

2.6 Calidad del agua¹

2.6.1 Introducción: Situación actual

Aunque el agua superficial disponible en el Perú es relativamente abundante, su calidad es crítica en algunas regiones del país. Este deterioro de la calidad del agua es uno de los problemas más graves que sufre el país, pues constituye un impedimento para lograr un uso eficiente del recurso, lo que compromete el abastecimiento tanto en calidad como en cantidad, y por ende la salud de las personas, las actividades pecuarias, agrícolas y la conservación del medio ambiente, de modo que su corrección es tarea ineludible e inaplazable.

Las causas principales de esta deficiente calidad del agua son la falta de tratamiento de las aguas residuales domésticas, que son vertidas a fuentes naturales de agua y el uso de sustancias contaminantes en distintas actividades productivas. La contaminación del agua varía en intensidad de acuerdo con las distintas zonas del país y dependen de las actividades humanas y productivas predominantes en dichas zonas. Es importante considerar que la calidad del agua de la puede tener diferentes rangos de concentración de contaminantes, en función del uso al que esté destinado (el más limitante es el uso poblacional).

- Las *aguas residuales domésticas* del Perú están deficientemente tratadas, tanto por ausencia de sistemas como por deficiencias en ellos. Contaminan las aguas al elevar las concentraciones de nutrientes, especialmente el fósforo, y añaden materia orgánica y microorganismos que limitan el uso de esta agua para consumo, riego y bebida de animales, lo que puede afectar muy seriamente la salud de las personas.
- *Vertimientos procedentes de industrias extractivas no formalizadas*. Las principales industrias del Perú son la minería de polimetale y la extracción de petróleo; actualmente también está en expansión la industria extractiva de áridos. Muchos de los efluentes que se generan en estas industrias son descargados directamente a los ríos sin ningún tratamiento previo, o sin el tratamiento adecuado, lo que provoca diferentes problemas, como contaminación por metales, hidrocarburos, acidificación, aumento de sólidos en suspensión, entre otros:

¹ En el PNRH este numeral se refiere a la calidad del agua de la fuente exceptuando el agua para consumo humano, que se rige por otros valores de calidad (DS N° 031-2010 - SA.)

– La *explotación aurífera* amazónica existente en la AAA Madre de Dios remueve millones de metros cúbicos de tierra, arena y gravas de riberas y lechos de río. Las principales consecuencias de esta actividad sobre la calidad del agua son la contaminación de los ríos por sedimentos, mercurio, cianuro, ácido sulfúrico, aceite y otros:

– Otra de las actividades económicas principales en la región amazónica es la *explotación de petróleo*, desde que se descubrió en los años sesenta del siglo pasado. Hoy las explotaciones se encuentran ubicadas, fundamentalmente, en las cuencas de los ríos Pastaza, Tigre, Corrientes y el Napo (en este último, en el vecino país de Ecuador). Esta actividad genera como principal producto de desecho miles de barriles de agua salobre al día, aunque también se producen otros contaminantes como hidrocarburos, CO₂, metales pesados (Hg, Cd, Cr y Pb), cianuros y arsénicos.



También se deben destacar los antiguos *pasivos ambientales*, fruto de una actividad ancestral y de productos que derivan del desarrollo de estas actividades extractivas, que se cerraron sin aplicar medidas de sellado pertinentes. En el Perú se han identificado más de 6500 pasivos ambientales, que siguen contaminando los ríos limítrofes una vez que han cesado las actividades extractivas.

– Por último, debido al aumento de la construcción, se está desarrollando en el país un fenómeno expansivo de *extracción de áridos* en los ríos, *a priori*, sin el adecuado manejo y que causa graves problemas tanto en la morfología de los cauces como en el aporte de sólidos.

- *Contaminación por agroquímicos*. Los agroquímicos son la principal fuente de contaminación derivada de la agricultura que utiliza pesticidas y fertilizantes, en muchos casos indiscriminadamente, lo que provoca la contaminación de los ríos y aguas subterráneas con nutrientes y elementos tóxicos que además suelen ser bioacumulativos.

- *Cultivo y procesamiento de coca*. En este caso los daños provienen del uso abusivo de biocidas como el glifoxato y fertilizantes para su cultivo que, a través de la escorrentía superficial, llegan hasta los cauces, así como de los vertidos en los ríos de productos químicos, que sirven para la transformación de la hoja en pasta básica de cocaína. Para la elaboración de pasta básica de cocaína se utilizan

indiscriminadamente altos volúmenes de sustancias químicas como ácido sulfúrico, queroseno, acetona, amoníaco y otras altamente contaminantes. El impacto ambiental de estos productos químicos es mucho más grave que el de los agroquímicos antes indicados, por los incalculables volúmenes de esos elementos que son arrojados a los cursos de agua en las cuencas cocaleras. Según diversas fuentes, se estima que actualmente, en el Perú, el cultivo de coca ocupa aproximadamente 62 500 ha (2011), y que son los valles del Alto Huallaga, Apurímac-Ene, La Convención y Lares las principales áreas de producción.

- **Deforestación.** Este fenómeno se produce sobre todo en la zona de la selva y se origina por diversas causas, como la explotación de la madera, la construcción de carreteras y la conversión a zonas de actividad agropecuaria. La deforestación produce una contaminación en los ríos por la mayor cantidad de sólidos y otros contaminantes normalmente retenidos en el suelo que son arrastrados al agua.
- **Sobrepastoreo.** Fuente de contaminación que se produce en algunas zonas específicas del Perú, como la alto andina. En este territorio existe un sobrepastoreo extensivo que llega a influir en la calidad de las aguas limítrofes a las que llegan excrementos procedentes del ganado, lo que provoca una contaminación orgánica y microbiológica que limita el uso de esta agua principalmente para consumo y para riego de vegetales y bebida de animales.



2.6.2 Marco legal de la calidad del agua

La normativa específica sobre calidad de las aguas de la fuente es muy amplia; en el cuadro 2.14 se sintetizan los principales dispositivos al respecto.

CUADRO 2.14. Normativa principal de calidad de agua en el Perú		
Constitución Política del Perú	1993	Carta Magna
Ley N° 26821	25.06.1997	Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales
Ley N° 26842	20.07.1997	Ley General de Salud
Ley N° 28611	23.06.2005	Ley General del Ambiente
Ley N° 27314	10.07.2000	Ley General de Residuos Sólidos
Decreto Legislativo N° 1013	14.5.2008	Creación, organización y funciones del Ministerio del Ambiente

CUADRO 2.14. Normativa principal de calidad de agua en el Perú

NORMAS ESPECÍFICAS		
Ley °N 29338	30.3.2009	Ley de Recursos Hídricos que deroga el D.L. °N 17752 (Ley General de Aguas)
Ley °N 26338	24.7.1994	Ley General de Servicios de Saneamiento
Ley °N 30045	18.6.2013	Ley de Modernización de los Servicios de Saneamiento
Decreto Supremo °N 023-2005-VIVIENDA	1.12.2005	Texto Único Ordenado del Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento, Ley N° 26338
Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM	31.7.2008	Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua
Decreto Supremo N° 005-2011-AG	08.06.2011	Dicta disposiciones que regula el reuso de aguas residuales tratadas
Decreto Supremo N° 001-2010-AG	23.03.2010	Aprueba el reglamento de la Ley de Recursos Hídricos
Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM	16.03.2010	Aprueba los LMP para efluentes de planta de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales (PTAR)
Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM	18.12.2009	Aprueba las disposiciones para la implementación de los estándares nacionales de calidad ambiental para agua
Decreto Supremo N° 021-2008-AG	25.09.2008	Aprueba el reglamento del Decreto Legislativo N° 1081 que crea el Sistema Nacional de Recursos Hídricos
Decreto Supremo N° 057-2004-PCM	22.07.2004	Aprueba el reglamento de la Ley general de Residuos Sólidos
Decreto Legislativo N° 1147	10.12.2012	Regula el fortalecimiento de las Fuerzas Armadas en la competencia de la Autoridad Marítima Nacional - Dirección General de Capitanías y Guardacostas
Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA	22.3.2010	Clasificación de los cuerpos de agua superficiales
Resolución Jefatural N° 224-2013-ANA	17.6.2013	Aprueba el nuevo reglamento para el otorgamiento de autorizaciones de vertimiento y reuso de aguas residuales tratadas
Resolución Jefatural N° 182-2011-ANA	6.04.2011	Aprueba el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Aguas Superficiales
Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA	27.03.2010	Aprueba la clasificación de cuerpos de agua superficiales y marinos-costeros
Resolución Jefatural N° 274-2010-ANA	30.04.2010	Dicta medidas que permitan la implementación del programa de adecuación de vertimiento y reuso de agua residual-PAVER

Fuente: Elaboración propia.



En el ámbito sectorial, la LRH establece, en su Artículo 79, las condiciones para autorizar los vertimientos del agua residual tratada a un cuerpo de agua continental o marina, previa opinión técnica favorable de las autoridades ambientales y de salud sobre el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA-Agua) y los Límites Máximos Permisibles (LMP). Los *estándares de calidad ambiental* para el agua constituyen los objetivos de calidad aplicables a los cuerpos de agua naturales y están determinados por el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM. Están definidos en función del uso actual o potencial del cuerpo de agua, según las siguientes categorías:

- Categoría 1: Poblacional y recreacional

- Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

- a) Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección (A1)

- b) Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional (A2)

- c) Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado (A3)

- Aguas superficiales destinadas a la recreación

- d) Contacto primario (B1)

- e) Contacto secundario (B2)

- Categoría 2: Actividades marino-costeras

- Extracción y cultivo de moluscos bivalvos (C1)

- Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas (C2)

- Otras actividades (C3)

- Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

- Riego de vegetales

- f) Riego de vegetales de tallo bajo

- g) Riego de vegetales de tallo alto

- Bebida de animales



- Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

- Lagunas y lagos
- Ríos (costa y sierra, selva)
- Ecosistemas marino-costeros (estuarios marinos)



La Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA (22.03.2010) aprobó la *clasificación de los cuerpos de agua superficiales* en diferentes categorías y clases, que considera las establecidas en los ECA ya mencionados. De las 294 masas que tienen clasificación, 24 se encuentran en la categoría 1-A2 (aguas para uso poblacional y recreacional que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional), 54 en la categoría 4 (conservación del ambiente acuático) y 214 en la 3 (aguas para riego de vegetales y bebida de animales), por lo que sin duda esta última categoría es la más abundante. En el mapa 2.16 se representan las masas de agua anteriores, diferenciando el tipo de categoría a la que pertenecen.



MAPA 2.16
Objetivos de
calidad. Resolución
Jefatural n° 202-
2010-ANA
Fuente: Elaboración
propia.

Los *Límites Máximos Permisibles (LMP)* son los valores límite aplicables al vertimiento de efluentes líquidos, son de cumplimiento obligatorio y se miden en la propia descarga. Se establecen por los diferentes sectores productivos y de servicios con competencias en el tema: Ministerio de la Vivienda, Ministerio del Ambiente, entre otros. El LMP se define como “[...] la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a 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 el MINAM y los organismos que conforman el Sistema de Gestión Ambiental”. La norma, además de los límites, aprueba las condiciones de cumplimiento y el programa de monitoreo. En el cuadro 2.15 se identifican, a modo de ejemplo, los límites máximos permisibles para los efluentes procedentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).



CUADRO 2.15. Límites máximos permisibles para los efluentes de las PTAR

Parámetro	Unidad	Límite máximo permisible para efluentes de PTAR
Aceites y grasas	mg/l	20
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	10 000
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/l	100
Demanda química de oxígeno	mg/l	200
pH	unidad	6,5-8,5
Sólidos totales en suspensión	ml/l	150
Temperatura	° C	<35

Fuente: Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM.

