son mayormente estructuras temporales los que consisten en una fila de troncos y piedras colocadas en el río con relleno de rocas y piedras; las que son arrastradas en cada creciente y remplazadas nuevamente cuando disminuye el nivel del agua. En general, se puede distinguir tomas rústicas (con troncos y piedras) y firmes (con muros de concreto y compuerta de captación con mecanismos de izaje a mano).

7.1.2.2. Uso Poblacional

El abastecimiento de agua para la población está a cargo principalmente de las empresas prestadoras de servicios de agua potable y alcantarillado SEDALIB S.A. y SEDACAJ S.A. La primera atiende las provincias de Pacasmayo¹¹⁷ y Chepén, pertenecientes a la cuenca, además de Virú, Trujillo y

¹¹⁷Actualmente el Municipio de Pacasmayo entrega el servicio de agua potable y alcantarillado a la población bajo su jurisdicción.

Ascope. La segunda atiende las provincias de Contumazá, San Miguel y Cajamarca.

SEDALIB S.A. atiende a 814.120 personas, con 134.379 conexiones activas, con una cobertura de agua potable de 90,4%, con una continuidad de servicios de 9 horas al día, una tarifa media de 2,4 S./m³, y un consumo unitario medido de 112,59 m³/mes. Por su parte SEDACAJ S.A. atiende a 159.551 personas, con 27.455 conexiones activas, con una cobertura de agua potable de 88,6%, con una continuidad de servicios de 22 horas al día, una tarifa media de 1,96 S./m³ y un consumo unitario medido de 126,18 m³/mes.¹¹⁸

7.1.2.3. Uso Energético

Las aguas del río Jequetepeque son utilizadas para generación hidroeléctrica sirviéndose para ello del embalse Gallito Ciego ubicado en las cercanías de Tembladera, provincia de Contumazá, Departamento de Cajamarca. La central entró en operaciones en noviembre de 1997 y está compuesta por dos turbinas de eje vertical (modelo Francis) que equivalen a una potencia instalada de 34 MW, con una capacidad de generación anual de 150 GWh.

7.1.2.4. Otros usuarios

No se ha detectado algún otro uso, como tampoco zonas de conservación, o con potencial de ser consideradas por la población una zona respecto de la cual habría que realizar actividades conservacionistas¹¹⁹.

Al consultar específicamente por usuarios mineros, la ANA precisó que no se han entregado derechos de agua asociados a este uso en la cuenca del Jequetepeque.¹²⁰

7.2. Estimación de costos asociados a la gestión de la cuenca

A continuación se presenta la aplicación de la metodología de estimación de costos asociados a la gestión de la cuenca y que son financiados con retribuciones económicas.

¹¹⁸ Según datos consignados en SUNASS (2011), “Las EPS y su desarrollo 2011”, Gerencia de Supervisión y Fiscalización, Lima, Perú.

¹¹⁹ En consecuencia no se ha identificado valores asociados a No Uso.

¹²⁰ Esta información se entregó directamente al Consultor en entrevista realizada a personal de la ANA.

7.2.1. Clasificación de actividades

Como fue establecido en el punto 6.1.2 de este informe, los órganos de línea de la ANA que tiene relación con la tipología de actividades A1, A2 A3 y B¹²¹ son:

- Dirección de Administración de los Recursos Hídricos (DARH)
- Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos (DGCRH)
- Dirección de Conservación y Planeamiento de los Recursos Hídricos (DCPRH)
- Dirección de Gestión del Conocimiento y Coordinación Interinstitucional (DGCCI)
- Dirección de Estudio y Proyectos Hidráulicos Multisectoriales (DEPHM)

Se identificaron las actividades contempladas para cada uno de estos órganos en el POI del año 2011, cuya clasificación se presenta en lo que sigue de esta sección. También se presentan las actividades de la AAA Jequetepeque-Zarumilla y de la ALA del Jequetepeque, órganos desconcentrados de la ANA que tienen jurisdicción sobre la cuenca del Río Jequetepeque.

7.2.1.1. Actividades de la Dirección de Administración de los Recursos Hídricos

La tabla siguiente presenta las 28 tareas propuestas por la DARH para el año 2011. Se concluyó que todas ellas se pueden clasificar como actividades tipo A1, debido a que se refieren a labores de administración y gestión del recurso hídrico.

¹²¹ Recordar que la definición de tipologías es:

- Actividades que financian las retribuciones por uso del agua
 - Tipo A1 De gestión y administración del recurso hídrico en las fuentes naturales de agua
 - Tipo A2 Medidas de control y vigilancia para proteger calidad, cantidad, conservación, gestión y preservación de recursos hídricos
 - Tipo A3 De formulación de planes de gestión del recurso hídrico
- Actividades que financian las retribuciones por vertimiento de aguas residuales tratadas
 - Tipo B De monitoreo, prevención, control y remediación de los daños ambientales ocasionados por vertimiento de aguas residuales tratadas

Tabla7-5
Tareas de la DARH clasificadas según tipología

ID	Nombre de las tareas de la DARH	TIPO
Tarea 1	Directiva complementaria al reglamento de otorgamiento de los derechos de uso de agua	A1
Tarea 2	Directiva para el registro de derechos de uso de agua.	A1
Tarea 3	Reglamento de Organizaciones de Usuarios.	A1
Tarea 4	Reglamento de Operadores de Infraestructura Hidráulica.	A1
Tarea 5	Directiva para aprobar la implantación, modificación y extinción de servidumbres.	A1
Tarea 6	Lineamientos para determinar las infracciones y sanciones por transgresión a la Ley de Recursos Hídricos y sus reglamentos.	A1
Tarea 7	Manual de Hidrometría para la distribución del agua, en la infraestructura hidráulica multisectorial.	A1
Tarea 8	Lineamientos para la supervisión a los órganos desconcentrados de la Autoridad Nacional del Agua y Operadores de Infraestructura Hidráulica.	A1
Tarea 9	Directiva para el inventario de la infraestructura multisectorial pública.	A1
Tarea 10	Lineamientos para la elaboración del Reglamento de Operación y Mantenimiento de infraestructura hidráulica multisectorial.	A1
Tarea 11	Supervisión, Asesoramiento y apoyo a los órganos desconcentrados en el cumplimiento de las normas en materia de aprovechamiento multisectorial de los recursos hídricos.	A1
Tarea 12	Evaluación de los Sistemas Hidráulicos Multisectoriales.	A1
Tarea 13	Mantener actualizado el registro preliminar de operadores de infraestructura hidráulica y organizaciones de usuarios.	A1
Tarea 14	Evaluación de expedientes administrativos sobre derechos de uso de agua con fines energéticos y recursos de apelación.	A1
Tarea 15	Desarrollo de Software Web de los registros Derechos de Uso de agua con fines no agrarios.	A1
Tarea 16	Implementar y Conducir el registro de derechos de uso de agua.	A1
Tarea 17	Monitoreo y control por pagos de retribuciones económicas agrarias, no agrarias, vertimientos, y por aplicación de tarifas.	A1
Tarea 18	Seguimiento al estudio económico que determine la metodología de cálculo de las retribuciones económicas por el uso del agua y por vertimiento de agua residual.	A1
Tarea 19	Desarrollo de Software para el cálculo de la Tarifa por uso de Infraestructura Hidráulica mayor y menor, y por monitoreo y gestión de aguas subterráneas.	A1
Tarea 20	Informe de cierre.	A1
Tarea 21	Derechos de agua consolidados en ámbito de la Administradora Local del Agua Huamachuco	A1
Tarea 22	Derechos de agua consolidados en ámbito de la Administradora Local del Agua Andahuaylas	A1

ID	Nombre de las tareas de la DARH	TIPO
Tarea 23	Derechos de agua consolidados en ámbito de la Administradora Local del Agua Tarapoto	A1
Tarea 24	Supervisión Frentes zonales de derechos de agua consolidados	A1
Tarea 25	Derechos de agua formalizados en el valle de Mantaro	A1
Tarea 26	Derechos de agua formalizados en el valle Alto Santa	A1
Tarea 27	Derechos de agua formalizados en el valle Cajamarca	A1
Tarea 28	Formalización de derechos de uso de agua potable	A1

Fuente: Elaboración propia, con base en el POI DARH 2011

7.2.1.2. Actividades de la Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos

De las 11 tareas propuestas por la DGCRH para el año 2011 se concluyó que dos corresponden al tipo A1 por responder a actividades de administración y gestión, mientras que siete se pueden clasificar como actividades tipo A2, porque se refieren a medidas de control y vigilancia de la calidad del recurso hídrico. Además, dos “tareas” de la DGCRH se clasificaron como tipo B por estar relacionadas con vertimientos de aguas residuales tratadas, a saber: la actividad de Fiscalización de vertimientos y la evaluación de expedientes para la autorización de vertimientos. La tabla que sigue resume la clasificación de las tareas de la DGCRH

Tabla7-6
Tareas de la DGCRH clasificadas según tipología

ID	Nombre de las tareas de la DGCRH	TIPO
Tarea 1	Vigilancia de la calidad del agua	A2
Tarea 2	Identificación de vertimientos (no autorizados)	A2
Tarea 3	Fiscalización de vertimientos	B
Tarea 4	Estudio sobre metodologías para determinar el impacto de vertimientos en el cuerpo receptor	A2
Tarea 5	Diagnóstico de la calidad de los recursos hídricos y vertimientos en 6 cuencas piloto	A2
Tarea 6	Evaluación de expedientes para la autorización de vertimiento o reuso	B
Tarea 7	Evaluación de expedientes para denuncias por calidad de agua	A2

Tarea 8	Revisión y opinión de los estudios de evaluación de impacto ambiental	A1
Tarea 9	Información sobre el Programa de Adecuación de Vertimientos	A2
Tarea 10	Apoyo técnico para la Estrategia Nacional de mejoramiento de la calidad de los recursos hídricos	A1
Tarea 11	Apoyo técnico para la identificación y monitoreo de la calidad del recurso hídrico en as 6 cuencas piloto	A2

Fuente: Elaboración propia con base en el POI de la DGCRH 2011

7.2.1.3. Actividades de la Dirección de Conservación y Planeamiento del Recurso Hídrico

La tabla siguiente presenta las 70 tareas propuestas por la DCPRH para el año 2011, de las cuales 26 fueron clasificadas como actividades tipo A1, 33 como tipo A2 y 11 como tipo A3.

Tabla7-7
Tareas de la DCPRH clasificadas según tipología

ID	Nombre de las tareas de la DCPRH	Tipo
Tarea 1	Revisión de expedientes técnicos con fines de determinación de disponibilidad de agua superficial	A1
Tarea 2	Revisión de expedientes técnicos con fines de autorización de ejecución de obras en las fuentes naturales	A1
Tarea3	Revisión de expedientes técnicos para la delimitación de fajas marginales en las fuentes naturales	A1
Tarea 4	Revisión de estudio de Recursos Hídricos para reserva de agua superficial en las fuentes naturales	A1
Tarea 5	Revisión, evaluación y aprobación de estudios hidrológicos con fines de perforación de pozos	A1
Tarea 6	Evaluación de expedientes técnicos para el otorgamiento de licencias a los consultores y empresas perforadoras de aguas subterráneas	A1
Tarea 7	Revisión de expedientes técnicos y administrativos referentes a los Recursos Hídricos subterráneos	A1
Tarea 8	Evaluación del estado de vedas de agua subterránea en los acuíferos	A1
Tarea 9	Revisión del inventario de fuentes de aguas superficiales en el ámbito de las ALA(s)	A1
Tarea 10	Revisión de informes mensuales de los estudios de caracterización e inventario de las fuentes de agua subterránea	A1
Tarea 11	Supervisión y redacción de la memoria final de caracterización hidrogeológica del acuífero del valle medio y bajo Piura	A1
Tarea 12	Interpretación del sondeo por transitorios electromagnéticos TDEM-medio y bajo Piura	A1

ID	Nombre de las tareas de la DCPRH	Tipo
Tarea 13	Supervisión y redacción de la memoria final del inventario de fuentes de aguas subterráneas en el acuífero del valle Virú	A1
Tarea 14	Supervisión del monitoreo de acuíferos	A1
Tarea 15	Supervisión del estudio: evaluación y conservación del acuífero Chancay-Lambeyque	A1
Tarea 16	Evaluación de las aguas subterráneas del acuífero Asia-Omas	A1
Tarea 17	Actualización matemática del modelo de simulación matemática del acuífero de Ica	A1
Tarea 18	Revisión de estudio de Recursos Hídricos superficiales	A1
Tarea 19	Evaluación de la información hidrométrica en las cuencas hidrográficas	A1
Tarea 20	Supervisión de los órganos desconcentrados en materia de estudios que involucran la determinación de caudal ecológico y que forman parte de expedientes técnicos en materia de aguas	A1
Tarea 21	Supervisión del estudio del diagnóstico de la gestión de Recursos Hídricos de la cuenca Huaray y Ene-Perené	A1
Tarea 22	Seguimiento, evaluación y monitoreo de la conformación de consejos de recursos hídricos de las cuencas Vilcanota-Urubamba, Chichipe-Chamaya y otros	A1
Tarea 23	Seguimiento, evaluación y monitoreo de la conformación de consejos de Recursos Hídricos de 6 cuencas piloto	A1
Tarea 24	Seguimiento, evaluación y monitoreo a la implementación del reglamento interno del Consejo de recursos hídricos en cuencas piloto	A1
Tarea25	Seguimiento, evaluación y monitoreo de la formulación del plan de gestión de Recursos Hídricos en cuencas piloto	A1
Tarea 26	Opinión técnica sobre planeamiento de Recursos Hídricos	A1
Tarea 27	Estudio y monitoreo de glaciares	A2
Tarea 28	Inventario nacional de glaciares y lagunas	A2
Tarea 29	Estudio y monitoreo de lagunas	A2
Tarea 30	Inventario nacional de glaciares y lagunas	A2
Tarea 31	Monitoreo de la laguna Paron 2010	A2
Tarea 32	Caracterización hidrológica de acuífero medio y bajo Piura	A2

ID	Nombre de las tareas de la DCPRH	Tipo
Tarea 33	Inventario de fuentes de aguas subterráneas en el valle Virú	A2
Tarea 34	Evaluación y conservación del acuífero Chancay-Lambeyque	A2
Tarea 35	Monitoreo del acuífero Motupe	A2
Tarea 36	Monitoreo del acuífero La Leche	A2
Tarea 37	Monitoreo del acuífero Chancay-Lambeyque	A2
Tarea 38	Monitoreo del acuífero Lurin	A2
Tarea 39	Monitoreo del acuífero Chilca	A2
Tarea 40	Monitoreo del acuífero Mala	A2
Tarea 41	Monitoreo del acuífero Asia-Omas	A2
Tarea 42	Monitoreo del acuífero Rio Seco	A2
Tarea 43	Monitoreo del acuífero Ica	A2
Tarea 44	Monitoreo del acuífero Chili	A2
Tarea 45	Monitoreo del acuífero Caplina	A2
Tarea 46	Caracterización hidrogeológica del acuífero Chicama 2010	A2
Tarea 47	Monitoreo de 28 acuíferos 2010- complementación	A2
Tarea 48	Modelación del acuífero Chancay-Lambeyque	A2
Tarea 49	Actualización de Recursos Hídricos del Perú	A2
Tarea 50	evaluación de Recursos Hídricos de la cuenca del río Punyango-Tumbes	A2
Tarea 51	Evaluación del Recursos Hídricos de la cuenca del río Chancay-Huaral	A2
Tarea 52	Evaluación del Recursos Hídrico de la cuenca del río colca-Majes-Camaná	A2

ID	Nombre de las tareas de la DCPRH	Tipo
Tarea 53	Balance Hídrico del Lago Titicaca	A2
Tarea 54	Influencia del cambio climático en los Recursos Hídricos en los ríos principales del Perú	A2
Tarea 55	Estudio de estaciones hidrométricas red nacional- Región Titicaca	A2
Tarea 56	Estudio de estaciones hidrométricas red nacional- Región Costa	A2
Tarea 57	Estudio de estaciones hidrométricas red nacional- Región Amazonas	A2
Tarea 58	Normas sobre protección de fuentes de agua	A2
Tarea 59	Estudios sobre disponibilidad hídrica integral del río Huacabamba	A2
Tarea 60	Diagnóstico de la gestión de Recursos Hídricos en la cuenca Huaura	A3
Tarea 61	Diagnóstico de la gestión de recursos hídricos en la cuenca Ene-Perené	A3
Tarea 62	Identificación y caracterización de los actores para la conformación del Consejo de cuenca Chinchipe-Chamaya	A3
Tarea 63	Delimitación y codificación de unidades hidrográficas menores del país	A3
Tarea 64	Lineamientos para la formulación de planes de gestión de Recursos Hídricos	A3
Tarea 65	Lineamientos para la elaboración del reglamento interno del Consejo de Recursos Hídricos	A3
Tarea 66	Lineamiento para la elaboración de expedientes técnico de creación de consejo de recursos hídricos de cuenca	A3
Tarea 67	Delimitación de administradores locales de agua por AAA	A3
Tarea 68	Implementación del sistema de gestión de recursos hídricos en las cuencas transfronterizas Zarumilla y Titicaca	A3
Tarea 69	Plan Nacional de RH del Perú etapa I	A3
Tarea 70	Seguimiento y supervisión del PNRH del Perú etapa I	A3
Nota: /* Las tareas del POI de la DCPRH se agrupa en áreas, por lo que para el presente análisis se listaron las tareas de todas las áreas y se procedió a su numeración.		

Fuente: Elaboración Propia con base en POI 2011 de la DCPRH.

7.2.1.4. Actividades de la Dirección de Gestión de Conocimiento y Cooperación Interinstitucional

La tabla que sigue presenta las 16 tareas propuestas por la DGCCI para el 2011, todas ellas clasificadas como actividades tipo A1.

Tabla7-8
Tareas de la DGCCI clasificadas según tipología

ID	Nombre de las tareas de la DGCCI	Tipo
Tarea 1	Elaboración del manual para el desarrollo de acciones sobre fortalecimiento de capacidades en GIRH	A1
Tarea 2	Formulación e implementación del Plan Anual de Fortalecimiento de Capacidades para la GIRH	A1
Tarea 3	Asistencia técnica a los órganos de Línea, órganos desconcentrados de la ANA y PMGRH en sus actividades de fortalecimiento de capacidades	A1
Tarea 4	Desarrollo y actualización del portal de gestión del conocimiento para la cultura del agua y la promoción de la GIRH en la web institucional	A1
Tarea 5	Asistencia Técnica para la implementación del programa de capacitación en GIRH para tomadores de decisión	A1
Tarea6	Asistencia Técnica en el diseño e implementación del diplomado en GIRH para profesionales de gerencia media	A1
Tarea7	Asistencia Técnica en la formación de promotores en cultura del agua en las cuencas piloto para la población en general	A1
Tarea 8	Asistencia Técnica a la promoción de la cultura del agua en los niveles de educación primaria y secundaria	A1
Tarea 9	Desarrollo de conocimientos sobre GIRH	A1
Tarea 10	Asistencia Técnica para la elaboración del plan nacional de sensibilización en cultura del agua	A1
Tarea 11	Asistencia Técnica para la formación de la cultura del agua en la población vía programas de sensibilización masiva	A1
Tarea 12	Actualización e Implementación de la estrategia de comunicación institucional	A1
Tarea 13	Desarrollo de acciones de promoción y sensibilización en cultura del agua	A1
Tarea 14	Elaboración de lineamientos del funcionamiento del SNGRH	A1
Tarea 15	Desarrollo de acciones de coordinación institucional e interinstitucional para el funcionamiento y evaluación del SNGRH	A1
Tarea 16	Acompañamiento a los procesos de diálogo y concertación en torno al agua	A1

Fuente: Elaboración Propia con base en el POI 2011 de la DGCCI

7.2.1.5. Actividades de la Dirección de Estudios y Proyectos Hidráulicos Multisectoriales

De las 13 tareas propuestas por la DEPHM para el año 2011 únicamente dos corresponden al tipo de actividades que financian las retribuciones, pues 11 de ellas hacen referencia estudios de pre-inversión que están vinculados a los proyectos de infraestructura y no deben ser financiados con retribuciones. Las dos actividades de la DEPHM que si entran en el presente estudio son las tareas 11 y 12, a saber: la guía metodológica para la formulación del plan de tratamiento de cauces y lineamiento para el estudio “control de sedimentos en los ríos de la costa”. Ambas clasifican dentro del tipo de actividades A2 por estar relacionadas con medidas de prevención y control.

La siguiente tabla presenta las actividades o “tareas” que realiza ésta Dirección, clasificando como NA a aquellas actividades que no aplican como aquellas que deban ser financiadas por las retribuciones económicas.

Tabla7-9
Tareas de la DEPHM clasificadas según tipología

ID	Nombre de las tareas de la DEPHM	TIPO
Tarea 1	Estudio de preinversión a nivel de perfil "mejoramiento de la bocatoma La Peña y el canal de la margen izquierda del río Tumbes"	NA
Tarea 2	Estudio de preinversión a nivel de perfil "presa Morrión Cruz de Colaya para riego y agua potable"	NA
Tarea 3	Estudio de pequeños represamientos y regulación de lagunas en las cuencas Arequipa y Ancash	NA
Tarea 4	Estudio de preinversión a nivel de factibilidad "afianzamiento hídrico en la cuenca del Río Pisco-Río Seco"	NA
Tarea 5	Estudio de preinversión a nivel de perfil "proyecto de embalses y lagunas en la cuenca Mantaro"	NA
Tarea 6	Estudio de preinversión a nivel de factibilidad "construcción de irrigación chota"	NA
Tarea 7	Estudio de preinversión a nivel de perfil "afianzamiento hídrico en la cuenca del Río Mala"	NA
Tarea 8	Estudio de preinversión a nivel de perfil "afianzamiento hídrico en la cuenca del Río Nazca"	NA
Tarea 9	Estudio de preinversión a nivel de perfil "afianzamiento hídrico en la cuenca Alta del Río Apurímac"	NA
Tarea 10	Estudio "tratamiento de cauce del río para el control de inundaciones en la cuenca del río Santa" y "estudio de pre-inversión a nivel de perfil para obras de control de inundaciones en la cuenca del Río Santa"	NA
Tarea 11	Guía metodológica para la formulación del Plan de tratamiento de cauces	A2

ID	Nombre de las tareas de la DEPHM	TIPO
Tarea 12	Lineamiento para el estudio "control de sedimentos en los ríos de la costa"	A2
Nota: /* NA: No aplica. La actividad o tarea no clasifica dentro de la tipología de actividades A1, A2, A3 o B.		

Fuente: Elaboración Propia con base en POI 2011 de la DEPHM

7.2.1.6. Actividades de la Autoridad Administrativa del Agua Jequetepeque – Zarumilla

En Perú se crearon 14 AAA para cubrir el territorio nacional, de las cuales, la Autoridad Administrativa del Agua Jequetepeque-Zarumilla (AAA-JZ) tiene jurisdicción sobre la cuenca del Río Jequetepeque. A continuación se presenta la clasificación de las tareas que actualmente realiza dicho órgano, resumida en la tabla siguiente. De las 32 tareas incluidas en el POI del año 2011, 30 actividades corresponden al tipo A1, 1 corresponde al tipo A2 y 1 al tipo A3.

