



**PERÚ**

Ministerio  
de Agricultura y Riego

Autoridad Nacional  
del Agua

**MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO – MINAGRI  
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA – ANA  
DIRECCIÓN DE CONSERVACIÓN Y PLANEAMIENTO DE RECURSOS HÍDRICOS**



Banco Interamericano de Desarrollo

**Banco Interamericano de Desarrollo**

**Convenio de Cooperación Técnica No Reembolsable N° ATN/WP-12343-PE**

***“PLAN NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS”***

**ANEXO II. ANÁLISIS DE ESCENARIOS**

---

# PLAN NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS

---

## Anexo II

### Análisis de Escenarios



MINISTERIO DE  
AGRICULTURA  
Y RIEGO



## ÍNDICE

	página
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
<b>2. PUNTO DE PARTIDA DIAGNÓSTICO NACIONAL</b>	<b>6</b>
<b>3. METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESCENARIOS</b>	<b>6</b>
<b>3.1. Metodología general</b>	<b>6</b>
<b>3.2. Variables internas que definen la satisfacción de las demandas</b>	<b>9</b>
<b>3.3. Relación entre variables internas y variables externas</b>	<b>10</b>
3.3.1. Variables externas de la demanda	10
3.3.2. Variantes externas de la oferta	10
<b>4. HIPÓTESIS DE EVOLUCIÓN DE LAS VARIABLES INTERNAS</b>	<b>12</b>
<b>4.1. Hipótesis de evolución de las demandas de agua</b>	<b>12</b>
4.1.1. Situación actual de las demandas de agua	12
4.1.2. Proyecciones de demandas de agua	13
<b>4.2. Hipótesis de evolución de los recursos hídricos</b>	<b>18</b>
4.2.1. Situación actual de los recursos hídricos	18
4.2.2. Proyecciones del cambio climático	19
<b>5. FORMULACIÓN DE ESCENARIOS</b>	<b>23</b>
<b>6. ANÁLISIS DE ESCENARIOS</b>	<b>24</b>
<b>6.1. Situación actual de 2012</b>	<b>25</b>
<b>6.2. El efecto de la eficiencia de riego</b>	<b>28</b>
<b>6.3. Medidas para incrementar los recursos hídricos</b>	<b>29</b>
<b>6.4. Efectos ambientales de las medidas</b>	<b>30</b>
<b>6.5. Efectos de la mejor calidad del agua</b>	<b>31</b>
<b>6.6. Escenarios de la hipótesis 1 de demanda (horizonte 2021)</b>	<b>31</b>
6.6.1. Datos básicos	31
6.6.2. Valoración cualitativa de escenarios	34
6.6.3. Medidas a aplicar	34
6.6.4. Efectos socioeconómicos y ambientales	35
<b>6.7. Escenarios de la hipótesis 2 de demanda (horizonte 2021)</b>	<b>35</b>
6.7.1. Datos básicos	35
6.7.2. Coherencia y factibilidad	38
6.7.3. Valoración cualitativa de escenarios	38
6.7.4. Medidas a aplicar	39
6.7.5. Efectos socioeconómicos y ambientales	39
<b>6.8. Escenarios de la hipótesis 3 de demanda (horizonte 2021)</b>	<b>40</b>
6.8.1. Datos básicos	40
6.8.2. Coherencia y factibilidad	42
6.8.3. Valoración cualitativa de escenarios	42
6.8.4. Medidas a aplicar	43
6.8.5. Efectos socioeconómicos y ambientales	43
<b>6.9. Escenarios de la hipótesis 4 de demanda (horizonte 2035)</b>	<b>43</b>
6.9.1. Datos básicos	43
6.9.2. Coherencia y factibilidad	47
6.9.3. Valoración cualitativa de escenarios	47
6.9.4. Medidas a aplicar	48

6.9.5. Efectos socioeconómicos y ambientales	48
<b>6.10. Escenarios de la hipótesis 5 de demanda (horizonte 2035)</b>	<b>49</b>
6.10.1. Datos básicos	49
6.10.2. Coherencia y factibilidad	52
6.10.3. Valoración cualitativa de escenarios	52
6.10.4. Medidas a aplicar	52
6.10.5. Efectos socioeconómicos y ambientales	53
<b>6.11. Escenarios de la hipótesis 6 de demanda (horizonte 2035)</b>	<b>53</b>
6.11.1. Datos básicos	53
6.11.2. Coherencia y factibilidad	56
6.11.3. Valoración cualitativa de los escenarios	56
6.11.4. Medidas a aplicar	57
6.11.5. Efectos socioeconómicos y ambientales	57
<b>7. ESCENARIOS PRESENTADOS EN EL TALLER MULTISECTORIAL</b>	<b>58</b>
<b>8. ESCENARIOS PRESENTADOS EN EL TALLER NACIONAL</b>	<b>61</b>
<b>9. ESCENARIOS FINALMENTE SELECCIONADOS</b>	<b>61</b>
9.1. La evolución de las demandas	63
9.2. La evolución de los recursos hídricos naturales	64
9.3. Balances hídricos de planificación	65

### ÍNDICE DE APÉNDICES

APÉNDICE I. DEMANDA POBLACIONAL ESTIMADA EN LAS DISTINTAS HIPÓTESIS DE EVOLUCIÓN PREVISTAS	71
APÉNDICE II. DEMANDA AGRÍCOLA ESTIMADA EN LAS DISTINTAS HIPÓTESIS DE EVOLUCIÓN PREVISTAS	77
APÉNDICE III. DEMANDA INDUSTRIAL ESTIMADA EN LAS DISTINTAS HIPÓTESIS DE EVOLUCIÓN PREVISTAS	79
APÉNDICE IV. DEMANDA MINERA, PECUARIA, RECREATIVA Y TURÍSTICA ESTIMADA EN LAS DISTINTAS HIPÓTESIS DE EVOLUCIÓN PREVISTAS	85

### ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 3.1. Distribución espacial de las Autoridades Administrativas del Agua (AAA)	8
Mapa 3.2. Regiones hidrográficas del Perú.	9

### ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1. Correspondencia entre Regiones Hidrográficas y AAA del Perú	9
Cuadro 4.1. Caracterización de la situación actual 2012 de las demandas y evolución previsible	12
Cuadro 4.2. Demanda consuntiva (hm <sup>3</sup> /año) en situación actual	13
Cuadro 4.3. Caracterización de las demandas en el horizonte 2021	15
Cuadro 4.4. Caracterización de las demandas en el horizonte 2035	16
Cuadro 4.5. Recursos hídricos en régimen natural con trasvases (hm <sup>3</sup> /año)	18
Cuadro 4.6. Hipótesis de evolución de las precipitaciones por AAA (%)	21
Cuadro 4.7. Variación de los recursos hídricos naturales por AAA. Horizonte 2021	22
Cuadro 4.8. Variación de los recursos hídricos naturales por AAA. Horizonte 2035	22
Cuadro 5.1. Análisis de escenarios	24

Cuadro 6.1. Situación actual 2012	25
Cuadro 6.2. Cuencas con necesidad de recursos adicionales y/o regulación de los propios	26
Cuadro 6.3. Balances de explotación en los acuíferos costeros de la RH Pacífico	27
Cuadro 6.4. Efecto del aumento de la eficiencia de riego sobre la demanda. Horizonte 2021	28
Cuadro 6.5. Efecto del aumento de la eficiencia de riego sobre la demanda. Horizonte 2035	29
Cuadro 6.6. Proyectos especiales. Trasvases previstos y no ejecutados todavía	30
Cuadro 6.7. Balances hídricos para el horizonte 2021 para la hipótesis 1 de demandas. Sin mejora eficiencia de riego	33
Cuadro 6.8. Balances hídricos para el horizonte 2021 para la hipótesis 1 de demandas. Con mejora eficiencia de riego	33
Cuadro 6.9. Balances hídricos para el horizonte 2021 para la hipótesis 2 de demandas. Sin mejora eficiencia de riego	37
Cuadro 6.10. Balances hídricos para el horizonte 2021 para la hipótesis 2 de demandas. Con mejora eficiencia de riego	37
Cuadro 6.11. Balances hídricos para el horizonte 2021 para la hipótesis 3 de demandas. Sin mejora eficiencia de riego	41
Cuadro 6.12. Balances hídricos para el horizonte 2021 para la hipótesis 3 de demandas. Con mejora eficiencia de riego	41
Cuadro 6.13. Balances hídricos para el horizonte 2035 para la hipótesis 4 de demandas. Sin mejora eficiencia de riego	46
Cuadro 6.14. Balances hídricos para el horizonte 2035 para la hipótesis 4 de demandas. Con mejora eficiencia de riego	46
Cuadro 6.15. Balances hídricos para el horizonte 2035 para la hipótesis 5 de demandas. Sin mejora eficiencia de riego	51
Cuadro 6.16. Balances hídricos para el horizonte 2035 para la hipótesis 5 de demandas. Con mejora eficiencia de riego	51
Cuadro 6.17. Balances hídricos para el horizonte 2035 para la hipótesis 6 de demandas. Sin mejora eficiencia de riego	55
Cuadro 6.18. Balances hídricos para el horizonte 2035 para la hipótesis 6 de demandas. Con mejora eficiencia de riego	55
Cuadro 7.1. Escenarios propuestos para el Taller Multisectorial. Horizonte 2021	59
Cuadro 7.2. Escenarios propuestos para el Taller Multisectorial. Horizonte 2035	60
Cuadro 9.1. Caracterización de los escenarios de demandas	62
Cuadro 9.2. Caracterización de los escenarios de recursos hídricos	62
Cuadro 9.3. Evolución de las demandas consuntivas (hm <sup>3</sup> /año)	63
Cuadro 9.4. Evolución de los recursos hídricos (hm <sup>3</sup> /año)	64
Cuadro 9.5. Balances hídricos entre recursos y demandas consuntivas. Situación actual 2012	66
Cuadro 9.6. Balances hídricos entre recursos y demandas consuntivas. Año horizonte 2021	67
Cuadro 9.7. Balances hídricos entre recursos y demandas consuntivas. Año horizonte 2035	68

## 1. INTRODUCCIÓN

La planificación de la gestión de los recursos hídricos debe darse en el marco de la construcción de escenarios que son imágenes coherentes de futuros probables, son hipótesis que son útiles para identificar y, posteriormente, formular estrategias, planes y proyectos. El futuro se concibe como un espacio abierto y con múltiples posibilidades.

Los escenarios construidos se han articulado a través de los balances hídricos obtenidos para cada Autoridad Administrativa del Agua (AAA). Dichos escenarios, a su vez, se han enmarcado en horizontes de planeamiento de mediano plazo (2021) y largo plazo (2035), considerando el año 2012 como año base. Por lo tanto, los escenarios construidos son los balances hídricos obtenidos por AAA en los años 2012, 2021 y 2035.

Estos balances hídricos se han obtenido como combinación entre diversas hipótesis de evolución de los recursos hídricos naturales y diversas hipótesis de evolución de las demandas consuntivas de agua. Estas hipótesis de evolución, tanto de los recursos hídricos como de las demandas, están planteadas en base a las planificaciones sectoriales relacionadas con los recursos hídricos y las proyecciones de población del INEI.

Con estas consideraciones, en el marco de este PNRH, se ha operado de la siguiente manera:

- Se ha construido seis (6) hipótesis de evolución de los recursos hídricos naturales: tres (3) hipótesis para el año 2021 y tres (3) hipótesis para el 2035. Estas hipótesis se han formulado tomando como referencia el estudio denominado “*Escenarios Climáticos del Perú para el año 2030*”, elaborado en 2009 por el SENAMHI.
- Paralelamente, ha construido seis (6) hipótesis de evolución de las demandas consuntivas de agua: tres (3) hipótesis para el año 2021 y tres (3) hipótesis para el 2035. Estas hipótesis se han formulado tomando como referencia la información proporcionada por el MINAGRI y las proyecciones de población del INEI y de las EPS.
- A continuación, se ha combinado las tres (3) hipótesis de evolución de los recursos hídricos a 2021 con las tres (3) hipótesis de evolución de las demandas consuntivas para ese mismo año. Como resultado de dicha combinación se han obtenido nueve (9) escenarios para el horizonte 2021 o, lo que es lo mismo, nueve (9) balances hídricos por cada una de las catorce (14) AAA.
- De forma análoga, se ha procedido para el horizonte 2035, obteniendo otros nueve (9) escenarios, o balances hídricos, por cada una de las catorce (14) AAA.
- Una vez obtenidos los escenarios, se ha caracterizado sus resultados y se ha comparado en base a su coherencia y factibilidad; sus efectos socioeconómicos y ambientales; y las

medidas estructurales y de gestión necesarias para equilibrar los balances hídricos deficitarios.

- Dicha comparación ha obligado a desechar algunos de los escenarios por su escasa probabilidad y a escoger otros por su mayor viabilidad. Como resultado de este proceso, de los dieciocho (18) escenarios, inicialmente obtenidos, se han escogido seis (6) escenarios: tres (3) para el horizonte 2021 y tres (3) para el 2035.
- Estos seis (6) escenarios fueron presentados en el Taller Multisectorial celebrado el 21 de mayo de 2013 en Lima, cuyo objetivo era analizar e informar a los participantes sobre los balances hídricos obtenidos para cada AAA.
- Como resultado de dicho Taller se obtuvo que los participantes solicitaron más tiempo para el análisis en profundidad de la documentación entregada, así como para hacer llegar sus aportes.
- Asimismo, se decidió por parte de la ANA complementar el Taller Multisectorial con la celebración de una reunión el 27 de mayo de 2013 a la que asistieron representantes de la ANA sede central, de las AAA, así como de los usuarios y los Gobiernos Regionales.
- Todos los aportes recibidos, los cuales han sido incorporados en el análisis, están recogidos en el *Anexo VIII. Informe de Talleres Multisectorial y Nacional*.
- Ya que la participación en forma de aportes por parte de los asistentes e instituciones invitadas no alcanzó los objetivos que la ANA había deseado, la ANA modificó el contenido previsto del Taller Nacional, celebrado el 11 de junio de 2013, en la siguiente dirección:
  - Presentación de la metodología y proceso de recopilación y validación de la información que ha nutrido el diagnóstico.
  - Presentación de la metodología para la elaboración de escenarios como alternativa óptima y validada para el desarrollo del programa de medidas correspondiente para 2021 y 2035.
  - Presentación de los programas de medidas que componen cada una de las cinco políticas de RRHH en los que se estructura el PNRH.
- Sumando las aportaciones recibidas desde el 21 de mayo hasta el 18 de junio, ambos del 2013, se seleccionaron, finalmente, dos (2) escenarios: uno (1) a 2021 y uno (1) a 2035. La caracterización de dichos escenarios se detalla al final de este documento.
- Estos escenarios han condicionado la formulación y las inversiones de los programas de medidas del PNRH relacionados con el Eje de Política 1: *Gestión de la Cantidad*, tal y como se detalla en el *Anexo III. Programas de Medidas*.