Como ya se ha indicado, la situación de la calidad del agua de en el Perú es preocupante, y puede decirse que un porcentaje elevado de los recursos hídricos existentes no reúne las características de calidad necesarias para diversos usos. Si no se actúa a tiempo, este problema puede ir en aumento en los próximos años, lo que comprometerá el acceso al agua de muchos ciudadanos. Las causas del problema son diversas; se citan a continuación algunas de ellas:

- Falta de control de los vertimientos al medio hídrico.
- Existencia de la gestión informal en los vertimientos.
- Escasez de depuración de las aguas residuales urbanas y de las aguas procedentes de otros usos que se vierten al medio hídrico.
- Inadecuado manejo de residuos sólidos que utilizan las riberas de los ríos como áreas de disposición final.
- Falta de concientización y educación ambiental en gran parte de la ciudadanía que no valora la importancia de la calidad del agua.
- Insuficiente capacidad de gestión institucional para abordar el problema.
- Sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales tratadas insuficientes y deficientes.
- Limitados sistemas de control de vertimientos de aguas residuales domésticas e industriales tratadas.

Es evidente que una de las causas más importantes de la insuficiente calidad del agua son los vertimientos descontrolados al medio hídrico; pero también es verdad que muchos de estos vertimientos son provocados por la baja depuración de las aguas residuales urbanas en muchos lugares del país. La contaminación microbiológica procedente de las aguas residuales urbanas sin depurar reviste serios problemas para la salud humana y es causa de enfermedades peligrosas para el hombre. También los vertimientos de la minería informal y los agrícolas (los que más agua consumen) son altamente contaminantes.

La depuración de todas estas aguas a un nivel razonable para su uso posterior es muy costosa, por lo que una estrategia que debería aplicarse consiste en reducir la contaminación en el origen para evitar posteriores grandes costos de tratamiento que, en ocasiones, también tienen sus limitaciones. En definitiva, una gestión integrada de carácter preventivo con la colaboración de todos los agentes implicados es muy eficaz en la reducción de la contaminación hídrica.

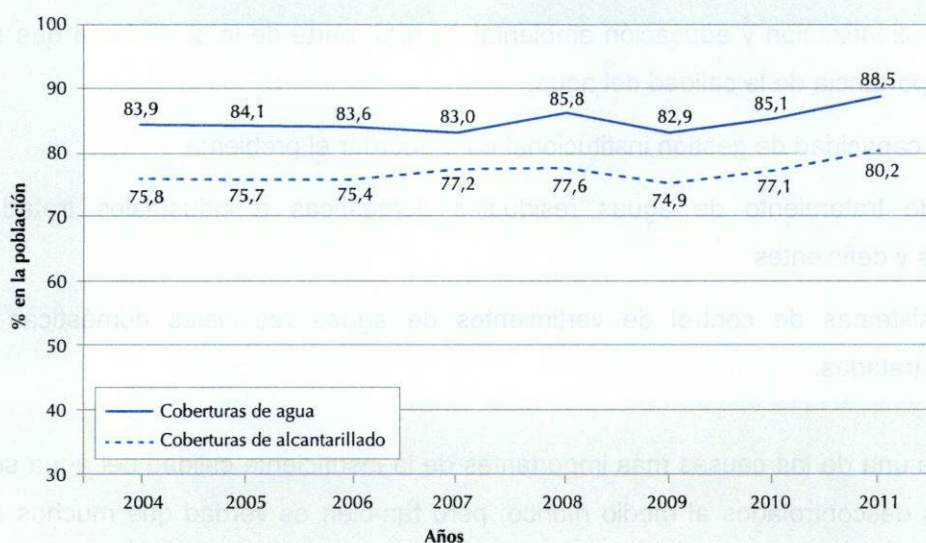
2.6.3 Cobertura de agua potable

Existen 50 Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento distribuidas geográficamente por todo el territorio nacional y que actualmente tienen bajo su



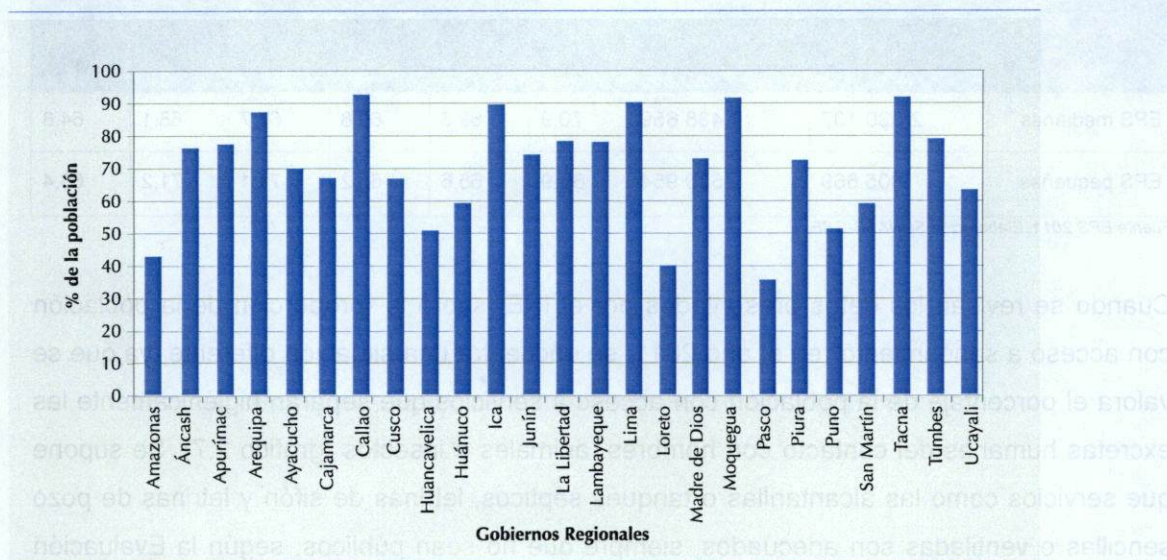
responsabilidad a más de 18 millones de habitantes del Perú. Las Municipalidades están a cargo de la población que actualmente no es servida por las EPS. Esas 50 EPS prestan servicios en los distintos departamentos del Perú, aunque con distinta eficacia. En el gráfico 2.5 se puede observar la evolución del porcentaje de coberturas de agua y alcantarillado de las poblaciones gestionadas por las EPS.

GRÁFICO 2.5. Coberturas de agua y alcantarillado de las poblaciones gestionadas por EPS



Fuente: Datos de las EPS 2011. Elaboración SUNASS-GSF.

Hay que tener en cuenta que no todas las EPS tienen el mismo tamaño; una de ellas, SEDAPAL —que atiende a la capital de la República y a la Provincia Constitucional del Callao—, sirve al 42% de todos los usuarios de las EPS de saneamiento reguladas por la SUNASS. Por otro lado, existen en el país alrededor de 11 800 Organizaciones Comunales y Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento que tienen bajo su responsabilidad a un 29% de la población, principalmente asentada en el ámbito rural. En el área urbana hay también operadores de camiones-cisterna y pozos privados que alimentan pequeñas redes de distribución. Se ha estimado que al menos 3 millones de personas de las zonas urbanas reciben servicios de pequeños prestadores. En el gráfico 2.6 se muestra el porcentaje de población con acceso al agua potable mediante agua corriente, fuente pública, pozo perforado o bomba, pozo protegido, fuente protegida o agua de lluvia.

GRÁFICO 2.6. Porcentaje de la población con acceso a agua potable en 2011, por Gobiernos Regionales

Fuente INEI (2011). Elaboración propia.

Como se puede observar, en algunas regiones más de la mitad de la población aún no tiene acceso a agua potable, por lo que todavía debe hacerse un esfuerzo considerable para aumentar tales coberturas.

2.6.4 Red de alcantarillado

En 2011 la cobertura de la red de alcantarillado de las EPS era del 80,2% de la población, de modo que seguía la misma tendencia que la cobertura de agua potable. (Se asume que en este periodo se concretaron mayor número de obras vinculadas con nuevas conexiones y que las EPS realizaron mayores esfuerzos para incorporar conexiones activas de alcantarillado.) En el cuadro 2.16 se presenta la cobertura del alcantarillado según el tamaño de las EPS.

CUADRO 2.16. Cobertura de alcantarillado según el tamaño de las EPS

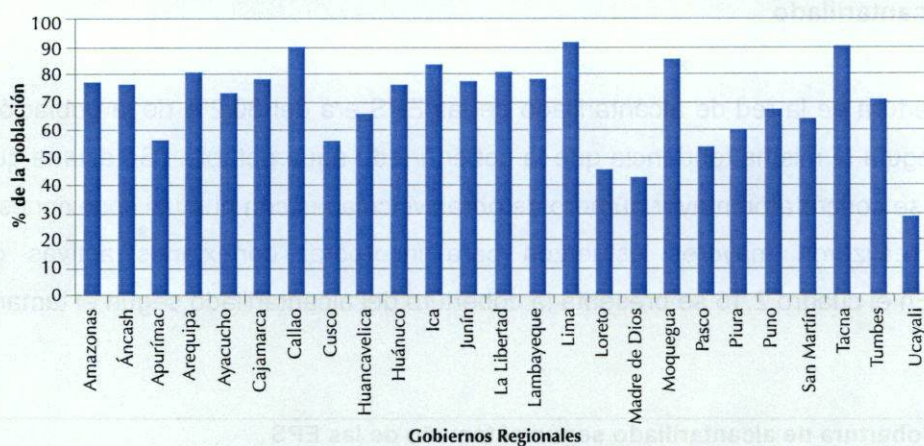
TIPO DE EMPRESA	POBLACIÓN (MAB)		PORCENTAJE (%)					
	URBANA	SERVICIA	2011	2010	2009	2008	2007	2006
Total	18 604 853	14 902 907	80,2	77,1	74,9	77,5	77,2	75,4
SEDAPAL	9 256 885	7 858 550	84,9	80,1	76,6	82,7	83,7	81,3
EPS grandes	6 512 192	5 074 744	77,9	76,6	75,7	74,0	72,4	72,7

CUADRO 2.16. Cobertura de alcantarillado según el tamaño de las EPS

TIPO DE EMPRESA	POBLACIÓN (PES)		PORCENTAJE (%)					
	URBANA	RURAL	2011	2010	2009	2008	2007	2006
EPS medianas	2 030 107	1 438 659	70,9	69,8	69,8	67,7	68,1	64,8
EPS pequeñas	805 669	530 954	66,9	66,6	65,2	71,1	71,2	66,4

Fuente EPS 2011. Elaboración SUNASS-GSF.

Quando se revisan los datos presentados por el INEI sobre la “proporción de la población con acceso a saneamiento” en el año 2011, se encuentra una situación diferente, ya que se valora el porcentaje de la población con acceso a servicios que separan higiénicamente las excretas humanas del contacto con hombres, animales e insectos (gráfico 2.7). Se supone que servicios como las alcantarillas o tanques sépticos, letrinas de sifón y letrinas de pozo sencillas o ventiladas son adecuados, siempre que no sean públicos, según la Evaluación Mundial del Abastecimiento de Agua y Saneamiento en 2000 de la Organización Mundial de la Salud y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. Para que sean eficaces, las instalaciones deben estar correctamente construidas y bien mantenidas.

**GRÁFICO 2.7. Proporción de la población con acceso a alcantarillado en 2011, por Gobiernos Regionales**

Fuente INEI (2011). Elaboración propia.