Tabla7-10
Tareas de la AAA-JZ clasificadas según tipología

ID	Nombre de las tareas de la AAA-JZ	TIPO
Tarea 1	Acciones de dirección, supervisión y coordinación interinstitucional	A1
Tarea 2	Acciones de Planeamiento y presupuesto	A1
Tarea 3	Acciones de asesoría jurídica	A1
Tarea 4	Acciones Administrativas	A1
Tarea 5	Acciones de concertación y coordinación con los integrantes del SNGRH de su ámbito	A1
Tarea 6	Aplicar sanciones por infracción a la normatividad en materia de aguas	A2
Tarea 7	Resolver en primera instancia administrativa las cuestiones y reclamos por uso del agua de su competencia	A1
Tarea 8	Resolver los recursos administrativos que se interpongan contra las resoluciones que expida la Administrado Local del Agua (apelaciones)	A1
Tarea 9	Aprobar la resolución conciliada de las controversias por el uso del agua adoptadas por los administrados en los procedimientos	A1
Tarea 10	Supervisar el cumplimiento de la aplicación de directivas de diseño, operación, mantenimiento y seguridad, de presas e infraestructura hidráulica mayo pública	A1

ID	Nombre de las tareas de la AAA-JZ	TIPO
Tarea 11	Supervisar la ejecución de los planes de descarga de las presas reguladas	A1
Tarea 12	Supervisar el otorgamiento de permisos	A1
Tarea 13	Otorgar, modificar y extinguir licencias de uso del agua	A1
Tarea 14	Otorgar, modificar y extinguir autorizaciones de uso del agua	A1
Tarea 15	Aprobar la implantación, modificación y extinción de servidumbres forzosas por uso de agua.	A1
Tarea 16	Otorgar autorizaciones de reuso de agua residual tratada	A1
Tarea 17	Aprobar la delimitación de fajas marginales	A1
Tarea 18	Autorizar la ejecución de obras en los bienes naturales asociados al agua y en la infraestructura hidráulica multisectorial	A1
Tarea 19	Autorizar la elaboración de estudios de aprovechamiento hídrico en las fuentes naturales de agua y bienes asociados a ésta.	A1
Tarea 20	Aprobar los estudios de aprovechamiento hídrico en las fuentes naturales de agua y bienes asociados a ésta.	A1
Tarea 21	Autorizar la ejecución de obras en las fuentes naturales de agua y bienes asociados a ésta, destinadas a la obtención de derechos de uso	A1
Tarea 22	Emitir opinión técnica vinculante respecto a la disponibilidad de recursos hídricos para la viabilidad de proyectos de infraestructura hidráulica	A1
Tarea 23	Consolidación de información de recursos hídricos	A1
Tarea 24	Consolidación de información de pago de la retribución económica por el uso del agua y por vertimientos de aguas residuales	A1
Tarea 25	Consolidar la información del inventario de infraestructura hidráulica pública y privada, generada por las ALA's de su jurisdicción	A1
Tarea 26	Consolidar la información de la red específica de estaciones hidrométricas generadas por las ALA's de su jurisdicción	A1
Tarea 27	Realizar el diagnóstico de glaciares, donde corresponda, y lagunas alto andinas, en coordinación con el Ministerio del Ambiente	A1
Tarea 28	Realizar diagnóstico de la caracterización y evaluación de los recursos hídricos y de las fuentes naturales de agua	A1
Tarea 29	Realizar diagnóstico de las fuentes de agua subterránea	A1
Tarea 30	Elaborar los diagnósticos técnicos que sirvan de sustento a los planes de gestión de recursos hídricos de las cuencas y supervisar el cumplimiento	A3

ID	Nombre de las tareas de la AAA-JZ	TIPO
Tarea 31	Diagnóstico de la infraestructura hidráulica mayor	A1
Tarea 32	Realizar acciones de sensibilización, capacitación, campañas de difusión para el establecimiento de la cultura del agua	A1

Fuente: Elaboración propia con base en el POI 2011. AAA-JZ.

7.2.1.7. Actividades de la Administradora Local del Agua del Jequetepeque

La ALA que tiene jurisdicción sobre la cuenca piloto es la ALA del Jequetepeque (ALA-J). Las 32 tareas incluidas en el POI de la ALA-J corresponden al tipo de actividades que financian las retribuciones, de las cuales 30 son del tipo A1 y 2 son del tipo A2. En la tabla siguiente se presentan el resultado de la clasificación.

Tabla7-11
Tareas de la ALA-J clasificadas según tipología

ID	Nombre de las tareas de la ALA-J	TIPO
Tarea 1	Otorgar permisos de uso de agua.	A1
Tarea 2	Aprobar el valor de las tarifas por utilización de Infraestructura Hidráulica y de uso de aguas subterráneas.	A1
Tarea 3	Realizar eventos de capacitación y sensibilización	A1
Tarea 4	Emitir opinión previa vinculante para el otorgamiento de autorizaciones de extracción de material de acarreo en cauces naturales de agua.	A2
Tarea 5	Reconocer las organizaciones de usuarios y operadores de la infraestructura hidráulica.	A1
Tarea 6	Organizar y remitir expediente para el otorgamiento, modificación y extinción de licencias, autorizaciones y servidumbres.	A1
Tarea 7	Organizar y remitir expediente para el otorgamiento, modificación y extinción de autorizaciones de reuso de aguas residuales tratadas.	A1
Tarea8	Organizar y remitir expediente para la ejecución de obras en los bienes naturales asociados al agua y en la infraestructura hidráulica multisectorial.	A1
Tarea 9	Organizar y remitir expediente para autorizar la elaboración de estudios de aprovechamiento hídrico en las fuentes naturales de agua y bienes asociados a ésta.	A1
Tarea 10	Organizar y remitir expediente para aprobar estudios de aprovechamiento hídrico en las fuentes naturales de agua y bienes asociados a ésta.	A1
Tarea 11	Organizar y remitir expediente para autorizar la ejecución de obras en las fuentes naturales de agua y bienes asociados a ésta, destinadas a la obtención de derechos de uso de agua.	A1

ID	Nombre de las tareas de la ALA-J	TIPO
Tarea 12	Organizar y remitir expediente sobre cuestiones y reclamos por el uso del agua.	A1
Tarea 13	Organizar y remitir expediente para solución de controversias por el uso del agua.	A1
Tarea 14	Documento atendido a usuarios de agua.	A1
Tarea 15	Apoyar al Director de la AAA para el funcionamiento del Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos, en su jurisdicción.	A1
Tarea 16	Elaborar informe técnico para aplicar sanción.	A1
Tarea 17	Supervisar y evaluar la gestión de los operadores de infraestructura hidráulica.	A1
Tarea 18	Supervisar la aplicación de las tarifas por utilización de Infraestructura Hidráulica y de uso de aguas subterráneas.	A1
Tarea 19	Supervisar el pago de la recaudación de la retribución económica por el uso del agua y por vertimientos de aguas residuales tratadas en las fuentes naturales de agua.	A1
Tarea 20	Acciones de control y vigilancia para asegurar el uso sostenible, la conservación y protección de la calidad de los recursos hídricos.	A2
Tarea 21	Realizar acciones de difusión.	A1
Tarea 22	Recopilar y evaluar la información de las descargas diarias de los ríos y de los volúmenes de agua almacenados en reservorios y lagunas reguladas.	A1
Tarea 23	Recopilar y evaluar los volúmenes de agua utilizados por los operadores de la infraestructura hidráulica.	A1
Tarea 24	Implementar, administrar y mantener actualizado el inventario de infraestructura hidráulica pública y privada.	A1
Tarea 25	Identificar puntos para el establecimiento de sistemas de medición de caudal de la gestión en alta.	A1
Tarea 26	Supervisar la actualización del inventario de infraestructura hidráulica pública y privada.	A1
Tarea 27	Coordinaciones Administrativas (presupuestal, contable, personal, logístico, tesorero, informático, archivos y control interno, entre otros).	A1
Tarea 28	Documentos recibidos	A1

Fuente: Elaboración propia con base en el POI 2011-ALA-J.

7.2.1.8. Consideraciones adicionales

Después de revisar y ordenar la información recopilada, se procedió a verificar si las “tareas” que se incluyen en el POI de cada órgano de la ANA

cubren todas las actividades que la LRH y su Reglamento mandata. Se concluye que esto no ocurre, particularmente con las actividades de remediación o recuperación de la calidad de las fuentes de agua, puesto que la ANA ha sido creada como una entidad técnica-rectora. En este aspecto la ANA coordina (costos que sí están incluidos en su quehacer) y debe ejercer su facultad sancionadora y coactiva, siendo responsabilidad de los titulares que tienen influencia en la calidad de los recursos hídricos mantener los estándares exigidos, en el marco de la implementación de los compromisos ambientales que dichos titulares asumen en sus respectivos instrumentos.

El Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca del Jequetepeque, órgano contemplado en la LRH y su Reglamento, a la fecha no ha sido creado. No obstante, es posible estimar algún costo conociendo la composición del personal asociado a la secretaría del Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca.¹²²

En todo caso, el no cumplimiento de todas las funciones que la ley señala es entendible y esperable si se toma en cuenta que la ANA sólo lleva tres años de funcionamiento, aún no ha terminado su proceso de consolidación institucional y ha logrado ir avanzando en cubrir el territorio nacional.

7.2.2. Estimación de costos de personal profesional y de apoyo

Según lo establecido en la sección metodológica, el costo asociado al personal se calcula en términos generales como:

$$CP = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \alpha_{ij} * CP_j$$

Donde “CP_j” es el costo de la persona “j” (salario mensual) y “α_{ij}” es la participación, expresada en términos porcentuales, de la persona “j” en la actividad “i”.

A modo ilustrativo se presenta el caso de la DEPHM, el resto de los cálculos se pueden observar en el Anexo 2 Retribución.

¹²²Se recibió información por parte del Proyecto: “Modernización de la Gestión de los Recursos Hídricos (PMGRH)” que permitiría realizar una estimación.

Tabla7-12
Participación del personal profesional de la DEPHM en sus actividades

ID	Nombre de las tareas de la DEPHM	Tipo	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Tarea 1	Estudio de preinversión a nivel de perfil "mejoramiento de la bocatoma La Peña y el canal de la margen izquierda del río Tumbes"	NA	1			1				
Tarea 2	Estudio de preinversión a nivel de perfil "presa Morrión Cruz de Colaya para riego y agua potable"	NA	1			1				
Tarea 3	Estudio de pequeños represamientos y regulación de lagunas en las cuencas Arequipa y Ancash	NA	1		1					
Tarea 4	Estudio de preinversión a nivel de factibilidad "afianzamiento hídrico en la cuenca del Río Pisco-Río Seco"	NA	1	1						
Tarea 5	Estudio de preinversión a nivel de perfil "proyecto de embalses y lagunas en la cuenca Mantaro"	NA	1		1					
Tarea 6	Estudio de preinversión a nivel de factibilidad "construcción de irrigación chota"	NA	1				1			
Tarea 7	Estudio de preinversión a nivel de perfil "afianzamiento hídrico en la cuenca del Río Mala"	NA	1		1					
Tarea 8	Estudio de preinversión a nivel de perfil "afianzamiento hídrico en la cuenca del Río Nazca"	NA	1					1		
Tarea 9	Estudio de preinversión a nivel de perfil "afianzamiento hídrico en la cuenca Alta del Río Apurímac"	NA	1	1						
Tarea 10	Estudio "tratamiento de cauce del río para el control de inundaciones en la cuenca del río Santa" y "estudio de pre-inversión a nivel de perfil para obras de control de inundaciones en la cuenca del Río Santa"	NA	1						1	
Tarea 11	Guía metodológica para la formulación del Plan de tratamiento de cauces	A2	1						1	
Tarea 12	Lineamiento para el estudio "control de sedimentos en los ríos de la costa"	A2	1							1

Fuente: Elaboración Propia con base en POI 2011 de la DEPHM

La tabla anterior muestra la participación del personal profesional de la DEPHM en las diferentes actividades contempladas para el año 2011. Se ha marcado con un 1 si la persona, denominada como Pj, se dedica a dicha actividad. Como no se dispone información respecto de la proporción de tiempo que se dedica a cada una de las tareas en las que se encuentra involucrado, se ha hecho el supuesto que destina la misma cantidad de horas a todas las actividades en las cuales participa. De esta forma, la persona identificada como P1 participa en las 12 actividades de la DEPHM, 2 de ellas clasificadas como tipo A2. En consecuencia el tiempo dedicado a este tipo de tareas es equivalente a 2/12, es decir, un 16,7%. De esta manera se procede con todo el personal y todas las actividades. El resultado de este ejercicio se resume en la tabla siguiente.

Tabla7-13
Participación porcentual del personal profesional de la DEPHM en sus actividades

Actividad Tipo	P1	P2	p3	P4	P5	P6	P7	P8
A1	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
A2	16,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	50,0%	100,0%
A3	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
B	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
NA	83,3%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	50,0%	0,0%
TOTAL	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Fuente: Elaboración Propia

Los porcentajes antes determinados permiten distribuir los salarios del personal profesional en las distintas tipologías de actividades, según se muestra en la tabla siguiente.

Tabla7-14
Distribución salario del personal profesional de la DEPHM en sus actividades (S/.)

Actividad Tipo	P1	P2	p3	P4	P5	P6	P7	P8
A1	-	-	-	-	-	-	-	-
A2	1.917	-	-	-	-	-	3.750	4.500
A3	-	-	-	-	-	-	-	-
B	-	-	-	-	-	-	-	-
NA	9.583	8.000	8.000	8.000	6.000	6.500	3.750	-
TOTAL	11.500	8.000	8.000	8.000	6.000	6.500	7.500	4.500

Fuente: Elaboración Propia

El resumen de los costos anuales asociado al personal profesional por órgano se presenta en la tabla siguiente.

Tabla7-15
Resumen costo personal profesional al año (S/./año)

ORGANO	TIPO DE ACTIVIDAD				TOTAL
	A1	A2	A3	B	
DARH	2.242.800	-	-	-	2.242.800
DGCRH	184.691	564.618	-	478.891	1.228.200
DCPRH	877.717	1.262.710	147.973	-	2.288.400
DGCCI	915.600	-	-	-	915.600
DEPHM	-	122.000	-	-	122.000
AAA-JZ	474.175	7.665	7.760	-	489.600
ALA-J	215.291	15.109	-	-	230.400
CC					-
TOTAL	4.910.273	1.972.103	155.733	478.891	7.517.000

Fuente: Elaboración Propia

El costo en personal no sólo se refiere al profesional, también debe considerarse el personal de apoyo. En este sentido, la ANA define como personal de apoyo a las personas vinculadas a cargos técnicos, secretarias, chóferes y auxiliares, que en general contribuyen al buen desarrollo de todas las actividades que realiza cada órgano y que por lo tanto hacen un aporte transversal a todas ellas. En general, esta es una dotación relativamente estable, por lo que se considera la asignación contemplada por la ANA para el año 2011.

En el caso de la DEPHM se cuenta con 6 personas, considerando un salario medio de S/.1.500 al mes se tiene un costo anual de S/.108.000 al año. El costo en personal profesional de la DEPHM se desglosó en S/.122.000 al año en actividades tipo A2 y S/.598.000 en otras, por lo que el costo en personal de apoyo de la DEPHM asociado a las actividades tipo A2 se estima en S/.18.000 al año. La tabla que sigue muestra el resumen de este ejercicio.

Tabla7-16
Resumen costo personal de apoyo al año (S/./año)

Órganos de la ANA	Personal de Apoyo	Costo Total Personal	TIPO DE ACTIVIDAD			
			A1	A2	A3	B

		Apoyo				
DARH	5	90.000	90.000	-	-	-
DGCRH	4	72.000	10.827	33.099	-	28.074
DCPRH	5	90.000	34.520	49.661	5.820	-
DGCCI	4	72.000	72.000	-	-	-
DEPHM	6	108.000	-	18.300	-	-

Fuente: Elaboración Propia.

El número del personal de apoyo se obtiene usando la información de la ANA contenida en el Cuadro de Asignación de Personal de la ANA 2011, que presenta el número de personas asignadas para cada uno de los órganos de línea según tipo de cargo.

Finalmente, los costos de personal asociados al uso del agua se obtienen de sumar los gastos ligados a las tipologías A1, A2 y A3, mientras que el costo en personal asociado al vertimiento de aguas residuales tratadas corresponde directamente a los costos relacionados a la tipología B. En el caso de los costos asociados a las actividades de “Dirección, control y asesoramiento” se tomó el costo personal directamente de la ejecución de compromisos. El personal de la Secretaría Técnica del Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca se estimó con base en la información del organigrama tipo de dicha secretaría, la que fue proporcionada por el Programa de Modernización de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, . El resultado se resume en la siguiente tabla.

Tabla7-17
Resumen costo personal al año (S./año)

ORGANO	TIPO DE ACTIVIDAD				Total
	A1	A2	A3	B	
DARH	2.332.800	-	-	-	2.332.800
DGCRH	195.518	597.717	-	506.965	1.300.200
DCPRH	912.236	1.312.371	153.793	-	2.378.400
DGCCI	987.600	-	-	-	987.600
DEPHM	-	140.300	-	-	140.300
AAA-JZ	474.175	7.665	7.760	-	489.600
ALA-J	215.291	15.109	-	-	230.400
CC	336.000	168.000	264.000	84.000	852.000
Dirección, control y asesoramiento	2.698.908	2.698.908	2.698.908	2.698.908	10.795.632
Total Personal	8.152.528	4.940.071	3.124.461	3.289.873	19.506.932

Fuente: Elaboración Propia.

7.2.3. Estimación de otros costos: bienes y servicios

Según ya se ha mencionado, los costos asociados a “bienes y servicios”, “activos” y “otros costos” se registran dentro de las partidas del presupuesto de la ANA. El cálculo de dichos costos por actividad se obtiene utilizando el costo de personal como un índice ponderador que permite prorratear los costos de bienes y servicios, activos y otros gastos por tipo de actividad, con base en el reporte del sistema integrado de administración financiera “Ejecución de Compromisos vs Marco Presupuestal 2011”. Siguiendo la metodología descrita en el numeral 6.1 de este informe, a continuación se presenta el cálculo de costos para la cuenca de Jequetepeque.

7.2.1. Distribución de costos por cuenca

El factor de distribución de costos por cuenca se construyó utilizando como información base el volumen de agua entregado a usuarios vía derecho, que está disponible a nivel de ALA. En el caso del Jequetepeque el ALA encargada solo atiende a la cuenca analizada, por lo que el volumen de agua asociado a la cuenca coincide con el del ALA.

A junio de 2011, la cuenca del Jequetepeque tenía asignado por licencias un volumen de 482,5 millones de m³, el que representa un 4,40% del volumen de la AAA-JZ (10.976,8 millones de m³) y de un 2,08% del volumen total de las 159 cuencas del Perú (23.223,7 millones de m³). Estos porcentajes son los utilizados en el prorrateo de costos, que permiten estimar aquellos provenientes de los órganos de línea de la ANA, de la AAA-JZ, y los relativos a Dirección, control y asesoramiento. Los costos asociados al ALA del Jequetepeque se imputan directamente al costo de la cuenca al igual que los costos asociados a la secretaría del Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca.

En lo que sigue se presentan 2 alternativas de costos. La primera sólo incluye los costos de personal, bienes y servicios, activos y otros gastos de los órganos de línea que intervienen directamente en la gestión asociada al uso del agua y a los vertimientos autorizados, y la segunda incluye todas las unidades de la ANA.

En la siguiente tabla se presenta el resumen del costo asociado al agua y al vertimiento de la cuenca del Jequetepeque para la primera opción:

Tabla 7-18
Resumen costo total anual cuenca Jequetepeque
Opción 1- Sin incluir Dirección, Control y Asesoramiento
(S/./año)

ORGANO	TIPO DE ACTIVIDAD			
	A1	A2	A3	B
Personal				
DARH	48.466	-	-	-
DGCRH	4.062	12.418	-	10.533
DCPRH	18.952	27.265	3.195	-
DGCCI	20.518	-	-	
DEPHM	-	2.915	-	
AAA-JZ	20.843	337	341	
ALA-J	215.291	15.109	-	
CC	56.072	56.072	56.072	56.072
Bienes y Servicios				
Órganos de línea	74.614	34.549	2.591	8.542
AAA-JZ	17.220	278	282	
ALA-J	91.766	6.440	-	
CC	143.218	71.609	112.528	35.804
Activos				
Órganos de línea	12.233	4.955	386	1.212
AAA-JZ	5.596	90	92	
ALA-J	2.849	200	-	
CC	4.447	2.223	3.494	1.112
Otros gastos				
Órganos de línea	9.848	4.560	342	1.127
AAA-JZ	4	0	0	-
ALA-J	444	31	-	-
CC	693	346	544	173
TOTAL	1.027.062	351.328	387.796	142.503

Costo asociado al agua	1.766.185
Costo asociado a vertimiento	142.503
TOTAL	1.908.689

Fuente: Elaboración Propia.

Si se incluyen los costos asociados a actividades de dirección, control y asesoramiento, valores obtenidos del presupuesto entregado a esta Consultora, se tiene que el valor de los costos totales para la cuenca del

Jequetepeque aumenta en un 30%. En la siguiente tabla se presenta un resumen de la segunda opción:

Tabla 7-19
Resumen costo total anual cuenca Jequetepeque
Opción 2- Total ANA

ORGANO	TIPO DE ACTIVIDAD			
	A1	A2	A3	B
Personal				
DARH	48.466	-	-	-
DGCRH	4.062	12.418	-	10.533
DCPRH	18.952	27.265	3.195	-
DGCCI	20.518	-	-	-
DEPHM	-	2.915	-	-
AAA-JZ	20.843	337	341	-
ALA-J	215.291	15.109	-	-
Dirección, control y asesoramiento	56.072	56.072	56.072	56.072
Secretaría Técnica CC	336.000	168.000	264.000	84.000
Bienes y Servicios				
Órganos de línea	74.614	34.549	2.591	8.542
AAA-JZ	17.220	278	282	-
ALA-J	91.766	6.440	-	-
Dirección, control y asesoramiento	48.291	48.291	48.291	48.291
Secretaría Técnica CC	143.218	71.609	112.528	35.804
Activos				
Órganos de línea	12.233	4.955	386	1.212
AAA-JZ	5.596	90	92	-
ALA-J	2.849	200	-	-
Dirección, control y asesoramiento	2.727	2.727	2.727	2.727
Secretaría Técnica CC	4.447	2.223	3.494	1.112
Otros gastos				
Órganos de línea	9.848	4.560	342	1.127
AAA-JZ	4	0	0	-
ALA-J	444	31	-	-
Dirección, control y asesoramiento	10.994	10.994	10.994	10.994
Secretaría Técnica CC	693	346	544	173
TOTAL	1.145.146	469.412	505.879	260.587

Costo asociado al agua	2.120.437
Costo asociado a vertimiento	260.587
TOTAL	2.381.024

Fuente: Elaboración Propia.

En este costeo existe plena consistencia entre el PEI 2011-2015 y el presupuesto. En consecuencia, y dado que en el PEI no es posible obtener información de costos desagregada respecto de bienes y servicios, sólo se usa información del presupuesto.

7.3. Estimación valor agua por usuario

Esta sección presenta la aplicación de la metodología de estimación del valor del agua para los usuarios identificados en la cuenca del Jequetepeque.

7.3.1. Uso agrario

La estimación del valor del agua para los usuarios agrarios del Jequetepeque que utilizan el recurso hídrico para riego considera en primer lugar la estimación de una Cédula de Cultivos promedio, con el objeto de calcular los costos de producción, los ingresos que se generan y por consiguiente el cálculo del excedente del productor. Este valor, tal y como se mencionó en la sección metodológica corresponde a la máxima disposición a pagar por el recurso hídrico, y en consecuencia el valor del agua para este usuario.

Para determinar la Cédula de Cultivos promedio y calcular los costos de producción de los cultivos, se ha seguido una secuencia ordenada de los elementos de la producción para determinar los cultivos predominantes que son los de mayor significación económica en la cuenca, por su extensión, por el agua utilizada, por el volumen de producción, comercialización de los productos cosechados, productividad y rentabilidad. La información utilizada, tanto para rendimientos, costos de insumos y precios de venta corresponde a la obtenida en mayo de 2011 desde:

- Junta de Usuarios de Riego de Jequetepeque Regulado
- Junta de Usuarios Alto Jequetepeque.
- Autoridad Local de Aguas de Jequetepeque en San Pedro de Lloc y Tembladera.
- Proyecto Especial Jequetepeque–Zaña.
- Agencias Agrarias de Chilete, Tembladera, San Pedro de Lloc y Chepén.

El precio de maquinaria, jornales e insumos son los que se han utilizado para la campaña 2010 – 2011.

Los principales cultivos de la cuenca baja se han agrupado en 5 grandes grupos de acuerdo a la extensión de área que ocupan en la cuenca, entre los que predomina el cultivo de arroz. Estos grupos son:

- a) Arroz con 26.884 Ha, que ocupa el 62,6% del área total y el 53,8% del área bajo riego de la cuenca baja.

En este grupo se incluye el cultivo de arroz por trasplante que ocupa la mayor área y por siembra directa que es un método usado en muy poca área. Predominantemente este cultivo se siembra en la campaña principal, la que empieza desde Octubre de cada año.

- b) Maíz con 9.478 Ha, que ocupa el 22 % del área total y el 19 % del área bajo riego de la cuenca baja.

En este grupo se incluye el maíz amarillo duro y maíz blanco. Este cultivo se instala en la campaña principal y en la campaña complementaria. Parte del área que se instala con arroz en la campaña principal se siembra nuevamente con maíz en la campaña complementaria. El cultivo de maíz en forma predominante se instala en la campaña principal en algunas Comisiones de Regantes que no son aptas para el cultivo de arroz.