## 2. PUNTO DE PARTIDA DIAGNÓSTICO NACIONAL

El punto de partida para el Análisis de Escenarios es el **Diagnóstico Nacional** incluido en el Producto 3 de 4, aprobado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y referido al año 2012. Dicho diagnóstico integra y recoge la problemática del agua en todo el territorio nacional y con un nivel de conocimiento razonable al nivel de unidad hidrográfica. Además, tiene una orientación planificadora, por lo que trata todos los temas que afectan a un Plan de esta naturaleza y que son los siguientes:

- **Cantidad de agua:** recursos hídricos; demandas de agua; balances entre los recursos y las demandas; infraestructuras hidráulicas.
- **Calidad del agua:** normativa; fuentes contaminantes; grado de cobertura de abastecimiento y saneamiento de poblaciones; objetivos de calidad.
- **Fenómenos extremos:** análisis de inundaciones, sequías, deslizamientos y huaycos; medidas para mitigar sus efectos.
- **Adaptación al cambio climático:** efectos del cambio climático sobre la temperatura y las precipitaciones; análisis de glaciares y lagunas; impacto sobre los recursos hídricos y estrategias regionales de lucha contra el cambio climático.
- **Análisis Medio Ambiental:** áreas naturales protegidas; presiones sobre estas áreas naturales que pueden dificultar los objetivos ambientales.
- **Aspectos Institucionales y régimen económico del agua:** organización que se deriva de la Ley de Recursos Hídricos N° 29338; tarifas y retribuciones económicas por el uso del agua y vertimiento de agua residual.
- **Cultura del agua:** celebración de dos Rondas de Talleres Regionales en cada una de las catorce Autoridades Administrativas del Agua (AAA) y de tres Eventos de Concertación donde se analizaron y se intercambiaron información sobre los Proyectos Especiales.

Como síntesis, la información más relevante que aporta el Diagnóstico Nacional -elaborada a partir de la información existente y de cálculos realizados *ex professo*- se refleja en los siguientes datos:

- Evaluación de los recursos hídricos naturales (superficiales más subterráneos) en cada una de las 159 unidades hidrográficas delimitadas en el 2008 en el Perú.
- Identificación de la superficie de riego, las dotaciones brutas y la demanda agrícola, distribuida por unidad hidrográfica, o Autoridad Local del Agua (ALA), en su defecto.
- Determinación de la demanda poblacional a partir de los datos de población urbana y rural del censo del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) del 2007 y su proyección al 2012, y las dotaciones respectivas, distribuida por unidad hidrográfica.
- Identificación de las unidades hidrográficas que tienen déficit hídrico en algún mes del año medio.
- Estimación del volumen de sobre-explotación anual de los acuíferos de la Región Hidrográfica del Pacífico e identificación de nuevos acuíferos potenciales en las Regiones Hidrográficas del Amazonas, Titicaca y Pacífico.
- En líneas generales: identificación de los principales problemas, causas y efectos detectados desde una óptica regional y nacional.

## 3. METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DE ESCENARIOS

### 3.1. Metodología general



El Artículo 97 de la LRH señala la **satisfacción de las demandas** como el hilo conductor del PNRH ya que establece que el objetivo de la planificación de la gestión del agua es *“equilibrar y armonizar la oferta y demanda de agua, protegiendo su cantidad y su calidad, propiciando su utilización eficiente y contribuyendo al desarrollo local, regional y nacional”*.

El proceso de exploración del futuro, por tanto, mediante escenarios alternativos de satisfacción de las demandas y de disponibilidad de recursos para suministrarlos, requiere abordar tres etapas básicas en su metodología:

- Análisis de la situación actual, determinando las variables y parámetros básicos para abordar los problemas y desafíos existentes.
- Identificación de escenarios para dar respuesta a los problemas planteados.
- Análisis de escenarios para determinar el modo en que cada escenario responde a los interrogantes y desafíos.

En consecuencia, las acciones que se llevarán a cabo para el planteamiento y análisis de los escenarios serán las siguientes:

- **Elegir las variables** internas que definen la satisfacción de la demanda.
- **Analizar las variables externas** que condicionan las variables internas.
- Establecer **hipótesis de evolución** de estas variables.
- Definir **escenarios** por combinación de estas hipótesis.
- Analizar la **coherencia**, factibilidad y efectos de cada escenario.
- **Selección** de los escenarios que debe guiar la planificación hidrológica.

Estas acciones se aplicarán al nivel de cada una de las AAA del Perú y cuya delimitación se muestra en el siguiente mapa:



Mapa 3.1. Distribución espacial de las Autoridades Administrativas del Agua (AAA)

Fuente: ANA (2009)

Asimismo, el análisis se articula en base a las regiones hidrográficas existentes ya que sus diferencias singulares, desde el punto de vista hídrico, arrojan unos resultados que es necesario distinguir. Las regiones hidrográficas del Perú se pueden observar en la siguiente figura:



Mapa 3.2. Regiones hidrográficas del Perú.  
Elaboración propia. Fuente: OSNIRH (2012)

Cuadro 3.1. Correspondencia entre Regiones Hidrográficas y AAA del Perú	
REGIÓN HIDROGRÁFICA	AAA
PACÍFICO	I. CAPLINA-OCOÑA
	II. CHÁPARRA-CHINCHA
	III. CAÑETE-FORTALEZA
	IV. HUARMEY-CHICAMA
	V. JEQUETEPEQUE-ZARUMILLA
AMAZONAS	VI. MARAÑÓN
	VII. AMAZONAS
	VIII. HUALLAGA
	IX. UCAYALI
	X. MANTARO
	XI. PAMPAS-APURÍMAC
	XII. URUBAMBA-VILCANOTA
	XIII. MADRE DE DIOS
TITICACA	XIV. TITICACA

Fuente: Demarcación y delimitación de las Autoridades Administrativas del Agua (DCPRH-ANA, 2009)

### 3.2. Variables internas que definen la satisfacción de las demandas

Para la construcción de los escenarios se ha contemplado la satisfacción de las demandas de agua en los distintos horizontes de planificación y la eliminación de los déficit hídricos existentes. Los escenarios contendrán, por tanto, una proyección de las demandas de agua y una definición de la oferta para satisfacerlas. Las variables internas que definen el fenómeno son:

- Las demandas de agua con su distribución sectorial y territorial. Los componentes sectoriales de la demanda son:
  - Demanda poblacional.
  - Demanda agrícola.
  - Demanda industrial.
  - Demandas para otros usos: minero, pecuario, recreativo y turístico.
- La disponibilidad de recursos hídricos –u oferta de agua- con sus componentes y distribución territorial. Los componentes básicos de la oferta son:

- Recursos convencionales: superficiales y subterráneos.
- Recursos adicionales como los trasvases, el reúso de aguas servidas previamente tratadas, la desalación y el ahorro de agua que, en realidad, es una disminución de la demanda.

Por su origen territorial, los recursos pueden caracterizarse como:

- recursos internos de la cuenca hidrográfica y,
- recursos procedentes de transferencias de otras cuencas.

La evolución de las variables anteriores está condicionada por variables externas que pueden afectar, tanto a la demanda como a la oferta, de modo que cualquier hipótesis de futuro debe someterse a un análisis de coherencia entre la evolución de unas u otras.

### 3.3. Relación entre variables internas y variables externas

#### 3.3.1. Variables externas de la demanda

- **Demanda poblacional.** La garantía de suministro es básica y prioritaria. Está relacionada con el crecimiento de la población, la renta per cápita, el tamaño de la población y el nivel de equipamiento comercial e industrial del medio urbano.
- **Demanda agrícola.** Por su elevado valor (casi el 90% de la demanda consuntiva total), tiene gran incidencia en la previsión de futuro de la demanda de agua. Está relacionada con factores como la superficie de riego, el tipo de cultivo y la eficiencia de riego y está condicionada por el mercado internacional, los acuerdos comerciales internacionales, las necesidades de abastecimiento interno en el país y de fijación de la población en el medio rural.
- **Demanda industrial.** La variable de entorno fundamental de esta demanda es el crecimiento del PBI. El volumen global de esta demanda es poco significativo respecto a la demanda total, pero no es aceptable que la insuficiencia de disponibilidad de agua pueda llegar a constituir una restricción para el desarrollo de los sectores industriales.
- **Entorno ambiental.** Cualquier aprovechamiento modifica el régimen de la corriente fluvial. La alteración del régimen de caudales y los efectos ambientales que comporta deben limitarse mediante el establecimiento de caudales mínimos. Una situación similar se produce con el aprovechamiento de las aguas subterráneas que pueden llegar a estar sobreexplotadas, lo que produce grandes repercusiones ambientales. Esta situación, como en las aguas superficiales, puede requerir la limitación de los aprovechamientos.

#### 3.3.2. Variantes externas de la oferta

- **Generales.** La variable de entorno en la oferta es la propia demanda a satisfacer ya que el volumen total de la oferta debe adecuarse al volumen total de la demanda. La composición

de la oferta (recursos internos de cada AAA convencionales y adicionales, y recursos externos a ella) está condicionada por su factibilidad técnica, posibilidades de financiación, implicaciones ambientales y por la respuesta social que pueden generar algunas de las grandes actuaciones hidráulicas.

- **Recursos hídricos convencionales.** Su incremento comporta elevadas inversiones que pueden verse afectadas por restricciones presupuestarias. Cabe citar los grandes embalses de regulación y la transformación de tierras en nuevos regadíos, con toda la infraestructura hidráulica, de transportes y social necesarias.
- **Ahorro de agua.** Es una fuente importante de recursos hídricos adicionales, pero comporta costos que pueden ser muy elevados. Aún utilizando tecnologías avanzadas, es imposible evitar que entre el punto inicial de derivación del agua y el punto final de entrega salga del sistema de suministro parte del agua. También hay que tener en cuenta que en el punto de entrega o punto de aplicación puede haber pérdidas debido a un uso poco eficiente del agua. Por eso el ahorro tiene dos componentes: la disminución de pérdidas en la aducción, transporte y distribución; y la reducción del consumo en la aplicación. Por ejemplo, una eficiencia de riego adecuada –denominada eficiencia patrón– para grandes zonas de carácter extensivo debe ser superior al 65% en condiciones óptimas en los procesos de transporte, distribución y aplicación. En el caso del uso poblacional, esa eficiencia patrón debería estar en torno al 75%. Por tanto, el ahorro real de agua procederá de la diferencia entre las eficiencias reales que se consiguen en la actualidad y dichas eficiencias patrón. Para fomentar el ahorro deben adoptarse medidas de diversa tipología:
  - Técnicas: mejora y modernización de infraestructuras y métodos de aplicación del agua. Son las medidas más eficaces, aunque implican costos importantes.
  - Económicas: sistema de tarifas e incentivos económicos para la aplicación de las medidas técnicas.
  - Administrativas: formalización de los derechos de uso de agua, control de consumos, aplicación de procesos sancionadores y gestión para facilitar otras medidas.
  - Culturales: Capacitación y sensibilización de los usuarios.
- **Reúso directo y desalación.** Las posibilidades de reúso están condicionadas por la utilización de tratamientos adecuados de las aguas servidas, en particular de las aguas residuales urbanas, por los costos y por los condicionantes técnicos de factibilidad, relacionados con la existencia de usos compatibles con la calidad del agua resultante (en ningún caso puede utilizarse este agua para uso poblacional). Las posibilidades de la desalación están condicionadas por los altos costos que requiere actualmente esta tecnología, pero se puede utilizar para consumo humano en zonas costeras con gran escasez de agua.
- **Trasvases.** Son infraestructuras, en general, de gran envergadura que, además, del costo económico que conllevan, puede originar conflictos sociales entre las cuencas cedentes y las cuencas receptoras. Asimismo, los efectos ambientales pueden ser importantes por lo que se trata de medidas que es necesario estudiar en profundidad y desde todos los puntos de vista: económico, social, ambiental y cultural.

## 4. HIPÓTESIS DE EVOLUCIÓN DE LAS VARIABLES INTERNAS

### 4.1. Hipótesis de evolución de las demandas de agua

#### 4.1.1. Situación actual de las demandas de agua

En primer lugar, se ha definido la situación actual de las demandas de agua referidas al año 2012, las cuales se caracterizan de la siguiente manera:

- **Demanda agrícola:**

- Superficie de riego: 1 640 316 ha.
- Eficiencia media de riego del 35%.
- Dotaciones medias en función de área geográfica y estudios analizados.

- **Demanda poblacional:**

- Población total: 30 067 181 hab, proyectada desde el censo de 2007 hasta el 2012 según criterios del INEI con distinción entre urbana y rural.
- Dotaciones población urbana: 160 a 240 l/(hab.día) en función de posición geográfica.
- Dotaciones de la población rural: 50 l/(hab.día)

- **Demanda industrial:** Ratio por habitante urbano.

- **Demanda minera, pecuaria, recreativa y turística:** Datos de los derechos de uso del agua (DUA) y de estudios específicos.

El cuadro siguiente sintetiza esta caracterización y aporta las ratios que se van a considerar para prever su evolución:

Cuadro 4.1. Caracterización de la situación actual 2012 de las demandas y evolución previsible				
VARIABLE	VALORES DE PARTIDA		EVOLUCIÓN PREVISIBLE	
	DATO INICIAL	UNIDAD (ud)	CRITERIO	RATIO
Superficie agrícola	1 640 316	Hectárea (ha)	Aumento	(ha/año)
Eficiencia de riego	35	Porcentaje (%)	Aumento	(%)
Población nacional	30 067 181	Habitantes diferenciando urbana y rural	Aumento	(%) diferenciando urbana y rural, y AAA
Dotación bruta* para uso poblacional rural	50	l/(hab rural.día)	Aumento	l/(hab rural.día)
Dotación bruta* para uso poblacional urbana	160 -290	l/(hab urbano.día)	Aumento	l/(hab urbano.día)
Eficiencia media de abastecimiento	45	Porcentaje (%)	Aumento	(%)
Dotación bruta* para uso industrial	12	m <sup>3</sup> /(hab urbano.año)	Aumento	m <sup>3</sup> /(hab urbano.año)
Demanda de agua para uso minero, pecuario, recreativo y turístico	346	Demanda (Hm <sup>3</sup> /año)	Aumento	(%)

\*Dotación bruta: volumen de agua que hay que captar en la fuente para satisfacer una determinada demanda.