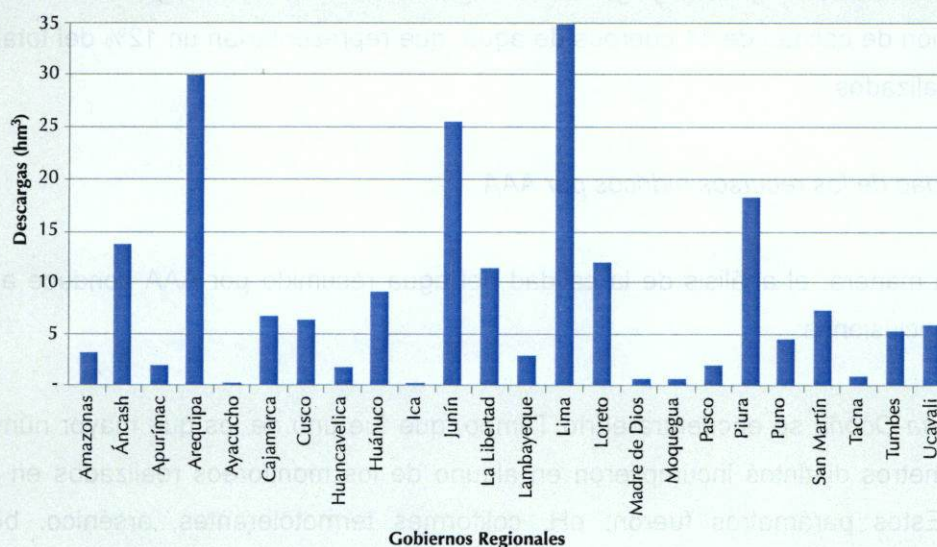
En cualquier caso, se observa que en este aspecto habrá que realizar grandes esfuerzos en el futuro.

2.6.4.1 Depuración de aguas residuales

La cobertura de tratamiento de aguas residuales de las EPS se encuentra en niveles excesivamente bajos, ya que únicamente alcanza un 32,7%, es decir, 538 millones de m³ de aguas residuales se estarían volcando directamente a un cuerpo receptor sin un tratamiento previo. Este bajo porcentaje obedece a razones diversas, incluyendo la ausencia de infraestructuras de tratamiento y su infradimensionamiento. Si se tiene en cuenta la efectividad de los tratamientos, la media nacional podría bajar sustancialmente.

Los datos ofrecidos por el Instituto Nacional de Estadística e Informática sobre “Descargas de aguas residuales domésticas sin tratamiento” del año 2008 (entendiendo este indicador como la cantidad de agua residual del tipo doméstico que es vertida al ambiente sin tratamiento de ningún tipo), se pueden observar en el gráfico 2.8.

GRÁFICO 2.8. Descargas de aguas residuales domésticas sin tratamiento (hm³), 2008



Fuente INEI (2008). Elaboración propia.

2.6.5 Evaluación de la calidad del agua en el Perú

2.6.5.1 Calidad de recursos hídricos por Regiones Hidrográficas

En el marco del PNRH se ha analizado la información disponible sobre calidad del agua en 92 cuerpos de agua, y se puede extraer las siguientes conclusiones por Región Hidrográfica:

- La *RH Pacífico* es la zona del Perú sometida a mayor número de fuentes contaminantes. Aquí se concentra la mayor densidad demográfica, el mayor número de catastro minero, de pasivos ambientales antiguos, de vertimientos industriales y de zonas agrícolas. En esta región se ha recopilado información de calidad de 41 masas de agua, que suponen el 44,5% del total de datos evaluados.
- La *RH Amazonas* está sometida a menor número de fuentes contaminantes de manera general, sobre todo demográfica, pero en ella existen zonas con presiones localizadas, como la minería aurífera en Madre de Dios, la extracción petrolera en la zona del Amazonas, las plantaciones de coca en la zona de Pampas-Apurímac y Huallaga, o los residuos mineros en la cuenca del Marañón. En esta región se recopiló información de calidad de 40 masas de agua, que representan aproximadamente el 43% del total de los datos evaluados.
- La *RH Titicaca* está sometida sobre todo a contaminación minera, y muestra también una contaminación agrícola y ganadera significativa. En esta región se recopiló información de calidad de 11 cuerpos de agua, que representarían un 12% del total de datos analizados.



2.6.5.2 Calidad de los recursos hídricos por AAA

De la misma manera, el análisis de la calidad del agua resumido por AAA conduce a las siguientes conclusiones:

- En *Caplina-Ocoña* se encuentra el río Tambo, que fue uno de los que mayor número de parámetros distintos incumplieron en alguno de los monitoreos realizados en sus aguas. Estos parámetros fueron: pH, coliformes termotolerantes, arsénico, boro, hierro, manganeso, níquel, salinidad, cloruros, cadmio, mercurio, plomo y tendencia incrustante del agua.
- En *Cháparra-Chincha* se concentra el 65% de la agroexportación de todo el Perú; por ello, en esta zona hay sobreexplotación de los acuíferos y es posible que sea aquella de mayor incidencia de la contaminación difusa.
- En *Cañete-Fortaleza* está el departamento de Lima, que es la zona del Perú donde mayor cantidad de agua se consume sin el tratamiento adecuado. En esta AAA se

encuentra el río Rímac, uno de los evaluados donde mayor número de parámetros incumplen la calidad en algunos de los monitoreos realizados en sus aguas. En el Rímac se han detectado 12 parámetros que incumplieron los objetivos: pH, DBO, coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*, aceites y grasas, arsénico, hierro, manganeso, plomo, cadmio y cobre.

- En *Huarmey-Chicama* se localiza el río Santa, uno de los evaluados que presentó mayor número de parámetros que incumplían los objetivos de calidad, y que fueron los siguientes: coliformes totales, coliformes termotolerantes, boro, cloruros, salinidad, tendencia corrosiva, hierro, manganeso, níquel, DBO, arsénico, cadmio, mercurio y plomo. Este río tiene una importante contaminación agrícola y urbana, en la que destacan los vertidos de Huaraz, población con más de 100 000 habitantes que no trata sus aguas residuales.
- *Jequetepeque-Zarumilla* es la que mayor concentración demográfica y agrícola presenta. En esta zona, junto con la de Caplina-Ocoña, fue donde mayor número de estudios de calidad se encontraron, quizá porque son las áreas más explotadas.
- *Marañón* es la que mayor número de vertimientos industriales autorizados presenta. En esta AAA se encuentra el río Marañón, que es, posiblemente, uno de los más contaminados del país.
- Las de *Pampas-Apurímac* y *Huallaga* son las que mayor extensión de cultivos de coca presentan en todo el Perú. El río Huallaga fue uno de los evaluados donde mayor número de parámetros incumplieron los objetivos de calidad, que fueron los siguientes: DBO, coliformes totales, coliformes termotolerantes, hierro, níquel, salinidad, boro, cloruros, tendencia corrosiva, plomo, cadmio y mercurio.
- *Ucayali* es la que menor cobertura de agua potable presenta en todo el país.
- En *Mantaro* se produce el 35% de la actividad hidroeléctrica del Perú. En este territorio se encuentra el río Mantaro, uno de los que presentó mayor número de parámetros con incumplimientos en los objetivos de calidad (14 parámetros excedieron las concentraciones fijadas por los ECA en alguno de los monitoreos realizados en sus aguas: coliformes totales, coliformes termotolerantes, DBO, salinidad, tendencia incrustiva, manganeso, hierro, níquel, plomo, cobre, cromo, mercurio, arsénico y cadmio).



- En *Urubamba-Vilcanota* se encontraron muy pocos estudios de calidad; solo se dispuso de información de calidad en un cuerpo de agua. Esta AAA es la que tiene la mayor cobertura de agua potable y alcantarillado.
- *Madre de Dios*, es de todas las existentes, la que tiene menor cobertura de alcantarillado.
- En *Titicaca* se encontraron numerosos cuerpos de agua con información de calidad que mostraron sobre todo incumplimientos debidos a contaminación orgánica.



Con respecto a los parámetros que excedieron los objetivos de calidad, se pueden hacer las siguientes generalizaciones:

- *Físico-químicos*: En los estudios en los que se disponía de esta información, el pH resultó el parámetro físico-químico para el cual se detectaron el mayor número de incumplimientos. La conductividad, por su parte, no registró tantos fallos.
- *Microbiológicos*: En la gran mayoría de masas de agua con información se detectaron coliformes termotolerantes en una concentración que excedía los límites de calidad.
- *Orgánicos*: En la mayoría de las cuencas donde se analizaron parámetros orgánicos se detectó un exceso en DBO₅, indicador de contaminación orgánica.
- *Metales*: El plomo fue el metal para el cual se detectaron los mayores niveles de incumplimiento, seguido del hierro, el arsénico y el mercurio.
- *Otros parámetros*: En muchas de las cuencas analizadas se detectó también salinidad; en ríos de la región del Amazonas y del Titicaca se encontraron hidrocarburos, y en ríos de la zona del Cañete, aceites y grasas.

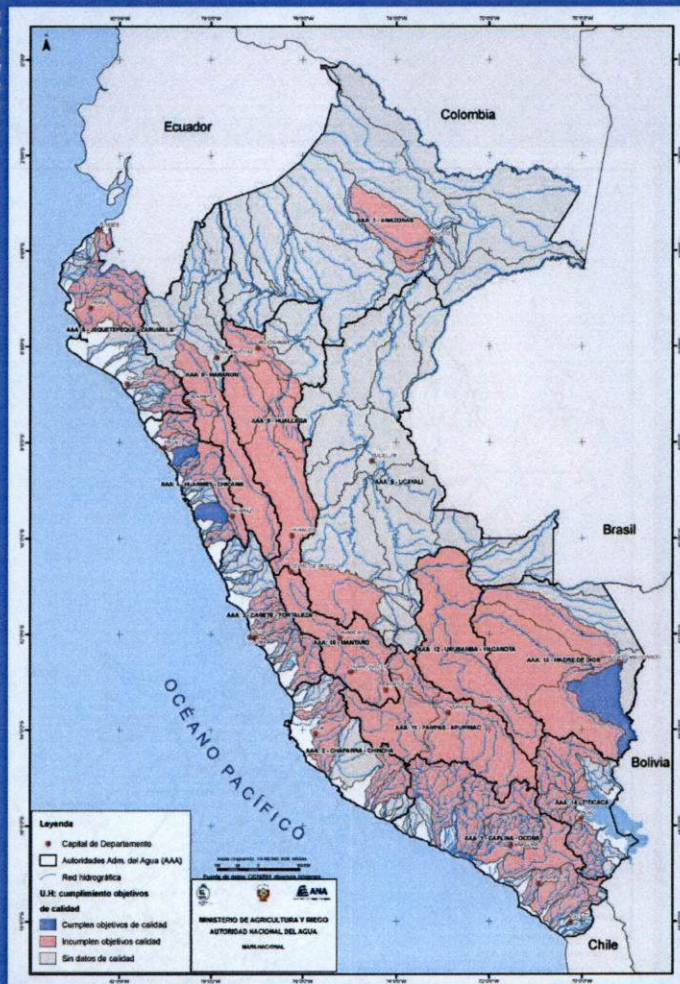
Para profundizar en el estudio de la calidad del agua, el análisis se extendió al nivel de Unidad Hidrográfica (se contó con información para 61 de ellas). En los mapas 2.17 y 2.18 se puede observar la distribución espacial de los ríos que cumplen y los que incumplen los objetivos de calidad, así como las Unidades Hidrográficas con monitoreos de calidad; aparecen en color más oscuro aquéllas donde se detectó algún tipo de incumplimiento en alguno de sus cuerpos de agua, y en azul aquéllas donde no se detectaron