- c) Cultivos permanentes con 2.718 Ha que ocupa el 6,3 % del área total y el 5,4 % del área bajo riego de la cuenca baja.

En este grupo se incluye los siguientes cultivos: frutales, flores, caña planta, caña soca, alfalfa, plátano, espárrago, vid, pastos.

- d) Otros cultivos con 2.735 Ha que ocupa el 6,4 % del área total y el 5,5 % del área bajo riego de la cuenca baja.

En este grupo se incluyen los siguientes cultivos: tomate, cebolla, ají, ají escabeche, ají piquillo, ají páprika, ají guajillo, yuca, ajo, sandía, camote, pimienta piquillo, alcachofa, algodón, trigo, hortalizas, sorgo, cebada, papa, tuna.

- e) Menestras con 1.123 Ha que ocupa el 2,6% del área total y el 2,3% del área bajo riego de la cuenca baja.

En este grupo se incluye los siguientes cultivos: frijol, frijol loctao, chileno, lenteja, arveja, pallar bebe y maní.

Cada uno de estos grupos tiene uno o más cultivos representativos, a los que se les determinó su costo de producción y rendimientos, para hacer el análisis económico por cultivo.

Los cultivos representativos de cada grupo son:

- a) Arroz.
- b) Maíz amarillo duro, maíz blanco
- c) Caña de azúcar, frutales, vid, plátano, espárrago,
- d) Chileno, frijol loctao

e) Sandía, ají, algodón, tomate, cebolla.

Para elaborar los costos de producción se ha considerado y calculado los Costos Directos, Costos Indirectos y Costos Financieros.

En los Costos Directos se ha agrupado los elementos de la producción en 5 grandes rubros donde se incluyen los elementos e insumos necesarios para la producción de un cultivo. Estos son:

- a) Mano de Obra
- b) Maquinaria y Equipos
- c) Insumos
- d) Pago por Infraestructura de Agua
- e) Transporte, Fletes y Envases
- f) Alquiler de la tierra

En los Costos Indirectos se ha considerado los siguientes:

- a) Asistencia Técnica
- b) Gastos Administrativos
- c) Renta Empresarial
- d) Imprevistos

En los Costos Financieros, se ha estimado un porcentaje ponderado promedio de interés del capital (monto total a invertir) por el número de meses del cultivo.

En el Cuadro siguiente se presenta los rendimientos de los cultivos de la zona, en base a la información proporcionada por las entidades y organizaciones del agro y confirmadas y/o corregidas por los usuarios.

Los rendimientos de los cultivos en la cuenca regulada corresponden al uso de tecnología media a tecnología alta.

Tabla7-20
Rendimientos y productividad de los cultivos en la cuenca del rio Jequetepeque

N°	CULTIVO	RENDIMIENTO	PRECIO	VALOR BRUTO DE LA PRODUCCION	COSTO DE PRODUCCION	PRODUCTIVIDAD
		KG/HA	S/. X KG	S/. /HA	S/. /HA	S/. X HA
1	Arroz	9.795,00	1,01	9.853,77	8.777,58	1.076,19
2	Maíz amarillo duro	8.490,00	0,85	7.216,50	7.134,51	81,99
3	Frutales (banano)	22.703,00	0,40	9.172,01	9.000,00	172,01
4	Ají páprika	5.523,00	4,89	26.985,38	18.940,70	8.044,68

5	Alfalfa	52.684,00	0,23	12.011,95	8.183,44	3.828,52
6	Caña de azúcar	9.637,76	1,80	17.347,96	17.184,25	163,71
7	Alcachofa	17.026,80	1,23	20.942,96	20.000,00	942,96
8	Cebolla	32.096,20	0,63	20.348,99	18.865,77	1.483,22
9	Espárrago	12.384,20	2,20	27.195,70	20.000,00	7.195,70
10	Vid	27.892,40	1,24	34.475,01	34.111,52	363,48
11	Algodón	3.605,80	2,86	10.319,80	8.000,00	2.319,80
12	Pimiento piquillo	25.031,80	0,82	20.626,20	18.611,58	2.014,63
13	Frejol grano seco	1.535,60	2,37	3.642,44	3.200,00	442,44

Fuente: Elaboración propia con base en información de www.minag.gob.pe - La Libertad

El cuadro siguiente muestra la productividad medida en S/. por m³ de agua utilizada en la siembra.

Tabla7-21
Utilidad por volumen de agua utilizada de los cultivos en la cuenca del río Jequetepeque

ITEM	CULTIVO	AREA SEMBRADA HA	AGUA UTILIZADA M ³	UTILIDADES S/.	UTILIDAD POR UNIDAD DE VOLUMEN DE AGUA UTILIZADA S/. /M ³
1	Arroz	26.300	394.500.000	28.303.797	0,0717
2	Maíz amarillo duro	16.095	125.541.000	1.319.629	0,0105
3	Frutales (banano)	908	10.896.000	156.185	0,0143
4	Ají páprika	1.317	15.804.000	10.594.844	0,6704
5	Alfalfa	901	11.713.000	3.449.497	0,2945
6	Caña de azúcar	637	15.288.000	104.283	0,0068
7	Alcachofa	482	5.784.000	454.507	0,0786
8	Cebolla	696	8.352.000	1.032.321	0,1236
9	Espárrago	172	3.612.000	1.237.660	0,3427
10	Vid	168	2.016.000	61.065	0,0303
11	Algodón	970	7.566.000	2.250.206	0,2974
12	Pimiento piquillo	239	2.868.000	481.497	0,1679
13	Frejol grano seco	1.375	9.350.000	608.355	0,0651
	TOTAL	50.260	613.290.000	50.053.845	0,0816

Fuente: Elaboración propia.

El valor por metro cúbico es de S/0,0816 por metro cúbico de agua utilizada en siembra, valor que puede ser considerado la máxima disposición a pagar por el agua. Desde el punto de vista económico esta medida corresponde al valor económico del agua¹²³.

El Anexo 3 contiene el detalle de los cálculos, el cual se ha tratado como un estudio especial, dada la importancia de este uso en la cuenca¹²⁴.

¹²³ Este valor ya incluye el pago por la infraestructura de riego.

¹²⁴ Este estudio se basa en el valor actual que tiene el agua para los regantes a la fecha de la estimación. Esto es, no considera potenciales cambios en los patrones de cultivo, ni adquisición de tecnología.

7.3.2. Uso poblacional

La estimación del valor del agua para el uso poblacional considera la realización de dos métodos complementarios: estimación de la demanda por agua potable y estimando la máxima disposición a pagar por una mejora en los servicios de agua potable, según se ha detallado en la sección metodológica de este documento. Adicionalmente se estima y adiciona la máxima disposición a pagar por la reforestación de las zonas altas de la cuenca, que provoca una reducción en la sedimentación y en consecuencia una mejora en la calidad del agua, formando por tanto parte del valor del agua.

7.3.2.1. Estimación de la demanda

Se propone la estimación de la función de demanda con restricción no lineal (dada la estructura tarifaria por bloque existente en Perú), estimando el modelo DCC logarítmico. El modelo econométrico está basado en el trabajo de Moffitt (1986) y Strazzeria (2006), pero considerando 3 segmentos de consumo:

Como se presentara en el capítulo metodológico el problema de maximización que enfrentan los consumidores (maximización de utilidad sujeto a restricción no lineal) es el siguiente:

$$V(p, M) = \max_{X, Y} [U(X, Y)]$$

$$= U[g(p, M), M - Pg(p, M)]$$

s.a.

$$\begin{aligned} M &= p_1 X + Y & \text{si } X \leq K_1 \\ \widehat{M}1 &= M + (p_2 - p_1)K_1 & \text{si } K_1 < X \leq K_2 \\ \widehat{M}2 &= M + (p_3 - p_2)K_2 + (p_2 - p_1)K_1 & \text{si } X > K_2 \end{aligned}$$

Siendo,

P_i Precio del “*kink*” o segmento i

M Ingreso del usuario residencial

\hat{M}_1	Ingreso virtual en el tramo 2 ¹²⁵
\hat{M}_2	Ingreso virtual en el tramo 3
X	Cantidad de agua consumida en m3
Y	otro bien con precio numerario

Las demandas condicionales en la elección del segmento o “*kink*” obtenidas son:

$$\begin{aligned}
 X &= g(p_1, M) & \text{si } X \leq K_1 \\
 X &= K_1 & \text{si } X = K_1 \\
 X &= g(p_2, \hat{M}_1) & \text{si } K_1 < X < K_2 \\
 X &= K_2 & \text{si } X = K_2 \\
 X &= g(p_3, \hat{M}_2) & \text{si } X > K_2
 \end{aligned}$$

Así, la elección de la maximización de utilidad se puede describir como:

$$\begin{aligned}
 \text{Elige segmento 1 si: } & g(p_1, M) < K_1 \\
 \text{Elige } K_1 \text{ si: } & g(p_2, \hat{M}_1) \leq K_1 < g(p_1, M) \\
 \text{Elige segmento 2 si: } & K_1 < g(p_2, \hat{M}_1) \leq K_2 \\
 \text{Elige } K_2 \text{ si: } & g(p_3, \hat{M}_2) \leq K_2 < g(p_2, \hat{M}_1) \\
 \text{Elige } K_3 \text{ si: } & K_2 < g(p_3, \hat{M}_2)
 \end{aligned}$$

El problema se aborda mediante métodos econométricos, a través de estimar un modelo por medio del método de máxima verosimilitud. Su aplicación requiere especificar la probabilidad conjunta de: i) observar cada valor de X a lo largo del segmento o en el “*kink*” (error de medición ε); ii) elegir el segmento o el “*kink*” (heterogeneidad de las preferencias α). Este modelo de 2 errores contiene la misma probabilidad de observar en la misma proporción cada valor X, en la suma de probabilidades de observar el valor de X si la

¹²⁵ Ingreso que incluye la valoración de las unidades de consumo de los bloques anteriores al bloque de consumo en el que se encuentra, al precio que paga por la última unidad consumida. En otras palabras, es la extensión de la recta presupuestaria, según el tramo en el que se ubique cada consumidor.

ubicación elegida, ya sea un segmento o un “kink”, como se presenta a continuación:

$$L = \prod_{\forall \text{observaciones}} \Pr(X)$$

Donde,

$$\begin{aligned} \Pr(X) = & \Pr[\alpha + \varepsilon = X - g(P_1, M; \beta), \alpha < K_1 - g(P_1, M; \beta)] \\ & + \Pr[\varepsilon = X - K_1, X - g(P_1, M; \beta) < \alpha < K_1 - g(P_2, \hat{M}; \beta)] \\ & + \Pr[\alpha + \varepsilon = X - g(P_2, \hat{M}; \beta), K_1 - g(P_2, \hat{M}; \beta) < \alpha < K_2 - g(P_2, \hat{M}; \beta)] \\ & + \Pr[\varepsilon = X - K_2, X - g(P_2, \hat{M}; \beta) < \alpha < K_2 - g(P_3, \hat{M}; \beta)] \\ & + \Pr[\alpha + \varepsilon = X - g(P_3, \hat{M}; \beta) < \alpha] \end{aligned}$$

Es decir, cada probabilidad es la suma de las probabilidades conjuntas de que un individuo maximice su utilidad en cada segmento o kink, y que el valor observado de X sea el que maximice su valor más ε . Cabe anotar que no hay separación de la muestra en la función de máxima verosimilitud.

El detalle de la función de programación se presenta en el Apéndice de este capítulo.

La función de demanda a estimar es la siguiente:

$$\ln X_i = \beta_0 + \beta_1 \ln P_i + \beta_2 \ln \hat{M}_i + \gamma Z_i + \varepsilon + \alpha$$

Donde,

$\ln P_i$: Logaritmo del precio del segmento que enfrenta el usuario i

$\ln \hat{M}_i$: Logaritmo del ingreso del usuario i

Z_i : Vector que contiene otras variables explicativas del modelo (pueden estar expresadas como logaritmo)

β_0, β_1 y β_2 : Coeficientes de la constante, precio e ingreso respectivamente

γ : Vector de coeficientes de las demás variables explicativas del modelo

La base de datos usada se construyó a partir de la información contenida en la encuesta de valoración contingente y las tarifas oficiales de

agua que cada una de las localidades incluidas en la mencionada encuesta. Se usaron 508 registros de la base para los cuales se disponía de información de consumo de agua en m³, o en su defecto calculado a partir del valor monetario pagado por concepto de consumo de agua y la tarifa respectiva. En el modelo estimado para la cuenca del Jequetepeque se incluyeron las siguientes variables independientes, siendo el volumen medido en m³ la variable dependiente (se presentan por coeficiente asociado):

β_1	Constante
β_2	Ln_Precio
β_3	Ln_Ingreso
β_4	Sigma_v
β_5	Sigma_e
β_6	N° personas grupo familiar

De esta estimación se obtiene la elasticidad precio de la demanda por el servicio de agua potable¹²⁶, el que resulta ser de -0,3887. En la siguiente tabla se presenta el resultado de la regresión:

Tabla 7-10 Resultados Estimación Función de Demanda Residencial

Variable	Coeficiente	Error Estándar	b/Err.Est.	P[Z >z]
Constante	1,4850	0,0040	373,320	0,000
Ln Precio	-0,3887	0,0103	-37,713	0,000
Ln Ingreso	0,0294	0,0021	14,042	0,000
Sigma_v	0,0425	0,0010	40,840	0,000
Sigma_e	0,0237	0,0017	14,096	0,000
N° personas grupo familiar	0,1132	0,0012	95,801	0,000

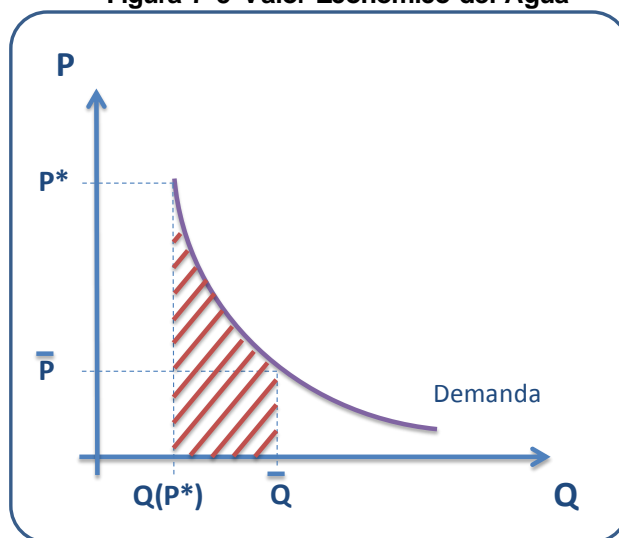
Fuente: Elaboración propia.

El valor económico del agua, en rigor el del servicio de agua potable¹²⁷, corresponde al área bajo la curva de demanda en un rango de m³ de agua

¹²⁶ La interacción precio-ingreso no ha sido testeada en este modelo.

dado. Se supone que la curva de demanda estimada es para un usuario representativo, por lo que el área bajo la curva representa el valor para un usuario residencial tipo de la cuenca de Jequetepeque. En la siguiente gráfica se observa dicho valor:

Figura 7-5 Valor Económico del Agua



Fuente: Elaboración propia.

El cálculo del área bajo la curva considera una especificación funcional de la demanda con elasticidad ε constante, según la siguiente expresión:

$$Q = AP^{\varepsilon}$$

Se tiene entonces que el valor económico del agua, equivalente al área bajo la curva de demanda inversa, es:

$$\text{Valor del agua potable} = \int_{Q(P^*)}^{\bar{Q}} \left[\frac{1}{A^{\frac{1}{\varepsilon}}} * Q^{\frac{1}{\varepsilon}} \right] dQ$$

¹²⁷ Recordar que la estimación de la elasticidad se hizo para los consumos residenciales de agua potable, por consiguiente la elasticidad estimada permite estimar la curva de demanda, por agua potable.

$$\text{Valor del agua potable} = \left[\frac{1}{\left(\frac{\bar{Q}}{\bar{P}^\varepsilon}\right)^{\frac{1}{\varepsilon}}} * \frac{1}{\left(\frac{1}{\varepsilon} + 1\right)} * \left[\bar{Q}^{\left(\frac{1}{\varepsilon} + 1\right)} - Q(P^*)^{\left(\frac{1}{\varepsilon} + 1\right)} \right] \right]$$

Donde,

- ε Elasticidad precio de la demanda estimada en -0,3887.
- \bar{Q} Promedio del consumo de usuarios de la encuesta. Para Jequetepeque se estimó en 10,4 m³, Como metodología general se propone usar el promedio del consumo residencial, suponiendo que la mayoría de los usuarios residenciales consumen en los primeros tramos, y por tanto, el promedio refleja el consumo de la mayoría de estos usuarios.
- \bar{P} Precio asociado al consumo \bar{Q} , igual a S./1,373 por m³. Este precio corresponde al del tramo 2, porque el consumo promedio de 10,4 m³ se encuentra en dicho tramo 2 y enfrenta aquella tarifa.
- P^* Precio máximo a partir del cual ya no existe demanda por agua, definido para este caso como S./20,0 por m³.
- $Q(P^*)$ Consumo asociado al precio máximo (corte) de la curva de demanda (3,7 m³).

Reemplazando las cifras anteriores según corresponde se tiene que el valor del servicio de agua potable residencial se estima en S./37,61 por usuario residencial, equivalente a S./3,62 por m³ por usuario (37,61/10,4).

Los costos por m³ de provisión de servicios se han estimado en S./1,91 por m³ a agosto de 2011¹²⁸, por lo que el valor del agua se ha calculado en S./1,71 por m³ por usuario (3,62 – 1,91)¹²⁹. Esto previo a consideraciones de aumento de valor por mejora en el servicio de agua potable y en el aumento de calidad por reforestación de la parte alta de la cuenca.

¹²⁸ Este valor resulta de considerar el valor medio actualizado por IPC del costo medio de largo plazo estimado en los estudios tarifarios de SEDALIB (sep. 2010) y SEDACAJ (sep. 2007). Estas cifras por m³ son de S./1,91 y S./1,63 respectivamente. El IPC de ago.2011 fue de 105,59, sep.2010 fue de 102,14, y el de sep.2007 fue de 92,82.

¹²⁹ Se ha considerado que un usuario corresponde a una familia.

7.3.2.2. Estimación de la disposición a pagar por mejora del servicio de agua potable y por reforestación.

La metodología considera estimar además de la curva de demanda, la máxima disposición a pagar por una mejora en los servicios de agua potable y en la valoración de la reforestación de la zona alta de la cuenca, utilizando para ello la metodología de valoración contingente. Ambos valores han sido considerados parte del valor total del agua. El primero está relacionado directamente con el valor del agua por el servicio mientras que el segundo considera capturar una mejora en la calidad del agua asociado a una disminución en la sedimentación producto de la acción de los árboles. Este aumento de calidad es el que se considera parte del valor del agua.

El plan muestral considerado se presenta en la siguiente tabla. El número de encuestas consideradas es aplicable a cada una de las encuestas a realizar, esto es, 1.820 encuestas para DAP por agua potable y 1.820 encuestas para DAP por reforestación.

Tabla7-22
Plan muestral por ciudad

	FORMA 1	FORMA 2	FORMA 3	FORMA 4	FORMA 5	TOTAL
San Pablo	14	14	14	14	14	70
San Miguel	14	14	14	14	14	70
Contumazá	14	14	14	14	14	70
Tembladera	16	16	16	16	16	80
Pacasmayo	102	102	102	102	102	510
San Pedro de Lloc	46	46	46	46	46	230
San José	18	18	18	18	18	90
Chepén	140	140	140	140	140	700
TOTAL	364	364	364	364	364	1.820

Fuente: Elaboración propia

Las formas a las que se hace mención en el cuadro anterior consideran los distintos precios utilizados, lo que se traduce en la aplicación de cinco formas distintas de cuestionarios.

El Anexo 4 presenta un detalle completo de los estudios de valorización contingente.¹³⁰

Los resultados del estudio de valorización contingente (ver Anexo 4) indican que el servicio de agua potable es percibido por la población como regular o malo (65% de los entrevistados), con un bajo porcentaje (23%) que manifestó haber sufrido interrupciones en el suministro. Por lo tanto, se ha encontrado que existe una disposición al pago equivalente a S/.4,18 al mes por un mejoramiento en el servicio de agua potable.

El valor adoptado como DAP es el obtenido con el modelo con especificación logarítmica en el precio, según la siguiente expresión:

$$DAP = \exp \left(-\frac{\alpha}{\beta_p} - \sum_{i=1}^n \frac{\beta_i}{\beta_p} \overline{X_i} \right)$$

Siendo

- α : Constante
- β_p : Coeficiente asociado al precio
- β_i : Coeficiente asociado a las “i” variables independientes
- X_i : Valor medio de las variables independientes (lo que define al consumidor promedio)

Tabla 7-11
Análisis Econométrico Multivariado DAP mejora Agua Potable

Variable	Coeficiente
ln_precio	-1,733
p9_2_r	1,213
p19_d_olor	1,416
p34	0,525
ing	0,569
Constante	-0,553

Fuente: Elaboración propia

¹³⁰ Este Anexo 4 es tratado como un estudio independiente, tanto para la determinación de la DAP por los servicios de agua potable y por la DAP por reforestación de la zona alta de la cuenca.

Las variables incluidas en el modelo son:

p9_2_r	:	Toma el valor 1 si el entrevistado declara "Comprar y beber agua mineral o gaseosa", 0 si no.
19.d.olor	:	Toma el valor 1 si el entrevistado declara tener problemas de olor del agua, 0 si no.
p34	:	Nivel Educativo más alto alcanzado
ing	:	Ingreso Familiar Mensual (miles de soles, agosto 2011)

Luego, reemplazando los valores de los coeficientes asociados al modelo logarítmico en el precio se tiene que:

$$DAP = \exp \left(-\frac{0,553}{1,733} - \frac{1,213}{1,733} 0,4502 - \frac{1,416}{1,733} 0,2251 - \frac{0,525}{1,733} 3,0063 - \frac{0,569}{1,733} 1,0315 \right)$$

$$DAP = 4,18$$

Esta cifra es parte del valor por los servicios de agua potable y que da cuenta que existe espacio para mejorar un servicio deficiente y valorado mediante el área bajo la curva de demanda. Es decir, se tendría un valor de S/.41,79 por familia (37,61 + 4,18), lo que equivaldría a S/.4,02 por m³ por familia (41,79/10,4), por un servicio conforme a parámetros de calidad y continuidad. Esta cifra resulta entonces comparable a los costos por m³ de provisión de servicios de S/.1,91 por m³ mencionado en el acápite anterior. Por lo tanto, el valor del agua se obtiene descontando de los S/.4,02 por m³ estimados, los S/.1,91 m³ de costo, lo que da una cifra final de S/.2,11 por m³.

Por otro lado, se ha encontrado que existe una disposición a pagar por la reforestación de la cuenca alta del Jequetepeque la cual se ha estimado en S/.3,56 al mes por familia.

El valor adoptado como DAP es el obtenido con el modelo con especificación logarítmica en el precio, según la siguiente expresión:

$$DAP = \exp \left(-\frac{\alpha}{\beta_p} - \sum_{i=1}^n \frac{\beta_i}{\beta_p} \overline{X_i} \right)$$

Siendo

- α : Constante
- β_p : Coeficiente asociado al precio
- β_i : Coeficiente asociado a las “i” variables independientes
- X_i : Valor medio de las variables independientes (lo que define al consumidor promedio)

Tabla 7-12
Análisis Econométrico Multivariado DAP mejora Agua Potable

Variable	Coeficiente
ln_precio	-1,879
p20	0,475
ing	0,888
P8_r	0,763
p22	-0,174
Constante	0,553

Fuente: Elaboración propia

Las variables incluidas en el modelo son:

- p20 : Nivel Educativo más alto alcanzado y el último año aprobado
- ing : Ingreso Familiar Mensual (miles de soles, agosto 2011)
- p8_r : Toma el valor 1 si el individuo identifica la existencia de problemas ambientales vinculados directamente con la calidad del agua que recibe en su hogar, 0 si no.
- p22 : Número de personas que componen el hogar

Luego, reemplazando los valores de los coeficientes asociados al modelo logarítmico en el precio se tiene que:

$$DAP = \exp\left(-\frac{0,553}{1,879} - \frac{0,475}{1,879} 2,9812 - \frac{0,888}{1,879} 0,9921 - \frac{0,763}{1,879} 0,2746 - \frac{-0,174}{1,879} 3,8890\right)$$

$$DAP = 3,56$$

Si se considera que esta cifra es parte del valor del agua se llegaría a un monto igual a S/.2,45 por m³. En efecto, el valor total sería la composición entre los S/.2,11 por m³ más S/.0,34 por m³ (3,56/10,4), esta última cifra es el equivalente en m³ de los S/.3,56 al mes por disposición al pago por reforestación en la cuenca alta.