Fuente: elaboración propia

Dicha caracterización se traduce en las siguientes demandas consuntivas de agua, por tipo de uso y AAA, estimadas en el PNRH para la situación actual:

Cuadro 4.2. Demanda consuntiva (Hm <sup>3</sup> /año) en situación actual									
RH	AAA	Agrícola	Pobla-cional	Indus-trial	Minero	Pecua-rio	Recrea-tivo	Turísti-co	TOTAL
PACIFICO	I. Caplina-Ocoña	3 027	162	6	101	0	0	0	3 297
	II. Cháparra-Chinca	3 601	79	9	3	0	0	0	3 691
	III. Cañete-Fortaleza	3 317	1 057	44	43	1	4	0	4 465
	IV. Huarmey-Chicama	2 893	189	8	8	0	0	0	3 098
	V. Jequetepeque-Zarumilla	6 204	292	104	1	0	0	0	6 602
AMAZONAS	VI. Marañón	576	89	54	8	44	0	0	771
	VII. Amazonas	0	47	3	0	0	2	0	53
	VIII. Huallaga	687	87	1	31	1	2	0	808
	IX. Ucayali	63	68	4	2	2	0	1	140
	X. Mantaro	787	96	0	29	0	0	0	912
	XI. Pampas-Apurímac	384	36	0	8	1	0	0	429
	XII. Urubamba-Vilcanota	515	58	1	1	0	0	0	574
	XIII. Madre De Dios	6	13	15	33	1	13	0	80
TTICACA	XIV. Tticaca	1 107	47	0	6	0	0	0	1 160
<b>TOTAL</b>		<b>23 166</b>	<b>2 320</b>	<b>249</b>	<b>273</b>	<b>50</b>	<b>22</b>	<b>1</b>	<b>26 081</b>

Fuente: elaboración propia

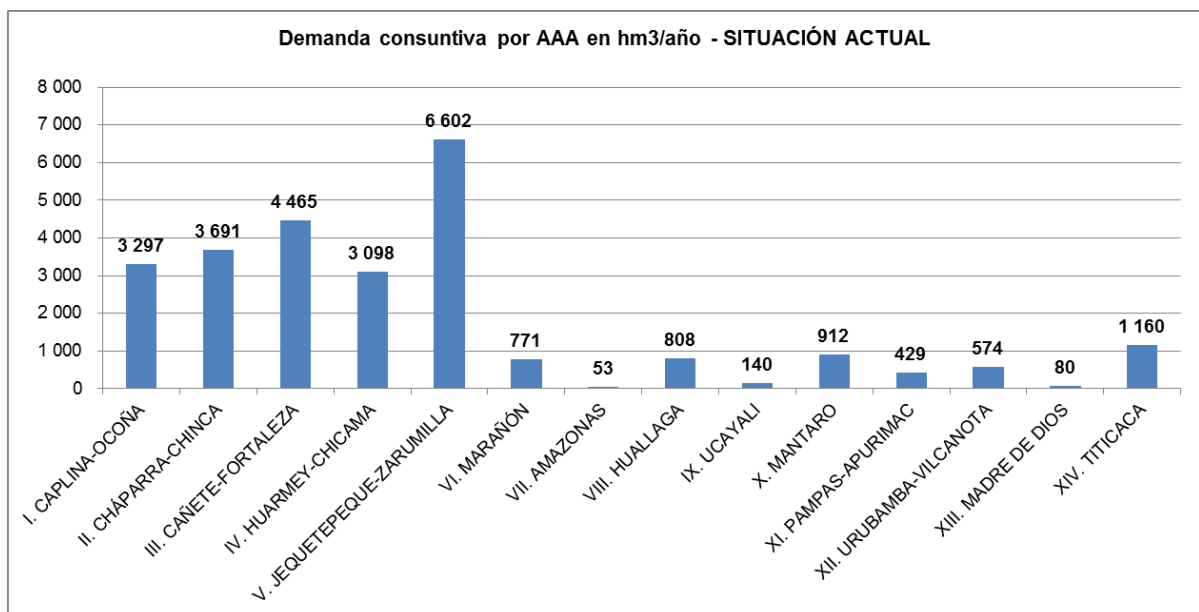


Figura 4.1. Demanda consuntiva por AAA, situación actual (2012). Fuente: elaboración propia

#### 4.1.2. Proyecciones de demandas de agua

Conocida la situación actual a partir de los datos anteriores, hay que estudiar la previsible evolución de las demandas para cada uno de los sectores de consumo. Para ello se articulan una serie de escenarios para 2021 y 2035, con las diferentes previsiones para las demandas que se hayan incluido en las diversas planificaciones sectoriales. Estas planificaciones sectoriales son las variables de entorno que condicionan las variables internas del fenómeno.

Entre los **PLANES SECTORIALES** analizados en los que el agua es un recurso básico, destacan:

- Plan Perú 2021 (CEPLAN).
- Plan Nacional de Acción Ambiental Perú 2011-2021.
- Plan Nacional de Saneamiento 2006-15.
- Plan Estratégico Sectorial Multianual 2012-16. Ministerio de Agricultura.
- Política Nacional del Ambiente (2009).
- Plan de Acción de Adaptación y Mitigación frente al Cambio Climático.
- Programas Nacionales de Inversión en Recursos Hídricos (ANA, 2011).

Con esta documentación se han definido las distintas hipótesis siempre referidas a la situación actual, salvo el aumento de la superficie agrícola bajo riego, cuyo ritmo de crecimiento en el periodo 2012-2021 se prevé que sea muy superior al del siguiente periodo 2021-2035. Este hecho se debe al efecto de saturación de las inversiones, el elevado ritmo de desarrollo agrícola que se va a producir en los próximos años debido a la disponibilidad presupuestal del MINAGRI para riego, así como por las siguientes etapas de los Proyectos Especiales, sobre todo en la costa. En definitiva, los criterios con los que se han articulado las alternativas de evolución de las demandas son los siguientes:

• **Horizonte 2021:** En este horizonte se han planteado tres hipótesis de crecimiento ascendente de los distintos sectores que consumen agua, considerando que: la hipótesis 2 responde a las previsiones de los planes sectoriales mencionados anteriormente; la hipótesis 1 prevé un crecimiento más moderado que el previsto por los planes sectoriales; y la hipótesis 3 un crecimiento más elevado. Por sectores, las hipótesis serían las siguientes:

- *Demanda poblacional.* Previsiones del INEI y de las EPS en cuanto al crecimiento de la población en la Hipótesis 2 considerando que la Hipótesis 1 es más pesimista que la Hipótesis 2 y la Hipótesis 3 más optimista. Las dotaciones están diferenciadas para cada AAA y por el tipo de población: rural y urbana. Dichas dotaciones brutas están influenciadas por la eficiencia del sistema de abastecimiento y aunque se ha considerado que la eficiencia actual media es del 45%, en el 2021 es esperable que aumente hasta un 50%. Dicho aumento de la eficiencia, sin embargo, se ve contrarrestado por el consumo de la población, que tiende a aumentar según aumenta el nivel de vida y el estado del bienestar. Por eso, en las hipótesis 2 y 3, aún aumentando la eficiencia las dotaciones brutas siguen aumentando. En el Apéndice I se adjunta un cuadro con la demanda poblacional estimada a partir de las hipótesis de evolución formuladas. Dicha demanda está distribuida por AAA y tipo de población.
- *Demanda agrícola.* Para el periodo 2012-21, en la Hipótesis 2, se ha considerado la información del MINAGRI (500 000 ha en 10 años y una eficiencia de riego del 45%). El resto de las hipótesis se han generado a partir de esta, considerando que la Hipótesis 1 es más pesimista que la Hipótesis 2 y la Hipótesis 3 más optimista. En el Apéndice II se adjunta un cuadro con la demanda agrícola estimada a partir de las hipótesis de evolución formuladas. Dicha demanda está distribuida por AAA.



- *Demanda industrial.* Dotación por población urbana creciente, que se combina con el aumento de la población. En el Apéndice III se adjunta un cuadro con la demanda industrial estimada a partir de las hipótesis de evolución formulada y distribuida por AAA.
- *Resto de demandas.* Crecimiento porcentual variable en cada hipótesis. En el Apéndice IV se adjunta un cuadro con la demanda estimada a partir de las hipótesis de evolución formuladas, distribuidas por AAA.

Cuadro 4.3. Caracterización de las demandas en el horizonte 2021			
VARIABLE	HIPÓTESIS D1	HIPÓTESIS D2	HIPÓTESIS D3
Crecimiento superficie agrícola (ha/año)	40 000	50 000	60 000
Eficiencia de riego (%)	42	45	47
Población nacional (%)	1,0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Previsiones INEI (1,1%) Nacional</li> <li>• Previsiones EPS (variable) para AAA</li> </ul>	1,5
Dotación bruta* para uso poblacional rural (l/(hab rural.día))	50	60	60
Dotación bruta* para uso poblacional urbana l/(hab urbano.día)	160 -290	170-300	170-300
Eficiencia del abastecimiento (%)	45	50	50
Dotación bruta* para uso industrial (m³/(hab urbano.año))	12	13	14
Demanda de agua para uso minero, pecuario, recreativo y turístico (%)	10	15	20

\*Dotación bruta: volumen de agua que hay que captar en la fuente para satisfacer una determinada demanda.  
Fuente: elaboración propia

Esta caracterización se traduce en las siguientes demandas de agua totales, en Hm<sup>3</sup>/año, para las tres hipótesis consideradas:

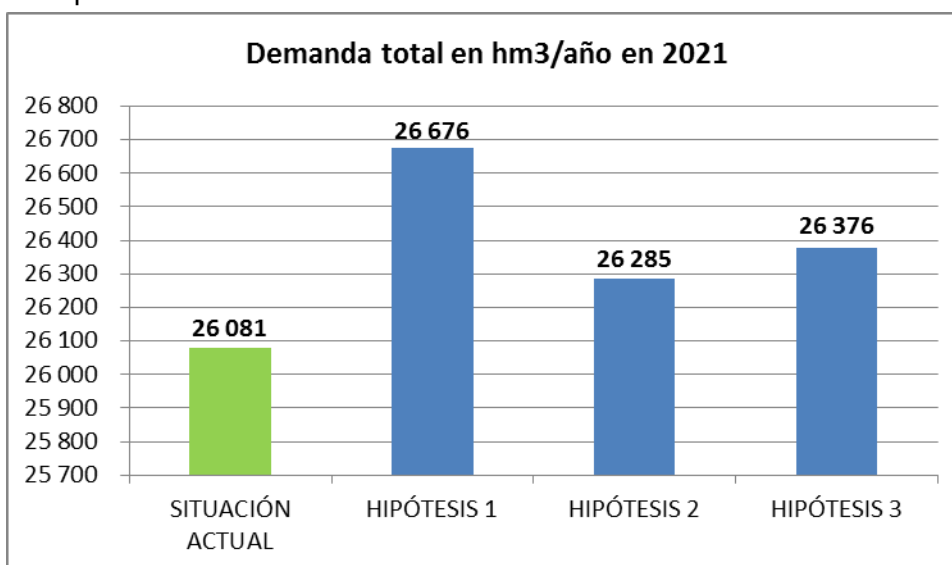


Figura 4.2. Hipótesis de evolución de la demanda consuntiva. Horizonte 2021

Fuente: elaboración propia

• **Horizonte 2035.** En este horizonte también se han definido tres hipótesis de crecimiento ascendente de los distintos sectores consumidores de agua. De igual manera que para el horizonte 2021, la hipótesis 5 es la que se ha asimilado a la prevista en los planes sectoriales analizados, mientras que las hipótesis 4 y 6 se han planteado con un menor y mayor crecimiento que aquella, respectivamente. Por sectores las hipótesis son las siguientes:

- *Demanda poblacional.* Previsiones del INEI y de las EPS en la Hipótesis 5, considerando que la Hipótesis 4 es más pesimista y que la Hipótesis 6 es más optimista en cuanto al crecimiento de la población. Las dotaciones están diferenciadas para cada AAA y por el tipo de población: población rural y urbana. Dichas dotaciones brutas están influenciadas por la eficiencia del sistema de abastecimiento que en el 2035 es esperable que aumente hasta un 60%. No se consideran eficiencias mayores porque resulta muy costoso renovar la red de tuberías ya existentes. No obstante, dicho aumento de la eficiencia se ve contrarrestado por el consumo de la población, que tiende a aumentar según aumenta el nivel de vida y el estado del bienestar que en 2035 se espera que sea mucho mejor que el actual. En el Apéndice I se adjunta un cuadro con la demanda poblacional estimada a partir de las hipótesis de evolución formuladas. Dicha demanda está distribuida por AAA y tipo de población.
- *Demanda agrícola.* Para el periodo 2021-35 se considera que el ritmo de crecimiento de la superficie agrícola bajo riego será menor que en el periodo anterior, pero que en la eficiencia de riego aún existe margen de mejora hasta alcanzar el 60%. En el Apéndice II se adjunta un cuadro con la demanda agrícola estimada a partir de las hipótesis de evolución formuladas. Dicha demanda está distribuida por AAA.
- *Demanda industrial.* Dotación por población urbana creciente, que se combina con el aumento de la población. En el Apéndice III se adjunta un cuadro con la demanda industrial estimada a partir de las hipótesis de evolución formulada y distribuida por AAA.
- *Resto de demandas.* Crecimiento porcentual variable en cada hipótesis. En el Apéndice IV se adjunta un cuadro con la demanda estimada, a partir de las hipótesis de evolución formuladas, distribuida por AAA.

Cuadro 4.4. Caracterización de las demandas en el horizonte 2035			
VARIABLE	HIPÓTESIS D4	HIPÓTESIS D5	HIPÓTESIS D6
Crecimiento superficie agrícola (ha/año)	20 000	30 000	40 000
Eficiencia de riego (%)	50	57	60
Población nacional (%)	1,0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Previsiones INEI (1,1%) Nacional</li> <li>• Previsiones EPS (variable) para AAA</li> </ul>	1,5
Dotación bruta* para uso poblacional rural (l/(hab rural.día))	70	70	70
Dotación bruta* para uso poblacional urbana l/(hab urbano.día)	180-310	180-310	180-310

Cuadro 4.4. Caracterización de las demandas en el horizonte 2035			
VARIABLE	HIPÓTESIS D4	HIPÓTESIS D5	HIPÓTESIS D6
Eficiencia del abastecimiento (%)	60	60	60
Dotación bruta* para uso industrial (m <sup>3</sup> /(hab urbano.año))	15	16	17
Demanda de agua para uso minero, pecuario, recreativo y turístico (%)	25	30	35

\*Dotación bruta: volumen de agua que hay que captar en la fuente para satisfacer una determinada demanda.  
Fuente: elaboración propia

Esta caracterización se traduce en las siguientes demandas de agua totales, en Hm<sup>3</sup>/año, para las tres hipótesis consideradas:

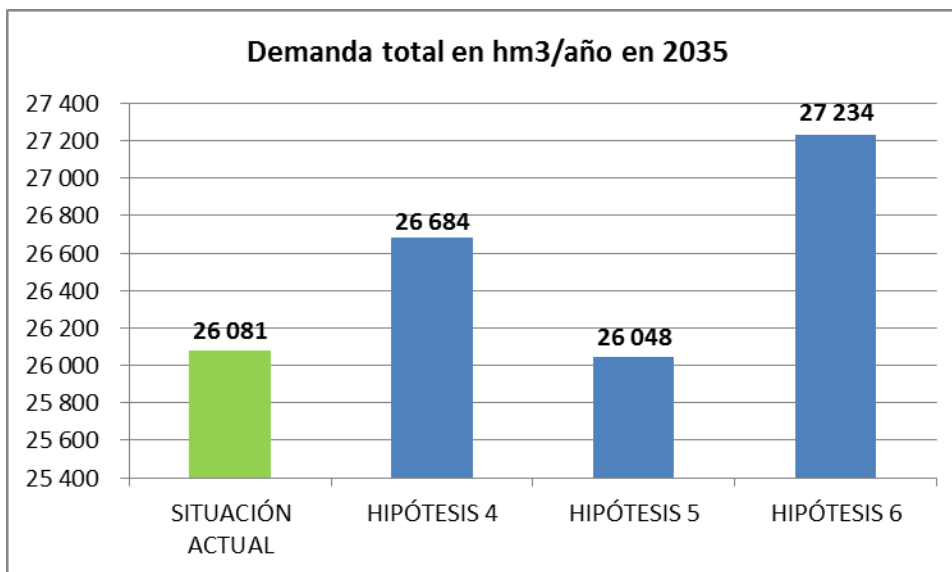


Figura 4.3. Hipótesis de evolución de la demanda consuntiva. Horizonte 2035  
Fuente: elaboración propia

Es de destacar que en **la hipótesis 5** y aún creciendo todos los sectores consumidores de agua, **la demanda total es inferior incluso a la actual**, lo que revela la importancia de aumentar las eficiencias, tanto de riego como de abastecimiento.