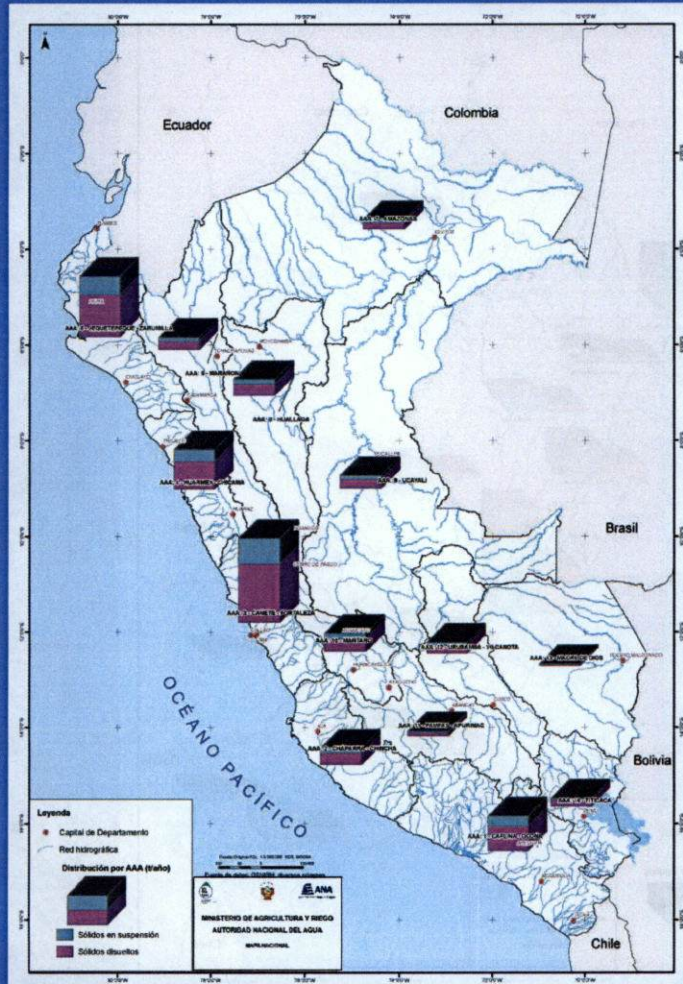
incumplimientos. Por el contrario, las Unidades Hidrográficas acerca de las que no se dispone de información de calidad aparecen resaltadas en color grisáceo.

MAPA 2.17
Análisis del
cumplimiento de
los objetivos de
calidad
Fuente: Elaboración
propia.

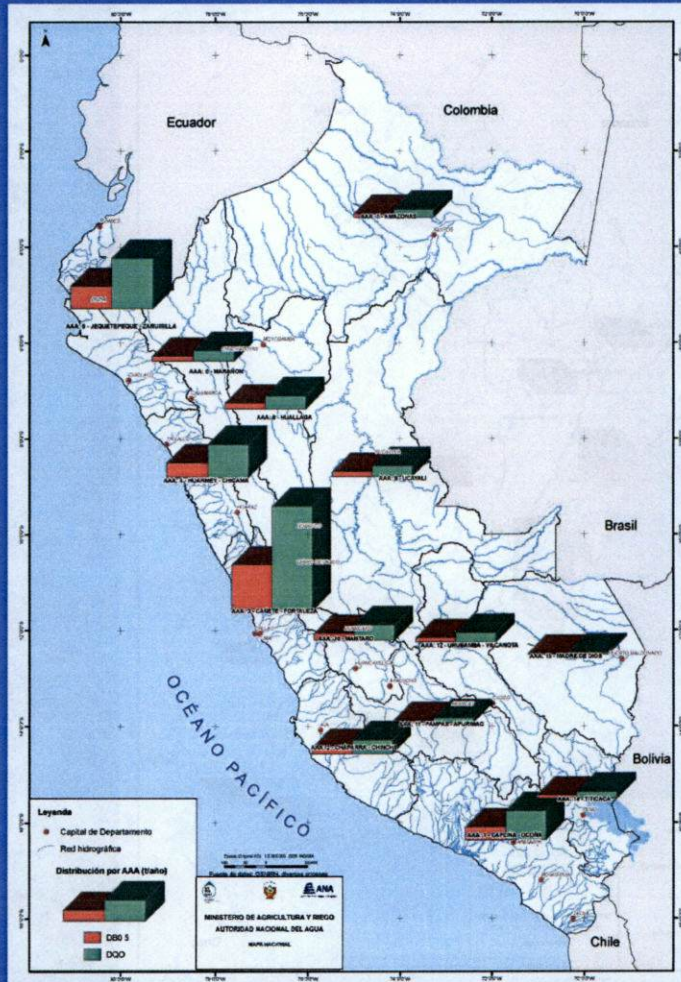


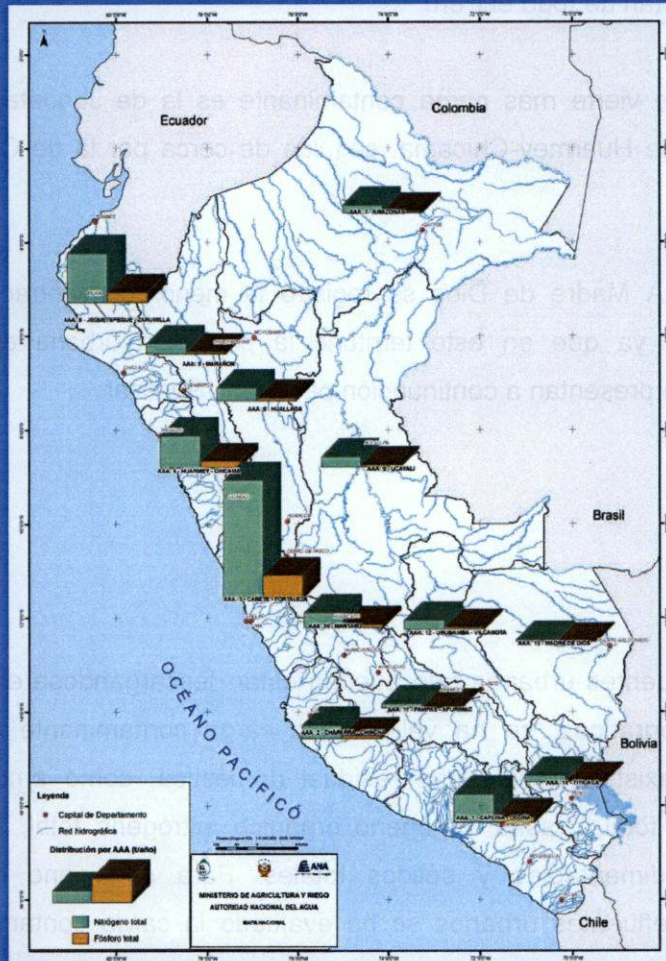
MAPA 2.18
Análisis del
cumplimiento de los
objetivos de calidad
por UH
Fuente: Elaboración
propia.





MAPA 2.20
Carga contaminante
de DBO₅ y DQO
vertida a las
UH (t/año)
Fuente: Elaboración
propia.





MAPA 2.21
Carga
contaminante de
nutrientes vertida a
las UH (t/año)
Fuente: Elaboración
propia.



- La mayor cantidad de carga contaminante de sólidos totales, DBO₅, DQO y nutrientes se vierte en la AAA Cañete-Fortaleza, en la que, de manera significativa, se arrojan más toneladas de estos parámetros que en el resto de AAA, ya que aquí se encuentran las Unidades Hidrográficas de la cuenca del Rímac y Chillón, que son las que mayores cargas contaminantes soportan de todo el Perú.
- La segunda AAA donde se vierte más carga contaminante es la de Jequetepeque-Zarumilla, y la tercera, la de Huarney-Chicama, seguida de cerca por la de Caplina-Ocoña.
- Por el contrario, en la AAA Madre de Dios se registró la menor concentración de parámetros contaminantes, ya que en este territorio la población urbana es más reducida. Los mapas que se presentan a continuación permiten visualizar:



- Sólidos totales
- Parámetros biológicos
- Nutrientes

Para tener una idea de los efluentes urbanos que pueden estar descargándose en cada una de estas Unidades Hidrográficas, se ha valorado la carga contaminante de los parámetros que típicamente existen en el agua residual doméstica, como amoníaco, cloruros, DBO₅, DQO, fósforo total, grasas, nitrógeno orgánico, nitrógeno total, sólidos disueltos, en suspensión, sedimentables y sólidos totales. Para cada uno de los parámetros existentes en los efluentes urbanos se ha evaluado la carga contaminante anual, agrupando los rangos de concentraciones obtenidas en las diferentes Unidades Hidrográficas. Hay que destacar que la cuenca del Rímac es la que aporta la mayor carga anual de todos los tipos de parámetros —muy superior al resto—, hecho lógico porque es la Unidad Hidrográfica con mayor población y, por tanto, la de mayor consumo de agua (ver mapas 2.19, 2.20 y 2.21).

2.6.6 Monitoreo de la calidad del agua

Entre los meses de julio y agosto del 2013 se realizaron un total de 40 monitoreos de la calidad de las aguas superficiales en los ríos siguientes: Chamaya, Jequetepeque, Santa, Pampas, Amazonas, Nanay y Napo. El objetivo de los monitoreos fue conocer el cumplimiento de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua aprobados mediante DS N° 002-2008-MINAM. Para ello se tuvo en cuenta la clasificación de los citados ríos según la

Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA:

- Río Chamaya: Categoría 3: “Riego de vegetales y bebidas de animales”.
- Río Jequetepeque: Categoría 3: “Riego de vegetales y bebidas de animales”.
- Río Santa: Categoría 1-A2: “Poblacional y recreacional de aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional”.
- Río Pampas: Categoría 3: “Riego de vegetales y bebidas de animales”.
- Río Amazonas: Categoría 4: “Conservación del ambiente acuático de ríos-selva”.
- Río Nanay: Categoría 4: “Conservación del ambiente acuático de ríos-selva”.
- Río Napo: Categoría 4: “Conservación del ambiente acuático de ríos-selva”.

La entidad de inspección encargada de los monitoreos fue AGQ PERU SAC, entidad acreditada por el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) con la acreditación NTP-ISO/IEC 17025 (Registro N° LE-072). Asimismo, la inspección se ha llevado a cabo según el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los cuerpos naturales de Aguas Superficiales, aprobado por Resolución Jefatural N° 182-2011-ANA. En el mapa 2.22 se puede observar la localización de las 40 muestras analizadas.



MAPA 2.22
Localización de las
muestras tomadas
para el monitoreo
de la calidad de las
aguas superficiales
Fuente: Elaboración
propia.



Los parámetros analizados en campo y laboratorio se muestran en el cuadro 2.17.

CUADRO 2.17. Parámetros analizados en los monitoreos de la calidad de las aguas superficiales

PARÁMETRO	METODOLOGÍA DE MONITOREO	UNIDAD	LÍMITE DE CALIFICACIÓN
pH	Standard Methods for the examination of water and waste water APHA-AWWA-WEF.4500H+B	Ud.pH	1.0000
Conductividad	Standard Methods APHA-AWWA-WEF2510B	µS/cm	0.1500
Demanda química de oxígeno (DQO)	Standard Methods APHA-AWWA-WEF5220D22st Edition 2005	mg/L	6.0000
Nitrógeno amoniacal	Standard Methods for the examination of water and waste water APHA-AWWA WEF.4500NH3D	mg/L	0.0180
Nitratos	Standard Methods for the examination of water and waste water APHA-AWWA-WEF.4500NO3D	mg/L	2.3000
Fosfatos(PO4-3)	SM4500-PE.	PO4 ³⁻ mg/L	0.0300
Dureza	Standard Methods for the examination of water and waste water APHA-AWWA-WEF2340C	mg/L	10.0000
Metales XICP	Multielementos -EPAMethod200.7	mg/L	**
Metales totales (mercurio)	EPAMethod200.7, Rev.4.4.EMMCVersion.	mg/L	0.0010
Aceites y grasas	Standard Methods for the examination of water and waste water APHA-AWWA-WEF.5520-B	mg/L	1.0
Coliformes totales	Standard Methods for the examination of water & waste water.9221B	MP/100ml	<1,8
Estreptococos fecales	Standard Methods for the examination of water & waste water.SM9230B.	NMP/100ml	<1,8

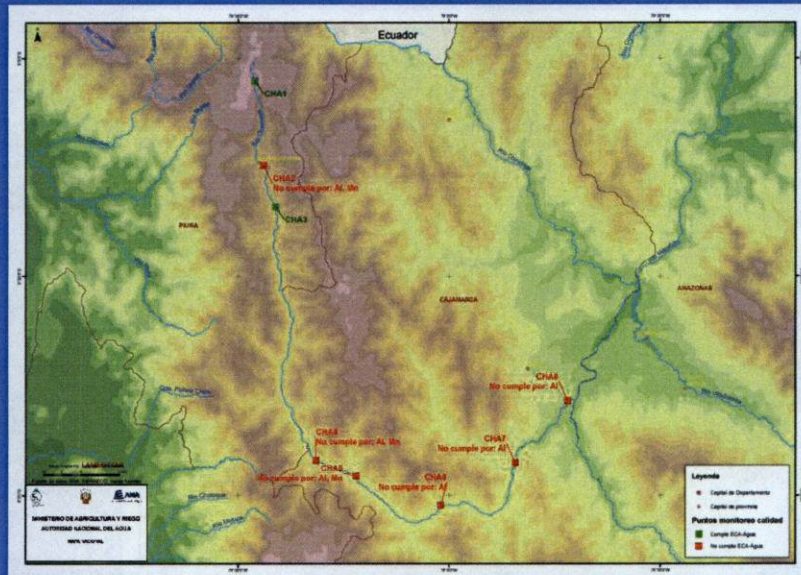
Fuente: Elaboración propia.