Finalmente, para valorar el agua para el uso poblacional en la cuenca del Jequetepeque se propone un valor de S/.2,45 por m³.

La siguiente ilustración muestra los componentes del valor del agua en este uso que antes han sido explicados.

Tabla 7-13
Composición del valor agua en uso doméstico

	S./m3	
Valor servicio AP (deficiente)	→ 3,62	Estimación área bajo curva de demanda
+ Mejora servicio AP (deficiente a eficiente)	→ 0,40	DAP – Valoración Contingente
- Costos de Provisión	→ 1,91	Estudio tarifario SUNASS
<hr/> Valor de Agua	→ 2,11	
+ Valor de reforestación (mejora calidad agua río)	→ 0,34	DAP – Valoración Contingente
<hr/> Valor de Agua Poblacional	→ 2,45	

Fuente: Elaboración propia

7.3.3. Uso energético

La metodología propuesta considera el uso de los resultados del modelo PERSEO utilizado por OSINERGMIN que entrega, entre otros, el valor del agua para cada central hidroeléctrica.

Este modelo estima el valor del costo de oportunidad de tener embalsado un metro cúbico de agua frente a la alternativa de generar la energía equivalente con tecnología alternativa, esto es, con gas, diesel u otro tipo de combustible.

A la fecha se dispone de las salidas reportadas en mayo de 2011, por lo que se puede obtener el valor para dicho año. En el caso de la cuenca del Jequetepeque, el valor promedio del agua para el año 2011 alcanza a 3,0581 dólares por mil metros cúbicos, equivalente a S/.0,0085 por m³.¹³¹

Tabla7-23
Valor del agua Central Gallito Ciego

Etapas	Fecha	US\$/miles m3
1	ENE-2010	2,65003
2	FEB-2010	2,65003
3	MAR-2010	2,65003
4	ABR-2010	2,65003
5	MAY-2010	3,32857
6	JUN-2010	3,35313
7	JUL-2010	3,37132
8	AGO-2010	3,35693
9	SET-2010	3,37132
10	OCT-2010	3,19635
11	NOV-2010	3,16984
12	DIC-2010	3,18782
13	ENE-2011	3,02837
14	FEB-2011	2,63065
15	MAR-2011	2,47315
16	ABR-2011	2,46654
17	MAY-2011	3,25783
18	JUN-2011	3,28407
19	JUL-2011	3,29032
20	AGO-2011	3,26185
21	SET-2011	3,29032
22	OCT-2011	3,27917
23	NOV-2011	3,21494
24	DIC-2011	3,21994

¹³¹ Se considero el tipo de cambio bancario de mayo de 2011 igual a S/.2,776 por dólar.

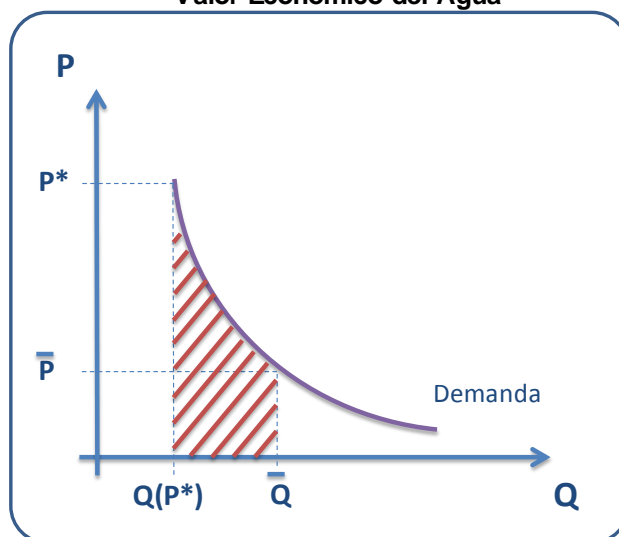
Etapas	Fecha	US\$/miles m3
25	ENE-2012	3,06862
26	FEB-2012	2,64651
27	MAR-2012	2,59194
28	ABR-2012	2,58600
29	MAY-2012	3,35159
30	JUN-2012	3,45641
31	JUL-2012	3,45641
32	AGO-2012	3,43420
33	SET-2012	3,45641
34	OCT-2012	3,45641
35	NOV-2012	3,38764
36	DIC-2012	3,38764
37	ENE-2013	3,23178
38	FEB-2013	2,72032
39	MAR-2013	2,72032
40	ABR-2013	2,72032
41	MAY-2013	2,72032
42	JUN-2013	2,72032
43	JUL-2013	2,72032
44	AGO-2013	2,71120
45	SET-2013	2,72032
46	OCT-2013	2,72032
47	NOV-2013	2,68856
48	DIC-2013	2,68856

Fuente: Elaboración propia a partir de datos contenidos en el archivo VAHsi000.csv, estimación realizada por OSINERG en Mayo de 2011

7.3.4. Uso industrial

La metodología propuesta considera estimar el área bajo la curva de demanda por agua como insumo en funciones productivas.

Figura 7-6
Valor Económico del Agua



Fuente: Elaboración propia

El cálculo del área bajo la curva considera una especificación funcional de la demanda con elasticidad ε constante, según la siguiente expresión:

$$Q = AP^{\varepsilon}$$

Se tiene entonces que el valor económico del agua, equivalente al área bajo la curva de demanda inversa, es:

$$\text{Valor del agua potable} = \int_{Q(P^*)}^{\bar{Q}} \left[\frac{1}{A^{\frac{1}{\varepsilon}}} * Q^{\frac{1}{\varepsilon}} \right] dQ$$

$$\text{Valor del agua potable} = \left[\frac{1}{\left(\frac{\bar{Q}}{P^{\varepsilon}}\right)^{\frac{1}{\varepsilon}}} * \frac{1}{\left(\frac{1}{\varepsilon} + 1\right)} * \left[\bar{Q}^{\left(\frac{1}{\varepsilon} + 1\right)} - Q(P^*)^{\left(\frac{1}{\varepsilon} + 1\right)} \right] \right]$$

Para evaluar esta integral, se usa el consumo medio de agua \bar{Q} del sector industrial asociado a la cuenca bajo estudio, el precio asociado a dicho consumo según la tarifa que le corresponda, y un precio máximo de corte donde a partir del cual ya no existe demanda por agua.

Donde,

ε	Elasticidad precio de la demanda estimada en -0,56 (benchmarking)
\bar{P}	Precio medio igual a S./2,156 por m ³
\bar{Q}	Consumo medio igual a 34,4 m ³ al mes
P^*	Precio máximo a partir del cual ya no existe demanda por agua, definido para este caso como S/.25,0 por m ³ .
$Q(P^*)$	Consumo asociado al precio máximo (corte) de la curva de demanda (8,7 m ³).

Para el cálculo se han considerado el precio medio y consumo medio obtenidos a partir de la base de datos generada con la información de los consumos y precios de los clientes industriales que pertenecen a la cuenca del Jequetepeque, entregados por SEDALIB, SEDACAJ para el período mensual marzo 2009 a mayo 2011 y la información entregada por la Municipalidad Distrital de Pacasmayo para el mes de agosto de 2011. Las municipalidades incluidas en el análisis son Cajamarca (SEDACAJ), Chepén (SEDALIB) y Pacasmayo.

Reemplazando las cifras anteriores según corresponde se tiene que el valor del agua para uso industrial se estima en S/.183,09 por usuario, equivalente a S/.5,32 por m³ por usuario (183,09/34,4).

7.3.5. Uso minero

En el punto 6.2.6 se ha determinado que el valor económico con fines mineros está definido por el valor asociado a la desalación, incluyendo la planta y el transporte del agua desalada. Esta cifra se estimó en S/.5,97 por metro cúbico. Este costo alternativo se puede considerar como la máxima disposición a pagar por agua como insumo en la minería.

7.4. Estimación retribución económica por uso de agua

La tabla siguiente considera la estimación de la retribución económica considerando los casos en que sólo se incluyen las Direcciones de Línea, y aquellas en que se considera toda la estructura de la ANA. Además, se toma en cuenta el hecho que el usuario energético paga una retribución económica por uso del recurso hídrico según las disposiciones especiales que tanto la LRH como la Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento establecen al respecto¹³². En concreto, se han descontado del cálculo el componente de la retribución cuyo origen proviene del uso para generación hidroeléctrica¹³³.

¹³² Recordar que el Artículo 107 de la Ley de Concesiones Eléctricas establece que: “*Los concesionarios y empresas dedicadas a la actividad de generación, con arreglo a las disposiciones de la presente Ley, que utilicen la energía y recursos naturales aprovechables de las fuentes hidráulicas y geotérmicas del país, están afectas al pago de una retribución única al Estado por dicho uso*”, y que el Artículo 214 del Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas establece que la compensación única al Estado, se abonará en forma mensual observando el siguiente procedimiento: “*El titular de la central generadora, efectuará una autoliquidación de la retribución que le corresponde, tomando en cuenta la energía producida en el mes anterior y el 1% del precio promedio de la energía a nivel generación*”.

¹³³ Se ha estimado el pago del año 2011 por concepto de retribuciones económicas por el uso de agua para generación eléctrica en la central Gallito Ciego en S/.102.795.

Tabla7-24
Cálculo retribución económica por uso de agua en la cuenca del Jequetepeque:
Distribución por valor

Usuario	Licencia de Agua (m3/año)	Valor Agua (S./m3)	Licencia de Agua Valorizada (S./año)	% Distribución (Licencia de Agua Valorizada)	Retribución Caso 1: Órganos de Línea (S./m3)	Retribución Caso 2: Financiamient o Total Ana (S./m3)
Agrario	463.114.928	0,082	37.797.262	76,48%	0,00275	0,00333
Poblaciona l	2.703.194	2,446	6.613.117	13,38%	0,08234	0,09987
Industrial	588.146	5,322	3.130.266	6,33%	0,17913	0,21727
Minero	315.360	5,970	1.882.699	3,81%	0,20093	0,24372
Total	466.721.628		49.423.344	100,00%		
					Costo a repartir S./año	
					Costo ANA a distribuir	1.766.185 2.120.437
					Usuario Energético	-102.795 -102.795
					Monto final a distribuir	1.663.390 2.017.642

Fuente: Elaboración propia

Para ilustrar el cálculo anterior se presenta el caso del usuario agrario, para el cual se obtiene una retribución económica para el caso 2 según la siguiente expresión:

$$RE = \frac{\text{Monto} * \%dist}{\text{Licencia}}$$

Donde,

RE : Retribución económica por uso de agua

Monto : Monto final a distribuir. En el caso 2 es S/.2.017.642

%dist : Porcentaje de distribución que corresponde al porcentaje respecto del total de licencias de agua valorizadas. En el caso del usuario agrícola es 76,48%

Licencia : Licencias de licencias de agua. En el caso del usuario agrícola es 463.114.928 m³ al año

Luego, reemplazando se tiene que:

$$RE = \frac{2.017.642 * 0,7648}{463.114.928} = 0,00333$$

Se procede de la misma forma en todos los casos.

Por último, la tabla siguiente presenta el ejercicio análogo considerando exclusivamente la distribución por volumen de agua asignado como licencia. Nótese que, al aplicar este criterio, las retribuciones económicas resultan iguales para todos los usuarios, tal y como era de esperar.

Tabla7-25
Cálculo retribución económica por uso de agua en la cuenca del Jequetepeque:
Distribución por volumen

Usuario	Licencia de Agua (m3/año)	% Distribución	Retribución Caso 1 (S./m3)	Retribución Caso 2 (S./m3)
Agrario	463.114.928	99,23%	0,00356	0,00432
Poblacional	2.703.194	0,58%	0,00356	0,00432
Industrial	588.146	0,13%	0,00356	0,00432
Minero	315.360	0,07%	0,00356	0,00432
Total	466.721.628	100,00%		
			Costo a repartir S./año	
Costo ANA a distribuir			1.766.185	2.120.437
Usuario Energético			-102.795	-102.795
Monto final a distribuir			1.663.390	2.017.642

Fuente: Elaboración propia

La siguiente tabla muestra en detalle de realizar el ejercicio de calcular las retribuciones económicas desagregando el usuario agrícola por tipo de cultivo.

Tabla7-26
Cálculo retribución económica por uso de agua en la cuenca del Jequetepeque:
Usos agrícolas específicos

CULTIVO	UTILIDAD S/.	VALOR %	AGUA UTILIZADA m ³	AGUA %	COSTO S/.	LICENCIA m ³	RETRIBUCION S./m ³
Caña de azúcar	104.283	0,21%	15.288.000	2,49%	3.215	11.544.459	0,00028
Maíz amarillo duro	1.319.629	2,64%	125.541.000	20,47%	40.681	94.800.031	0,00043
Frutales (banano)	156.185	0,31%	10.896.000	1,78%	4.815	8.227.919	0,00059
Vid	61.065	0,12%	2.016.000	0,33%	1.882	1.522.346	0,00124
Frejol grano seco	608.355	1,22%	9.350.000	1,52%	18.754	7.060.485	0,00266
Arroz	28.303.797	56,55%	394.500.000	64,33%	872.528	297.899.589	0,00293
Alcachofa	454.507	0,91%	5.784.000	0,94%	14.011	4.367.684	0,00321
Cebolla	1.032.321	2,06%	8.352.000	1,36%	31.824	6.306.863	0,00505
Pimiento piquillo	481.497	0,96%	2.868.000	0,47%	14.843	2.165.719	0,00685
Alfalfa	3.449.497	6,89%	11.713.000	1,91%	106.338	8.844.862	0,01202
Algodón	2.250.206	4,50%	7.566.000	1,23%	69.368	5.713.329	0,01214
Espárrago	1.237.660	2,47%	3.612.000	0,59%	38.154	2.727.537	0,01399
Ají páprika	10.594.844	21,17%	15.804.000	2,58%	326.610	11.934.107	0,02737
TOTAL	50.053.845	100,00%	613.290.000	100,00%	1.543.022	463.114.928	0,00333

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior es posible apreciar la amplia dispersión que se obtiene al estimar mediante la metodología expuesta la retribución económica por uso de agua por tipo de cultivo. Parece razonable establecer que los usuarios agrícolas tengan valores diferenciados por tipo de cultivo.

7.5. Estimación retribución económica por vertimiento

Dado que en la cuenca del Jequetepeque no existen autorizaciones de vertimientos, no corresponde calcular este tipo de retribución. Lo anterior se verifica con los antecedentes proporcionados por la ANA.

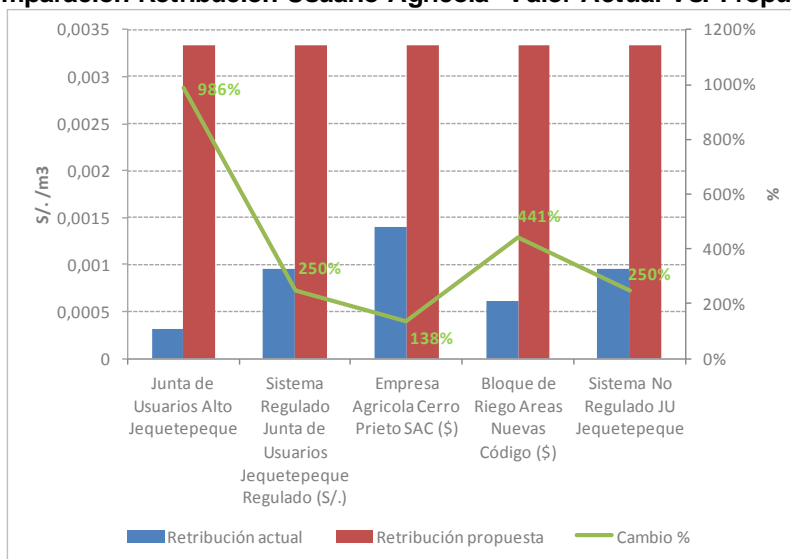
7.6. Análisis de las retribuciones económicas estimadas

Con base en los valores propuestos para cada tipo de usuario, en el presente numeral se hace una comparación entre dichos valores y los que actualmente cada uno de los usuarios paga. El objetivo es identificar las diferencias existentes y las posibles brechas entre dichos valores. Para el caso del usuario residencial se hace un análisis de capacidad de pago, y el efecto que tendría el cobro del valor propuesto.

7.6.1. Usuario agrario

El valor de la retribución económica estimada para este tipo de usuario asciende a S/.0,00333 por m³, observándose una gran dispersión respecto de los efectos entre los diferentes usuarios agrícolas de la cuenca. La mayor diferencia entre el valor actual y el propuesto resulta en la Junta de Usuarios del Alto Jequetepeque (el valor propuesto es un 986% mayor), y la menor diferencia, que también es significativa, está con la empresa agrícola Cerro Prieto SAC (el valor propuesto es un 138% mayor). En el siguiente gráfico se presentan las diferencias para cada uno de los usuarios de la cuenca:

Figura 7-7
Comparación Retribución Usuario Agrícola- Valor Actual Vs. Propuesto



Fuente: Elaboración propia

Esta comparación corrobora la alta sensibilidad del valor pagado por los usuarios agrícolas, que en gran medida dependerá del tipo de cultivo que tengan.

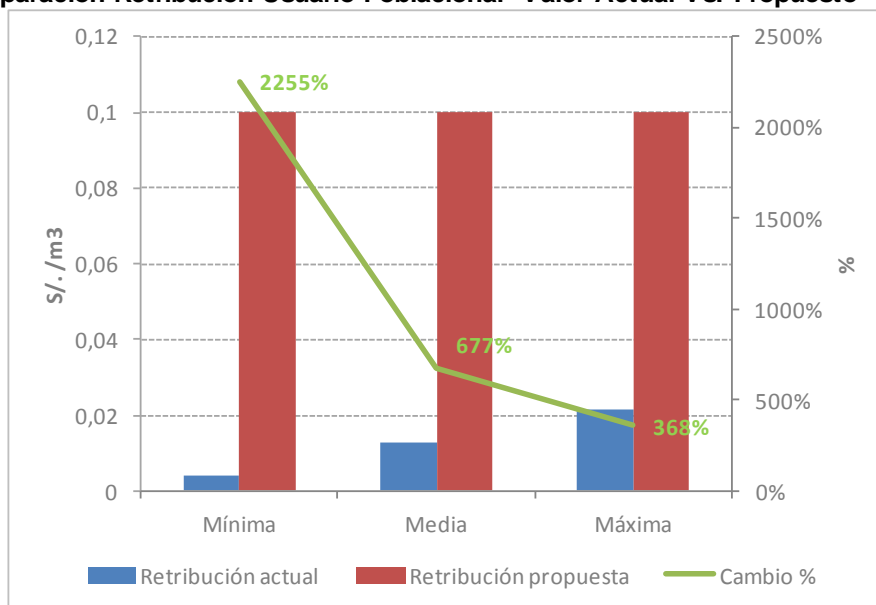
7.6.2. Usuario energético

Teniendo en cuenta que la retribución del usuario energético se establece por Ley, no se realiza el análisis para este usuario.

7.6.3. Usuario poblacional

En el caso del usuario poblacional, actualmente existe un valor máximo, medio y mínimo. Al comparar con estos valores, se observa que el valor propuesto es 2.255% mayor que el mínimo, 677% mayor que el medio, y 368% menor que el valor máximo. En la siguiente figura se presenta la comparación descrita:

Figura 7-8
Comparación Retribución Usuario Poblacional- Valor Actual Vs. Propuesto



Fuente: Elaboración propia

7.6.3.1. Capacidad de Pago

La capacidad de pago es el máximo valor que una familia puede desembolsar por un bien o servicio de acuerdo a su nivel de ingreso. En la literatura mundial es reconocido que las familias destinan un 3% de los ingresos familiares mensuales para realizar el pago del servicio de agua potable.

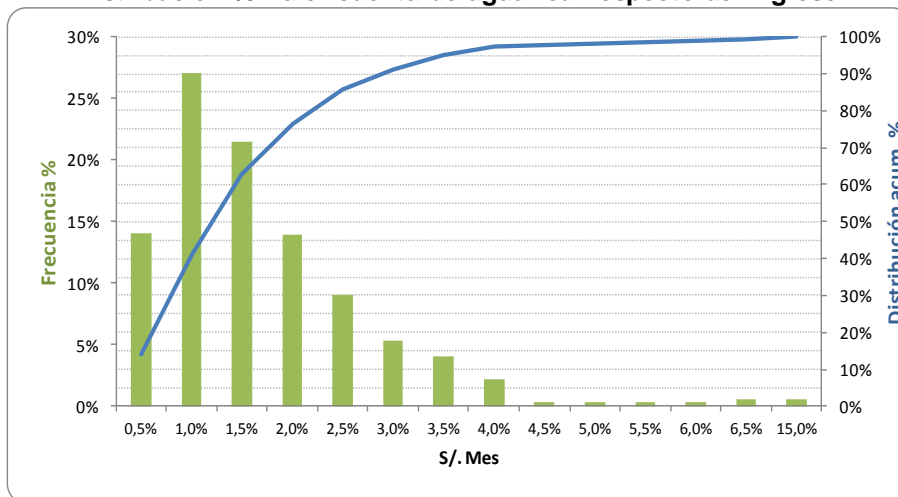
Con el fin de saber si el aumento en el valor de la retribución excede o no la capacidad de pago de los usuarios de la cuenca, se realiza el siguiente análisis¹³⁴:

- Se calcula la cuenta promedio real por el servicio de agua. Se obtiene un valor de S/.14,50.
- Se supone una capacidad de pago de 2,5% de los ingresos familiares¹³⁵, una cifra menor a modo de obtener resultados más

¹³⁴ Para todos los cálculos se usa el consumo promedio de los usuarios de la cuenca, que asciende a 10,4 m³/mes.

conservadores. Esto implica que a los usuarios que pagan menos de este porcentaje, se les impone que paguen el 2,5% de su ingreso. Para los usuarios que pagan más del 2,5% de su ingreso, se mantiene el porcentaje real. El valor de la cuenta promedio de máxima capacidad asciende a S/.30,92.

Figura 7-9
Distribución % valor cuenta de agua real respecto del ingreso



Fuente: Elaboración propia

Al comparar el valor de cuenta promedio de máxima capacidad con el valor real, se observa que hay espacio para aumentar el valor de la retribución.

Se calcula el cambio en el valor de la cuenta de agua, suponiendo que el consumo no cambia ante el aumento del valor de la retribución. Como existen 3 valores (mínimo, medio y máximo), se compara el valor propuesto con cada uno de esos valores. Se obtiene que la cuenta de agua se incrementa a lo más en aproximadamente 7%, valor que está dentro del espacio posible de aumento. En la siguiente tabla se presentan los resultados del ejercicio:

Tabla 7-14
Impacto de aumento en retribución en el valor de la cuenta de agua-Jequetepeque

Retribución	Valor retribución	Valor cuenta de agua promedio	Cambio en el valor de la cuenta de agua	Valor cuenta de agua con ajuste de	Cambio % Valor cuenta de agua
-------------	-------------------	-------------------------------	---	------------------------------------	-------------------------------

¹³⁵ Para proponer este valor, se analiza la distribución del % que representa el valor de la cuenta actual respecto de su ingreso. Cerca del 85% del total de hogares encuestados paga menos de 2,5% de su ingreso. En la Figura 8-10 se presenta esta distribución.