#### 4.2. Hipótesis de evolución de los recursos hídricos

##### 4.2.1. Situación actual de los recursos hídricos

En el Diagnóstico Nacional se han determinado los recursos hídricos en régimen natural – que incluye los superficiales y los subterráneos- para las 159 unidades hidrográficas de la totalidad del Perú. Estos recursos se han caracterizado a partir de los caudales medios anuales y su distribución mensual en el año medio, a los que se les han añadido los volúmenes anuales que se trasvasan actualmente entre las diferentes unidades hidrográficas del Pacífico, así como desde la Región Hidrográfica del Amazonas a la del Pacífico. Los valores calculados para cada unidad hidrográfica se han agrupado por AAA, así como por cada una de las tres regiones hidrográficas peruanas. Esta situación actual es la que se ha caracterizado como la del 2012 y se refleja en el cuadro siguiente:

Nº	AAA	RH NATURALES MEDIOS	TRASVASES ATLÁNTICO-PACÍFICO	RH NATURALES CON TRASVASES
I	Caplina-Ocoña	7 569		7 569
II	Cháparra-Chincha	2 655	111	2 766
III	Cañete-Fortaleza	6 500	195	6 695
IV	Huarmey-Chicama	6 216		6 216
V	Jequetepeque-Zarumilla	11 196	644	11 840
VI	Marañón	118 224	-644	117 580
VII	Amazonas	708 024		708 024
VIII	Huallaga	147 451		147 451
IX	Ucayali	460 797		460 797

Cuadro 4.5. Recursos hídricos en régimen natural con trasvases (Hm <sup>3</sup> /año)				
Nº	AAA	RH NATURALES MEDIOS	TRASVASES ATLÁNTICO-PACÍFICO	RH NATURALES CON TRASVASES
X	Mantaro	14 013	-195	13 818
XI	Pampas-Apurímac	31 511	-111	31 400
XII	Urubamba-Vilcanota	81 415		81 415
XIII	Madre De Dios	333 791		333 791
XIV	Titicaca	6 259		6 259
<b>TOTAL PERÚ</b>		<b>1 935 621</b>		<b>1 935 621</b>

Fuente: elaboración propia

#### 4.2.2. Proyecciones del cambio climático

Para estimar la evolución de los recursos hídricos en el futuro que se pueden asignar a los distintos usos para garantizar la satisfacción de sus demandas, se ha tenido en cuenta el estudio denominado “Escenarios Climáticos del Perú para el año 2030”, elaborado en 2009 por el SENAMHI. En ese documento se realiza un estudio de las tendencias climáticas en el Perú y las proyecciones futuras para el 2030. A efectos de lo que interesa en el marco del PNRH, en las tablas siguientes se recogen las previsiones, en cuanto a la variación porcentual de las precipitaciones, motivadas por el cambio climático:

Tabla 16: Precipitación acumulada anual proyectada al 2030, y variación porcentual al año 2030 en relación al clima presente en la región costa

Regiones	PP acumulada anual al año 2030 (mm/anales)	Cambios proyectados al 2030 (Variación porcentual %)	Localidades principales
Costa Norte	5 - 200	Entre +10 y +20 % - 10%	Gran parte de la zona Norte de Piura y La Libertad
Costa Central	5 - 50	Hasta el -30%	Toda la región
Costa Sur	5 - 50	Hasta -20%	Ica y Arequipa

Fuente: “Escenarios Climáticos del Perú para el año 2030” (SENAMHI, 2009)

Tabla 17: Precipitación acumulada anual proyectada al 2030, y variación porcentual al año 2030 en relación al clima presente en la región sierra

Regiones		PP acumulada anual al año 2030 (mm/anales)	Cambios proyectados al 2030 (Variación porcentual %)	Localidades principales
Sierra Norte	Occidental	200 - 1000	Entre +10 y 10%	Toda la región
	Oriental	500 - 1000	Hasta + 10% - 10%	Sobre la zona este Sobre la zona oeste.
Sierra Central	Occidental	100 - 1000	Hasta un - 20% Hasta un +20%	Parte norte (Áncash, Lima y Pasco). Parte sur: Junín, Lima y Huancavelica).
	Oriental	500 - 1000	Hasta un - 20% Hasta un 20%	Huánuco, Pasco. Junín y Huancavelica.
Sierra Sur	Occidental	100 - 500	- 20% + 20%	Parte norte: Ayacucho, Arequipa. Parte sur: sobre Moquegua y Tacna.
	Oriental	500 - 1000	- 20%	Apurímac y parte del Cusco.
Altiplano		500 - 1000	Hasta -10% + 10%	Sobre el sur occidental del Lago Titicaca. Sobre el norte del Lago.

Fuente: "Escenarios Climáticos del Perú para el año 2030" (SENAMHI, 2009)

Tabla 18: Precipitación acumulada anual proyectada al 2030, y variación porcentual al año 2030 en relación al clima presente en la región selva

Regiones		PP acumulada anual al año 2030 (mm/anales)	Cambios proyectados al 2030 (Variación porcentual %)	Localidades principales
Selva Norte		1 000 a 4 000	- 10% + 10%	Parte oeste Parte este
Selva Central	Baja	2 000 a 3 000	+ 10%	Región Ucayali.
	Alta	2 000 a 3 000	- 10% + 10%	Parte norte: Huánuco y provincias de Padre Abad y Coronel Portillo de Ucayali Pasco y Junín.
Selva Sur		1 500 a 5 500	- 10% + 10% y + 20%	Gran parte de la selva sur. Madre de Dios y Cusco.

Fuente: "Escenarios Climáticos del Perú para el año 2030" (SENAMHI, 2009)

La correspondencia entre las unidades hidrográficas de una determinada AAA y las regiones incluidas en las tablas anteriores del SENAMHI se ha efectuado de la siguiente manera:

- Las variaciones de la precipitación incluidas en la tabla 16 no se han considerado porque, por una parte, la precipitación acumulada en el año es inferior a 200 mm -y no hay escorrentía por debajo de ese valor- y, por otra, geográficamente los recursos hídricos de las cuencas pacíficas se generan en la sierra occidental y no en la costa.
- Las AAA del Pacífico se corresponden las regiones sierra sur, central y norte, siempre occidentales. Las AAA amazónicas se asignan a las regiones de sierras orientales y selvas, mientras que el Titicaca se integra en la región del altiplano.

- Los valores extremos de las tablas se han considerado para el horizonte 2035 y, dentro de él, la evolución de cada hipótesis es gradual de mayor a menor recurso. Para el horizonte más cercano de 2021 se han considerado valores intermedios entre la inexistencia del cambio climático y los valores extremos.

Con los criterios anteriores se ha efectuado una correspondencia entre las regiones geográficas mencionadas en las tablas anteriores y las AAA y, sobre ellas, se han previsto seis hipótesis de variación porcentual de las precipitaciones, que cubren el rango propuesto en las tablas. En el cuadro siguiente se identifica el alcance de cada una de las seis hipótesis:

Cuadro 4.6. Hipótesis de evolución de las precipitaciones por AAA (%)								
AAA	REGIÓN SENAMHI	HORIZONTE 2021			HORIZONTE 2035			
		R1	R2	R3	R4	R5	R6	
I. Caplina-Ocoña	Sierra sur y central Oeste	+10	0	-10	+20	0	-20	
II. Cháparra-Chincha	Sierra sur y central Oeste	+10	0	-10	+20	0	-20	
III. Cañete-Fortaleza	Sierra sur y central Oeste	+10	0	-10	+20	0	-20	
IV. Huarmey-Chicama	Sierra norte Oeste	+5	0	-5	+10	0	-10	
V. Jequetepeque-Zarumilla	Sierra norte Oeste	+5	0	-5	+10	0	-10	
VI. Marañón	Sierra norte y central Este	+5	-2,5	-10	+10	-5	-20	
VII. Amazonas	Selva norte y central	+5	0	-5	+10	0	-10	
VIII. Huallaga	Sierra norte y central Este	+5	-2,5	-10	+10	-5	-20	
IX. Ucayali	Sierra central Este y Selva central baja	+10	0	-10	+20	0	-20	
X. Mantaro	Sierra central y sur Este	+10	0	-10	+20	0	-20	
XI. Pampas-Apurímac	Sierra central y sur Este	+10	0	-10	+20	0	-20	
XII. Urubamba-Vilcanota	Sierra central y sur Este	+10	0	-10	+20	0	-20	
XIII. Madre de Dios	Selva sur y central alta	+10	+7,5	+5	+20	+15	+10	
XIV. Titicaca	Altiplano	+5	0	-5	+10	0	-10	

Fuente: elaboración propia

La aplicación de estos porcentajes de variación de las lluvias sobre la Ley Aportación-precipitación utilizada en el PNRH y validada por la ANA, a la situación actual de 2012, proporciona los recursos hídricos medios generados en el interior de cada AAA para cada hipótesis estudiada y horizonte de planificación. La ley que permite relacionar la variación de las precipitaciones con la variación de los recursos hídricos se representa mediante el siguiente algoritmo:

$$A_e + \Delta A_e = (P + \Delta P) * e^{(-K/(P + \Delta P))};$$

$$Q + \Delta Q = S * (A_e + \Delta A_e) / 31536$$

donde:

- S: Superficie de la cuenca (km<sup>2</sup>)
- A<sub>e</sub>: Aportación específica anual (mm)

- P: Precipitación anual sobre la cuenca (mm)
- $\Delta P$ : Variación de la precipitación según las distintas hipótesis (mm)
- $\Delta A_e$ : Variación de la aportación específica (mm)
- K: Parámetro de la ley, según la región hidrológica homogénea
- Q: Módulo de caudal en el punto de generación ( $m^3/s$ )
- 31 536: coeficiente de transformación de unidades

El resultado para cada hipótesis de recursos considerada se refleja en los dos cuadros siguientes donde también se puede observar la evolución porcentual de los mismos, con respecto a la situación actual. Para el horizonte 2021:

Cuadro 4.7. Variación de los recursos hídricos naturales por AAA. Horizonte 2021						
AAA	HIPOTESIS R1		HIPOTESIS R2		HIPOTESIS R3	
	RHN (Hm <sup>3</sup> /año)	(%)	RHN (Hm <sup>3</sup> /año)	(%)	RHN (Hm <sup>3</sup> /año)	(%)
I. Caplina-Ocoña	9 243	22	7 569	0	5 996	-21
II. Cháparra-Chincha	3 254	23	2 655	0	2 095	-21
III. Cañete-Fortaleza	7 630	17	6 500	0	5 405	-17
IV. Huarmey-Chicama	6 728	8	6 216	0	5 712	-8
V. Jequetepeque-Zarumilla	12 405	11	11 196	0	10 024	-10
VI. Marañón	127 237	8	113 746	-4	100 446	-15
VII. Amazonas	752 740	6	708 024	0	663 430	-6
VIII. Huallaga	157 269	7	133 253	-10	127 942	-13
IX. Ucayali	520 234	13	460 797	0	401 740	-13
X. Mantaro	16 603	18	14 013	0	11 517	-18
XI. Pampas-Apurímac	37 064	18	31 511	0	26 129	-17
XII. Urubamba-Vilcanota	92 656	14	81 415	0	70 289	-14
XIII. Madre de Dios	374 175	12	364 067	9	353 967	6
XIV. Titicaca	7 039	12	6 259	0	5 512	-12
<b>TOTAL PERÚ</b>	<b>2 124 278</b>	<b>+9,7</b>	<b>1 947 222</b>	<b>+0,6</b>	<b>1 790 205</b>	<b>-7,5</b>

Fuente: elaboración propia

- La hipótesis R1 supone un incremento de los recursos hídricos naturales en todas las AAA que oscila entre el +6% en el Amazonas y el +23% en las cuencas de Cháparra-Chincha, con un aumento de la totalidad del Perú de un +9,7%.
- En la hipótesis R2 sólo varían las cuencas de las sierras norte y central orientales y la selva baja, ofreciendo un incremento global para el Perú de un +0,6%.
- Por su parte, la R3 es la que genera una reducción muy elevada de los recursos hídricos que para la totalidad del Perú es de un -7,5%, pero que en las cuencas hidrográficas más deficitarias de la costa sur y central del Pacífico desciende a un -21%.

Para el horizonte 2035 los resultados son los siguientes:

Cuadro 4.8. Variación de los recursos hídricos naturales por AAA. Horizonte 2035						
AAA	HIPOTESIS R4		HIPOTESIS R5		HIPOTESIS R6	
	RHN (Hm <sup>3</sup> /año)	(%)	RHN (Hm <sup>3</sup> /año)	(%)	RHN (Hm <sup>3</sup> /año)	(%)



Cuadro 4.8. Variación de los recursos hídricos naturales por AAA. Horizonte 2035						
AAA	HIPÓTESIS R4		HIPÓTESIS R5		HIPÓTESIS R6	
	RHN (Hm <sup>3</sup> /año)	(%)	RHN (Hm <sup>3</sup> /año)	(%)	RHN (Hm <sup>3</sup> /año)	(%)
I. Caplina-Ocoña	11 003	45	7 569	0	4 546	-40
II. Cháparra-Chincha	3 883	46	2 655	0	1 579	-41
III. Cañete-Fortaleza	8 787	35	6 500	0	4 354	-33
IV. Huarmey-Chicama	7 247	17	6 216	0	5 217	-16
V. Jequetepeque-Zarumilla	13 650	22	11 196	0	8 893	-21
VI. Marañón	136 321	15	109 290	-8	83 083	-30
VII. Amazonas	797 561	13	708 024	0	618 975	-13
VIII. Huallaga	167 122	13	137 674	-7	108 646	-26
IX. Ucayali	579 965	26	460 797	0	343 189	-26
X. Mantaro	19 268	38	14 013	0	9 140	-35
XI. Pampas-Apurímac	42 756	36	31 511	0	20 966	-33
XII. Urubamba-Vilcanota	103 986	28	81 415	0	59 314	-27
XIII. Madre de Dios	414 670	24	394 410	18	374 175	12
XIV. Titicaca	7 849	25	6 259	0	4 800	-23
<b>TOTAL PERÚ</b>	<b>2 314 068</b>	<b>+19,6</b>	<b>1 977 530</b>	<b>+2,2</b>	<b>1 646 875</b>	<b>-14,9</b>

Fuente: elaboración propia

- La hipótesis R4 supone un incremento de los recursos hídricos naturales muy elevado en todas las AAA que oscila entre el +13% en el Amazonas y el +46% en las cuencas de Cháparra-Chincha, con un aumento de la totalidad del Perú de un +19,6%.
- En la hipótesis R5 sólo varían las cuencas de las sierras norte y central orientales y la selva baja, ofreciendo un incremento global para el Perú de un +2,2%.
- Por su parte, la R6 es la que genera una reducción muy elevada de los recursos hídricos que para la totalidad del Perú es de un -14,9%, pero que en las cuencas hidrográficas más deficitarias de la costa sur y central del Pacífico desciende a un -40%.

## 5. FORMULACIÓN DE ESCENARIOS

La consideración conjunta de las demandas y de los recursos hídricos naturales afectados por el cambio climático, conduce al conjunto de alternativas indicadas en los apartados anteriores, que se representan simbólicamente mediante una matriz y en la que del cruce de ambos elementos surgen los escenarios. Para cada horizonte de planificación se han estudiado tres hipótesis diferentes de crecimiento de las demandas y otras tres de evolución de los recursos hídricos, de tal forma que, para el conjunto del PNRH se han considerado dieciocho escenarios potenciales.