La toma de muestras se realizó puntual, manual, simple y en superficie. El método empleado en la caracterización de los cuerpos de agua fue el establecido en el Protocolo de Monitoreo para Calidad de Agua de la DGAA-MEM, en el Protocolo de Monitoreo de Calidad Sanitaria de los recursos hídricos superficiales de la DIGESA y en el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los cuerpos naturales de agua superficial-ANA (RJ 182-2011). Esto permite el aseguramiento y control de calidad en la recolección de las muestras. Posteriormente se procedió a realizar la lectura de parámetros de campo *in situ*: oxígeno disuelto y temperatura. Las muestras se codificaron según el procedimiento PI-101: Codificación, Transporte y Cadena de Custodia de Muestras.

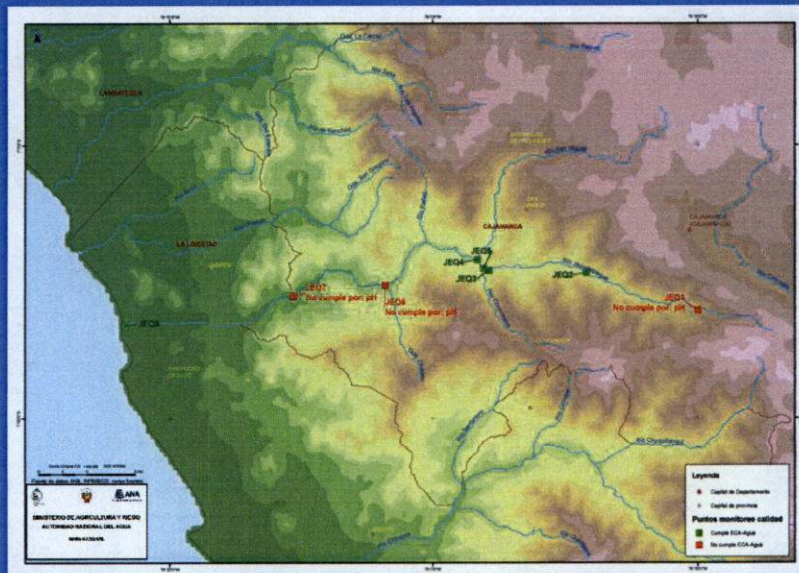
Los resultados de la inspección han permitido obtener las siguientes conclusiones respecto al cumplimiento de los ECA-Agua:

- En el río Chamaya, 6 de las 8 muestras superan los límites establecidos en los ECA para alguno de los parámetros de metales. En concreto, las 6 muestras superan la concentración establecida de aluminio, y 3 de ellas también la de manganeso, tal como se puede observar en el mapa 2.23.
- En el río Jequetepeque, solo 3 de las 8 muestras analizadas incumplen el límite establecido de pH en los ECA-Agua, tal como se puede ver en el mapa 2.24.
- En el río Santa, todas las muestras incumplen varios de los límites establecidos en los ECA-Agua. En concreto, 7 de las 8 muestras superan los límites de aluminio y arsénico; 6, los de hierro; 4, los de boro; 3, los de cadmio; 2, los de manganeso; y 1 muestra supera los límites de níquel. En el mapa 2.25 se aprecia la localización de tales muestras y sus incumplimientos.
- En el río Pampas, solo 1 de las 8 muestras analizadas supera el límite establecido de arsénico en los ECA-Agua; el resto cumple con los límites. En el mapa 2.26 se deja ver la localización de todas las muestras analizadas.
- Finalmente, en el área de Iquitos, 3 de las 8 muestras analizadas superan los límites establecidos en los ECA-Agua para algún parámetro. En concreto, 2 de las muestras incumplen los límites de plomo, y otra muestra los de pH y oxígeno disuelto (mapa 2.27).

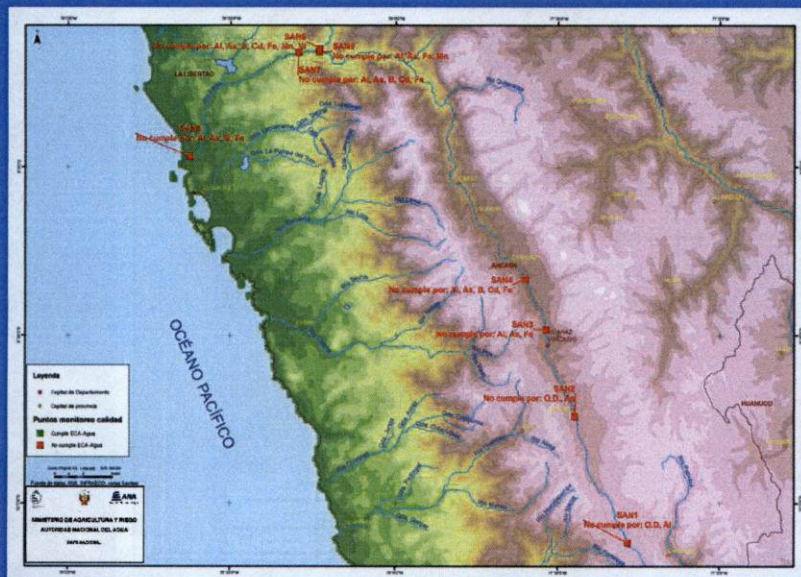




MAPA 2.23. Muestras del río Chamaya que cumplen, o no, los ECA-Agua
Fuente: Elaboración propia.

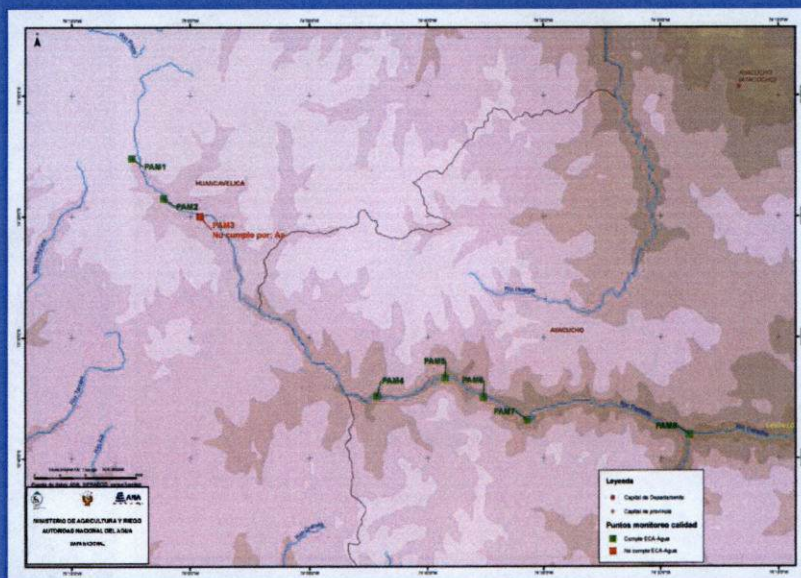


Mapa 2.24. Muestras del río Jequetepeque que cumplen, o no, los ECA-Agua
Fuente: Elaboración propia.



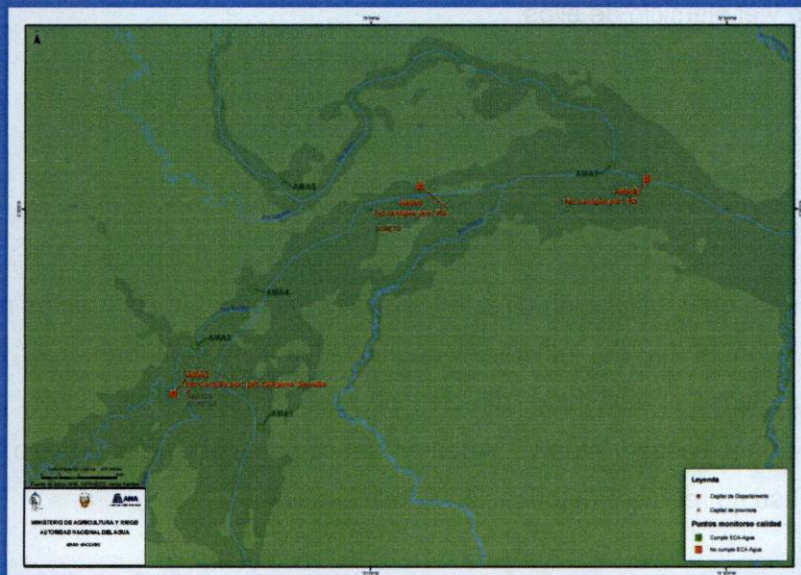
Fuente: Elaboración propia.





Mapa 2.26. Muestras del río Pampas que cumplen, o no, los ECA-Agua
Fuente: Elaboración propia.





2.7 Demandas de agua

2.7.1 Los usos de agua en la LRH

Se entiende por *uso* las distintas clases de utilización del agua según su destino, mientras que *demanda* es el volumen de agua requerido para uno o varios usos. La LRH, en su artículo 35, reconoce las siguientes clases de uso de agua, cuyo orden refleja la prioridad para el otorgamiento y el ejercicio de ellos:

1. Uso primario
2. Uso poblacional
3. Uso productivo



El *uso primario* consiste en la utilización directa y efectiva del agua en las fuentes naturales y cauces públicos, con el fin de satisfacer necesidades humanas primarias como la preparación de alimentos, el consumo directo, el aseo personal, así como para las ceremonias culturales, religiosas y rituales. Además, tal como establece el artículo 37 de la Ley N° 29338, este uso no requiere autorización administrativa.

El *uso poblacional*, según el Artículo 39, 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. Este uso se ejerce mediante derechos de uso de agua otorgados por la Autoridad Nacional del Agua.

El *uso productivo* del agua consiste, según el Artículo 42 de la LRH, en su utilización en procesos de producción o previos a ellos. Al igual que el uso poblacional, se ejerce mediante derechos de uso de agua otorgados por la Autoridad Nacional del Agua. Los tipos de uso productivo son los siguientes:

1. Agrario: pecuario y agrícola
2. Acuícola y pesquero
3. Energético
4. Industrial
5. Medicinal
6. Minero
7. Recreativo
8. Turístico

9. De transporte

El orden de preferencia para el otorgamiento de agua para usos productivos, en caso de concurrencia de solicitudes, es el siguiente, según el Artículo 62 del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos:

- a) Agrario, acuícola y pesquero
- b) Energético, industrial, medicinal y minero
- c) Recreativo, turístico y de transporte
- d) Otros usos

No obstante, el Reglamento de la LRH permite variar este orden de preferencia para el otorgamiento de agua para usos productivos en los Planes de Gestión de Recursos Hídricos en la cuenca, conforme a los lineamientos que establezca la Autoridad Nacional del Agua, y en atención a los siguientes criterios básicos:

- a) Características de las cuencas o sistemas hidráulicos.
- b) Disponibilidad de las aguas.
- c) Plan Nacional de Recursos Hídricos.
- d) El mayor interés social y público por su más alta eficiencia en la utilización del agua, la mayor generación de empleo y el menor impacto ambiental.