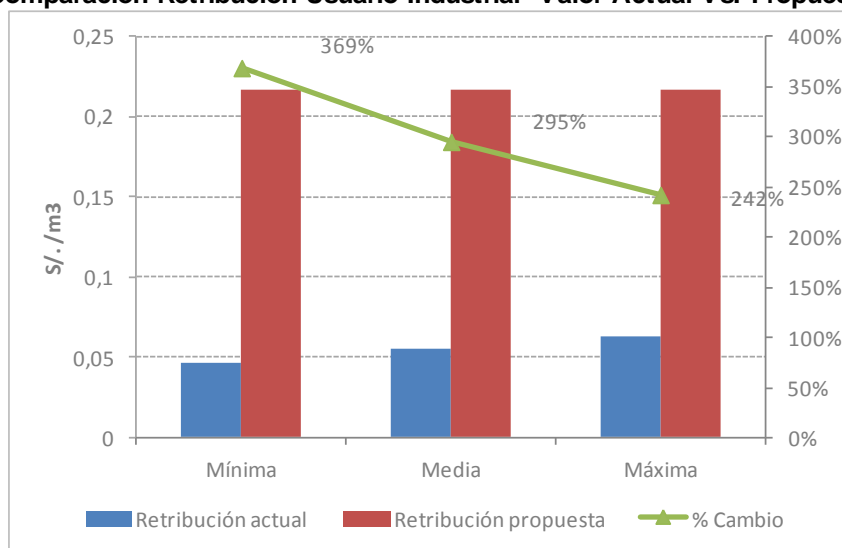
	Actual	Propuesta	real		retribución	
	S/. /m ³	S/. /m ³	S/. Mes	S/. Mes	S/. Mes	%
Mínima	0,00424	0,08384551	14,50	0,99456597	15,49	6,9%
Media	0,01286	0,08384551	14,50	0,90491797	15,40	6,2%
Máxima	0,02136	0,08384551	14,50	0,81651797	15,32	5,6%

Fuente: Elaboración propia

7.6.4. Uso industrial

Para el usuario industrial de la cuenca de Jequetepeque, el valor propuesto aumenta en 369% en el caso del valor mínimo, 295% en el caso del valor medio y 242% para el valor máximo. En la siguiente figura se presenta lo descrito:

Figura 7-10
Comparación Retribución Usuario Industrial- Valor Actual Vs. Propuesto

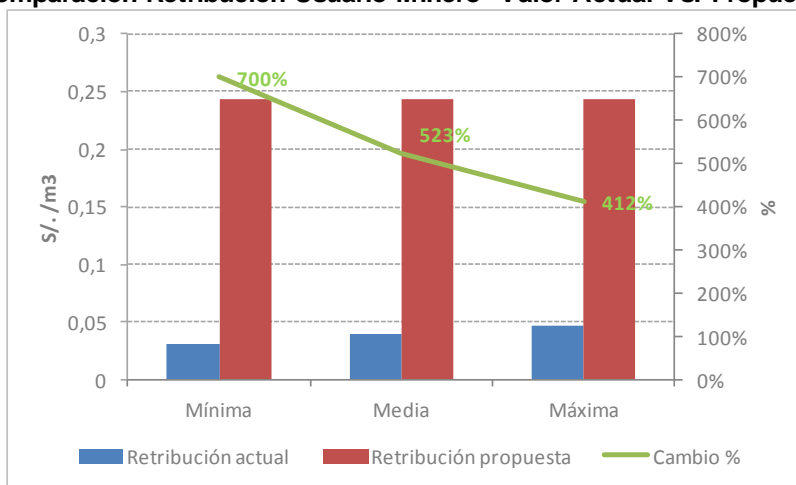


Fuente: Elaboración propia

7.6.5. Usuario minero

En el caso del usuario minero, el valor propuesto aumenta en un 700% respecto del valor máximo que se cobra actualmente. Con relación al valor medio, el valor propuesto es mayor un 523%, mientras que es 412% mayor al mínimo. En la siguiente figura se presentan los valores descritos:

Figura 7-11
Comparación Retribución Usuario Minero- Valor Actual Vs. Propuesto



Fuente: Elaboración propia

7.7. Tratamiento del incremento inicial en la retribución económica

Teniendo en cuenta que los el valor de la reposición propuesta implica aumentos con respecto a la retribución actual, se propone un período de 3 años para alcanzar dicho valor. En general no existen métodos definidos para determinar el momento óptimo para alcanzar los valores metas. En la decisión tienen que considerarse la necesidad de contar con los recursos y que el impacto en los aumentos sea gradual. Por ejemplo, si el período de tiempo supera los tres años se podría generar una sensación de inestabilidad producto de instaurar un escenario de constante alza en los valores cobrados. Siempre es deseable que los precios, en este caso retribuciones sean lo más estable posible de forma tal de permitir que los agentes económicos internalicen la señal de precios. Por otro lado los recursos se recaudarían lentamente provocando retraso en algunas actividades que deben financiarse con retribuciones. Se considera adecuado que la velocidad del ajuste sea decreciente, esto es, que lo mayores aumentos se produzcan primero.

Luego, se propone que el aumento en las retribuciones se materialice en la siguiente forma: 50% de la diferencia en el primer año, 30% de la diferencia en el segundo año, y finalmente un 20% de la diferencia en el último año.

Los ajustes por tipo de usuario, serían los siguientes en la cuenca del Jequetepeque:

Tabla 7-15
Incrementos porcentuales cobro de retribuciones por uso de agua en la cuenca del río Jequetepeque

Usuario	Retribución				Incremento			% Incremento		
	Actual (Medio)	Propuesta	Diferencia	Diferencia (%)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 1	Año 2	Año 3
					50%	30%	20%	50%	30%	20%
Agrario	0,00084465	0,00333183	0,00248718	294%	0,00209	0,00283	0,00333	147%	36%	18%
Poblacional	0,01286	0,09987134	0,08701134	677%	0,05637	0,08247	0,09987	338%	46%	21%
Industrial	0,05497	0,21727415	0,16230415	295%	0,13612	0,18481	0,21727	148%	36%	18%
Minero	0,0391	0,24371724	0,20461724	523%	0,14141	0,20279	0,24372	262%	43%	20%

Fuente: Elaboración Propia

Hay que recordar que la retribución no solo aumentará por este ítem, sino también por el incremento de los costos establecidos en el PEI para financiamiento futuro de las actividades de la ANA y por la actualización de precios para evitar la pérdida de valor real en las retribuciones, todo según lo descrito en numerales anteriores de este informe.

7.8. Factores de distribución y retribución económica

Como se ha mencionado, la metodología de cálculo de las retribuciones económicas consiste básicamente en la distribución de los costos de la ANA entre los usuarios de cada cuenca. El método establece, que en el caso del pago por uso de agua esta distribución se realice conforme el valor que cada usuario le de al recurso hídrico.

Dichos factores pueden entenderse de dos formas.

1. **Factores fijos determinados por la autoridad:** Esta primera opción dice relación con que los factores de distribución son determinados por la ANA y no son materia de discusión. En este caso los usuarios nada pueden decir respecto de la proporción con la cual deben contribuir a los gastos de gestión que se generan en su cuenca.
2. **Factores preliminares para el inicio de una negociación:** En este escenario los factores que se determinan con la metodología propuesta sirven de punto de partida para iniciar un ciclo de negociaciones con los usuarios al estilo de lo que se hace en Brasil. En dicho país, los precios por uso de agua y por vertimiento son fijados a partir de un pacto civil entre los usuarios del agua, la sociedad civil y el poder público en el ámbito de los comités de cuencas, con apoyo técnico de la Agencia Nacional de Aguas.

La ANA puede escoger que tipo de fijación de factores de distribución de costos utilizar según se las condiciones económicas, políticas y sociales que enfrente al momento de aplicar la metodología de determinación de retribuciones económicas de uso de agua y por vertimiento de aguas residuales tratadas.

8. Expansión de resultados del estudio al resto de las cuencas del Perú

La aplicación de las metodologías de estimación de valor del agua y cálculo de retribuciones económicas al resto de las cuencas del Perú implica teóricamente replicar un estudio de similares características como el desarrollado en este trabajo, lo cual implicaría un desembolso de recursos importante.

Como alternativa se propone la expansión de los resultados de este estudio al resto de las cuencas del Perú, lo que además de ser factible de realizar, se considera una buena aproximación, aun considerando que las cifras estimadas son representativas de la cuenca del Jequetepeque. En efecto, se espera que los diferentes parámetros estimados, como por ejemplo la elasticidad precio de la demanda por servicios de agua potable (utilizada para estimar el valor del agua para uso poblacional), no difieran significativamente entre cuenca y cuenca, por lo que serían utilizados como una aproximación a los hallazgos que arrojarían estudios similares en otras cuencas. Por otro lado, y según lo expuesto en el capítulo 3, acápite 3.1, los principales usuarios del agua son el agrícola, energético y poblacional, los que concentran el 98% del total de licencias de agua otorgadas por la ANA.

8.1. Valor del agua y retribuciones económicas por uso de agua

El cálculo de las retribuciones económicas por uso del agua trata, de forma muy simplificada, de una asignación de costos de gestión de la ANA a nivel de cuenca que los usuarios presentes en ella deben financiar. Este costo se distribuye entre dichos usuarios considerando como criterio la valorización que tenga cada uno de ellos respecto del recurso hídrico. La estimación del valor de agua es la demandante de recursos, y por consiguiente, materia de la simplificación que trata este acápite.

A continuación se considerará la cuenca de Tumbes para realizar el ejercicio de expansión de resultados. En la tabla que sigue se muestran las licencias de agua otorgadas por usuario.

Tabla 8-1
Licencias por usuario cuenca río Tumbes

Usuario	Licencia (m³/año)
Agrario	267.685.662
Acuícola	14.368.106
Energético	–

Industrial	13.487
Minero	–
Pecuario	–
Poblacional	10.856.052
Recreativo	–
Turístico	–
TOTAL	292.923.307

Fuente: Elaboración Propia con base en Información entregada por la ANA. Junio/2011

La cuenca del río Tumbes cuenta con licencias otorgadas para los usuarios agrario, acuícola, industrial, y poblacional. Se presenta a continuación la estimación del valor económico del agua para los usuarios agrario, industrial y poblacional aplicando los resultados encontrados para la cuenca del río Jequetepeque. Para estimar el valor asociado al uso acuícola es necesario aplicar la metodología de estimación propuesta en este documento. No obstante, dado que este sector se encuentra exento del pago de retribuciones económicas¹³⁶, al menos en la situación actual, no es necesario contar con esta estimación para el cálculo de las retribuciones.

El valor económico para el usuario agrario se estima considerando en primer lugar la cédula de cultivo. La siguiente tabla muestra la serie histórica de siembra para los años 2000 a 2007 en la cuenca del río Tumbes. Como se desprende de la tabla, el principal cultivo corresponde al arroz, con un 90,5% de la superficie total destinada a cultivos. El cultivo que sigue en términos de la superficie sembrada es el maíz amarillo duro con un 5,6% del total. En consecuencia es posible definir que el valor del agua para esta cuenca está asociado al uso en el cultivo de arroz.

El valor del agua destinado al cultivo de arroz en la cuenca del río Jequetepeque fue estimado en S./m³ 0,0717.

¹³⁶ El agua con dichos fines piscícolas se encuentra exceptuada del pago de la retribución económica por el uso del agua de acuerdo al Decreto Legislativo N° 1032, y a lo señalado en el artículo 7° de su reglamento aprobado con Decreto Supremo N° 020-2008-PRODUCE.

Tabla 8-2
Superficie por tipo de cultivo cuenca río Tumbes

Cultivo	Años								Promedio	%
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007		
Plátano	413,17	160,15	292,30	149,67	135,50	127,50	320,05	578,20	272,07	2,0%
Limón	50,33	74,95	28,00	57,33	101,20	34,30	28,55	50,70	53,17	0,4%
Mango	8,20	10,45	1,05	1,20	2,50	2,00	7,50	5,00	4,74	0,0%
Arroz	9.328,70	12.753,70	11.799,50	11.562,67	13.511,50	14.760,00	12.025,50	12.701,00	12.305,32	90,5%
Maíz Amarillo Duro	802,10	631,50	1.192,25	971,55	639,65	211,80	964,00	650,75	757,95	5,6%
Soya	230,60	43,65	27,50	230,40	43,25	37,00	22,50	15,80	81,34	0,6%
Frijol Caupi	102,30	91,50	84,20	123,40	60,00	11,50	335,30	170,00	122,28	0,9%
TOTAL	10.935,40	13.765,90	13.424,80	13.096,22	14.493,60	15.184,10	13.703,40	14.171,45	13.596,86	100,0%

Fuente: Elaboración propia con base en "Plan Estratégico del Sector Agrario de la Región Tumbes (PESAR) 2008 – 2015", Tabla N° 07
 SERIE HISTÓRICA DE SIEMBRA (Hás) 2000-2007, página 20.

El valor económico para el usuario poblacional se obtiene estimando el área bajo la curva de demanda por servicios agua potable y descontando el costo de provisión del servicio. Para todos los efectos se considera que la empresa Aguas de Tumbes es la que provee de este servicio a la población¹³⁷.

Para estimar el área bajo la curva de demanda se requiere conocer tres parámetros: elasticidad precio de la demanda por servicios de agua potable, consumo y precio que enfrenta un consumidor promedio (consumo medio y su tarifa asociada).

$$\text{Valor del agua potable} = \left[\frac{1}{\left(\frac{\bar{Q}}{\bar{P}^\varepsilon}\right)^{\frac{1}{\varepsilon}}} * \frac{1}{\left(\frac{1}{\varepsilon} + 1\right)} * \left[\bar{Q}^{\left(\frac{1}{\varepsilon} + 1\right)} - Q(P^*)^{\left(\frac{1}{\varepsilon} + 1\right)} \right] \right]$$

Donde,

\bar{Q}	Promedio del consumo mensual. Para Tumbes se estimó en 23,48 m ³ al mes ¹³⁸ .
\bar{P}	Precio del tramo 2, igual a S/.1,081 por m ³ . Esto, teniendo en cuenta que se toma el consumo promedio de 23,48 m ³ se encuentra dicho tramo 2 y enfrenta aquella tarifa ¹³⁹ .
ε	Elasticidad precio de la demanda estimada en -0,3887 para la cuenca del río Jequetepeque
P^*	Precio máximo a partir del cual ya no existe demanda por agua, definido para este caso como S/.20,0 por m ³ , al igual que en la cuenca del río Jequetepeque.
$Q(P^*)$	Consumo asociado al precio máximo (corte) de la curva de demanda (7,6 m ³).

¹³⁷ Es preciso establecer si existen municipios que tengan a cargo la provisión del servicio de forma tal de ajustar el cálculo.

¹³⁸ Esta cifra resulta de considerar un consumo medido de 1.917.092 m³ al año y 6.805 conexiones al año 2010 según SUNASS (2011), Gerencia de Supervisión y Fiscalización, "Las EPS y su Desarrollo 2011".

¹³⁹ Se consideró la estructura tarifaria vigente para la categoría "Doméstico" del servicio de agua en el rango de 8 m³ a 20 m³, tarifa que no incluye IGV.

El valor del servicio de agua potable resultante entonces es de S/.79,92 lo que equivale a S/.3,40 por m³ (79,92/23,48). Considerando que el costo de provisión del servicio¹⁴⁰ es de S/.1,52 por m³, se tiene que el valor del agua para el usuario poblacional resulta finalmente ser de S/.1,88 por m³.

El valor económico para el usuario industrial se consigue de forma análoga, esto es, considerando los tres parámetros iniciales: elasticidad precio de la demanda, consumo medio y precio medio (o tarifa asociada al consumo medio).

$$Valor\ del\ agua\ potable = \left[\frac{1}{\left(\frac{\bar{Q}}{\bar{P}^\varepsilon}\right)^{\frac{1}{\varepsilon}}} * \frac{1}{\left(\frac{1}{\varepsilon} + 1\right)} * \left[\bar{Q}^{\left(\frac{1}{\varepsilon}+1\right)} - Q(P^*)^{\left(\frac{1}{\varepsilon}+1\right)}\right] \right]$$

Donde,

- ε Elasticidad precio de la demanda estimada en -0,56 (benchmarking)
- \bar{Q} Consumo medio igual a 100,0 m³ al mes¹⁴¹
- \bar{P} Precio medio igual a S./2,381 por m³
- P^* Precio máximo a partir del cual ya no existe demanda por agua, definido para este caso como S/.20,0 por m³.
- $Q(P^*)$ Consumo asociado al precio máximo (corte) de la curva de demanda (26,8 m³).

El valor del agua para uso industrial que resultan es de S/.549,70 lo que equivale a S/.5,50 por m³ (549,70/100,0).

Una vez estimados los valores del agua y considerando que el costo a distribuir es de S/.1.852.796 se obtiene la retribución económica por usuario que se presenta en la siguiente tabla.¹⁴²

¹⁴⁰ Costo medio de largo plazo estimado en el estudio tarifario de Aguas de Tumbes (abril 2011).

¹⁴¹ Se utilizó la asignación de consumo de clientes industriales sin medidor. Para afinar el cálculo es necesario contar con información estadística de la empresa Aguas de Tumbes.

¹⁴² El porcentaje de distribución de costos para Tumbes es de 2,67% para llevar los costos del nivel central a la cuenca y de 1,26% para llevar los costos de la AAA-JZ a nivel de cuenca. Se ha considerado el costo del ALA Tumbes igual al costo del ALA Jequetepeque. Además, se ha

Tabla8-1
Cálculo retribución económica por uso de agua en la cuenca del Tumbes:
Distribución por valor

Usuario	Licencia de Agua (m ³ /año)	Valor Agua (S/./m ³)	Total Valor Agua (S/./año)	% Distribución	Retrobución Caso 2: Financiamiento Total Ana (S/./m ³)
Agrario	267.685.662	0,0717	19.205.376	48,4%	0,00335
Industrial	13.487	5,4970	74.135	0,2%	0,25662
Poblacional	10.856.052	1,8799	20.408.530	51,4%	0,08776
TOTAL	278.555.201		39.688.041	100%	
Costo a repartir S/./año					1.852.797

Fuente: Elaboración propia

8.2. Retrobución económica por vertimiento

Para ilustrar el cálculo de la retrobución por vertimiento se considera el total de volúmenes autorizados vigentes al 2011, estimando dicho valor para la cuenca del río Chancay-Lambayeque.

El volumen autorizado para verter en la cuenca del río Chancay-Lambayeque es de 11.400 m³ al año y corresponde a aguas residuales industriales tratadas. Este volumen representa un 0,0012% del total de autorizaciones (955.056.402 m³ al año)

La metodología considera distribuir los costos asociados a la gestión de vertimientos, incluidas las funciones de monitoreo, en cada cuenca en función de los volúmenes autorizados. Este ejercicio entrega como resultado a nivel de cuenca un costo a repartir entre vertedores de S/121.169.

La retrobución económica resultante es de S/10,63 por m³ autorizado (121.169/11.400). Esta cifra es bastante elevada si se considera los S/0,01 por m³ que actualmente se paga por este concepto (valor para sector industrial).

El resultado anterior se explica debido a que aún no se han autorizado todos los vertimientos que debieran. En efecto, es de conocimiento público que aún falta por regularizar varias EPS que aún están con su Programa de Adecuación de Vertimientos y Reusos, conocido como PAVER. AL no contar con la totalidad de vertimientos autorizados, los factores de prorrata

incluido el costo de la secretaría del Consejo de Cuenas, cuyo valor es idéntico al presentado para el caso de la cuenca del río Jequetepeque.

(distribución de costos) son mayores, alcanzándose cifras como la estimada en este acápite.

Por lo tanto, para obtener los resultados finales es necesario que la ANA defina cuales son los volúmenes autorizados por cuenca y por tipo de vertedor que se va a alcanzar en un horizonte de tiempo en que la gestión de vertimientos entre en régimen. Esto es, se encuentre con la totalidad de vertimientos regularizados.

9. ASPECTOS REGULATORIOS, INSTITUCIONALES: PROCESOS DE CONTABILIDAD, FACTURACIÓN Y COBRANZA DE RETRIBUCIONES ECONÓMICAS

Los términos de referencia consideran el diseño de un esquema regulatorio que permita aplicar las retribuciones económicas que se han calculado en este estudio. Al respecto, la propuesta metodológica del Consultor para abordar este tema se basa en considerar el proceso de facturación y cobranza de una firma productiva, proceso que resulta ser de conocimiento común por parte de los profesionales dedicados a la gestión de empresas, considerando las instituciones existentes y las facultades que otorgan las leyes, en particular la Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento¹⁴³.

El análisis ha considerado distinguir y analizar los siguientes procesos:

- Proceso de Contabilidad de la Retribución: comprende las actividades de creación, actualización y eliminación de usuarios, además de aquellas orientadas al cálculo de los montos a cobrar por concepto de retribuciones económicas
- Proceso de Facturación de la Retribución: comprende las actividades de generación del documento de cobro y su posterior entrega al usuario, junto con la atención de los reclamos que pudiesen generarse
- Proceso de Recaudación de la Retribución: comprende las actividades relacionadas con la recaudación de dineros provenientes de los usuarios

Una primera parte consistió en el levantamiento de los diagramas de flujo de dichos procesos que actualmente ejecuta la ANA, tanto para retribuciones económicas por uso de agua para fin agrario y no agrario, así como también las relativas al vertimiento de agua. Para ello se realizaron una serie entrevistas y contactos con distintos profesionales vinculados a la ANA:

¹⁴³ Cabe destacar que para el buen diseño de todos estos procesos, se consultaron distintos organismos, con el objetivo de reproducir estos esquemas regulatorios, entre los cuales destacan el Ministerio del Ambiente del Perú, la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN), entre otros.

economistas, contadores, ejecutores coactivos, etc., los que se presentan y detallan a continuación¹⁴⁴.

El diseño de procesos asociados al uso de agua para fin no agrario, fue dividido en dos esquemas: el uso de agua para fin no agrario que excluye a las compañías eléctricas y aquél que sí las incluye.

De los antecedentes recopilados, y revisando el Texto Único de Procedimientos Administrativos (TUPA), no existe un manual de procedimientos explícito respecto de como será el cálculo y cobro de las retribuciones económicas. Si se reconoce que al interior de la institución las actividades relacionadas con los procesos de facturación y cobranza son tareas frecuentes que, a pesar de no estar documentadas, están claramente identificadas por quienes realizan dichas labores.

9.1. Descripción y análisis del Proceso de Contabilidad de la Retribución: Actualización de la base de datos de usuarios y cálculo de la retribución económica

El Proceso de Contabilidad se ha definido de forma tal que se han incluido las actividades de creación, actualización y eliminación de usuarios, además de aquellas orientadas al cálculo de los montos a cobrar por concepto de retribuciones económicas.

Este proceso fue dividido en dos partes:

- El proceso de actualización de la base de usuarios
- El cálculo de la retribución económica

9.1.1. Proceso de Contabilidad de la Retribución: Actualización de la base de datos de usuarios

El caso del uso de agua para fin no agrario, que excluye las compañías eléctricas, y cuyo diseño es representado en la hoja "No Ag Conta BD Usuarios sin EE"¹⁴⁵, el proceso comienza cuando la ALA remite a la ANA¹⁴⁶ los

¹⁴⁴ Si bien estos se presentan tres procesos (contabilidad, facturación y recaudación de forma tal que el lector pueda contextualizar de manera más ágil cada una de las partes que componen el proceso general.

¹⁴⁵ Se incluyen el nombre de las hojas de archivo MS-Excel "Anexo 5 – Flujogramas.xlsx" que se adjunta en formato digital.

¹⁴⁶ Cuando, en el interior del texto, se mencione a la ANA y no se especifique cuál es el Departamento o Dirección que ejecuta la acción a la cual se está haciendo aludiendo, se entenderá que es la Dirección de Administración de los Recursos Hídricos (DARH) de la ANA la que realiza la gestión mencionada.

nuevos usuarios ingresados y eliminados en cada uno de sus distritos (1)¹⁴⁷. La ANA recibe esta información (2) y se actualiza la base de datos de usuarios (3 a 7). Este proceso es idéntico para el caso del uso de agua para fin no agrario que incluye a las compañías eléctricas y al uso de vertimiento de agua, los cuales están representados dentro de las hojas "No Ag Conta BD Usuarios EE" y "Vert Conta BD Usuarios", respectivamente.

Cabe destacar que dentro de este proceso, es muy pertinente que sea la ALA la que informe de la incorporación o eliminación de usuarios, ya que es ella la que, debido a su descentralización, posee el contacto y realiza las gestiones respectivas con los usuarios.

Por otra parte, debido a que las ALA son organismos dependientes de la ANA y que no poseen funciones extras e independientes a los fines de ésta última (como sí es el caso de las Juntas de Usuarios, las que cumplen una serie de otros roles, determinados por ley, autónomos a los de la ANA), es más eficiente que sea la ANA, tal como se indica en el esquema, la que actualice finalmente la base de datos de los usuarios, evitando repetir procesos innecesarios en las ALA's para después tener que realizar un consolidado nacional en la ANA.