HORIZONTE 2021		EVOLUCIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS		
		HIPÓTESIS 1	HIPÓTESIS 2	HIPÓTESIS 3
EVOLUCIÓN DE LAS DEMANDAS	HIPÓTESIS 1	ESCENARIO 1.1	ESCENARIO 1.2	ESCENARIO 1.3
	HIPÓTESIS 2	ESCENARIO 2.1	ESCENARIO 2.2	ESCENARIO 2.3
HIPÓTESIS 3	ESCENARIO 3.1	ESCENARIO 3.2	ESCENARIO 3.3	

	<b>HIPÓTESIS 2</b>	ESCENARIO 2.1	ESCENARIO 2.2	ESCENARIO 2.3
	<b>HIPÓTESIS 3</b>	ESCENARIO 3.1	ESCENARIO 3.2	ESCENARIO 3.3

<b>HORIZONTE 2035</b>		<b>EVOLUCIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS</b>		
		<b>HIPÓTESIS 4</b>	<b>HIPÓTESIS 5</b>	<b>HIPÓTESIS 6</b>
<b>EVOLUCIÓN DE LAS DEMANDAS</b>	<b>HIPÓTESIS 4</b>	ESCENARIO 4.4	ESCENARIO 4.5	ESCENARIO 4.6
	<b>HIPÓTESIS 5</b>	ESCENARIO 5.4	ESCENARIO 5.5	ESCENARIO 5.6
	<b>HIPÓTESIS 6</b>	ESCENARIO 6.4	ESCENARIO 6.5	ESCENARIO 6.6

Sin embargo, hay que indicar que no todos los escenarios tienen que ser viables en el contexto actual, ya que pueden plantearse algunos de ellos mediante combinaciones de escasa o mínima viabilidad, que pongan en evidencia la incompatibilidad de las estrategias seguidas por diferentes intereses sectoriales del agua:

- necesidad de incremento de la frontera agrícola o diferente ritmo de expansión agraria;
- crecimiento diferencial de la población o dotaciones inalcanzables;
- potenciación de la actividad industrial o de la minería;
- abandono de tierras agrícolas, etc.

Por otra parte, también se puede considerar que no son razonables determinadas hipótesis de variación de la precipitación asociada al cambio climático y, por lo tanto, de los recursos hídricos naturales.

Por eso, las etapas de formulación, análisis y selección de los escenarios ha sido la siguiente:

<b>HORIZONTE DE PLANIFICACIÓN</b>	<b>ESTUDIADOS POR INFRAECO</b>	<b>PRESENTADOS AL TALLER MULTISECTORIAL</b>	<b>PRESENTADOS EN EL TALLER NACIONAL</b>	<b>SELECCIONADOS Y DESARROLLADOS EN EL PNRH</b>
2021	9	3	3	1
2035	9	3	3	1
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>2</b>

Fuente: elaboración propia

## 6. ANÁLISIS DE ESCENARIOS

En este apartado se analizan los escenarios indicados en el apartado anterior desde el punto de vista de la demanda. Es decir, para cada una de las seis hipótesis de evolución previ-

sible de las demandas –tres para cada horizonte de planificación-, se calculan los balances hídricos que se deducen de considerar los tres escenarios previsibles de evolución de los recursos hídricos naturales motivada por el cambio climático. Para que sirva de contraste, cada uno de ellos se compara con la situación actual, que se incluye a efectos indicativos.

Como criterios de análisis se utilizan los siguientes:

- Resultado del balance hídrico.
- Coherencia y factibilidad.
- Orientación de las medidas a aplicar.
- Efectos socioeconómicos y ambientales.
- Valoración cualitativa del escenario.

El resultado del balance hídrico calculado de esta manera es un valor teórico que indica la capacidad de cada AAA para satisfacer sus demandas con sus recursos naturales propios más los trasvasados, de una forma objetiva. Cuando el resultado es deficitario significa que los recursos naturales propios de la AAA, más los trasvases que recibe de otra AAA o menos los que cede a otra AAA, no pueden satisfacer las demandas estimadas.

### 6.1. Situación actual de 2012

Antes de formular los distintos escenarios, parece conveniente caracterizar la situación de partida relativa al 2012. El cuadro siguiente recoge los recursos hídricos medios anuales en régimen natural (superficiales más subterráneos), acumulados y distribuidos por AAA, y con los trasvases actuales, así como las demandas también acumuladas, y el balance hídrico resultante distribuido por cada una de las AAA. Como se puede observar, a este nivel de detalle regional es la AAA II. Cháparra-Chincha la que tiene un déficit hídrico al nivel de su territorio:

Cuadro 6.1. Situación actual 2012				
AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA		RECURSOS HÍDRICOS	DEMANDAS CONSUNTIVAS	BALANCE HÍDRICO
I	Caplina-Ocoña	7 569	3 297	4 272
II	Cháparra-Chincha	2 766	3 691	-925
III	Cañete-Fortaleza	6 695	4 465	2 230
IV	Huarmey-Chicama	6 216	3 098	3 118
V	Jequetepeque-Zarumilla	11 840	6 602	5 238
VI	Marañón	117 580	771	116 809
VII	Amazonas	1 464 762	3 687	1 461 075
VIII	Huallaga	147 451	808	146 643
IX	Ucayali	587 735	2 055	585 680
X	Mantaro	13 818	912	12 906
XI	Pampas-Apurímac	31 400	429	30 971
XII	Urubamba-Vilcanota	81 415	574	80 841
XIII	Madre de Dios	333 791	80	333 711
XIV	Titicaca	6 259	1 160	5 099

Fuente: elaboración propia

El concepto *acumulado* proviene del flujo hídrico ya que los cauces que constituyen una determinada AAA circulan hacia aguas abajo y entran en territorio de otra AAA colindante, es decir, los recursos hídricos no se agotan en cada territorio administrativo de la AAA. Para considerar este hecho se ha operado de la siguiente manera:

- A los recursos propios que se generan en el territorio de la AAA del Ucayali se les añaden los procedentes de las AAA situadas aguas arriba, es decir, Mantaro, Pampas-Apurímac y Urubamba-Vilcanota.
- A los recursos propios que se generan en el territorio de la AAA del Amazonas se les suman los procedentes de las situadas aguas arriba, es decir, Marañón, Huallaga y Ucayali (excepto los que discurren hacia territorio brasileño).
- De igual manera se procede con las demandas, es decir, se acumulan las de aguas arriba, para considerar el efecto de su satisfacción hacia aguas abajo.

Pero si se profundiza en el análisis al nivel de unidad hidrográfica se observa las que presentan déficit global al nivel del año medio, así como las que poseen algún mes deficitario. Este primer diagnóstico resultado del balance de planificación –que no es de explotación-, se ha profundizado para saber si cada cuenca hidrográfica, con la regulación superficial –embalses- o subterránea –acuíferos- de que dispone, es capaz con una gestión adecuada de la misma, de satisfacer sus propios déficit mensuales.

Cuando una cuenca posee recursos hídricos propios suficientes para equilibrar el déficit mensual se propone un embalse de regulación en la propia cuenca, mientras que cuando aquéllos son insuficientes, se propone además un trasvase procedente de una cuenca colindante:

Cuadro 6.2. Cuencas con necesidad de recursos adicionales y/o regulación de los propios			
Nº UH	UNIDAD HIDROGRÁFICA	INFRAESTRUCTURA NECESARIA	VOLUMEN NECESARIO (Hm <sup>3</sup> )
<b>AAA I. CAPLINA - OCOÑA</b>			
14	Atico	Embalse y trasvase	0,5
5	Sama	Embalse y trasvase	54,0
4	Caplina	Embalse y trasvase	94,0
3	Hospicio	Embalse y trasvase	39,0
<b>TOTAL AAA I</b>			<b>187,5</b>
<b>AAA II. CHÁPARRA – CHINCHA</b>			
24	San Juan	Embalse y trasvase	31,0
23	Pisco	Embalse	336,0
22	Ica	Embalse y trasvase	866,0
21	Grande	Embalse y trasvase	148,0
20	Acarí	Embalse	125,0
19	Yauca	Embalse	133,0
17	Chala	Embalse	0,4
<b>TOTAL AAA II</b>			<b>1 639,4</b>
<b>AAA III. CAÑETE – FORTALEZA</b>			

Cuadro 6.2. Cuencas con necesidad de recursos adicionales y/o regulación de los propios			
Nº UH	UNIDAD HIDROGRÁFICA	INFRAESTRUCTURA NECESARIA	VOLUMEN NECESARIO (Hm <sup>3</sup> )
37	Fortaleza	Embalse	34,0
34	Huaura	Embalse y trasvase	183,0
32	Chillón	Embalse y trasvase	102,0
30	Lurín	Embalse y trasvase	97,0
29	Chilca	Embalse	1,0
<b>TOTAL AAA III</b>			<b>417,0</b>
<b>AAA IV. HUARMEY – CHICAMA</b>			
39	Culebras	Embalse y trasvase	22,0
<b>TOTAL AAA IV</b>			<b>22,0</b>
<b>TOTAL PERÚ (Hm<sup>3</sup>)</b>			<b>2 265,90</b>

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar, resultan 17 cuencas hidrográficas que presentan déficit anual o mensual, con respecto a los recursos hídricos medios, que hay que equilibrar. El hecho de que haya cuencas deficitarias en las AAA de Caplina-Ocoña, Cañete-Fortaleza y Huarmey-Chicama y que, sin embargo, su balance global sea positivo al considerar todas las cuencas de sus territorios, indica, por una parte, el valor de este balance –que se recuerda, no es un balance de explotación, sino de planificación orientado a detectar problemas potenciales- y, por otra, la redistribución de los recursos hídricos que se está produciendo en el interior de sus territorios, con trasvases entre unas cuencas y otras, tal y como se ha puesto de manifiesto en el cuadro de proyectos especiales.

Por otra parte, si no se disminuyera la demanda de agua –mediante medidas de gestión y ahorro con modernización de infraestructuras- se necesitaría un volumen útil de embalse y trasvase desde la vertiente amazónica de unos 1 636 Hm<sup>3</sup>/año para equilibrar los déficit y unos 630 Hm<sup>3</sup>/año de volumen útil de embalse para la regulación propia de las cuencas.

Con respecto a la explotación de las aguas subterráneas, la situación se refleja en el cuadro siguiente para los acuíferos costeros de la vertiente del Pacífico, que están monitorizados por la ANA:

Cuadro 6.3. Balances de explotación en los acuíferos costeros de la RH Pacífico					
AAA	GLOBAL (Hm <sup>3</sup> /año)	SUPERAVIT (Hm <sup>3</sup> /año)	DEFICIT (Hm <sup>3</sup> /año)	ACUÍFERO SOBREEXPLOTADO	ACUÍFERO VEDA
I. Caplina-Ocoña	-15	42	-58	Caplina	Caplina
II. Cháparra-Chincha	-239	111	-350	Pisco Villacurí Ica	Pampa de Lanchas Villacurí Ica
III. Cañete-Fortaleza	262	263	-0,42	Asia-Omás	Puente Piedra y Cercado Lima (Chillón), Canto Grande (Lurín) Chilca
IV. Huarmey-Chicama	324	354	-30	Chicama	No declarado

Cuadro 6.3. Balances de explotación en los acuíferos costeros de la RH Pacífico					
AAA	GLOBAL (Hm <sup>3</sup> /año)	SUPERAVIT (Hm <sup>3</sup> /año)	DEFICIT (Hm <sup>3</sup> /año)	ACUÍFERO SOBREEXPLOTADO	ACUÍFERO VEDA
V. Jequetepeque-Zarumilla	662	693	-31	Olmos-Cascajal La Leche	Motupe La Leche
<b>TOTAL (hm<sup>3</sup>/año)</b>	<b>995</b>	<b>1 463</b>	<b>-468</b>		

Fuente: elaboración propia

En definitiva, la situación de partida en cuanto al balance hídrico se caracteriza por poseer en la vertiente del Pacífico:

- La AAA Cháparra-Chincha deficitaria al nivel global.
- Una serie de cuencas hidrográficas deficitarias al nivel anual y mensual, de diferente volumen.
- Una sobreexplotación de los acuíferos costeros del entorno de los 468 hm<sup>3</sup>/año que hay que eliminar para evitar el descenso paulatino de los niveles piezométricos, así como la intrusión salina que impida su uso, tanto en abastecimiento poblacional, como para riego.

## 6.2. El efecto de la eficiencia de riego

El elevado volumen de agua que supone la demanda agrícola hace que, cualquier hipótesis de aumento de la superficie agrícola, deba ir acompañada de un incremento de la eficiencia de riego para que la primera no crezca de forma desequilibrada. Para analizar cuantitativamente este efecto, el cuadro siguiente recoge la diferencia en volumen anual de la demanda agraria si, en las hipótesis de crecimiento analizadas, solo lo hiciera la superficie agrícola y se mantuviera constante, en torno al 35% actual, la eficiencia de riego. En los dos cuadros siguientes se puede observar este extremo, para cada horizonte de planificación.

Cuadro 6.4. Efecto del aumento de la eficiencia de riego sobre la demanda. Horizonte 2021									
AAA	DEMANDA D1			DEMANDA D2			DEMANDA D3		
	SE* (35%)	CE* (42%)	DIF	SE* (35%)	CE* (45%)	DIF	SE* (35%)	CE* (47%)	DIF
I. Caplina-Ocoña	4 013	3 394	619	4 194	3 332	862	4 371	3 338	1 033
II. Cháparra-Chincha	4 016	3 364	652	4 198	3 289	909	4 378	3 289	1 089
III. Cañete-Fortaleza	4 876	4 275	601	5 094	4 257	837	5 294	4 291	1 003
IV. Huarmey-Chicama	4 067	3 428	639	4 251	3 361	890	4 431	3 364	1 067
V. Jequetepeque-Zarumilla	8 416	7 093	1 323	8 804	6 961	1 843	9 187	6 978	2 209
VI. Marañón	969	844	125	1 022	849	173	1 069	861	208
VII. Amazonas	59	59	0	63	63	0	64	64	0
VIII. Huallaga	998	855	143	1 046	846	200	1 089	849	240
IX. Ucayali	155	144	11	165	149	16	171	152	19
X. Mantaro	995	853	142	1 042	844	198	1 085	847	238
XI. Pampas-Apurímac	812	685	127	851	674	177	886	675	211
XII. Urubamba-Vilcanota	525	448	77	550	443	107	573	445	128
XIII. Madre de Dios	90	89	1	96	94	2	101	99	2
XIV. Títicaca	1 361	1 144	217	1 425	1 123	302	1 485	1 124	361
<b>TOTAL PERÚ</b>	<b>31 351</b>	<b>26 676</b>	<b>4 675</b>	<b>32 799</b>	<b>26 285</b>	<b>6 514</b>	<b>34 183</b>	<b>26 376</b>	<b>7 806</b>

\*SE: sin mejora de la eficiencia de riego, CE: con mejora de la eficiencia de riego