2.7.2 Las demandas de agua en el Perú

En el marco del PNRH, se identificó toda la demanda real existente al 2012 y que, en algunos sectores, es diferente a la otorgada. Para la *demanda poblacional* se tuvo en cuenta el volumen de agua que sería necesario para abastecer a los 30 067 181 habitantes proyectados por la Subgerencia de Estadística para el año 2012 en todo el Perú. Más allá de los porcentajes de cobertura de las Empresas Prestadoras de Servicios o del autoabastecimiento en zonas rurales, el Plan Nacional de Recursos Hídricos debe promover el acceso universal al agua potable, ya que se trata del uso más prioritario según la LRH.

Para la *demanda agrícola* se ha considerado toda la superficie de riego que se ha podido identificar en cada una de las Unidades Hidrográficas o ALA correspondientes. Esto incluye no solo la superficie agrícola del valle, sino también la de la parte media y alta de la cuenca, allí donde se ha podido identificar o documentar. Sobre esta superficie se ha aplicado una

dotación bruta de riego real cuando ésta ha estado disponible en función de los estudios existentes, o bien se ha estimado a partir de las dotaciones de cuencas cercanas o similares. De tal manera, más allá de los volúmenes de agua formalizados hasta el momento por la ANA, lo que se quiere reflejar con la demanda agrícola estimada es la demanda total para el año 2012 de cada Unidad Hidrográfica.

La demanda de agua total estimada para todo el Perú es de 49 717,97 Hm³/año, de los que 26 080,71 Hm³/año (52%) corresponden a usos consuntivos y 23 637,26 Hm³/año (48%) a usos no consuntivos. Una primera distribución espacial por Regiones Hidrográficas de las demandas se puede observar en los cuadros 2.18 y 2.19, para usos consuntivos y no consuntivos, respectivamente.

CUADRO 2.18. Demanda consuntiva total: Distribución por Regiones Hidrográficas

Región Hidrográfica	Usos Consuntivos							Total
	Agricultura	Industria	Residencial	Minería	Alfaro	Recreativo	Turístico	
Pacífico	19 041,54	1 779,15	170,82	155,85	1,90	4,65	0,00	21 153,92
Amazonas	3 017,31	493,84	78,48	110,70	47,92	17,80	1,00	3 767,04
Titicaca	1 106,94	46,75	0,08	5,98	0,00	0,00	0,00	1 159,75
Total (Hm³/año)	23 165,79	2 319,74	249,38	272,53	49,82	22,45	1,00	26 080,71

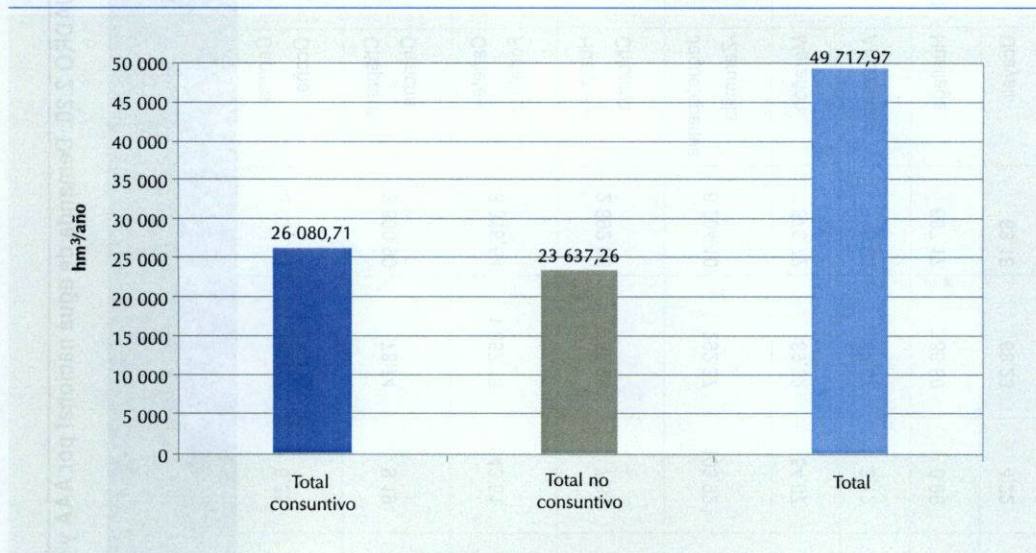
Fuente: Elaboración propia.

CUADRO 2.19. Demanda no consuntiva total: Distribución por Regiones Hidrográficas

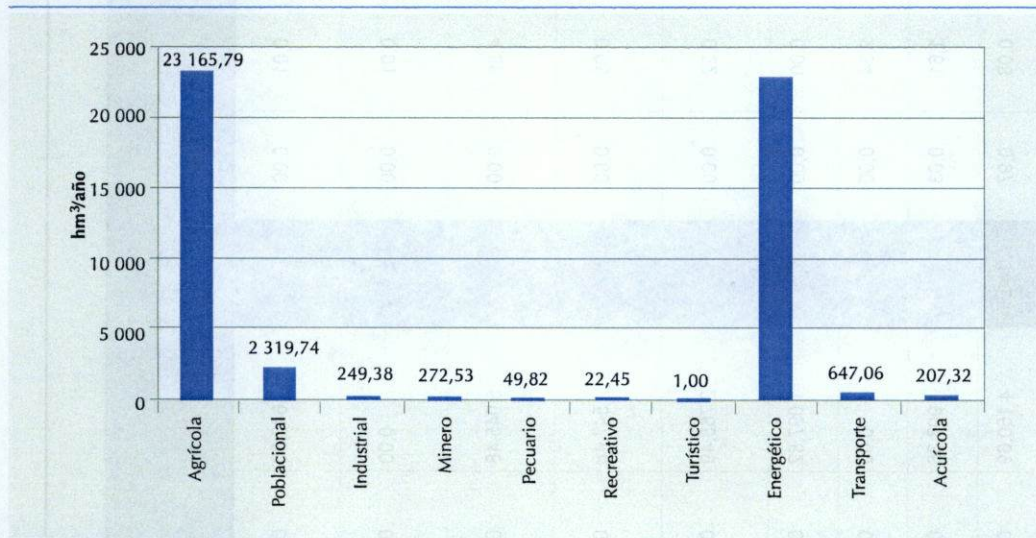
Región Hidrográfica	Usos No Consuntivos			Total
	Agropecuario	Industria	Residencial	
Pacífico	9 001,74	0,22	91,59	9 093,55
Amazonas	13 781,13	646,84	104,73	14 532,71
Titicaca	0,00	0,00	11,00	11,00
Total (Hm³/año)	22 782,87	647,06	207,32	23 637,26

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar, los usos que mayor volumen de agua demandan son el agrícola en el consuntivo (que supone el 89% de la demanda total consuntiva) y el energético en el no consuntivo (el 96% de la demanda total no consuntiva) (gráficos 2.9 y 2.10).

GRÁFICO 2.9. Demanda de agua nacional: consuntiva, no consuntiva y total

Elaboración propia.

GRÁFICO 2.10. Demanda de agua nacional por tipo de uso

Elaboración propia.

Estas demandas de agua estimadas para todo el Perú, distribuidas en las 14 Autoridades Administrativas del Agua y tipo de uso, se reflejan en el cuadro 2.20.

CUADRO 2.20. Demanda de agua nacional por AAA y tipo de uso

AAA	Uso de agua (m³/año)										Uso de agua (m³/año)				Total
	Agropecuario	Industrial	Residencial	Minero	Forestal	Recursos hídricos	Uso de agua	Uso de agua	Uso de agua	Uso de agua	Agropecuario	Industrial	Residencial	Minero	
I Caplina-Ocoña	3 027,03	161,92	6,35	101,31	0,19	0,01	0,00	3 296,81	643,29	0,00	3,85	647,14	3 943,95		
II Cháparra-Chincha	3 600,90	78,74	9,19	2,59	0,03	0,01	0,00	3 691,46	0,00	0,00	0,00	0,00	3 691,46		
III Cañete-Fortaleza	3 316,54	1 057,13	43,51	42,51	1,32	4,36	0,00	4 465,37	5 045,48	0,00	22,53	5 068,01	9 533,38		
IV Huarmey-Chicama	2 892,96	188,99	7,85	8,15	0,25	0,05	0,00	3 098,26	547,48	0,22	14,69	562,39	3 660,65		
V Jequetepeque-Zarumilla	6 204,10	292,37	103,92	1,29	0,11	0,22	0,00	6 602,01	2 765,49	0,00	50,52	2 816,01	9 418,02		
VI Marañón	575,72	89,32	54,07	7,56	44,00	0,00	0,00	770,57	1 097,82	0,28	1,61	1 099,71	1 870,38		
VII Amazonas	0,00	47,07	3,12	0,05	0,00	2,34	0,00	52,58	0,00	0,00	7,63	7,63	60,21		
VIII Huallega	687,17	86,80	0,99	30,65	0,86	1,61	0,03	808,12	903,36	0,00	19,52	922,88	1 731,00		
IX Ucayali	63,18	68,23	4,22	1,76	1,79	0,08	0,97	140,24	4 150,69	0,01	21,51	4 172,21	4 312,45		
X Mantaro	786,63	95,51	0,12	29,31	0,00	0,20	0,00	911,77	6 516,00	0,00	33,01	6 549,01	7 460,78		



Plan Nacional de Recursos Hídricos – Memoria Final

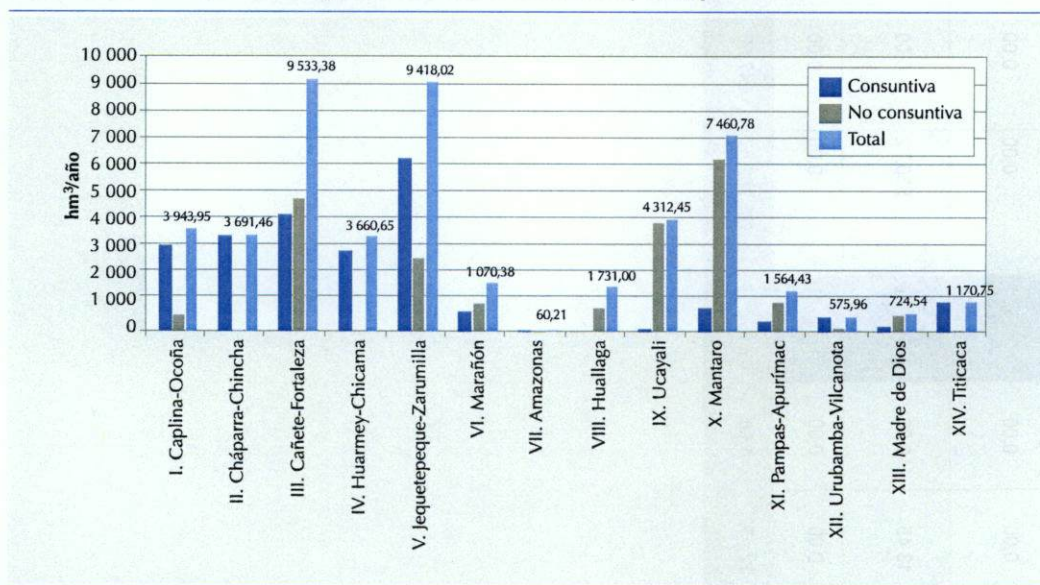
XI	Pampas-Apurímac	383,68	36,25	0,13	8,12	0,69	0,12	0,00	429,00	482,54	646,55	6,34	1 135,43	1 564,43
XII	Urubamba-Vilcanota	515,34	57,76	0,71	0,50	0,00	0,00	0,00	574,32	0,00	0,00	1,64	1,64	575,96
XIII	Madre de Dios	5,58	12,89	15,11	32,75	0,57	13,45	0,00	80,35	630,72	0,00	13,47	644,19	724,54
XIV	Titicaca	1 106,94	46,75	0,08	5,98	0,00	0,00	0,00	1 159,75	0,00	0,00	11,00	11,00	1 170,75
Total		23 165,79	2 319,74	249,38	272,53	49,82	22,45	1,00	26 080,71	22 782,87	647,06	207,32	23 637,26	49 717,97

Fuente: Elaboración propia, en base a información de los Organos desconcentrados de la ANA.