En el caso del uso de agua para fin agrario, este proceso es representado en la hoja "Ag Conta BD Usuarios" y comienza cuando la Junta de Usuarios (en adelante JU), consulta su base de datos y la actualiza conforme a los usuarios nuevos ingresados y aquellos eliminados (1 a 6). Luego la JU remite a la ALA esta información (7) y ésta última a su vez la ANA (8). Finalmente la ANA recibe esta información y consolida y actualiza la base de datos a nivel nacional (9).

En este caso, es también muy adecuado que sea la JU la que se responsabilice por el ingreso y la eliminación de los usuarios, ya que son ellas las que poseen el contacto y efectúan las gestiones respectivas con éstos. La diferencia aquí, es que es la propia JU quien actualiza la base de datos de usuarios y no la ANA, como en el caso anterior. Esto se justifica, ya que aquí la JU, como ente autónomo independiente de la ANA, ya cuenta con esta información y no existen grandes dificultades para su consolidación, esto producto de la serie de otras gestiones que debe, por ley, desarrollar para todos los usuarios, por lo que sería ineficiente que si esta actualización ya estuviese realizada, se tuviese que efectuar nuevamente en la ANA, ya que acarrearía trabajo doble y, por ende, aumentaría el gasto final de todos los procesos.

¹⁴⁷ Entre paréntesis se indica el número que le corresponde al ícono dentro del proceso y acción de la cual se está hablando. En este caso en particular, "(1)" indica que se está hablando del ícono que representa la acción "ALA Remite a ANA Nuevos Clientes Ingresados y Eliminados".

9.1.2. Proceso de Contabilidad de la Retribución: Cálculo de la retribución económica

El proceso de contabilidad, en lo que se refiere al cálculo de la retribución económica, para el caso del uso de agua para fin no agrario, que excluye a las compañías eléctricas, está representado en la hoja "No Ag Conta Calc RE Sin EE" y comienza con la solicitud que realiza la ANA a la ALA respecto de la información del volumen (m^3) de agua utilizado por los usuarios (8), quien a su vez la remite a la ANA (9).

Por otra parte, la ANA propone los valores de las retribuciones económicas a cobrar, los cuales son remitidos al MINAG (Ministerio de Agricultura del Perú) (10), en donde son recibidos, aprobados mediante Decreto Supremo (11) y despachados de vuelta a la ANA (12), en donde son recibidos por esta última (13).

El proceso continúa cuando la ANA recibe la información del volumen (m^3) de agua consumido por el usuario y realiza el procesamiento de la información, calculando el valor de la retribución económica a pagar (tomando en consideración los valores aprobados por parte del MINAG). Aquí también se elaboran los recibos e instructivos que finalmente la ANA enviará a las ALA (14), con el objetivo de continuar con el proceso de cobro de la retribución económica en el Proceso de Facturación de la Retribución.

Este cálculo de la retribución económica incluye, para el caso de los usuarios morosos, la incorporación de los intereses moratorios y compensatorios, usuarios que son determinados por la ANA en el Proceso de Recaudación de la Retribución (31).

Para el caso de vertimientos de agua residual, el cálculo de la retribución económica es representado en la hoja "Vert Conta Calc RE" y es similar al de uso de agua no para fin agrario que excluye las compañías eléctricas. En este caso, la ANA también envía la propuesta de valores de la retribución económica al MINAG (9) para su aprobación. Una vez aprobados los valores la ANA recibe estos valores (12), tal y como ocurre en el proceso anterior.

La diferencia en este caso está en que la Dirección de Gestión de la Calidad de los Recursos (DGCRH) autoriza el volumen (m^3) a verter mediante Resolución Directorial. Esta información es remitida finalmente a la Dirección de Administración de los Recursos Hídricos (DARH) de la ANA (8).

El cálculo de la retribución económica es idéntico al del proceso anterior, el que incluye, para el caso de los usuarios con cuotas impagas, la adición de los intereses moratorios y compensatorios (13), usuarios que son también determinados por la ANA en el Proceso de Recaudación de la Retribución (26).

Para el caso del uso de agua para fin agrario, el cálculo de la retribución económica es representado en la hoja "Ag Conta Calc RE" y también es

semejante a los dos anteriores. Aquí también la ANA envía la proposición de los valores de la retribución económica al MINAG (10 para su aprobación. Una vez aprobados los valores la ANA recibe estos valores (13). El proceso continúa en este caso cuando la ANA remite, a través de formatos especiales, estos valores a las ALA, la que a su vez los envía a las JUs (14).

En este proceso es la JU la que lleva a cabo la actualización de los m³ de agua consumidos por cada usuario (15), para luego efectuar el cálculo de las retribuciones económicas a pagar, tomando en consideración los valores de retribuciones económicas remitidos desde la ALA (16). Tal como ocurre en los procesos anteriores, para el caso de los usuarios con cuotas impagas se incorporan los intereses moratorios y compensatorios (13), usuarios que son determinados esta vez por la propia JU, durante el Proceso de Recaudación de la Retribución (34).

Por último, el cálculo de la retribución económica por uso de agua asociado a las compañías eléctricas, es representado en la hoja "No Ag Conta Calc RE EE". Aquí la ANA remite a las compañías eléctricas el factor de actualización de precio, para que cada compañía eléctrica lleve a cabo su autoliquidación (8), los cuales son recibidos por estas últimas (9).

Por otra parte, la ANA calcula los intereses moratorios y compensatorios de aquellas compañías eléctricas morosas y remitidos a estas últimas para su conocimiento y aplicación (10). Por su parte las compañías eléctricas reciben la notificación (11).

Finalmente, cada compañía eléctrica realiza el cálculo del valor a cancelar por concepto de retribución económica por uso de agua, el cual corresponde a una autoliquidación (función de la energía producida en el mes anterior y del 1% del precio promedio de la energía a nivel de generación), considerando el factor de actualización remitido por la ANA y los intereses (de existir) (12), para luego continuar en el Proceso de Facturación de la Retribución.

Respecto del proceso asociado al uso de agua para fin no agrario que excluye las compañías eléctricas, se considera adecuado que sean las ALA las que administren la información del volumen (m³) utilizado por cada usuario y las remitan a la ANA ya que son las ALA las que, debido a su descentralización, poseen el contacto y realizan las gestiones respectivas con los usuarios.¹⁴⁸

Por otra parte, y tal como sucede en el proceso de actualización de la base de datos de usuarios, debido a que las ALA son organismos dependientes

¹⁴⁸ En el proceso de actualización de la base de datos de usuarios también las ALA enviaban la información de los usuarios a ingresar o eliminar a la ANA.

de la ANA y que no poseen funciones extras e independientes a los fines de ésta última (como sí es el caso de las JUs, las que cumplen una serie de otros roles, determinados por ley, autónomos a los de la ANA), es más eficiente que sea la ANA, tal como se indica en el esquema, la que consolide toda la información proveniente de las ALA, efectúe el cálculo de la retribución económica y elabore los recibos e instructivos que a futuro se utilizarán en el Proceso de Recaudación de la Retribución, por las mismas razones mencionadas en el proceso de actualización de la base de datos de usuarios de este mismo proceso.¹⁴⁹

En el caso del proceso de cálculo de la retribución económica asociado al uso de agua para fin agrario, se considera apropiado que sean las JU las que actualicen los (m³) utilizados por los usuarios, ya que son las JU las que poseen el contacto y realizan las gestiones respectivas con ellos. Además, también es conveniente que sean ellas las que realicen el cálculo de las retribuciones económicas, por las mismas razones de economías de ámbito descritas en el proceso de actualización de la base de datos de usuarios, antes explicado.

9.2. Descripción y análisis del Proceso de Facturación de la Retribución

El proceso de facturación se ha definido como el conjunto de actividades necesarias para la generación del documento de cobro y su posterior entrega al usuario, junto con la atención de los reclamos que a partir de dicho documento de cobro pudiesen generarse.

El proceso de facturación para el caso del uso de agua para fin no agrario que excluye a las compañías eléctricas, está representado en la hoja "No Ag Fact sin EE". Este proceso debe entenderse como una continuación del anterior y comienza luego que la ANA realiza el cálculo de la retribución económica y elabora los recibos e instructivos que serán utilizados a futuro (14).

Posteriormente la ANA remite a las ALA el listado de usuarios que deben pagar su retribución económica, con los correspondientes recibos e instructivos junto con el cálculo de la retribución (15). La ALA recibe toda esta información y notifica, mediante Resolución Administrativa a los usuarios para el pago en el Banco de la Nación (16). El usuario recibe el documento de pago (17) y, de estar conforme (18), se dirige a pagar al Banco de la Nación (Proceso de Recaudación de la Retribución). Por el contrario, si no está de acuerdo con el documento de cobro (18), el usuario presenta su reclamo ante la ALA (19), la cual efectúa la inspección correspondiente y resuelve mediante Resolución Administrativa (20), para después entregar un nuevo documento de

¹⁴⁹ Se evita repetir procesos innecesarios en las ALAs para después tener que realizar un consolidado nacional en la ANA.

pago al usuario (16). Cabe señalar que este esquema es idéntico al del proceso de facturación de vertimiento de agua, representado en la hoja "Vert Fact".

Tal como en los procesos anteriores asociados al uso de agua con fines no agrarios, es apropiado que sea la ALA la que entregue el documento de pago, ya que, como se explicó anteriormente, son las ALA las que, debido a su descentralización, poseen el contacto y realizan las gestiones respectivas con los usuarios.

Por otra parte, es adecuado que de sentirse disconformes con el documento emitido, los usuarios reclamen ante la ALA y no ante la ANA, ya que por motivos geográficos, no sería lógico que éstos tuvieran que remitir sus reclamos en forma centralizada con las consiguientes demoras para recibir una respuesta oportuna producto del aumento en la cola de reclamos.

En cuanto al proceso de facturación para el caso del uso de agua para fin agrario, el cual está representado en la hoja "Ag Fact", comienza luego que la JU realiza el cálculo de la retribución económica (16).

Luego, la JU remite a los usuarios el documento de pago (17), quienes a su vez lo reciben (18). De estar conformes (19), los usuarios se dirigen a pagar al Banco de la Nación (Proceso de Recaudación de la Retribución). Por el contrario, si no están de acuerdo con el documento de cobro (19), el usuario presenta su reclamo ante la ALA (20), la cual lo revisa y envía su resolución a la JU (21), quien la recibe (22), para después entregar un nuevo documento de pago al usuario (17).

Tal como en los procesos anteriores asociados al uso de agua para fines agrarios, se considera apropiado que sea la JU la que entregue el documento de pago, ya que, como se explicó anteriormente, son las JU las que, debido a su descentralización, poseen el contacto y realizan las gestiones respectivas con los usuarios aprovechando las economías de ámbito.

Por otra parte, si se considera que las JU son organizaciones independientes de la ANA y que al emitir el documento de pago y entregárselo al usuario están realizando un servicio para la ANA (lo que garantiza economías de ámbito), es lógico que algún reclamo de parte de los usuarios respecto a diferencias con el valor que se incluye en el documento emitido, sea presentado ante la ALA y no ante la JU. Esto, porque la ANA posee las atribuciones para revocar un mal cobro de una retribución económica, facultad que, debido a su distinta naturaleza, no poseen las JUs.

Por último, corresponde explicar el proceso de facturación para el caso del uso de agua asociado a las compañías eléctricas, el cual aparece representado en la hoja "No Ag Fact EE". Este proceso es muy sencillo, ya que sólo considera la emisión del documento, por parte de la compañía eléctrica (13), luego de que ésta lleva a cabo su autoliquidación (12).

9.3. Descripción y análisis del Proceso de Recaudación de la Retribución

Este proceso se ha definido como el conjunto de actividades orientadas a obtener los dineros que los usuarios pagan por concepto de retribuciones económicas.

El proceso de recaudación para el caso del uso de agua con fin no agrario que excluye a las compañías eléctricas, está representado en la hoja "No Ag Rec sin EE". Este proceso comienza cuando el usuario ha recibido el documento de pago conforme (17 y 18).

Luego, el usuario paga en el Banco de la Nación (21), institución que efectúa la recaudación de la cobranza (22) y emite el comprobante de pago entregándolo al usuario (23), quien lo recibe (24) y hace entrega de una copia a la ALA o a la ANA (25), según su conveniencia geográfica en relación a la ubicación de las distintas sucursales de la institución. Si el usuario decide entregarlo a la ALA, ésta finalmente remite la copia del comprobante de pago a la ANA (27).

Por otra parte, una vez que el Banco de la Nación efectúa la recaudación de la cobranza (22), remite a la ANA el estado de pagos (29). La ANA por su lado procesa y compatibiliza la información de pagos realizados remitida desde la ALA o directamente entregada por el usuario final con aquellas enviada por el Banco de la Nación, para su posterior supervisión, control y seguimiento de pagos a nivel nacional (30).

Una vez que la ANA realiza la revisión de pagos, procede a la determinación de morosos (31), en donde, si el usuario moroso adeuda tan sólo una cuota (32), la ANA calcula el valor de la retribución económica, incorporando los respectivos intereses moratorios y compensatorios (14). En caso contrario (el usuario adeuda más de una cuota) (32), la ANA informa a la ALA de estos usuarios para su control, seguimiento y supervisión (33).

En caso que el usuario adeude más de una cuota, la ALA envía un documento de aviso de pago de deuda al usuario (34). Aquí, si el usuario no paga la deuda (36), la ALA formula un expediente para iniciar el procedimiento coactivo conformado por un informe, que incluye una resolución de procedimiento administrativo, notificaciones y una constancia de acto administrativo y remite este expediente a la ANA, para iniciar el trámite por la vía coactiva de las obligaciones de pago, multas y otros (37).

Por su parte, la ANA procede a calificar los expedientes enviados por las ALA, para dar inicio al procedimiento de Ejecución Coactiva, remitiendo esta información al Banco de la Nación (38). El Banco de la Nación recibe la información del inicio del Proceso de Ejecución Coactivo y se procede al embargo de bienes para hacerse cobro de la deuda indicada por la ANA (incluye los intereses compensatorios y moratorios) (39), para luego informar

de este procedimiento a la ANA (40), quien procesa y compatibiliza la información (30).

Por el contrario, si el usuario que adeuda más de una cuota paga la deuda (36), el Banco de la Nación recauda este pago (41), para luego remitir esta información a la ANA (29), quien procede a procesar y compatibilizar la información (30).

Cabe señalar que este esquema es idéntico al del proceso de recaudación de retribuciones económicas por vertimiento de aguas residuales, representado en la hoja "Vert Rec", salvo por el hecho de que en esta caso el usuario entrega el comprobante de pago emitido por el Banco de la Nación exclusivamente a la ANA.

Por otra parte, y por las mismas razones anteriormente expuestas, se considera apropiado que sea la ANA la que procese, compatibilice la información y coteje la remitida desde el usuario o a la ALA con la enviada desde el Banco de la Nación. Además, y atendiendo nuevamente a las razones expuestas en el análisis de los procesos anteriores, es conveniente que sea la ALA la que entregue el documento de aviso de pago a los usuarios morosos, ya que, como se explicó, son las ALA las que, debido a su descentralización, poseen el contacto y realizan las gestiones respectivas con los usuarios.

El proceso de recaudación para el caso del uso de agua con fin agrario, está representado en la hoja "Ag Rec". Este proceso comienza cuando el usuario ha recibido el documento de pago conforme (18-19).

Luego, el usuario paga en la JU (22), la que recauda y emite un comprobante de pago (23), el que es recibido de vuelta por el usuario (25). Además, la JU realiza el depósito de los pagos en el Banco de la Nación (24) quién entrega a la JU el comprobante de depósito (27). La JU recibe dicho comprobante y remite dos copias de este depósito a la ALA, incluyendo los formatos respectivos (28) y las copias de los formatos 1, 2 y 5 para su consolidación (33).

De esta forma, la ALA consolida la información para el control y seguimiento de los pagos económicos de la ANA (29) y remite a la ANA una copia del comprobante de pago y los formato correspondientes para el control y seguimiento de los ingresos y copias de los formatos 1, 2 y 5 para la consolidación con el registro de ingresos (30).

Por otro lado, una vez que el Banco de la Nación efectúa la recaudación de la cobranza (26), remite a la ANA el estado de pagos (32). La ANA procesa y compatibiliza esta información con aquella remitida desde la ALA, para su posterior supervisión, control y seguimiento de pagos a nivel nacional (31).

Por su parte, la JU procede a la determinación de morosos (34), en donde, si el usuario moroso adeuda tan sólo una cuota (35), la JU calcula el

valor de la retribución económica, incorporando los respectivos intereses moratorios y compensatorios (16). En caso contrario (el usuario adeuda más de una cuota) (35), la JU envía un documento de aviso de pago de deuda al usuario con más de una cuota impaga (36). Aquí, si el usuario no paga la deuda (38), la JU informa a la ALA, para que se inicie el procedimiento de ejecución coactiva (39).

De esta forma, la ALA formula un expediente para iniciar el procedimiento coactivo conformado por un informe, que incluye una resolución de procedimiento administrativo, notificaciones y una constancia de acto administrativo y remite este expediente a la ANA, para iniciar el trámite por la vía coactiva de las obligaciones de pago, multas y otros (40).

Por su parte, la ANA procede a calificar los expedientes enviados por las ALA, para dar inicio al procedimiento de Ejecución Coactiva, remitiendo esta información al Banco de la Nación (41). El Banco de la Nación recibe la información del inicio del Proceso de Ejecución Coactivo y se procede al embargo de bienes para hacerse cobro de la deuda indicada por la ANA (incluye los intereses compensatorios y moratorios) (42), para luego informar de este procedimiento a la ANA (43), quien procesa y compatibiliza la información (31).

Por el contrario, si el usuario que adeuda más de una cuota paga la deuda (38), el Banco de la Nación recauda este pago (44), para luego remitir esta información a la ANA (32), quien procede a procesar y compatibilizar la información (31).

Del mismo modo que en los procesos anteriores, se considera apropiado que sea la JU la que recaude los pagos y la que informe al usuario de sus cuotas impagas, ya que de esta forma se obtienen economías de ámbito, debido a las múltiples gestiones que por otras obligaciones deben llevar a cabo cada una de las JU.

Además, al ser las JU organizaciones independientes de la ANA, la cuales recolectan los pagos como un servicio para ésta, es importante que luego de este procedimiento la ANA procese y compatibilice la información, de modo de garantizar la supervisión, el control y el seguimiento de pagos a nivel nacional.

Por último, el proceso de recaudación para el caso del uso de agua de compañías eléctricas está representado en la hoja "No Ag Rec EE". Este proceso comienza cuando la compañía eléctrica ha emitido el documento de autoliquidación (13).

Luego de esto, la compañía eléctrica paga en el Banco de la Nación (14), el cual efectúa la recaudación de la cobranza (15) y emite el comprobante de pago, entregándolo a la compañía eléctrica (16), quien lo

recibe (17) y remite una copia a la ANA (18), al cabo que informa del pago a la ALA (20).

Por otra parte, una vez que el Banco de la Nación efectúa la recaudación de la cobranza (15), remite a la ANA el estado de pagos (22), la cual procesa y compatibiliza la información remitida desde la compañía eléctrica con aquella enviada por el Banco de la Nación, para su posterior supervisión, control y seguimiento de pagos a nivel nacional (23).

La ANA procede a la determinación de morosos (24) utilizando como input la información de la producción de energía de cada compañía eléctrica, remitida por el Ministerio de Energía y Minas (35), en donde, si la compañía eléctrica morosa adeuda tan sólo una cuota (25), la ANA calcula el valor de la retribución económica, incorporando los respectivos intereses moratorios y compensatorios (10). En caso contrario (el usuario adeuda más de una cuota) (25), la ANA envía a la ALA un documento de aviso de pago de deuda dirigido a la compañía eléctrica con más de una cuota impaga (26), el cual es recepcionado por la ALA y reenviado a la compañía eléctrica (33), documento que finalmente es recibido por la empresa de electricidad (27). Aquí, si la compañía eléctrica no paga la deuda (28), la ALA formula el expediente para procedimiento coactivo (34), con lo que la ANA procede a dar inicio al procedimiento de Ejecución Coactiva, remitiendo esta información al Banco de la Nación (29).

El Banco de la Nación recibe la información del inicio del Proceso de Ejecución Coactivo y se procede al embargo de bienes para hacerse cobro de la deuda indicada por la ANA (incluye los intereses compensatorios y moratorios) (30), para luego informar de este procedimiento a la ANA (31), quien procesa y compatibiliza la información (23).

Por el contrario, si la compañía eléctrica que adeuda más de una cuota paga la deuda (28), el Banco de la Nación recauda este pago (32), para luego remitir esta información a la ANA (22), quien procesa y compatibiliza la información (23).

Por las mismas razones anteriormente expuestas, se considera apropiado que sea la ANA la que procese y compatibilice la información y coteje la remitida desde cada compañía eléctrica con la enviada desde el Banco de la Nación.

Por último, cabe destacar que es apropiado que sea en este proceso, el de recaudación, en donde se realice el análisis y determinación de los usuarios morosos, por cuanto es aquí donde se concilian los pagos de los usuarios, pudiéndose advertir de manera inmediata aquellos que han pagado y aquellos que no.

9.4. Análisis de la institucionalidad en los procesos asociados a la aplicación y cobro de las retribuciones económicas

En general, puede señalarse que las instituciones que conforman la estructura dentro del proceso de cobro de las retribuciones económicas funcionan de manera que se considera adecuada, desplegándose funcionalmente con el objetivo de cumplir cada una de las gestiones necesarias para generar la facturación y cobranza de las retribuciones económicas.

La ANA cumple una función central dentro de los procesos de contabilidad, facturación y cobranza. En particular desarrolla un rol fundamental de consolidación y procesamiento de datos a nivel nacional de todos los aspectos relativos a la cobranza y en cada uno de los subprocesos.

En el caso del proceso de Contabilidad de la Retribución, la ANA actualiza la base de datos de clientes, propone los valores de retribución económica a cobrar, calcula estos valores e incorpora los intereses, lo cual le da conocimiento cabal del estado de cobro y recaudación, permitiéndole además realizar análisis y reportes con la información que se genera de estos procesos.

En el proceso de Facturación de la Retribución, la ANA remite a las ALA's toda la información necesaria para informar del cobro a los usuarios aprovechando la existencia de los órganos desconcentrados. Incluso se utiliza a las Juntas de Usuarios en el caso del cobro de retribuciones con fines agrarios utilizando la institucionalidad que entrega la LRH respecto de la facultad para cobrar retribuciones económicas por el uso del agua y transferirlas a la ANA.

En el esquema asociado al uso de agua por parte de las compañías eléctricas, la ANA también cumple un papel preponderante. Dentro del proceso de contabilidad, actualiza la base de datos de clientes y remite a las compañías eléctricas los factores de actualización a las compañías eléctricas para su autoliquidación. Respecto a este último punto, la ANA va más allá de sus propias obligaciones. En efecto, este envío se hace para agilizar el cobro que en general se hace con un desfase de tiempo considerable. De los antecedentes revisados se desprende que no existen protocolos de coordinación con la Dirección General de Electricidad, que es la entidad encargada para verificar la correcta aplicación de lo dispuesto en el Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas respecto de la autoliquidación para pagar la retribución económica por uso de agua con fines energéticos.

En relación al uso de agua con fin agrario, las JU desempeñan varios de los roles que en los otros procesos son desarrollados por la ANA. No obstante es esta última la que procesa y consolida toda la información a nivel nacional, además de dar inicio al proceso de ejecución coactivo en caso de requerirlo.

Por su parte, las ALA cumplen una importantísima labor de descentralización de la gestión, llevando a cabo una serie de funciones que la ANA requiere dentro de las distintas provincias de todo el país. En los casos de uso de agua para fines no agrario y de vertimiento de aguas residuales, la ALA se encarga de remitir a la ANA los clientes a incorporar o eliminar en la base de datos. Luego, dentro del cálculo de la retribución económica, debe recolectar la información del volumen (m^3) de agua usado por cada uno de los usuarios (caso exclusivo para el uso de agua no agrario). En facturación, se ocupa de remitir los formularios de cobros a cada uno de los usuarios, además de solucionar cualquier reclamo o discrepancia de parte de los mismos con respecto a los documentos de pago. Por último, en la recaudación, es el medio por el cual la ANA puede supervisar a los clientes morosos y ordenar el proceso coactivo, en caso de incumplimiento de pagos. Y dentro del uso de agua agrario, es el canal comunicador entre cada una de las JU y las ANA en cada uno de los procesos.