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6.5. Efecto del aumento de la eficiencia de riego sobre la demanda. Horizonte 2035									
AAA	HIPÓTESIS D4			HIPÓTESIS D5			HIPÓTESIS D6		
	SE* (35%)	CE* (50%)	DIF	SE* (35%)	CE* (57%)	DIF	SE* (35%)	CE* (60%)	DIF
I. Caplina-Ocoña	4 605	3 336	1 269	5 043	3 245	1 798	5 497	3 378	2 119
II. Cháparra-Chincha	4 598	3 260	1 338	5 051	3 157	1 894	5 514	3 282	2 232
III. Cañete-Fortaleza	5 690	4 458	1 232	6 143	4 398	1 745	6 694	4 638	2 056
IV. Huarmey-Chicama	4 676	3 365	1 311	5 124	3 268	1 856	5 592	3 403	2 189
V. Jequetepeque-Zarumilla	9 709	6 995	2 714	10 651	6 806	3 845	11 638	7 107	4 531
VI. Marañón	1 172	917	255	1 275	913	362	1 395	969	426
VII. Amazonas	78	78	0	80	80	0	87	87	0
VIII. Huallaga	1 162	868	294	1 266	849	417	1 378	888	490
IX. Ucayali	196	172	24	207	174	33	225	186	39
X. Mantaro	1 158	866	292	1 261	847	414	1 373	885	488
XI. Pampas-Apurímac	940	680	260	1 029	661	368	1 122	689	433
XII. Urubamba-Vilcanota	612	455	157	667	444	223	727	464	263
XIII. Madre de Dios	113	111	2	119	116	3	129	126	3
XIV. Títicaca	1 567	1 123	444	1 718	1 089	629	1 875	1 133	742
<b>TOTAL PERÚ</b>	<b>36 276</b>	<b>26 684</b>	<b>9 592</b>	<b>39 634</b>	<b>26 047</b>	<b>13 587</b>	<b>43 246</b>	<b>27 235</b>	<b>16 011</b>

\*SE: sin mejora de la eficiencia de riego, CE: con mejora de la eficiencia de riego

Fuente: elaboración propia

- Como se puede observar, para el horizonte de planificación 2021 el ahorro de agua que implica el aumento de la eficiencia de riego oscila entre 4 675 y 7 806 Hm<sup>3</sup>/año, cifras considerables que suponen un ahorro entre el 15% y el 23% de la demanda, a pesar de que la superficie de riego aumenta entre el 22% y el 33%, respectivamente. Además, **dichos volúmenes de agua ahorrados** permitirían no solamente abastecer a toda la población del Perú, cuya demanda en el caso más elevado es de 2 828 hm<sup>3</sup>/año, sino que se **podrían satisfacer todas las demandas sectoriales de agua**.
- Por su parte, para el horizonte de planificación 2035 el ahorro de la demanda de agua que implica el aumento de la eficiencia riego oscila entre 9 592 y 16 011 Hm<sup>3</sup>/año, cifras muy elevadas que suponen un ahorro entre el 26% y el 37%, a pesar de que la superficie de riego aumenta entre el 39% y el 67%, respectivamente. Hay que hacer constar que un regadío moderno debe disponer de una eficiencia en torno al 60-70%.
- Con estos valores se debería adoptar como criterio para permitir la implantación de nuevas zonas de riego, que las **nuevas superficies** a transformar lo sean con **riego tecnificado** y que las existentes deban transformarse, paulatinamente, a riego localizado.

### 6.3. Medidas para incrementar los recursos hídricos

El objetivo principal de la planificación de los recursos hídricos es satisfacer las demandas y eliminar los déficits incrementando la oferta de recursos hídricos en aquellas cuencas que los padecen. La secuencia general para incrementar los recursos sería:

- En primer lugar, adoptar medidas de ahorro como:
  - el aumento de la eficiencia en los sistemas de transporte y distribución
  - la tecnificación de los sistemas de riego
  - la capacitación de los usuarios
- Después, aplicar medidas como el reúso de aguas residuales, cuando este sea posible.
- A continuación, incrementar la disponibilidad de los recursos propios de la cuenca mediante embalses de regulación o recarga de acuíferos y la explotación de acuíferos infrautilizados.
- Posteriormente, transferencia de recursos desde otras cuencas.
- Finalmente, desalación de agua de mar, donde sea técnica y económicamente viable.

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. Entre lo que están aprobados y existe conocimiento de que se van a seguir construyendo, destacan los que se indican en el cuadro siguiente, cuyos volúmenes previstos que trasvasen habrá que considerar para equilibrar los déficits en los distintos escenarios que se consideren:

Cuadro 6.6. Proyectos especiales. Trasvases previstos y no ejecutados todavía						
PROYECTO ESPECIAL	HORIZONTE	CUENCA CEDENTE		CUENCA RECEPTORA		VOLUMEN (hm <sup>3</sup> /año)
		AAA	NOMBRE	AAA	NOMBRE	
Alto Piura	2021	VI. Marañón	Marañón	V. Jeq-Zar	Piura	335
Marca II	2021	X. Mantaro	Mantaro	III. Cañ-For	Rímac	126
Olmos-Tinajones	2021	VI. Marañón	Huancabamba	V. Jeq-Zar	Olmos	1 309
Majes-Siguas	2035	XI. Pam-Apu	Pampas	I. Cap-Ocoñ	Quilca	348

Fuente: elaboración propia

#### 6.4. Efectos ambientales de las medidas

Los efectos ambientales deben considerarse, en primer lugar, desde una perspectiva general que afecta a todos los escenarios y, posteriormente, desde una óptica particular que afecta a cada uno de ellos.

Los aspectos generales a tener en cuenta en todos los escenarios son:

- Debe eliminarse la sobreexplotación de acuíferos que produce numerosos efectos nocivos como el descenso de los niveles de agua que desecan los ríos, humedales, intrusión salina, etc.
- El mantenimiento de unos caudales mínimos circulando por los cauces es un supuesto de gestión que solo supera el uso para abastecimiento humano.



- Las actuaciones hidráulicas para incrementar la disponibilidad del recurso hídrico generan efectos ambientales en diferentes sentidos: modificación del régimen de caudales, así como efectos ambientales derivados de las obras correspondientes.

## 6.5. Efectos de la mejor calidad del agua

Los escenarios analizados consideran que los recursos hídricos cuentan con aguas de la calidad necesaria para suministrar la totalidad de los usos. Por este motivo, la necesidad de aplicar **medidas de depuración de las aguas servidas** es ineludible para que no se produzca una merma en la cantidad de agua motivada por una calidad inadecuada. En caso contrario, se contribuiría a desequilibrar el frágil balance hídrico del que disponen actualmente las unidades hidrográficas del Pacífico.

## 6.6. Escenarios de la hipótesis 1 de demanda (horizonte 2021)

### 6.6.1. Datos básicos

En la página siguiente se sintetizan los balances para cada AAA que se deducen de considerar la primera hipótesis de evolución de las demandas de agua, con las tres hipótesis de evolución de los recursos hídricos naturales (superficiales más subterráneos). Todos los resultados se expresan en hectómetros cúbicos al año. En esta información tanto los recursos hídricos, como las demandas de agua son acumulados.

Se presentan dos cuadros para resaltar la importancia de la mejora de la eficiencia del riego, pieza clave y absolutamente necesaria para definir una gestión sostenible de los recursos hídricos que posibilite la implementación de una política expansiva de riego. El resultado del balance hídrico se sintetiza en las siguientes conclusiones:

- La Región Hidrográfica (RH) Pacífico es la que mayores problemas presenta para satisfacer la demanda, con la AAA de Cháparra-Chincha como ejemplo más claro en todas las hipótesis.
- La RH Amazonas presenta unos balances hídricos que permiten concluir que, ni en el peor escenario de recursos hídricos, va a tener problemas de satisfacción de sus demandas. Este hecho no significa que puedan existir déficit puntuales, tanto en el tiempo como en el espacio, pero se deberían a la ausencia de las infraestructuras hidráulicas necesarias, fundamentalmente de abastecimiento poblacional.
- La RH Titicaca dispone de unos balances similares a la de Jequetepeque-Zarumilla que se localiza en la costa norte, aunque su demanda consuntiva no supera el 22% de sus recursos hídricos naturales en el peor de los casos, frente a la de Jequetepeque-Zarumilla, cuya demanda consuntiva excede el 50% de sus recursos hídricos. En las tres de las hipótesis consideradas, cualquier variación de la demanda en esta última podría llegar a comprometer su balance hídrico, algo que no es previsible en el caso del Titicaca.

- Sin mejora de la eficiencia de riego. La AAA II. Cháparra-Chincha presenta déficit en todas las hipótesis de evolución de los recursos motivados por el cambio climático, entre **-652** y **-1 811** hm<sup>3</sup>/año.
- Con aumento de la eficiencia de riego. La AAA II. Cháparra-Chincha presenta balance equilibrado en el primer escenario de recursos hídricos, pero se mantiene deficitaria en las otras dos hipótesis de evolución de los recursos motivados por el cambio climático, entre **-598** y **-1 159** hm<sup>3</sup>/año.

Aunque el resto de las AAA son globalmente excedentarias, es posible que algunas cuencas hidrográficas sean deficitarias.

Cuadro 6.7. Balances hídricos para el horizonte 2021 para la hipótesis 1 de demandas. Sin mejora eficiencia de riego

AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA		Situación actual 2012			Recursos hídricos medios			Demanda D 1	Balances hídricos		
		Recursos	Demandas	Balance	R.1	R.2	R.3		B.1.1	B.1.2	B.1.3
I	Caplina-Ocoña	7 569	3 297	4 272	9 243	7 569	5 996	4 013	5 231	3 556	1 983
II	Cháparra-Chincha	2 766	3 691	-925	3 365	2 766	2 206	4 016	-652	-1 250	-1 811
III	Cañete-Fortaleza	6 695	4 465	2 230	7 825	6 695	5 600	4 876	2 949	1 820	725
IV	Huarmey-Chicama	6 216	3 098	3 118	6 728	6 216	5 712	4 067	2 661	2 149	1 646
V	Jequetepeque-Zarumilla	11 840	6 602	5 238	13 050	11 840	10 668	8 416	4 634	3 424	2 251
VI	Marañón	117 580	771	116 809	126 593	113 102	99 802	969	125 624	112 133	98 833
VII	Amazonas	1 464 762	3 687	1 461 075	1 703 803	1 542 758	1 401 493	4 513	1 699 290	1 538 245	1 396 980
VIII	Huallaga	147 451	808	146 643	157 269	133 253	127 942	998	156 271	132 255	126 944
IX	Ucayali	587 735	2 055	585 680	666 557	587 735	509 675	2 487	664 069	585 248	507 187
X	Mantaro	13 818	912	12 906	16 408	13 818	11 322	995	15 413	12 823	10 327
XI	Pampas-Apurímac	31 400	429	30 971	36 953	31 400	26 018	812	36 141	30 588	25 206
XII	Urubamba-Vilcanota	81 415	574	80 841	92 656	81 415	70 289	525	92 131	80 890	69 763
XIII	Madre de Dios	333 791	80	333 711	374 175	364 067	353 967	90	374 085	363 977	353 877
XIV	Titicaca	6 259	1 160	5 099	7 039	6 259	5 512	1 361	5 679	4 899	4 152

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.8. Balances hídricos para el horizonte 2021 para la hipótesis 1 de demandas. Con mejora eficiencia de riego

AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA		Situación actual 2012			Recursos hídricos medios			Demanda D 1	Balances hídricos		
		Recursos	Demandas	Balance	R.1	R.2	R.3		B.1.1	B.1.2	B.1.3
I	Caplina-Ocoña	7 569	3 297	4 272	9 243	7 569	5 996	3 394	5 849	4 175	2 602
II	Cháparra-Chincha	2 766	3 691	-925	3 365	2 766	2 206	3 364	0	-598	-1 159
III	Cañete-Fortaleza	6 695	4 465	2 230	7 825	6 695	5 600	4 275	3 549	2 420	1 325
IV	Huarmey-Chicama	6 216	3 098	3 118	6 728	6 216	5 712	3 428	3 300	2 788	2 284
V	Jequetepeque-Zarumilla	11 840	6 602	5 238	13 050	11 840	10 668	7 093	5 957	4 747	3 574
VI	Marañón	117 580	771	116 809	126 593	113 102	99 802	844	125 749	112 258	98 958
VII	Amazonas	1 464 762	3 687	1 461 075	1 703 803	1 542 758	1 401 493	3 888	1 699 914	1 538 870	1 397 605
VIII	Huallaga	147 451	808	146 643	157 269	133 253	127 942	855	156 414	132 399	127 088
IX	Ucayali	587 735	2 055	585 680	666 557	587 735	509 675	2 130	664 426	585 605	507 545
X	Mantaro	13 818	912	12 906	16 408	13 818	11 322	853	15 555	12 965	10 470
XI	Pampas-Apurímac	31 400	429	30 971	36 953	31 400	26 018	685	36 268	30 714	25 333
XII	Urubamba-Vilcanota	81 415	574	80 841	92 656	81 415	70 289	448	92 207	80 966	69 840
XIII	Madre de Dios	333 791	80	333 711	374 175	364 067	353 967	89	374 086	363 978	353 878
XIV	Titicaca	6 259	1 160	5 099	7 039	6 259	5 512	1 144	5 895	5 115	4 368

Fuente: Elaboración propia

Esta hipótesis de crecimiento de la demanda de agua es la más moderada, por lo que su satisfacción no presenta un problema importante.

- **Demandas.** La superficie de riego crece solo 360 000 ha, lo que supone una media de 40 000 ha/año, que es un valor inferior a las expectativas del MINAGRI y puede afectar negativamente a los actuales niveles de autoabastecimiento y balanza agrícola. El resto de las demandas crecen moderadamente. Esto implica que debe actuarse sobre la gestión de la demanda para mejorar la eficiencia.
- **Recursos hídricos.** En relación con los recursos hídricos, las tres hipótesis consideradas implican, respectivamente al nivel global, un incremento de los recursos, una estabilidad de los mismos en el tiempo y una reducción apreciable.
- **Balances hídricos.** En la situación actual se ha detectado déficit global en la AAA Cháparra-Chincha y, probablemente, en algunas cuencas de la costa del Pacífico, que deben ser eliminados. También existe sobreexplotación de algunos acuíferos costeros. En este sentido, la hipótesis del escenario R.3 podría resultar problemática. Sin embargo, excepto en Cháparra-Chincha, en el resto de las AAA los balances son siempre positivos, por lo que existen recursos hídricos potenciales para superar la situación, probablemente sin costos elevados aplicando medidas de gestión de la demanda y ahorro. Para Cháparra-Chincha habrá que articular medidas específicas.

### 6.6.2. Valoración cualitativa de escenarios

Estos escenarios asociados a la D1 se corresponden con el primer nivel de desarrollo y, puntualmente, en actuaciones de incremento de la regulación existente. Hay que tener en cuenta que -sobre todo en la vertiente Pacífico- hay un notable desarrollo de los trasvases existentes de otras vertientes que todavía requieren la implementación de las fases inacabadas, por lo que el incremento de las demandas consideradas en estos escenarios es fácilmente asumible con la aplicación de estas actuaciones pendientes y con medidas de gestión de la demanda.

Sin embargo, aunque los escenarios son factibles, es probable que el desarrollo agrario que plantean sea insuficiente para las expectativas futuras del Perú, por lo que se considera que estos escenarios no son los más favorables. Por este motivo, se selecciona el escenario E 1.3 que es el más comprometido de ellos, porque es el que menos recursos hídricos dispone, aunque sea el más improbable de que se produzca. Este escenario deberá intensificar las medidas para Cháparra-Chincha por su elevado déficit.

### 6.6.3. Medidas a aplicar

En consecuencia, por cuanto a este análisis de coherencia se refiere, en los escenarios considerados, los recursos pueden satisfacer las demandas y los déficit que se producen son subsanables con una gestión de explotación adecuada y aplicando medidas de ahorro,

que habrá que analizar si son suficientes para corregir el déficit de Cháparra-Chincha. En concreto habría que implementar:

- Medidas de gestión:
  - aumento de la eficiencia en sistemas de transporte y distribución.
  - formalización completa de los derechos de uso.
  - aplicación de procesos sancionadores.
  
- Medidas estructurales en Cháparra-Chincha:
  - reúso de aguas servidas.
  - embalses de regulación.
  - recarga de acuíferos.
  - transferencia de otras cuencas.