La AAA con mayor demanda de agua total es la AAA III, Cañete-Fortaleza, con 9 533,38 Hm³/año —por el peso de la energética—, seguida de Jequetepeque-Zarumilla, con 9 418,02 Hm³/año —por el componente agrícola— y Mantaro, con 7 460,78 Hm³/año —por la energética—. En el gráfico 2.11 y el mapa 2.28 se puede observar la distribución de la demanda consuntiva, no consuntiva y total para cada AAA.

GRÁFICO 2.11. Demanda de agua consuntiva, no consuntiva y total por AAA

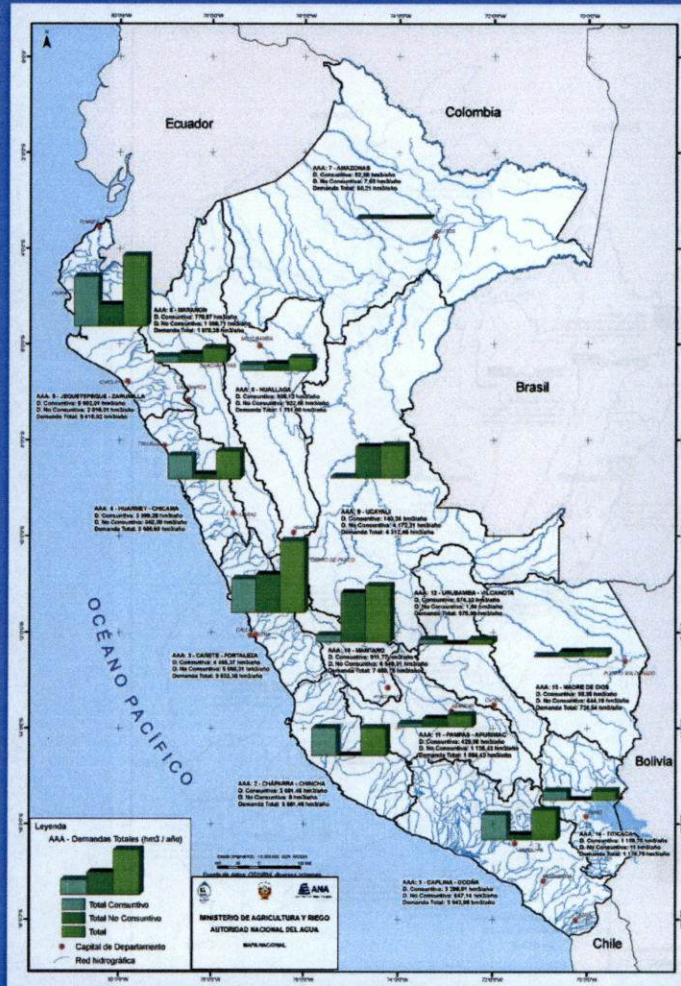


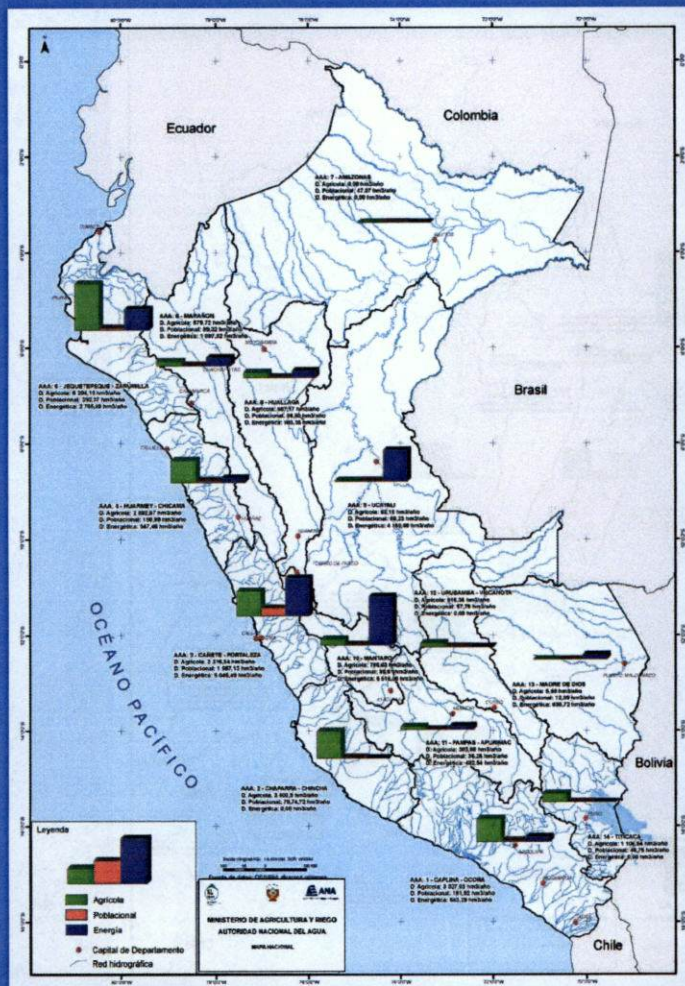
Fuente: Elaboración propia.

En el mapa 2.28 se ilustra cómo la demanda consuntiva, determinada básicamente por la demanda agrícola, se concentra en la vertiente del Pacífico. La demanda no consuntiva, por su parte, se encuentra mejor repartida, aunque destacan las AAA Mantaro, Ucayali y Cañete-Fortaleza sobre el resto. A su vez, el mapa 2.29 muestra las demandas de agua más representativas del Perú distribuidas por AAA. Estas demandas son para uso agrícola, poblacional y energético, y permiten observar la forma en que se reparten en todo el territorio nacional.

- La *demandas de abastecimiento* es de 2320 Hm³/año, correspondientes a 30 millones de habitantes, de los que el 71% viven en ciudades de más de 2000 habitantes; el resto pertenece al ámbito rural y ambos tienen dotaciones diferentes. El uso poblacional debe ser atendido con prioridad, buscando el cumplimiento de los ECAs en las fuentes.

MAPA 2.28
Demandas
consuntivas, no
consuntivas y total
por AAA
Fuente: Elaboración
propia.





MAPA 2.29
Demanda agrícola,
poblacional y
energética por AAA
Fuente: Elaboración
propia.

- La *demanda agrícola* es de 23 166 Hm³/año, que se corresponden con una superficie de riego de unos 1,64 millones de hectáreas y suponen el 89% de la demanda consuntiva. Esta demanda es menos exigente en lo que concierne a la calidad del agua que utiliza y admite mayor flexibilidad en la garantía de suministro.
- La demanda fundamental de los usos no consuntivos es la *energética*, con 22 783 Hm³/año, el 96% del uso no consuntivo. Esta demanda es bastante flexible, ya que las centrales de caudal fluyente se limitan a turbinar el agua que circula por el río en régimen natural; sin embargo, la producción hidroeléctrica regulada suele disponer de embalses propios. Esta demanda puede condicionar la explotación de los sistemas hidráulicos situados aguas abajo, si no se producen las coordinaciones entre todos los usos del río. La capacidad de energía instalada en el país a fines del 2011 era de 8695 MW, de los cuales algo más del 45% corresponde a energía hidroeléctrica, que constituye un pilar fundamental para el suministro de energía eléctrica.



2.8 Infraestructura hidráulica y Proyectos Especiales

Los recursos hídricos naturales no son directamente utilizables, salvo en una escasa proporción, en especial los caudales superficiales que circulan por los cauces de los ríos, de los que solo se puede garantizar el caudal de invierno de los años secos. Sin embalses de regulación los caudales de verano y otoño, o los de años húmedos, se perderían y no habría posibilidad de utilizarlos en otras épocas. El volumen principal de los recursos directamente aprovechables proviene de las descargas naturales diferidas de los acuíferos en el territorio peruano. Para almacenar las aguas superficiales cuando circulan por los cauces y, así, poder utilizarlas cuando se las necesita, se ha creado una infraestructura hidráulica básica de presas de embalse y conducciones de transporte, la mayor parte de ellas asociadas a los denominados Proyectos Especiales.

2.8.1 Presas de embalse

Los sistemas básicos de infraestructura hidráulica —captación, almacenamiento, transporte, depuración, entre otros— están asociados a la satisfacción de las demandas. Las tipologías de infraestructura hidráulica son las presas, bocatomas, captaciones hidrogeológicas, conducciones de abastecimiento poblacional regulada en la normativa específica, conducciones de riegos, redes de drenaje, plantas de tratamiento de aguas potables, plantas de tratamiento de aguas residuales, aprovechamiento hidroeléctrico, instalaciones para la navegación fluvial, encauzamientos y defensa de márgenes de los

ríos. Las principales infraestructuras hidráulicas están incluidas en los Proyectos Especiales y tienen como objetivo fundamental el riego y, en muchos casos, el abastecimiento poblacional.

Las presas son las infraestructuras más relevantes para la regulación y aprovechamiento eficiente de los recursos hídricos. Existen en el Perú 77 presas de embalse mayores de 10 m de altura, la mayoría de ellas para riego; otras muchas son para uso hidroeléctrico, y algunas para uso minero. El cuadro 2.21 sintetiza la localización espacial del volumen de embalse, así como su destino principal.

CUADRO 2.21. Volumen de embalse: Distribución por AAA y destino

AAA	Localización	Total	Riego	Minero	Hidroeléctrico
I	Caplina-Ocoña	1 260,16	973,90	286,26	
II	Cháparra-Chincha	75,00	75,00		
III	Cañete-Fortaleza	406,67	71,39	335,28	
IV	Huarmey-Chicama	162,37	1,10	161,26	
V	Jequetepeque-Zarumilla	2 035,32	2 034,00	1,32	
Total RH Pacífico (Hm³)		3 939,52	3 155,39	784,13	0,00
VI	Marañón	6,50	5,00		1,5
VII	Amazonas				
VIII	Huallaga				
IX	Ucayali				
X	Mantaro	188,84	9,11	179,73	
XI	Pampas-Apurímac	419,25	419,25		
XII	Urubamba-Vilcanota	175,84	110,00	65,84	
XIII	Madre de Dios				
Total RH Amazonas (Hm³)		790,43	543,36	245,57	1,50
XIV	Titicaca	836,23	800,00	36,23	
Total RH Titicaca (Hm³)		836,23	800,00	36,23	0,00
Total Perú (Hm³)		5 566,19	4 498,75	1 065,92	1,50
Porcentaje (%)			80,82	19,15	0,03

Fuente: Elaboración propia con datos de la International Commission on Large Dams (ICOLD-CIGB-2012).