Tomando en cuenta lo dicho anteriormente, es posible sostener que las ALA cumplen una tarea preponderante dentro de cada uno de estos procesos, permitiendo una gestión eficiente y descentralizada, en beneficio de la gestión nacional que debe realizar la ANA.

Con respecto a las JU, que funcionan en el marco del proceso de cobro de la retribución económica del uso de agua con fines agrarios, cabe destacar que cumplen una labor también importante dentro de todo el esquema. Son ellas las que ingresan o eliminan usuarios, realizan el cálculo de la retribución económica, emiten el documento de cobro a los usuarios, recaudan los pagos, determinan los morosos, permiten el inicio del proceso de ejecución coactivo, es decir, llevan a cabo una enorme cantidad de funciones, que permite señalar que su rol es fundamental en cada uno de estos procesos. Esta excelente cobertura que otorgan las JU es uno de sus puntos fuertes, ya que permite desarrollar, como se dijo, economías de ámbito, que permiten alivianar los presupuestos económicos de cada uno de estos esquemas. Eso no exime a la ANA de su función fiscalizadora que debe ejercer sobre las JUs, según lo dispone el Reglamento de la LRH.

Por otro lado, uno de sus puntos bajos está en que la recaudación que efectúan de los pagos de los usuarios, es sólo un servicio que ejecutan para la ANA, dentro de muchas otras obligaciones que por Ley deben realizar las JUs. Sin embargo, esta debilidad no opaca todo lo anteriormente dicho, debido a su importancia como entre descentralizador dentro del proceso y las economías de ámbito que se logran con ellas.

El Banco de la Nación cumple la importante función de recaudar los pagos a nivel nacional. Esta es una institución central en el proceso, ya que permite que los usuarios o las JU, depositen sus pagos en un único ente recaudador, lo que facilita la tarea de revisión que luego debe llevar a cabo la ANA. Además, es el encargado de realizar el embargo de la deuda cuando se da inicio al proceso de ejecución coactivo.

Por último, el Ministerio de Energía y Minas también cumple un pequeño rol dentro del uso de agua de las compañías eléctricas, remitiendo a la ANA la producción de energía de cada compañía, lo que garantiza un diálogo entre estas dos instituciones tan importantes a nivel país.

Finalmente, cabe señalar nuevamente que si bien estos procesos (contabilidad, facturación, recaudación) han sido presentados de forma separada, con el objetivo de hacer más sencilla su explicación, se consigna que todos ellos son parte de un proceso general completo y que opera en todos sus niveles de manera fluida y consolidada.

9.5. Conclusiones y recomendaciones para la aplicación de las retribuciones económicas

En general, se encuentra que cada uno de estos procesos está operando correctamente, permitiendo con ello una adecuada gestión del proceso de cobro de la retribución económica.

En cuanto a las recomendaciones, sería muy apropiado que en el caso del uso de agua con fines agrarios, se mantuviese el hecho de que sea la JU la que actualice la base de datos de clientes. Este comentario se suscita debido a que en la serie de entrevistas y contactos que se realizaron con profesionales de la ANA, se resaltó que en ocasiones existía una descoordinación entre la ANA y las JU para llevar a cabo la actualización de la base de datos, ya que cada entidad poseía la suya propia. Lo correcto sería que fuese la JU la que realizara esta acción, de modo de aprovechar las economías de ámbito, incorporando toda la infraestructura y experiencia que mantienen las JU en su gestión y relación con los usuarios. La ANA de todas formas debe ejercer su función fiscalizadora sobre las JUs, según lo dispone el Reglamento de la LRH.

Por otra parte, es preciso que exista una mayor coordinación entre la ANA y la Dirección General de Electricidad, organismo que vela por el buen funcionamiento de las compañías eléctricas del país. Esta mejor coordinación permitirá controlar y seguir de manera más cercana el proceso de autoliquidación de las compañías, de modo de fiscalizar su correcta aplicación, corregir errores y aplicar multas de ser necesario.

Con respecto al mismo tema, también sería apropiado que el cálculo de la retribución económica de las compañías eléctricas fuese realizado por la ANA y no por las propias compañías en su autoliquidación. Si bien esto requiere llevar a cabo un gran cambio, por cuanto significaría cambiar una ley, esto sería conveniente para la ANA, ya que de esta forma no tendría que aguardar hasta que la compañía eléctrica se decida a calcular su cuota a pagar (lo cual tiende a demorar, debido a que el ente que emite el documento de pago es precisamente quien paga, lo que debilita su motivación de emisión) y podría agilizar y controlar de mejor manera este proceso.

Sería adecuada también la incorporación de diferentes programas informáticos que permitieran gestionar de manera más automatizada y segura todos estos procesos, de modo de implementar tecnología de punta en el cálculo y cobro de las retribuciones económicas, diseñando una aplicación que permita gestionar todo el proceso de facturación y cobranza con cobertura nacional.

Finalmente cabe señalar que todo este análisis debiera ser complementado en el futuro con estudios y evaluaciones más formales, tales como levantamientos certificados de tipo ISO, de modo de asegurar una óptima y eficiente gestión en cada uno de estos procesos.

10. RETRIBUCIONES ECONÓMICAS Y SU IMPACTO

En este documento se ha presentado una metodología para el cálculo de las retribuciones económicas por uso de agua y vertimiento de aguas residuales, con su respectiva aplicación en el ámbito de la cuenca del río Jequetepeque. El método propuesto, así como los resultados que se han obtenido, han sido materia de un análisis crítico que permita establecer cuales son las implicancias de la implementación de un método como el propuesto, particularmente en aspectos como el objetivo de financiamiento de la ANA, eficiencia asignativa y equidad.

10.1. Evaluación de resultados finales.

Este capítulo surge como respuesta a las principales observaciones que surgieron durante el Workshop del 9 de julio de 2012 realizado en las oficinas del Banco Interamericano de Desarrollo en Washington, DC. En la oportunidad se expusieron los resultados finales del estudio y se generó una mesa redonda con el objeto de recibir comentarios y observaciones de los asistentes.

El principal tema que surgió durante el desarrollo de la mesa redonda tuvo relación con la metodología de cálculo de las retribuciones económicas, específicamente en el caso del agua, y la señal de precios de eficiencia asignativa en el uso del agua. La principal preocupación se centra en que el método no considera el costo marginal del uso del recurso hídrico por lo que las retribuciones pueden introducir señales que se traduzcan en ineficiencias.

Por otro lado, se argumenta que es posible compatibilizar el objetivo de financiamiento con el de utilizar los precios para entregar señales de un uso eficiente del agua.

En la propuesta de cálculo se realizó una distribución de costos de la ANA entre los distintos usuarios de la cuenca, utilizando para ello el valor del agua estimado para cada uno de ellos. Se observó que esta forma no es un método conocido para estimar precios ni utilizada en la determinación de tarifas en sectores regulados (agua, telecomunicaciones, electricidad, etc.).

Los resultados obtenidos deben ser sujetos a algún análisis de impacto encontrándose que existe evidencia que no todos los usuarios presentan las mismas características económicas, en especial el caso de la agricultura para la cual se anticipa debiera haber un tratamiento distinto por tipo de cultivos y distinto por región.

Por último surgieron temas relativos al nivel de detalle de la metodología, para lo cual hay que tomar en cuenta que el panel de expertos dispuso de un resumen ejecutivo y por tanto algunos detalles fueron expresamente excluidos.

10.2. Financiamiento de la ANA y objetivo de eficiencia asignativa

La LRH es clara en señalar que las retribuciones económicas constituyen ingresos para la ANA y están destinadas al financiamiento de la institución, por lo que el único objetivo claramente establecido es que la recolección de fondos por estos conceptos permita a la ANA poder desarrollar sus actividades. Por consiguiente, aunque la legislación indica que la retribución económica es un pago que se realiza como contraprestación por el uso del agua o como derecho a verter agua residual tratada, el objetivo de financiamiento se traduce en que las actividades de la ANA deben ser realizadas con criterios de eficiencia, esto es a mínimo costo.

El hecho que las retribuciones sean para financiar, induce una restricción respecto del valor de las mismas, por lo que éstas no reflejan necesariamente el valor de escases del agua en la fuente, es decir, su precio. Es este último concepto el que económicamente hace sentido para dar una señal a los usuarios de forma tal que el agua se asigne de forma eficiente, esto es, en las actividades productivas más rentables. Lo más cercano a un precio es establecer un valor único. Aunque éste no refleje el valor de escases debe permitir de todas formas el financiamiento de la institución. Esto no resuelve el problema de asignación eficiente en el sentido más puro de la economía, puesto que, como se dijo antes, es muy probable que este valor fijo sea menor al precio del recurso y por tanto el uso del agua no esté asignado eficientemente en las actividades más rentables.

Si las retribuciones reflejaran el valor de escases del agua la ANA, es posible que la recaudación sea mayor que las necesidades de financiamiento. Nada dice la LRH al respecto. En el caso que esto se ocurriera, iría contra el principio de costo-eficiencia bajo el cual se deben desarrollar las actividades de la ANA.

En el caso de las retribuciones económicas por vertimiento esto no ocurre, puesto que el método consiste en asignar los costos respecto de quien los genera, con lo cual cada usuario paga lo que le corresponde en el sentido de concurrir en el financiamiento de la ANA de acuerdo a lo que cada usuario recibe de la institución (monitoreo, muestras, etc.).

Por otro lado, el Reglamento de la LRH indica que el valor de la retribución económica por uso de agua es aportado por los usuarios en forma diferenciada, por lo que el legislador en su oportunidad zanjó la discusión respecto si debe ser o no un valor único. Más aún, el mismo Reglamento señala que la retribución se debe establecer por cuenca. Lo anterior expresa el deseo de la sociedad de no establecer un valor único lo que conlleva al cuestionamiento económico de la eficiencia asignativa respecto del uso del agua.

Ya se ha establecido que las retribuciones económicas han sido legalmente concebidas para financiamiento de una institución pública, y a

pesar de no ser catalogada como un tributo, es lo más parecido a un impuesto. Dicho lo anterior, el método propuesto está en línea con el diseño básico de impuestos, es decir, con un tratamiento diferenciado respecto de quienes están en condiciones más favorables de realizar el pago. Lo anterior se conoce como equidad vertical, la cual consiste en la justicia en el tratamiento impositivo de los individuos que se encuentran en circunstancias diferentes y deben, por tanto, ser tratados de manera diferente.

10.3. Esquemas de retribuciones económicas únicas por uso de agua y su impacto en el Jequetepeque

Mucho se ha cuestionado respecto de la complejidad que requiere la construcción de las retribuciones económicas, particularmente las que dicen relación con el uso del agua. En este sentido, este acápite muestra algunas simplificaciones importantes en el cálculo de las retribuciones y cual es el impacto respecto de los usuarios del Jequetepeque.

Una simplificación importante dice relación con considerar una única retribución económica para toda la cuenca del río Jequetepeque. Esta estimación se ha presentado en el capítulo 7 estimándose una retribución por el uso de agua equivalente a S./0,00432 por metro cúbico igual para todos los usuarios de la cuenca.

En el caso de los usuarios agrarios, esta cifra es mayor en un 30% respecto de la estimación inicial (S./0,00333 por m³). De hecho existen cultivos que se ven expuestos a realizar un pago bastante más alto respecto de la alternativa de considera un pago diferenciado por tipo de cultivo, extrayendo un porcentaje importante del excedente en cada caso.

Tabla10-1
Retribución económica por uso de agua en la cuenca del Jequetepeque:
Usos agrícolas específicos v/s valor único

CULTIVO	EXCEDENTE	RETRIBUCION DIFERENCIADA	RETRIBUCION UNICA c/r EXCEDENTE	DIFERENCIA RETIBUCION DIFERENCIADA c/r RETRIBUCION UNICA
	S./m ³	S./m ³	%	%
Caña de azúcar	0,0068	0,00028	63,4%	-93,6%
Maíz amarillo duro	0,0105	0,00043	41,1%	-90,1%
Frutales (banano)	0,0143	0,00059	30,2%	-86,5%
Vid	0,0303	0,00124	14,3%	-71,4%
Frejol grano seco	0,0651	0,00266	6,6%	-38,6%
Arroz	0,0717	0,00293	6,0%	-32,2%
Alcachofa	0,0786	0,00321	5,5%	-25,8%
Cebolla	0,1236	0,00505	3,5%	16,7%

Pimiento piquillo	0,1679	0,00685	2,6%	58,5%
Alfalfa	0,2945	0,01202	1,5%	178,1%
Algodón	0,2974	0,01214	1,5%	180,9%
Espárrago	0,3427	0,01399	1,3%	223,6%
Ají páprika	0,6704	0,02737	0,6%	533,1%
TOTAL	0,0816	0,00333	5,3%	-22,9%

Fuente: Elaboración propia

Como se desprende de la tabla, la opción de un cobro único para la cuenca conlleva a que algunos cultivos pagarían entre 70% y 90% menos que frente a la opción de un valor plano. Este es el caso de los cultivos de caña de azúcar, maíz amarillo, frutales (banano), y VID. Estos mismos cultivos son los que estarían pagando por sobre in 14% de su excedente.

10.4. Retribución económica e incentivos en el uso del agua

La LRH exige que el valor de la retribución económica sea expresado en S./m³ y es pagado en función de los metros cúbicos consumidos de agua cualquiera que fuese la fuente. En principio una estructura como esta implica que un usuario que utiliza más agua termina pagando más por lo que su uso estará determinado por el monto de la retribución económica.

La metodología propone pagos diferenciados según la valorización que cada usuario le otorgue al recurso hídrico. Más aún dicha valorización es en función de los metros cúbicos licenciados y no respecto de los utilizados, por lo que se podría argumentar que pidiendo más licencias que las necesarias, logrando obtener de esta manera una ventaja consiguiendo en el siguiente período de cálculo valores unitarios menores en las retribuciones y en consecuencia un menor paga total. En este sentido una estructura como la propuesta impone incentivos a los usuarios que finalmente se traducirían en una menor recaudación y por consiguiente un desfinanciamiento de la ANA.

No obstante lo anterior, es la ANA la que tiene la potestad de entregar las licencias que, previo estudio técnico, considera adecuada para la actividad que se presenta en la solicitud de derechos (sujeto a disponibilidad del recurso). Por consiguiente, el usuario a pesar de tener incentivos a solicitar más derechos de los necesarios, es finalmente la ANA la que decide cuantos m³ al año le confiere a cada uno.

El hecho que los derechos no sean transferibles evita la petición indiscriminada de licencias con fines meramente especulativos. La LRH considera además que una vez que la actividad para la cual fue otorgado el derecho de agua cesa, éstos son restituidos al Estado.

11. DIFUSIÓN DE RESULTADOS

11.1. Desarrollo de Talleres: Principales Hallazgos

RESUMEN TALLER 1

Informe Taller Lima – Pacasmayo: 16 – 18 de Agosto de 2011

INECON, en conjunto con la ANA, desarrollaron el primer Taller de Difusión del estudio “Metodología de Cálculo para Determinar las Retribuciones Económicas por el Uso del Agua y por Vertimiento de Agua Residual”. Este taller tuvo como propósito presentar los avances, hasta la fecha, del estudio mencionado, así como explicar las metodologías empleadas para calcular el valor de las retribuciones económicas del agua y el pago por vertimiento. En Lima, los asistentes alcanzaron las 34 personas, mientras que en Pacasmayo totalizaron 27.

El taller se realizó en dos sedes: Lima, en el Auditorio de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), el día 16 de Agosto; y en Pacasmayo, en el Auditorio de la Municipalidad Distrital de Pacasmayo, el día 18 de Agosto. Los talleres fueron de jornada completa, incluyendo *coffe breaks* y almuerzo a los invitados.

El Consultor distribuyó en tres partes el contenido del taller: la primera parte (bloque 1) se denominó “El Problema del Agua en Perú” e incluyó un análisis de las variables macroeconómicas del país en las últimas décadas, relacionando este análisis con los datos disponibles de recursos hídricos. También se incluyó en este primer bloque un análisis de la institucionalidad en materia de recursos hídricos, comparando la Ley antigua con la nueva Ley de Recursos Hídricos. Se mencionaron las diferencias para el cobro de tarifas entre las dos leyes, y el nuevo concepto de pago por retribución económica que estipula la nueva Ley 29388.

El segundo bloque estuvo centrado en los objetivos del estudio y las metodologías empleadas en el estudio para calcular el valor económico del agua y el pago por retribuciones. Se explicó el concepto de “valor económico” para el agua, su valor de uso y no uso y la relación entre valor económico y disposición a pagar para el agua. Se mostraron varias analogías para explicar claramente conceptos como el valor del excedente del consumidor y los precios de mercado. Por último, se mostraron las metodologías existentes para estimar el valor del agua, desarrollando en profundidad las elegidas para este estudio, y el método de estimación para las retribuciones económicas.

El tercer y último bloque estuvo relacionado con los avances del estudio a la fecha de realización del taller. Se mostraron las etapas cumplidas y por realizar para estimar el valor económico del agua para los usuarios agrarios, de energía eléctrica y poblacional. También se presentó la metodología para capturar el valor económico relacionado con la reforestación de la parte alta de

la cuenca del Jequetepeque. Esta última valoración se realizó con encuestas, similar al poblacional. Por último, se mostraron los avances en la estimación de costos asociados a la gestión de la cuenca del Jequetepeque.

Al término de cada uno de los tres bloques presentados por el Consultor, se dio la posibilidad de que los asistentes manifestaran sus dudas. Los asistentes formularon diferentes preguntas relacionadas con el taller y el estudio, las cuales fueron contestadas por el Consultor. Además, al término del taller se les entregó una hoja a los asistentes donde se les solicitó que indicaran los aspectos más resaltantes del taller, sugerencias para otros talleres y comentarios.

Los temas más mencionados en las observaciones realizadas por los asistentes a los talleres fueron las siguientes:

- Valor del Agua: hubo comentarios respecto a que el valor del agua es muy distinto dependiendo del sector geográfico del Perú: esto se refiere a Costa, Sierra, Selva. También se preguntó si la valoración del agua podría hacerse por vertientes, en vez de cuencas. Se respondió que la valoración económica se realiza por cuencas, como se establece en la nueva ley. Una valoración por vertientes implicaría utilizar otra tipificación (por ejemplo, Costa, Sierra, Selva).
- Análisis económico: fue muy bien recibido el análisis de la economía del Perú en la presentación. Sin embargo, hubo algunos comentarios sobre cómo estos se relacionarán con los objetivos del estudio. Por ejemplo, ¿Cómo se incluirá en la metodología el análisis de los datos de pobreza presentados? Se preguntó qué tipo de software se usará. Se preguntó qué variables de las presentadas se usarían para el cálculo de las retribuciones económicas. Se respondió que se estudiaría como relacionar los datos de pobreza y demás datos económicos en el cálculo de las retribuciones.
- Ley anterior y nueva ley: se preguntó sobre cómo se calculaba el canon en la antigua ley. Esto fue resuelto en el mismo taller, pero sería conveniente incorporarlo en los informes. Se preguntó también si el pago de retribuciones era único para la cuenca, a lo cual se contestó que es único por tipo de usuario puesto que la Ley lo exige que se determine de esa forma.
- Productividad: se mencionó si se podía relacionar, en el pago de retribuciones, el suministro de agua versus la productividad. Para la estimación de la curva del productor se preguntó si se utilizarían más productos, aparte del arroz, y condiciones climáticas. Se respondió que se estudiaría incorporar algún otro producto característico para la estimación de la curva de demanda del productor, pero que en un principio se utilizaría arroz, por ser muy demandante de agua, y el

maíz. Finalmente se definió una cédula de cultivo que incorpora varios tipos de cultivo.

- **Uso Energético:** se cuestionó el uso del modelo PERSEO para el cálculo del valor del agua en el sector energético. También se cuestionó la precisión del método de valor contingente, argumentándose que descartaba costos. Se preguntó si el modelo PERSEO valoraba ahorros marginales (se respondió que sí). Se preguntó si habrían pagos por aspectos medio ambientales (donde se dio el ejemplo en Jequetepeque de la deforestación).
- **Alcance del estudio:** se preguntó sobre el alcance de la metodología más allá de la cuenca del Jequetepeque; es decir, si es replicable a otras cuencas, o para otros sectores/áreas/regiones. Se respondió que el estudio debe entregar la metodología de cálculo de valor del agua y retribuciones económicas y que su aplicación se encuentra dentro del ámbito de la cuenca del Jequetepeque.
- **Calidad del agua:** se preguntó sobre cómo las retribuciones económicas por vertimiento de aguas residuales fiscalizarán los estándares de calidad del agua. Si las retribuciones económicas son por volumen (m³), ¿cómo se relacionarán con la calidad del agua? Se recordó que las retribuciones incentivan a un mejoramiento en la calidad del agua, al estar enfocadas en financiar la gestión.
- **Retribuciones y contaminación:** hubo confusión en algunos participantes sobre el pago de retribuciones, en relación a las multas por mal uso del agua o contaminación. Se preguntó si estaba contemplado en el estudio un escenario donde el agua estuviera contaminada. ¿estaría considerado un valor adicional en el pago de la retribución? También se preguntó si las cuencas que tuvieran un uso más intensivo (con más población) serían favorecidas en el pago de las retribuciones.
- **En Pacasmayo,** hubo un gran énfasis en este tema. Se consultó en reiteradas veces qué estaba haciendo la ANA con respecto a la contaminación en la cuenca del Jequetepeque. También se preguntó el rol del Ministerio de Salud.
- **Subsidios:** se preguntó sobre la posibilidad de que se establezcan subsidios cruzados en sectores donde no se puedan pagar las tarifas de agua y las retribuciones.
- **Otros usuarios:** se preguntó que otros tipos de usos energéticos habían para el valor del agua. Por ejemplo, un uso mecánico (agua

para mover molinos). Se consultó por la Caña de azúcar, se respondió que era un uso industrial y no energético.

- Encuestas: en Pacasmayo se cuestionó que la “parte más alta” de la cuenca no fuera considerada. Se explicó que se busca representatividad de toda la cuenca y se seleccionaron algunas localidades según el tamaño de la población que en ellas habita, por lo tanto al haber muy baja población en ese sector su inclusión queda desechada por la metodología. Las localidades seleccionadas fueron acordadas con la ANA y la Comisión de Supervisión Multisectorial.

Las recomendaciones y sugerencias para mejorar los siguientes talleres que hicieron los invitados fueron principalmente:

- La convocatoria a los participantes debió ser mayor. Hubo una falta de difusión del taller. Esta fue la sugerencia más mencionada por los participantes.
- Los avances mostrados fueron poco cuantitativos y muy enfocados en la metodología y no en los resultados obtenidos hasta el momento.
- Faltó mencionar bibliografía consultada donde se abordarán los mismos temas presentados en el taller.
- Se podría haber realizado el taller con videoconferencia, para que pudieran participar las sedes regionales de los organismos citados.
- Tomar en cuenta los valores referenciales del agua en otros países, tanto europeos como latinos. También mencionar éxitos y fracasos en la administración de los recursos hídricos.
- La encuesta debió considerar la cuenca alta del Jequetepeque.
- Fue bien valorado que la presentación del Consultor fuera realizada en un tono didáctico. Los aspectos teóricos deberían ser los mínimos.

RESUMEN TALLER 2

Informe Taller Pacasmayo-Lima: 27 – 29 de Marzo de 2012

INECON, en conjunto con la ANA, desarrollaron el segundo Taller de Difusión del estudio “Metodología de Cálculo para Determinar las

Retribuciones Económicas por el Uso del Agua y por Vertimiento de Agua Residual”. Este taller tuvo como propósito presentar los avances, hasta la fecha, del estudio mencionado, así como explicar en profundidad las metodologías empleadas para calcular el valor de las retribuciones económicas del agua y el pago por vertimiento aplicado en la cuenca del río Jequetepeque. En Lima, los asistentes alcanzaron las 37 personas, mientras que en Pacasmayo totalizaron 28.

El taller se realizó en dos sedes: Pacasmayo, en el Auditorio de la Municipalidad Distrital de Pacasmayo, el día 27 de marzo de 2012 y en Lima, en el Auditorio de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), el día 29 de marzo de 2012. Los talleres fueron de media jornada completa, *coffe break* y almuerzo a los invitados.