#### **6.6.4. Efectos socioeconómicos y ambientales**

Los efectos socioeconómicos se centran en la satisfacción de la demanda agrícola, puesto que las restantes demandas no suponen diferencias sustanciales con la situación actual. El incremento de la demanda agrícola en los escenarios que se analizan es moderado, lo que puede influir desfavorablemente en el empleo agrícola y en la fijación de la población rural.

De acuerdo con estas consideraciones, los efectos ambientales de los escenarios analizados tendrían repercusiones negativas, a pesar de ser moderado el incremento de la demanda, porque en Cháparra-Chincha están previstas infraestructuras de regulación y trasvase para atender esa demanda. También será difícil evitar la sobreexplotación de los acuíferos y el mantenimiento de los caudales mínimos en los cauces de las cuencas deficitarias.

#### **6.7. Escenarios de la hipótesis 2 de demanda (horizonte 2021)**

##### **6.7.1. Datos básicos**

Esta hipótesis D2 supone una mayor expansión de la superficie de riego pero el aumento de la eficiencia hace que, en términos de volumen de agua, la demanda sea menor que la D1. En la página siguiente se sintetizan los balances para cada AAA que se deducen de considerar la segunda hipótesis de evolución de las demandas de agua, con las tres hipótesis de evolución de los recursos hídricos naturales (superficiales más subterráneos). Todos los resultados se expresan en hectómetros cúbicos al año. En esta información tanto los recursos hídricos, como las demandas de agua son acumulados.

Se presentan dos cuadros para resaltar la importancia de la mejora de la eficiencia del regadío. El resultado del balance hídrico se sintetiza en las siguientes conclusiones:

- Los resultados para cada Región Hidrográfica son similares a los indicados en la hipótesis D1, aunque sus balances globales son mejores por la menor disminución de los recur-

Los recursos hídricos. Sólo la RH Pacífico plantea problemas para satisfacer la demanda consuntiva, con la AAA de Cháparra-Chincha como ejemplo más claro en todas las hipótesis.

- Sin mejora de la eficiencia de riego. La AAA II. Cháparra-Chincha presenta déficit en todas las hipótesis de evolución de los recursos motivados por el cambio climático, entre **-833** y **-1 992** Hm<sup>3</sup>/año.
- Con aumento de la eficiencia de riego. La AAA II. Cháparra-Chincha presenta superávit de 79 hm<sup>3</sup>/año en el primer escenario de recursos hídricos, pero se mantiene deficitaria en las otras dos hipótesis de evolución de los recursos motivados por el cambio climático, entre **-523** y **-1 084** Hm<sup>3</sup>/año.
- Aunque el resto de las AAA son globalmente excedentarias, es posible que algunas cuencas hidrográficas sean deficitarias.

Cuadro 6.9. Balances hídricos para el horizonte 2021 para la hipótesis 2 de demandas. Sin mejora eficiencia de riego

AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA		Situación actual 2012			Recursos hídricos medios			Demanda D2	Balances hídricos		
		Recursos	Demandas	Balance	R.1	R.2	R.3		B.2.1	B.2.2	B.2.3
I	Caplina-Ocoña	7 569	3 297	4 272	9 243	7 569	5 996	4 194	5 050	3 375	1 802
II	Cháparra-Chincha	2 766	3 691	-925	3 365	2 766	2 206	4 198	-833	-1 431	-1 992
III	Cañete-Fortaleza	6 695	4 465	2 230	7 825	6 695	5 600	5 094	2 731	1 602	507
IV	Huarmey-Chicama	6 216	3 098	3 118	6 728	6 216	5 712	4 251	2 477	1 965	1 461
V	Jequetepeque-Zarumilla	11 840	6 602	5 238	13 050	11 840	10 668	8 804	4 246	3 036	1 863
VI	Marañón	117 580	771	116 809	126 593	113 102	99 802	1 022	125 571	112 080	98 780
VII	Amazonas	1 464 762	3 687	1 461 075	1 703 803	1 542 758	1 401 493	4 738	1 699 065	1 538 020	1 396 755
VIII	Huallaga	147 451	808	146 643	157 269	133 253	127 942	1 046	156 223	132 208	126 897
IX	Ucayali	587 735	2 055	585 680	666 557	587 735	509 675	2 608	663 949	585 127	507 067
X	Mantaro	13 818	912	12 906	16 408	13 818	11 322	1 042	15 365	12 776	10 280
XI	Pampas-Apurímac	31 400	429	30 971	36 953	31 400	26 018	851	36 102	30 549	25 167
XII	Urubamba-Vilcanota	81 415	574	80 841	92 656	81 415	70 289	550	92 105	80 864	69 738
XIII	Madre de Dios	333 791	80	333 711	374 175	364 067	353 967	96	374 079	363 972	353 872
XIV	Titicaca	6 259	1 160	5 099	7 039	6 259	5 512	1 425	5 614	4 835	4 087

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.10. Balances hídricos para el horizonte 2021 para la hipótesis 2 de demandas. Con mejora eficiencia de riego

AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA		Situación actual 2012			Recursos hídricos medios			Demanda D2	Balances hídricos		
		Recursos	Demandas	Balance	R.1	R.2	R.3		B.2.1	B.2.2	B.2.3
I	Caplina-Ocoña	7 569	3 297	4 272	9 243	7 569	5 996	3 332	5 912	4 237	2 665
II	Cháparra-Chincha	2 766	3 691	-925	3 365	2 766	2 206	3 289	75	-523	-1 084
III	Cañete-Fortaleza	6 695	4 465	2 230	7 825	6 695	5 600	4 257	3 568	2 438	1 343
IV	Huarmey-Chicama	6 216	3 098	3 118	6 728	6 216	5 712	3 361	3 367	2 855	2 352
V	Jequetepeque-Zarumilla	11 840	6 602	5 238	13 050	11 840	10 668	6 961	6 089	4 879	3 707
VI	Marañón	117 580	771	116 809	126 593	113 102	99 802	849	125 745	112 253	98 953
VII	Amazonas	1 464 762	3 687	1 461 075	1 703 803	1 542 758	1 401 493	3 867	1 699 935	1 538 891	1 397 626
VIII	Huallaga	147 451	808	146 643	157 269	133 253	127 942	846	156 423	132 407	127 096
IX	Ucayali	587 735	2 055	585 680	666 557	587 735	509 675	2 110	664 447	585 625	507 565
X	Mantaro	13 818	912	12 906	16 408	13 818	11 322	844	15 564	12 974	10 479
XI	Pampas-Apurímac	31 400	429	30 971	36 953	31 400	26 018	674	36 279	30 725	25 344
XII	Urubamba-Vilcanota	81 415	574	80 841	92 656	81 415	70 289	443	92 212	80 971	69 845
XIII	Madre de Dios	333 791	80	333 711	374 175	364 067	353 967	94	374 081	363 973	353 873
XIV	Titicaca	6 259	1 160	5 099	7 039	6 259	5 512	1 123	5 916	5 136	4 389

Fuente: Elaboración propia

### 6.7.2. Coherencia y factibilidad

#### • Demandas de agua:

- En esta hipótesis de demanda para el *riego* se han utilizado las previsiones recogidas del MINAGRI, tanto en lo referente al aumento de la superficie agrícola bajo riego –que crece 500 000 ha en diez años, es decir a un ritmo de 50 000 ha/año-, como en la eficiencia del riego que pasaría a ser del 45%. Por tanto, se recogen las expectativas de crecimiento del regadío en el Perú reflejadas en su planificación sectorial.
- La demanda *poblacional* sigue las previsiones del INEI y de las EPS en cuanto al crecimiento poblacional y sus dotaciones son diferentes para la población rural y urbana, pero superiores a las actuales ya que el desarrollo económico-social implica un aumento del consumo.
- Crecen también las dotaciones para la *industria* y para los otros usos (*minero, pecuario, recreativo y turístico*) que experimentan un crecimiento notable con la idea de que la falta de disponibilidad de agua no represente ninguna limitación en el desarrollo de los distintos sectores.

En estos incrementos de las demandas se ha tenido en cuenta el ahorro de agua, tanto en el uso poblacional –mejorando las redes de transporte y distribución-, como en el industrial -que debe avanzar en un progresivo reciclaje-, al considerar un aumento de la eficiencia en el suministro del 50%. Todo ello debe contribuir aún más a que la satisfacción de las demandas esté garantizada. Por tanto, este crecimiento de las demandas es moderadamente expansivo y ajustado a las planificaciones sectoriales, por lo que se considera razonable. El incremento de las demandas genera mayor dificultad para satisfacerlas, especialmente en la vertiente de la costa pacífica y, para eliminar los déficits existentes y la sobreexplotación de acuíferos. Hay que resaltar que el incremento importante de la demanda agrícola viene en parte compensado por el aumento del 10% en la eficiencia del riego, lo que produce un aumento equivalente de los recursos destinados al regadío.

- **Recursos hídricos.** En relación con los recursos hídricos, las tres hipótesis consideradas implican, respectivamente al nivel global, un incremento de los recursos, una estabilidad de los mismos en el tiempo y una reducción apreciable.
- **Balances hídricos.** La hipótesis R.3 -de mayor reducción de recursos naturales por el efecto del cambio climático- será problemática para resolver los déficits existentes y no será suficiente recurrir a medidas de ahorro, sino que será necesario aumentar la regulación, la explotación de los acuíferos infrautilizados y mejorar la gestión de los trasvases que ya están en funcionamiento.

### 6.7.3. Valoración cualitativa de escenarios

El incremento de la demanda con respecto a la situación actual en estos escenarios, produce un aumento de los déficits en algunas cuencas de la vertiente del Pacífico que deben ser subsanados con medidas de gestión. Los escenarios analizados son factibles con las medi-



das a aplicar que se han mencionado. La demanda agraria a satisfacer representa una expansión agrícola acorde con la planificación sectorial, por lo que debe contribuir a satisfacer el autoabastecimiento, las necesidades del mercado internacional y la fijación de la población rural.

La eficiencia de riego establecida supone la aplicación de medidas de ahorro importantes (mejora y modernización de la infraestructura agraria) y de desenvolvimiento de nuevos regadíos. También será necesario avanzar en la depuración de las aguas residuales urbanas para reducir la afección a la calidad del agua para uso poblacional y agrícola.

De los escenarios analizados se propone el escenario E 2.2 para profundizar en el análisis. Si bien no es el más desfavorable atendiendo a la evolución del cambio climático en el Perú en los últimos 50 años, las variaciones al nivel global no son sustanciales, por lo que la hipótesis de los recursos representaría bien una evolución a nueve años, ya que no va a haber un cambio sustancial en este corto espacio de tiempo.

#### **6.7.4. Medidas a aplicar**

Aunque el desarrollo agrícola, poblacional e industrial sea superior en términos económicos, el aumento de la eficiencia prevista en estos sectores limita el volumen de la demanda consuntiva a valores incluso inferiores a la hipótesis D1. Por lo tanto, las medidas para equilibrarlas serían de la misma tipología, aunque con mayor intensidad para conseguir ese aumento de la eficiencia. En esta situación circularán mayores caudales por los cauces y la sobreexplotación de acuíferos sería inferior a la hipótesis D1. En consecuencia, los escenarios analizados se consideran coherentes y factibles porque prevén crecimientos de demanda que pueden ser satisfechas con los recursos hídricos y responden a las planificaciones sectoriales existentes. En esta situación la satisfacción de las demandas y los déficit que se producen requerirán medidas de gestión de la demanda (ahorro de agua) y de reúso de las aguas servidas. En todo caso, estas medidas serán menores que las requeridas en la hipótesis D1 porque las demandas consuntivas han disminuido. En concreto habría que implementar:

- Medidas de gestión:
  - aumento de la eficiencia en sistemas de transporte y distribución.
  - tecnificación de los sistemas de riego.
  - formalización completa de los derechos de uso.
  - aplicación de procesos sancionadores.
- Medidas estructurales en Cháparra-Chincha:
  - reúso de aguas servidas.

#### **6.7.5. Efectos socioeconómicos y ambientales**

Los efectos socioeconómicos relacionados con el incremento de la demanda agrícola con respecto a la situación actual deben dar lugar a la creación de un elevado número de em-

pleos en este sector e incrementos importantes de la producción agraria, tanto para el autoabastecimiento de la población, como para la exportación a los mercados internacionales. Asimismo se garantiza la fijación de la población rural al territorio

Los efectos ambientales recogidos con carácter general en el apartado anterior, tendrían unas repercusiones moderadas en los escenarios analizados, aunque en las cuencas deficitarias continuará la dificultad para evitar la sobre explotación de acuíferos y el mantenimiento de los caudales mínimos de carácter ambiental en la vertiente pacífica.

## 6.8. Escenarios de la hipótesis 3 de demanda (horizonte 2021)

### 6.8.1. Datos básicos

Esta hipótesis D3 supone una mayor expansión de la superficie de riego, incluso por encima del plan sectorial y, a pesar del aumento de la eficiencia, la demanda supera a la de la D2, pero sería inferior a la de la D1. En la página siguiente se sintetizan los balances para cada AAA que se deducen de considerar la tercera hipótesis de evolución de las demandas de agua, con las tres hipótesis de evolución de los recursos hídricos naturales (superficiales más subterráneos). Todos los resultados se expresan en hectómetros cúbicos al año. En esta información tanto los recursos hídricos, como las demandas de agua son acumulados.

Se presentan dos cuadros para resaltar la importancia de la mejora de la eficiencia del regadío. El resultado del balance hídrico se sintetiza en las siguientes conclusiones:

- Los resultados para cada Región Hidrográfica empeoran con respecto a las dos hipótesis anteriores, por la menor disponibilidad de los recursos hídricos. En cualquier caso, sólo la RH Pacífico plantea problemas para satisfacer la demanda consuntiva, con la AAA de Cháparra-Chincha como ejemplo más claro en todas las hipótesis.
- Sin mejora de la eficiencia de riego. La AAA II. Cháparra-Chincha presenta déficit en todas las hipótesis de evolución de los recursos motivados por el cambio climático, entre **-1 013** y **-2 172** Hm<sup>3</sup>/año.
- Con aumento de la eficiencia de riego. La AAA II. Cháparra-Chincha presenta superávit de 76 Hm<sup>3</sup>/año en el primer escenario de recursos hídricos, pero se mantiene deficitaria en las otras dos hipótesis de evolución de los recursos motivados por el cambio climático, entre **-523** y **-1 083** Hm<sup>3</sup>/año. Estos valores tan similares a los de la hipótesis D2 de incremento expansivo de la superficie agraria, está motivado por el aumento de la eficiencia del regadío que neutraliza el efecto sobre la demanda.
- Aunque el resto de las AAA son globalmente excedentarias, es posible que algunas cuencas hidrográficas sean deficitarias.