A partir de los datos incluidos en el cuadro 2.21 se pueden coleccionar las siguientes observaciones:

- La capacidad de embalse total en el Perú asciende a 5566,19 Hm³, que se distribuyen de forma irregular entre las tres Regiones Hidrográficas: unos 3939 Hm³ (el 71%) en la región RH Pacífico, unos 800 Hm³ (14%) en RH Amazonas, y los 836 Hm³ restantes (15%) en RH Titicaca.
- Las Autoridades Administrativas del Agua con mayor capacidad de embalse son la de Jequetepeque-Zarumilla (unos 2000 Hm³) y Caplina-Ocoña (1260 Hm³), la mayor parte de ellos fruto de los Proyectos Especiales.
- Con respecto al destino de éstos, destaca el uso principal para los riego (casi 4500 Hm³, el 81% del total embalsado) sobre el energético, el minero o para el control de avenidas. En el caso del uso minero se trata de numerosas presas de embalse, pero de poca capacidad.



Uno de los problemas que afecta a las presas es la pérdida de capacidad por sedimentación, fenómeno asociado en muchos casos a la deforestación de las cabeceras de las cuencas vertientes, como es el caso de las cuencas del Pacífico norte –algunas compartidas con Ecuador–, como la del Tumbes, el Chira (embalse Poechos), el Chancay-Lambayeque (embalse Tinajones) o el Jequetepeque (embalse Gallito Ciego), y el Pacífico Sur, con la cuenca del Camaná-Majes (embalses de Condoroma y El Paño) o la del Quilca (embalse El Fraile).

Otro de los problemas de los embalses es la carencia de normativa de seguridad de presas y de un órgano creado al efecto para el control de su seguridad. Este problema es más significativo si se tiene en cuenta la edad de algunas de ellas, que sobrepasa los 50 años. Por tanto, se considera prioritario avanzar en el establecimiento de esta normativa, para minimizar la posibilidad de fallo y se implemente con medios y recursos apropiados.

2.8.2 Proyectos Especiales relacionados con los recursos hídricos

Los Proyectos Especiales, según la Ley Orgánica del Poder Ejecutivo (Ley N° 29158), son un conjunto articulado y coherente de actividades orientadas a alcanzar uno o varios objetivos en un periodo limitado de tiempo, siguiendo una metodología definida. Son creados en el ámbito

de competencia de un Ministerio o un Organismo Público mediante D.S. Algunos de estos proyectos son responsable de ejecutar, supervisar y evaluar las acciones que, en materia de estudios y obras para los trasvases de recursos hídricos desde la vertiente del Amazonas a la Vertiente del Pacífico. El objetivo de los trasvases es el afianzamiento hídrico de las cuencas hidrográficas que tienen escasez de agua, y algunos ya han sido ejecutados, mientras que otros se encuentran en construcción o en proyecto. Su necesidad ya se experimentó en las décadas de los cincuenta y sesenta del siglo pasado.

Es importante, en los Proyectos Especiales, la figura de los manejadores de infraestructura hidráulica que realizan la operación, mantenimiento y desarrollo de esa infraestructura para prestar determinados servicios públicos. La regulación de las actividades de estos operadores se establece en el *Reglamento de Operadores de Infraestructura Hidráulica*, aprobado por Resolución Jefatural N° 492-2011-ANA, y que entró en vigor el 1.º de enero del 2012. Estos operadores cobran a los usuarios la Retribución Económica, que luego revierte al Estado, por derecho al uso del agua, así como la tarifa en concepto de los gastos de operación y mantenimiento de las infraestructuras hidráulicas.



Las dotaciones de riego que consideran estos proyectos son muy variables, dependiendo del área geográfica y los cultivos. En la costa del Pacífico, las dotaciones medias netas pueden estimarse en unos 10 000 m³/ha/año, pero oscilan entre 7000 m³/ha/año para el maíz y 14 000 m³/ha/año para el arroz. En la zona de la sierra se reducen prácticamente a la mitad (5000-6000 m³/ha/año), mientras que en la selva las dotaciones medias son de 14 000 m³/ha/año, pero proporcionan dos campañas anuales. La consecuencia es que la eficiencia es muy baja, del orden del 35%, por lo que este es uno de los principales problemas del país en materia de gestión del agua. Para abordarlo es necesario plantear un programa de mejora de la eficiencia que, mediante actuaciones estructurales —reducción de pérdidas en los sistemas de distribución del agua y utilización de riego tecnificado—, y de actuaciones no estructurales —capacitación en técnicas de riego y el control de caudales—, permita incrementarla sustancialmente en el futuro.

2.8.3 Traslases de agua entre cuencas

En las cuencas hidrográficas del país hay numerosos trasvases de recursos hídricos de la RH Amazonas a la RH Pacífico, la mayoría de ellos incluidos en los Proyectos Especiales. También existen en esta última diversos trasvases entre cuencas de esta misma vertiente. El objetivo de los trasvases es el afianzamiento hídrico de cuencas con escasez de recursos hídricos y que resulta imprescindible por las posibilidades de desarrollo socioeconómico de

las cuencas receptoras. Las soluciones estructurales de la conducción de trasvase varían utilizándose túneles o canales, según las circunstancias, y es destacable la magnitud de algunas de estas infraestructuras con canales que, en ocasiones, superan los 100 km de longitud, como el canal Santa-Chao-Virú-Moche, de 149 km, y túneles que a veces superan los 10 km, como el túnel de 20 km entre la cuenca Huancabamba, en la RH Amazonas, y la cuenca Olmos, en la RH Pacífico.

En el cuadro 2.22 se pueden ver los trasvases entre distintas cuencas hidrográficas que están operativos en la actualidad, y que pretenden mitigar los efectos de la escasez de agua en las receptoras. Se aporta información de la cuenca cedente, la AAA desde la que se administra, y sus recursos hídricos en régimen natural, la misma información de la cuenca receptora y el volumen de trasvase concedido anualmente. En el mismo cuadro se distingue entre los trasvases internos de la propia RH Pacífico y los procedentes de la RH Amazonas con destino a aquélla, mientras que en el mapa 2.30 se puede observar una representación topológica del origen, destino y volumen anual movilizado con estos trasvases.



El cuadro 2.22 permite establecer las siguientes observaciones:

- El volumen movilizado por el conjunto de los trasvases alcanza los 4644 Hm³/año, de los que 3694 Hm³/año se producen entre cuencas de la RH Pacífico y 950 Hm³/año de la RH Amazonas a la RH Pacífico.
- Se produce una redistribución espacial entre los recursos internos de las cuencas de la RH Pacífico administradas por las AAA I, Caplina-Ocoña, IV. Huarmey-Chicama y V. Jequetepeque-Zarumilla. Las cuencas de la AAA II Cháparra-Chincha y la AAA III, Cañete-Fortaleza, ni redistribuyen internamente sus recursos ni reciben recursos hídricos de otras cuencas de la RH Pacífico, aunque sí lo hacen del Pampas y Mantaro, respectivamente, de la RH Amazonas.
- En la AAA IV, Huarmey-Chicama, es la cuenca del Santa la que aporta los caudales que nutren otras cuencas.

Las cuencas de la RH Amazonas que ceden agua poseen recursos hídricos en régimen natural de 25 414 Hm³/año, de los que se movilizan con destino a las de la RH Pacífico 950 Hm³/año, es decir, casi un 4% —en números globales— de los recursos propios.

CUADRO 2.22. Trasvases de agua entre cuencas

CUADRO 2.22. Trasvases de agua entre cuencas							
Cuenca de destino	Cuenca de origen			Cuenca de destino			Volumen movilizado (Hm³/año)
	Nombre de la cuenca	Superficie (km²)	Volumen (Hm³/año)	Nombre de la cuenca	Superficie (km²)	Volumen (Hm³/año)	
TRASVASES ENTRE CUENCAS DE LA RHPAC-CCO							
Chira-Piura	Chira (56)	V. Jequetepeque-Zarumilla	2 535	Piura (55)	V. Jequetepeque-Zarumilla	1 157	981
Sistema San Lorenzo	Chira (56)	V. Jequetepeque-Zarumilla	2 535	Piura (55)	V. Jequetepeque-Zarumilla	1 157	593
Chavimochic	Santa (43)	IV. Huarmey-Chicama	4 464	Chao (44)-Virú (45)-Moche (46)	IV. Huarmey-Chicama	536	671
Chinecas	Santa (43)	IV. Huarmey-Chicama	4 464	Casma (40)-Nepeña (41)-Llacamarca (42)	IV. Huarmey-Chicama	274	785
Majes-Siguas	Camán(11) á	I. Caplina-Ocoña	2 366	Quilca (10)	I. Caplina-Ocoña	439	396
Sistema Chill	Camán(11) á	I. Caplina-Ocoña	2 366	Quilca (10)	I. Caplina-Ocoña	439	146
Pasto Grande	Tambo (9)	I. Caplina-Ocoña	1 054	Ilo-Moquegua (7)	I. Caplina-Ocoña	67	72
Mauri-Tacna	Uchusuma (149)	I. Caplina-Ocoña	14	Caplina (4)	I. Caplina-Ocoña	25	37
Mauri-Tacna	Mauri (147)	I. Caplina-Ocoña	108	Locumba (6)	I. Caplina-Ocoña	118	13
Total volumen movilizado (Hm³/año)							3 694



TRANSVASES ENTRE CUENCAS DE LA SIERRA ANDINA AL PACÍFICO								
Huancabamba-Olmos	Chamaya (118)	VI. Marañón	3 227	Olmos (53)	V. Jequetepeque-Zarumilla	19	406	
Huancabamba-Chancay-Lambayeque	Chamaya (118)	VI. Marañón	3 227	Chancay-Lambayeque (51)	V. Jequetepeque-Zarumilla	1 365	238	
Mantaro-Rimac	Mantaro (143)	X. Mantaro	14 013	Rímac (31)	III. Cañete-Fortaleza	822	188	
Mantaro-Chancay-Huaral	Mantaro (143)	X. Mantaro	14 013	Huaral (33)	III. Cañete-Fortaleza	523	7	
Tambo-Ccaracocho	Pampas (145)	XI. Pampas-Apurímac	8 174	Ica (22)	II. Cháparra-Chincha	267	111	
Total volumen movilizado (Hm ³ /año)								950

Fuente: Elaboración propia a partir de datos aportados por los Proyectos Especiales entre 2012 y 2013.

MAPA 2.30
Trasvases entre
cuencas. Esquema
topológico
Fuente: Elaboración
propia.



Hay que considerar la existencia de Proyectos Especiales que no han terminado de ser ejecutados en su totalidad y que se encuentran en distintas fases de desarrollo. De los que están aprobados y existe conocimiento de que se van a seguir construyendo, destacan los que se indican en el cuadro 2.23, cuyos volúmenes previstos que trasvasen habrá que considerarlos en el futuro.

CUADRO 2.23. Proyectos Especiales: Trasvases previstos y no ejecutados

PROYECTO ESPECIAL	AÑO DE INICIO	ZONA DONANTE		ZONA RECEPTORA		VOLUMEN DE AGUA (m³/año)
		DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	
Alto Piura	2021	VI. Maraón	Maraón	V. Jequetepeque-Zarumilla	Piura	335
Marca II	2021	X. Mantaro	Mantaro	III. Cañete-Fortaleza	Rímac	126
Olmos-Tinajones	2021	VI. Maraón	Huancabamba	V. Jequetepeque-Zarumilla	Olmos	1 309
Majes-Siguas	2035	XI. Pampas-Apurímac	Pampas	I. Caplina-Ocoña	Quilca	348

Fuente: Elaboración propia a partir de datos aportados por los Proyectos Especiales entre 2012 y 2013.

En el mapa 2.31 se puede observar la localización territorial de las infraestructuras hidráulicas más representativas, así como el ámbito de influencia de los Proyectos Especiales.



MAPA 2.31
Infraestructuras
hidráulicas
y Proyectos
Especiales
Fuente: Elaboración
propia.