- Inecon distribuyó en 2 partes el contenido del taller. En la primera parte se presentaron algunas consideraciones generales sobre el problema del agua en Perú, el valor del agua en la Ley de Recursos Hídricos 29338, se recordó el objetivo del estudio y se dieron a conocer los resultados de la retribución para la cuenca de Jequetepeque, distribuida por el valor económico del agua. Así mismo, se dio a conocer el detalle de la aplicación de las metodologías por tipo de usuario, y los valores resultantes de los cálculos,
- En la segunda parte del taller se presenta la metodología para la estimación de las retribuciones, así como un análisis de los valores actuales versus los valores propuestos por esta consultora para cada uno de los tipos de usuarios, así como el análisis del volumen de m³ por cuenca y por tipo de usuario. Posteriormente se presenta la propuesta del horizonte de vigencia del valor de las retribuciones, y la justificación de que este valor se calcule cada 5 años. Así mismo, se presenta el polinomio de actualización de precios para los 5 años y el tratamiento del incremento inicial en el valor de la retribución económica. Se presentan también las conclusiones del análisis del esquema regulatorio actual (recaudación y cobranza), y la propuesta metodológica para la aplicación de la metodología aplicada en la cuenca del Jequetepeque al resto de las cuencas del Perú. Por último se plantea la necesidad de establecer un plan de comunicación para explicar los beneficios que le reportan a los usuarios el pago de las retribuciones económicas.

Las inquietudes y/o observaciones establecidas por el fueron:

- ¿Por qué para el usuario industrial no se separan las que usan agua como insumos y servicios?

- Caracterizar a qué tipo de productos se refiere cada uno de los sectores (ej: agrario, minero, etc.). Podría ser un factor de corrección.
- ¿Por qué el excedente del usuario agrícola es 100% atribuible al valor del agua? Recomiendan poner bastante atención en el tipo de cultivo y las variables que determinan este excedente (insumos, precios, costos de producción, etc.)
- ¿Qué recomienda la consultora después de haber evaluado el valor energético del agua respecto de lo que la Ley de Concesiones define?
- ¿Se puede comparar lo que se paga en Perú por retribución con lo que se paga en otros países de AL?
- ¿Por qué se eligió la cuenca del Jequetepeque, y porque el valor de agua minero propuesto? (no serían representativos del Perú)
- ¿PERSEO muestra costo del déficit? El valor propuesto no refleja el valor del agua. Revisar otras alternativas
- ¿Por qué en el uso agrícola sólo se toma una campaña y no una serie de precios?
- ¿Para la retribución por vertimientos, se incluye metodología general para otras cuencas?, ¿se incluye remediación?
- ¿La muestra poblacional es representativa?
- ¿En el modelo econométrico se consideran variables meteorológicas?
- Personal de la ANA indica que hicieron ejercicios con valores de vertimientos, y en las cuencas con muchos m³ el valor baja. Por su parte, donde hay pocos m³ el valor es mayor. Esto no es esperable porque a más m³ mayor trabajo y no se refleja en la retribución. Proponen hacer ejercicios y enviar información para mejorar propuesta.
- ¿A los costos de vertimiento se le añaden costos de carga contaminante?
- Agrario y energético. Afinar valores para la retribución.

- Falta análisis por uso de vertimientos. ¿Cuánto tiempo tomaría el análisis de clusters? En metodología solicitan separar el monitoreo por vertimiento y el de rutina para sustentabilidad de costos.
- Usar campaña agraria de un solo año es sesgado. Hay que ser muy cuidadosos al momento de la estimación. Tener en cuenta que costo del monitoreo estaría alto si se diferencia por cultivo.

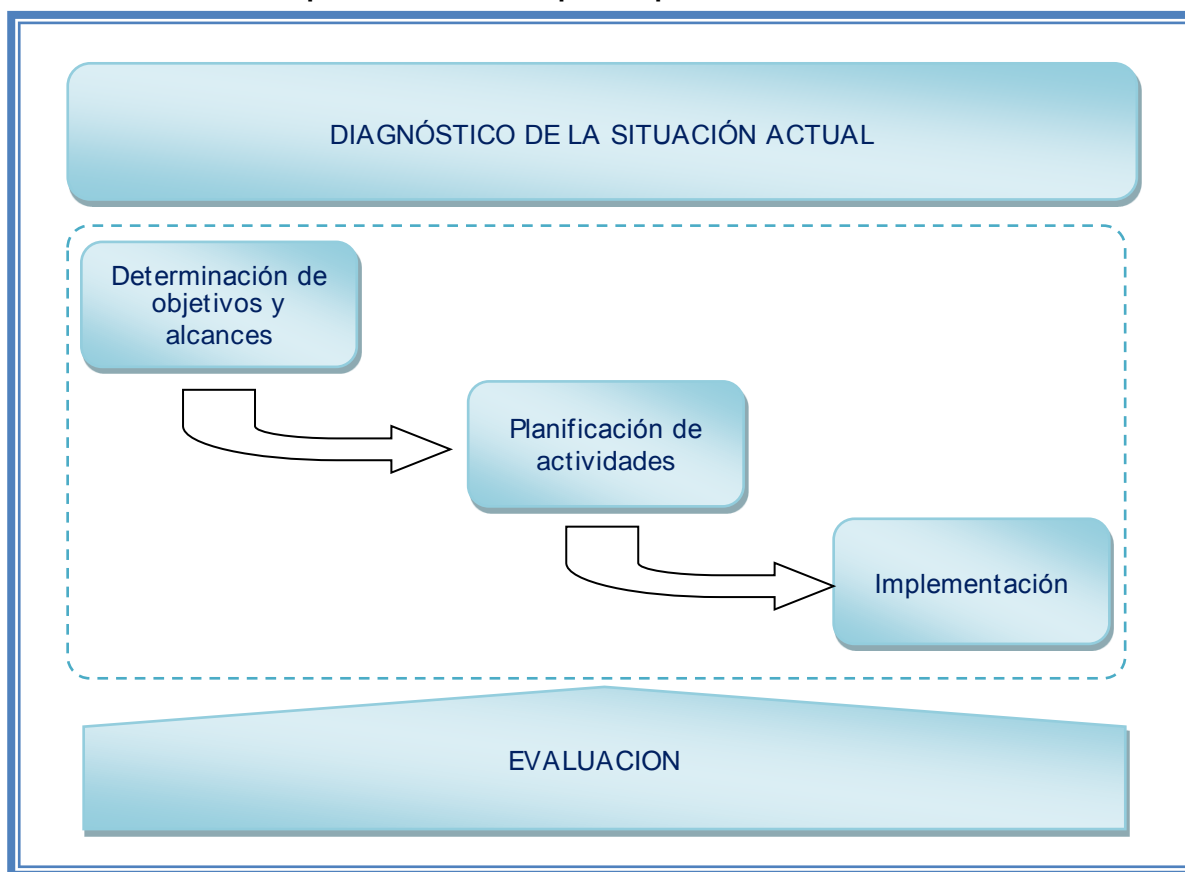
Se dio respuesta a cada una de las preguntas y/o comentarios, los cuales han sido tomados en cuenta para mejorar los resultados que se presentan en este informe final.

11.2. Lineamientos generales para un programa de comunicación.

El objetivo de una estrategia comunicacional debe ser el de dar a conocer a los usuarios del agua, vertedores de agua residuales tratadas, actores públicos y privados interesados en los recursos hídricos, y comunidad en general, respecto de la importancia del pago de las retribuciones económicas para financiar una gestión integral a nivel de cuenca.

A continuación se muestra un esquema de las etapas mínimas que se deben considerar.

Figura 11-1
Esquema ilustrativo etapas del plan comunicacional



Fuente: Elaboración propia.

Siguiendo la ilustración anterior, las etapas mínimas a considerar son:

- **Diagnóstico de la situación actual:** Es fundamental cual es el estado del arte respecto de la percepción de los usuarios y comunidad respecto de la imagen de la ANA, del monto de las retribuciones, y del destino de las mismas. Para ello puede ser de utilidad la realización de grupos focales o la realización de encuestas de percepción.
- **Determinación de objetivos y alcances:** Una vez conocido el estado actual, se deben definir cuales serán los objetivos específicos de la estrategia de comunicación. Deben definirse los temas a abordar,

grupo objetivo, y el ámbito de aplicación (cuenca, región natural o nacional).

- **Planificación de actividades:** Determinados los objetivos específicos y alcances han de planificarse las actividades que deben ser necesarias para conseguir su cumplimiento, estableciendo tareas y plazos apropiados. También se debe considerar cuales serán los medios de comunicación a utilizar (folletos, talleres, radio, televisión, etc.).
- **Implementación:** Se deben considerar metodologías y/o mecanismos adecuados para que las actividades planificadas se desarrollen según se han concebido. En el caso de ser un taller de participación ciudadana, hay que definir el lugar, duración, quién dirigirá el taller, si éste será expositivo o participativo, en cuyo último caso habrá que definir si la participación se dará por medio de la mecánica de pregunta-respuesta o la creación de mesas de trabajo.
- **Evaluación:** El plan de comunicación debe ser sometido a evaluación, tanto al final como en etapas intermedias. En este último caso han de definirse claramente el número de evaluaciones, el instante del tiempo en que se harán y que es lo que se va a evaluar. En la evaluación global a de generarse un breve documento que indique si se ha cumplido con el objetivo trazado, cuales fueron los aspectos positivos y cuales los negativos. A partir de estos últimos, generar propuesta de mejora para un próximo plan de comunicación

En el caso específico de las retribuciones económicas, el plan de comunicación debe centrarse en al menos los siguientes temas:

- **El valor del agua como recurso económico.** Se debe transmitir a la comunidad el concepto que el valor del agua tiene un valor económico cuando este recurso comienza a ser escaso. Se debe poner énfasis en todo caso que la legislación del Perú protege el consumo humano (uso primario y poblacional).
- **Gestión integral de la cuenca y la ANA.** Se debe explicar con claridad que es la gestión integrada de la cuenca y cual es el rol de la ANA. Respecto de la gestión integrada hay que exponer y precisar que la comunidad tiene un rol importante en la gestión integrada cuya mayor relevancia participativa en la elaboración del Plan de Gestión de Recursos Hídricos en la Cuenca en el marco de la LRH y su Reglamento. Respecto del rol de la ANA, el énfasis se debe poner en las actividades que van en directo beneficio de los usuarios. Por ejemplo, en el caso del agua, explicar que los derechos de agua se dan en función de un estudio técnico que desarrolla la ANA por lo

que cada usuario tendrá el agua que le han otorgado. En el caso de vertimientos, explicar que la ANA es la encargada de realizar el monitoreo de los vertimientos y cuerpos receptores, fiscalizando el cumplimiento de los LMP y los ÉCA-Agua.

- El financiamiento de la ANA y las retribuciones económicas. Explicar claramente que las actividades de la ANA deben ser financiadas por cada usuario en función del uso que se le de al recurso. Indicar que los valores propuestos como retribución económica son fruto de un estudio técnico basado en criterios de equidad entre los usuarios.

Dada la diversidad de usuarios se debe optar por un lenguaje sencillo y directo, utilizando en algunos casos la experiencia de los usuarios, por ejemplo, con otros bienes y/o servicios.

12. PRINCIPALES CONCLUSIONES

El crecimiento económico exhibido por el Perú en la última década se ha generado principalmente en la región costera, zona en donde la disponibilidad de agua es menor. En efecto, el 80% del PBI se produce en las áreas pertenecientes a la vertiente del atlántico la cual sólo presenta un 1,5% de los recursos hídricos disponibles del país para el 65% de la población residente.

La LRH marca el inicio de la reforma del sector, en donde el énfasis se pone en una mirada de gestión integrada multisectorial de la cuenca y no solamente desde lo agrario. La LRH crea el Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos, parte del Sistema de Gestión Ambiental del Perú, con el objeto de articular el accionar del Estado en la gestión y conservación del recurso.

La LRH complementa el reordenamiento institucional entregando funciones específicas a la creada Autoridad Nacional del Agua, quien entre otras funciones tiene la obligación de establecer la metodología para determinar las retribuciones económicas por el uso de agua y por el vertimiento autorizado de aguas residuales tratadas.

Las retribuciones económicas vienen a reemplazar al anterior canon del agua, específicamente se define como un pago al Estado como contraprestación por el uso del agua, diferenciándose de las tarifas. Estas últimas están destinadas al pago de infraestructura.

Un aspecto relevante es que las retribuciones económicas forman parte de los ingresos de la ANA, tanto así, que al interior de la institución se piensa que la mayor parte de los gastos, sino todos, sean financiados con estos pagos. La LRH es explícita en señalar que las retribuciones económicas constituyen recursos económicos para la ANA identificando además el uso específico de estos recursos. En consecuencia, están destinadas al financiamiento de la institución y no a dar una señal de precios para el uso eficiente del agua, como tampoco para determinar el nivel de contaminación económica óptima en un modelo contaminador-pagador.

El volumen de licencias de uso de agua otorgadas se concentra en el sector agrario, que concentra el 93% del total de licencias en términos de volumen. Esto da cuenta de la importancia de este sector tanto en las políticas de uso de agua y la competencia por el uso del recurso con otros usuarios, por ejemplo el sector minero.

Respecto de las autorizaciones de vertimiento de agua residual, estas están en pleno proceso de regulación. Principalmente las EPS deben obtener tal autorización para dar cumplimiento a lo que exige la ley en materia medioambiental con el propósito que respeten los LMP y los ECA-Agua de los cuerpos receptores. En este sentido, las descargas de aguas residuales autorizadas no pueden en ningún caso, ya sea en forma individual o en

conjunto, infringir los ECA-Agua definidos para cada uno de los cuerpos receptores.

Este estudio tiene por objeto definir una metodología para determinar valor económico del agua como recurso y una metodología para determinar las retribuciones económicas por uso del agua y por el vertimiento autorizado de aguas residuales tratadas.

Es una realidad que el valor económico del agua como recurso es un ejercicio que, además de presentar dificultades metodológicas, no se observa frecuentemente en la literatura especializada, y como tal es un concepto menos difundido. Es por ello, que el enfoque metodológico consideró en primer lugar definir lo que se entiende por valor económico, muchas veces confundido con el precio. En consecuencia la mirada general para establecer la metodología para estimar el valor económico del agua es considerar el concepto de excedente del consumidor o productor según sea el caso.

Este valor económico del recurso se estima por usuario y por lo tanto el valor capturado es por uso¹⁵⁰. Se propone una metodología para cada tipo de usuario - que se aplica en la cuenca del Jequetepeque -teniendo en cuenta que lo expuesto en este estudio debe servir para replicar la metodología en todo el Perú. La LRH considera que los valores deben ser diferenciados además por cuenca.

En el caso del uso poblacional, se consideró estimar el valor económico del agua a partir de estimar el excedente del consumidor, obtenido a partir de la curva de demanda por el servicio de agua potable, descontando el costo de provisión del servicio. En el caso del Jequetepeque se estableció que el servicio era defectuoso y que los costos de provisión, obtenido a partir de estudios tarifarios de la SUNASS, se referían a una empresa eficiente con altos estándares de calidad. Por lo tanto, se procedió a estimar una disposición a pagar por una mejora del servicio. Este valor más el excedente antes estimado indica el valor por disponer de un servicio de agua potable comparable, en términos de calidad, con aquel obtenido de los estudios tarifarios, y en consecuencia con el costo de provisión. Adicionalmente, se estimó una disposición al pago por reforestar la zona alta de cuenca. Esta reforestación permite una mejora en términos de calidad producto de la disminución en la sedimentación de las aguas. Este aumento de calidad se considera también parte del valor del agua. En cuanto a la determinación de la curva de demanda, esta se logra estimando la elasticidad precio obtenida a partir de la encuesta realizada por esta consultora. Este mismo instrumento de recolección de datos se aplicó para el caso de estimar la disposición al pago de la mejora del servicio de agua potable y por reforestación de la zona alta de la cuenca.

¹⁵⁰ La literatura reconoce también el concepto de valor por no uso (existencia).

Para el uso agrario se propone estimar el excedente del productor. En la cuenca del Jequetepeque, se definió una cédula de cultivo genérica para las tierras bajo riego, se consideraron solamente las hectáreas bajo riego. Se procedió a estimar costos de producción e ingresos, incluidos en estos últimos el costo de la tierra y la renta del agricultor. La diferencia entre ingresos y costos corresponde al mencionado excedente. Este análisis fue concebido y desarrollado como un estudio individual dado la importancia de este uso en términos del volumen de agua asociado.

El uso energético se refiere al uso del agua para generación de electricidad. Una buena noticia es que OSINERGMIN tiene implementado un modelo que busca un plan óptimo de operación del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) a mínimo costo. Es un modelo de optimización dinámico, que tiene entre sus restricciones el agua embalsada. El precio sombra de esta restricción corresponde al valor económico del agua con fines energéticos. Es un modelo validado y entrega el valor del agua en todos los embalses asociados al SEIN. El valor del agua existe para todas las cuencas del Perú.

Respecto del usuario industrial se privilegió estimar el valor económico del agua a partir de determinar una curva de demanda por el recurso agua utilizando para ello la elasticidad precio de la demanda obtenida a partir de un ejercicio de benchmarking considerando valores estimados de esta elasticidad en la trabajos realizados en diferentes lugares del mundo. Se escogió este tratamiento debido a que toda la literatura especializada reconoce que la amplia heterogeneidad de los tipos de industria hace que una estimación generalizada al sector no sea posible. En efecto existe una variedad de industrias que por naturaleza y presentan diferentes demandas por agua como recurso. El ejercicio de benchmarking permite tener un valor representativo de las distintas realidades industriales que se puedan presentar en Perú, y no solamente en la cuenca del Jequetepeque.

En el caso del usuario minero se optó por considerar el costo de desalación y transporte observado en el norte de Chile. Esta alternativa de abastecerse de agua es lo que están dispuesto a pagar las mineras con el objeto de disponer del recurso hídrico necesario para la explotación de yacimientos. Este costo alternativo se puede considerar como la máxima disposición a pagar por agua como insumo en la minería. El valor obtenido es aplicable a todas las cuencas del Perú.

Para los usos medicinal, recreacional y turístico se plantea estimar el método de costo de viaje, el cual se basa en que el valor de dichos lugares corresponde al valor monetario del tiempo y gastos de viaje incurridos por las personas que visitan estos lugares. Se busca estimar el número de viajes al sitio recreacional (turístico) en función del costo incurrido por los individuos para acceder al mismo. Para la cuenca del Jequetepeque no se estimó el valor del agua, ya que la cuenca no tiene este tipo de usuarios.

Para el uso acuícola se plantea replicar el método utilizado en el caso agrario, esto es, calcular el excedente del productor como la diferencia entre los ingresos y costos asociados a la actividad acuícola (excluyendo el costo por utilizar el agua como insumo). *Ceteris paribus*, este excedente es la máxima disposición al pago por contar con el recurso hídrico para el desarrollo de la actividad. No se aplica en la cuenca del Jequetepeque porque no hay usuarios acuícolas.

Las retribuciones económicas tienen un destino definido, estos es, financiar las actividades de la ANA. Teniendo esto en consideración, las retribuciones económicas se obtienen tomando como base los gastos de la institución. Para todos los efectos de este estudio se supone que la ANA está diseñada de forma óptima, esto es, todas las actividades que ella realiza están bien concebidas y son realizadas a mínimo costo.

El método utilizado, en términos simples, consiste en distribuir los costos de la ANA en actividades asociadas a la gestión relativa al uso de agua y a las relacionadas con el vertimiento autorizado de aguas residuales tratadas. Estos costos son distribuidos por cuenca, utilizando como factor de prorrata los volúmenes de agua entregados como licencia y los volúmenes autorizados de vertimientos. En cada caso, son los usuarios o vertedores los que deben contribuir en el financiamiento de los montos antes determinados.

En el caso de la retribución por uso de agua, el gasto asociado a la gestión de la cuenca (incluye secretaría del Consejo de Cuencas) se distribuye entre usuarios utilizando como factor de prorrata el valor económico del volumen de agua entregado como licencia. La valorización de estas licencias se hace utilizando la estimación del valor económico del agua como recurso.

Es novedoso utilizar el valor del agua como factor de distribución de los costos de gestión, y en consecuencia para determinar el valor de la retribución económica por usuario, ya que es común que valores de este tipo no incorporen consideraciones económicas en su cálculo. Con este método se incorpora el criterio de equidad por cuanto quien más valora el agua aporta en una mayor proporción al financiamiento de los gastos incurridos por la ANA. Por otro lado, los factores de distribución que plantea el método pueden considerarse un punto de partida para iniciar, en caso que la ANA lo desee, un proceso de negociación para definir con los usuarios de la cuenca, los factores finales de distribución de costos, y en consecuencia el valor de la retribución económica. Este tipo de negociaciones se realiza en Brasil.

En el caso de las retribuciones económicas por vertimiento, la metodología es análoga. En efecto, el costo por cuenca es repartido por usuario en forma equitativa entre los vertedores. Desde el punto de vista de éstos últimos no existen razones para que distintos usuarios autorizados paguen distintos por vertimientos que en teoría están diseñados de forma tal que no afecten al medioambiente cumpliendo con los LMP y ECA-Agua en forma copulativa. Solamente se proponen retribuciones diferenciadas en la

medida que la ANA distinga diferencias en sus costos generadas por la distinta naturaleza de los vertedores. Por ejemplo, las actividades de monitoreo en el caso industrial pueden ser más onerosas que en el caso de las aguas residuales domésticas, por lo tanto es razonable exigir que los vertedores industriales aporten en una mayor proporción. Este criterio también obedece a razones de equidad entre usuarios.

Los montos de retribuciones obtenidos han sido sometidos a un análisis comparativo respecto de los actuales niveles. En todos los casos son mayores a los vigentes, lo que se traduce en una menor recaudación en caso de no implementar la metodología propuesta. Sin embargo, al menos en el caso poblacional, existe espacio para un alza en las retribuciones considerando que el impacto final respecto de una cuenta media de agua la cual aumentaría, a partir de los resultados obtenidos para el caso del Jequetepeque, a lo más en 6%.

El caso de la retribución por uso de agua para uso energético (hidroelectricidad), es determinado y recaudado mediante un mecanismo independiente y que está fiscalizado por la Dirección General de Electricidad. Es necesario que se establezca un protocolo de coordinación entre la ANA y la DGE de forma tal que el pago de retribuciones se haga en forma oportuna. Más aún, debiera ser la propia ANA la que determine el monto a pagar por las empresas eléctricas y establecer exigencias y penalizaciones en caso de no cumplir con su obligación. Sin embargo, esta propuesta requiere de un cambio en la legislación actual.

La réplica de la metodología en los términos establecidos en este estudio resulta ser una tarea bastante laboriosa y se anticipa altamente demandante de recursos si es que se considera que hay que establecer valores del agua y retribuciones en 159 cuencas. Con el objeto de salvar esta dificultad se ha propuesto una metodología simplificadora que consiste en expandir los resultados obtenidos para el caso de la cuenca del río Jequetepeque al resto de las cuencas del país. En síntesis se utilizan los parámetros estimados para los distintos usuarios, particularmente agrario, energético y poblacional, que concentran el 98% del volumen de agua entregado como licencia. Dichos parámetros más otra información de la realidad local de cada cuenca permiten obtener valores aproximados del valor económico del agua y retribuciones económicas. No obstante, se recomienda que en el corto plazo se realice un estudio de agrupación de cuencas por usuarios (análisis de cluster) con el fin de replicar las metodologías específicas desarrolladas en el Jequetepeque, aprovechando la experiencia acumulada en este estudio de forma tal de establecer valores más afinados de los que se puede obtener con el método simplificado de expansión de resultados que se basan en la realidad de la cuenca del río Jequetepeque.

Analizada la institucionalidad actual y los procesos asociados al cálculo, facturación y recaudación de las retribuciones económicas se puede establecer que tanto las instituciones como los procedimientos son adecuados. Se

destaca el uso de descentralización que ofrecen las Autoridades Locales del Agua y de las Juntas de Usuarios. Salvo la mayor coordinación con la DGE para el caso de la recaudación de las retribuciones por uso energético, no se visualizan aspectos relevantes a modificar. Lo anterior se sustenta en el acabado levantamiento y análisis de los procesos denominados contabilidad, facturación y cobranza de las retribuciones económicas. No obstante, se recomienda que los procedimientos asociados al cálculo y cobro de las retribuciones económicas sean formalizados mediante manuales, lo que facilita su revisión y mejora continua.

Finalmente, este estudio plantea la aplicación de metodologías para establecer el valor económico del agua y estimación de retribuciones económicas que pueden ser replicadas en otras realidades latinoamericanas, lo que deja a Perú como un referente en futuros estudios de similar naturaleza.