Cuadro 6.11. Balances hídricos para el horizonte 2021 para la hipótesis 3 de demandas. Sin mejora eficiencia de riego

AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA		Situación actual 2012			Recursos hídricos medios			Demanda D3	Balances hídricos		
		Recursos	Demandas	Balance	R.1	R.2	R.3		B.3.1	B.3.2	B.3.3
I	Caplina-Ocoña	7 569	3 297	4 272	9 248	7 573	6 000	4 371	4 872	3 198	1 625
II	Cháparra-Chincha	2 766	3 691	-925	3 369	2 770	2 209	4 378	-1 013	-1 611	-2 172
III	Cañete-Fortaleza	6 695	4 465	2 230	7 825	6 695	5 600	5 294	2 531	1 402	307
IV	Huarmey-Chicama	6 216	3 098	3 118	6 727	6 216	5 712	4 431	2 297	1 786	1 282
V	Jequetepeque-Zarumilla	11 840	6 602	5 238	13 049	11 839	10 666	9 187	3 864	2 654	1 481
VI	Marañón	117 580	771	116 809	126 593	113 102	99 802	1 069	125 524	112 033	98 733
VII	Amazonas	1 464 762	3 687	1 461 075	1 703 803	1 542 758	1 401 493	4 937	1 698 866	1 537 821	1 396 556
VIII	Huallaga	147 451	808	146 643	157 269	133 253	127 942	1 089	156 180	132 164	126 854
IX	Ucayali	587 735	2 055	585 680	666 557	587 735	509 675	2 715	663 842	585 020	506 960
X	Mantaro	13 818	912	12 906	16 408	13 818	11 322	1 085	15 323	12 733	10 238
XI	Pampas-Apurímac	31 400	429	30 971	36 953	31 400	26 018	886	36 067	30 513	25 132
XII	Urubamba-Vilcanota	81 415	574	80 841	92 656	81 415	70 289	573	92 083	80 842	69 716
XIII	Madre de Dios	333 791	80	333 711	374 175	364 067	353 967	101	374 074	363 966	353 866
XIV	Titicaca	6 259	1 160	5 099	7 039	6 259	5 512	1 485	5 554	4 774	4 027

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.12. Balances hídricos para el horizonte 2021 para la hipótesis 3 de demandas. Con mejora eficiencia de riego

AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA		Situación actual 2012			Recursos hídricos medios			Demanda D3	Balances hídricos		
		Recursos	Demandas	Balance	R.1	R.2	R.3		B.3.1	B.3.2	B.3.3
I	Caplina-Ocoña	7 569	3 297	4 272	9 248	7 573	6 000	3 338	5 905	4 231	2 658
II	Cháparra-Chincha	2 766	3 691	-925	3 369	2 770	2 209	3 289	76	-523	-1 083
III	Cañete-Fortaleza	6 695	4 465	2 230	7 825	6 695	5 600	4 291	3 534	2 404	1 309
IV	Huarmey-Chicama	6 216	3 098	3 118	6 727	6 216	5 712	3 364	3 364	2 853	2 349
V	Jequetepeque-Zarumilla	11 840	6 602	5 238	13 049	11 839	10 666	6 978	6 073	4 862	3 690
VI	Marañón	117 580	771	116 809	126 593	113 102	99 802	861	125 732	112 241	98 941
VII	Amazonas	1 464 762	3 687	1 461 075	1 703 803	1 542 758	1 401 493	3 894	1 699 909	1 538 865	1 397 600
VIII	Huallaga	147 451	808	146 643	157 269	133 253	127 942	849	156 420	132 404	127 093
IX	Ucayali	587 735	2 055	585 680	666 557	587 735	509 675	2 118	664 438	585 617	507 557
X	Mantaro	13 818	912	12 906	16 408	13 818	11 322	847	15 561	12 971	10 475
XI	Pampas-Apurímac	31 400	429	30 971	36 953	31 400	26 018	675	36 278	30 724	25 343
XII	Urubamba-Vilcanota	81 415	574	80 841	92 656	81 415	70 289	445	92 211	80 970	69 844
XIII	Madre de Dios	333 791	80	333 711	374 175	364 067	353 967	99	374 076	363 968	353 868
XIV	Titicaca	6 259	1 160	5 099	7 039	6 259	5 512	1 124	5 916	5 136	4 389

Fuente: Elaboración propia

### 6.8.2. Coherencia y factibilidad

- **Demandas.** En esta hipótesis de demanda para el *riego* se superan las previsiones recogidas del MINAGRI, así como en la eficiencia del riego prevista en el mismo. Por tanto, se trata de una evolución expansiva de la producción agrícola. El resto de las demandas sigue el mismo criterio de expansión por encima de las previsiones de las planificaciones sectoriales.
- **Recursos hídricos.** En relación con los recursos hídricos, las tres hipótesis consideradas implican, respectivamente al nivel global, un incremento de los recursos, una estabilidad de los mismos en el tiempo y una reducción apreciable.
- **Balances hídricos.** En relación con los balances, la satisfacción de las demandas muy aumentadas y la eliminación de los déficit existentes en la vertiente del Pacífico pueden generar problemas, sobre todo en Cháparra-Chincha. Hay que resaltar que el importante incremento de la demanda agrícola se compensa, en parte, con el aumento de un 12% de la eficiencia de riego.

### 6.8.3. Valoración cualitativa de escenarios

Los déficits que se producen con el incremento de la demanda en algunas cuencas pacíficas exige la adopción de medidas de gestión y de medidas estructurales. Entre aquéllas se encuentran todas las relativas al ahorro de agua, mientras que, entre las estructurales, destacan los embalses de regulación. Además está la aportación de recursos externos de los numerosos trasvases ya en funcionamiento y los potenciales proyectos de trasvase ya aprobados, pero todavía no ejecutados. Por tanto, los escenarios analizados son factibles con las medidas ya mencionadas, y para el escenario E 3.3, escaso en recursos hídricos, habría que intensificarlas.

Además de todas ellas, en algunas zonas con gran escasez de agua pero de clima muy favorable para cultivos muy cotizados al nivel internacional (frutas y verduras) deberían desarrollarse más los proyectos de riego a presión para reducir los consumos y liberar recursos hídricos para usarlos en otras áreas. También debe avanzarse en la depuración de aguas residuales urbanas.

La demanda agraria a satisfacer en estos escenarios es expansiva por lo que puede contribuir a satisfacer el autoabastecimiento, las necesidades del mercado internacional y la fijación de la población rural.

De los escenarios analizados se propone el escenario E 3.3 para profundizar en el análisis, porque es en el que menos recursos hídricos se dispone y, por lo tanto, habrá que tener previstas las medidas maximalistas para poder equilibrar los elevados déficits que se producen tanto en la AAA Cháparra-Chincha, como en algunas cuencas pacíficas de otras administraciones del agua.

#### **6.8.4. Medidas a aplicar**

Para eliminar los déficits habrá que recurrir a medidas de gestión de la demanda (ahorro de agua), a medidas estructurales para aumentar la regulación, a la explotación de acuíferos infrautilizados y, en las cuencas con recursos propios insuficientes, a la aportación externa de aguas trasvasadas de proyectos que ya están en funcionamiento. Otra medida importante en este caso sería afrontar la modernización de regadíos cambiando el sistema de riego tradicional por riego tecnificado en las cuencas más deficitarias, de manera que se reduzcan los consumos drásticamente y se liberen recursos hídricos. Con todo ello y eventualmente, con el desarrollo de infraestructuras de trasvase ya aprobadas pero no realizadas, se podría garantizar la satisfacción de las demandas. En definitiva, las medidas a aplicar serían de la siguiente tipología:

- Medidas de gestión:
  - Aumento de la eficiencia en sistemas de transporte y distribución.
  - Tecnificación de los sistemas de riego.
  - Formalización completa de los derechos de uso.
  - Aplicación de procesos sancionadores.
  - Capacitación de los usuarios.
  
- Medidas estructurales en Cháparra-Chincha:
  - Reúso de aguas servidas.
  - Embalses de regulación.
  - Recarga de acuíferos y utilización de los no sobreexplotados.
  - Trasvases externos.

#### **6.8.5. Efectos socioeconómicos y ambientales**

Como efectos socioeconómicos del escenario seleccionado, se produciría un elevado crecimiento del empleo y de la producción agrícola, tanto para el autoabastecimiento de la población, como para la exportación a los mercados internacionales, así como la fijación de la población rural a su territorio. En esta situación los mercados internacionales podrían no poder absorber la totalidad de la producción agraria.

Los efectos ambientales tendrían importantes repercusiones porque, en algunas cuencas de la vertiente del Pacífico, será difícil evitar la sobreexplotación de acuíferos y el mantenimiento de caudales mínimos, donde los balances sean deficitarios. Por otra parte, el desarrollo de infraestructuras de regulación y modernización de regadíos para atender las demandas, producirá afecciones medioambientales –tanto de carácter temporal, como permanente– debidas a las propias obras.

### **6.9. Escenarios de la hipótesis 4 de demanda (horizonte 2035)**

#### **6.9.1. Datos básicos**

En el horizonte 2035 la primera hipótesis de demanda considerada, la D4, supone el crecimiento más moderado de los otros tres considerados en este horizonte. En el siguiente cuadro se recogen los balances resultantes para cada AAA considerando la cuarta hipótesis de evolución de las demandas de agua, con las tres alternativas de evolución de los recursos hídricos naturales (superficiales más subterráneos) para este horizonte. Como en los casos anteriores, los valores de recursos y demandas son acumulados y están expresados en hectómetros cúbicos al año.

Asimismo, se vuelven a presentar los resultados de los balances considerando que las eficiencias de riego y abastecimiento siguen siendo la misma que en la actualidad, y los resultados considerando que la eficiencia de riego ha subido hasta el 50% y la eficiencia de abastecimiento hasta el 60%.

A la vista de dichos resultados se puede concluir lo siguiente:

- La RH Pacífico es la que sigue presentando los mayores problemas para satisfacer sus demandas, con la AAA de Cháparra-Chincha como ejemplo más claro en todas las hipótesis.
- La RH Amazonas continúa presentando unos balances tan excedentarios que en ninguna de las hipótesis planteadas ni en otras peores se podría llegar a concluir que vaya a tener problemas de satisfacción de la demanda. No obstante, podrían presentarse déficits puntuales que se podrían resolver claramente con medidas estructurales de baja intensidad o bajo impacto.
- La RH Titicaca sigue estando en el mismo orden de magnitud que la AAA V Jequetepeque-Zarumilla, pero como el porcentaje de la demanda respecto del recurso hídrico, en el primer caso, no llega a superar el 24% en el peor de los casos, frente al 73% de la AAA V se puede concluir claramente que no es previsible que dicha RH vaya a tener problemas globales de satisfacción de la demanda. No obstante, puede ocurrir lo mismo que la RH Amazonas y se presenten déficit puntuales, pero no será debido a la inexistencia de recurso sino a la falta de infraestructuras para regularlo.
- Sin mejora de la eficiencia de riego, se incorporan al balance deficitario la AAA I. Caplina-Ocoña, la AAA III. Cañete-Fortaleza y la AAA V. Jequetepeque-Zarumilla, que presentan déficit en la hipótesis 6 de recursos hídricos de **-60, -1 142 y -172 Hm<sup>3</sup>/año**, cifras muy elevadas. La AAA II. Cháparra-Chincha se mantiene deficitaria en todas las hipótesis de evolución de los recursos motivados por el cambio climático, entre **-603 y -2 908 Hm<sup>3</sup>/año**.
- Con aumento de la eficiencia de riego. La AAA II. Cháparra-Chincha presenta superávit de 739 Hm<sup>3</sup>/año en la cuarta hipótesis de recursos hídricos, pero se mantiene deficitaria en las otras dos hipótesis de evolución de los recursos motivados por el cambio climático,

entre -493 y -1 570 Hm<sup>3</sup>/año. La AAA Cañete-Fortaleza posee un exíguo superávit de 90 Hm<sup>3</sup>/año ya que la eficiencia de riego no tiene tanto efecto porque la mayor de sus demandas es de tipo poblacional. No obstante, es una cifra que podría ser preocupante por la importancia de la actividad económica y ambiental asociada al agua de este territorio.

- Aunque el resto de las AAA son globalmente excedentarias, es posible que algunas cuencas hidrográficas sean deficitarias, tal y como se ha detectado en la situación actual.

Cuadro 6.13. Balances hídricos para el horizonte 2035 para la hipótesis 4 de demandas. Sin mejora eficiencia de riego

AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA		Situación actual 2012			Recursos hídricos medios			Demanda D4	Balances hídricos		
		Recursos	Demandas	Balance	R.4	R.5	R.6		B.4.4	B.4.5	B.4.6
I	Caplina-Ocoña	7 569	3 297	4 272	11 003	7 569	4 546	4 605	6 398	2 964	-60
II	Cháparra-Chincha	2 766	3 691	-925	3 994	2 766	1 690	4 598	-603	-1 831	-2 908
III	Cañete-Fortaleza	6 695	4 465	2 230	8 982	6 695	4 549	5 690	3 291	1 005	-1 142
IV	Huarmey-Chicama	6 216	3 098	3 118	7 247	6 216	5 217	4 676	2 570	1 540	541
V	Jequetepeque-Zarumilla	11 840	6 602	5 238	14 295	11 840	9 537	9 709	4 586	2 131	-172
VI	Marañón	117 580	771	116 809	135 677	108 646	82 439	1 172	134 505	107 474	81 267
VII	Amazonas	1 464 762	3 687	1 461 075	1 846 979	1 542 723	1 243 313	5 319	1 841 660	1 537 404	1 237 994
VIII	Huallaga	147 451	808	146 643	167 122	137 674	108 646	1 162	165 959	136 512	107 484
IX	Ucayali	587 735	2 055	585 680	745 975	587 735	432 608	2 906	743 069	584 829	429 702
X	Mantaro	13 818	912	12 906	19 073	13 818	8 945	1 158	17 915	12 660	7 787
XI	Pampas-Apurímac	31 400	429	30 971	42 645	31 400	20 855	940	41 705	30 459	19 914
XII	Urubamba-Vilcanota	81 415	574	80 841	103 986	81 415	59 314	612	103 374	80 803	58 702
XIII	Madre de Dios	333 791	80	333 711	414 670	394 410	374 175	113	414 557	394 297	374 062
XIV	Titicaca	6 259	1 160	5 099	7 849	6 259	4 800	1 567	6 282	4 692	3 233

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.14. Balances hídricos para el horizonte 2035 para la hipótesis 4 de demandas. Con mejora eficiencia de riego

AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA		Situación actual 2012			Recursos hídricos medios			Demanda D4	Balances hídricos		
		Recursos	Demandas	Balance	R.4	R.5	R.6		B.4.4	B.4.5	B.4.6
I	Caplina-Ocoña	7 569	3 297	4 272	11 003	7 569	4 546	3 336	7 667	4 233	1 210
II	Cháparra-Chincha	2 766	3 691	-925	3 994	2 766	1 690	3 260	735	-493	-1 570
III	Cañete-Fortaleza	6 695	4 465	2 230	8 982	6 695	4 549	4 458	4 523	2 237	90
IV	Huarmey-Chicama	6 216	3 098	3 118	7 247	6 216	5 217	3 365	3 881	2 851	1 852
V	Jequetepeque-Zarumilla	11 840	6 602	5 238	14 295	11 840	9 537	6 995	7 301	4 846	2 542
VI	Marañón	117 580	771	116 809	135 677	108 646	82 439	917	134 761	107 729	81 523
VII	Amazonas	1 464 762	3 687	1 461 075	1 846 979	1 542 723	1 243 313	4 036	1 842 942	1 538 687	1 239 276
VIII	Huallaga	147 451	808	146 643	167 122	137 674	108 646	868	166 253	136 806	107 778
IX	Ucayali	587 735	2 055	585 680	745 975	587 735	432 608	2 173	743 802	585 562	430 435
X	Mantaro	13 818	912	12 906	19 073	13 818	8 945	866	18 207	12 952	8 079
XI	Pampas-Apurímac	31 400	429	30 971	42 645	31 400	20 855	680	41 965	30 719	20 174
XII	Urubamba-Vilcanota	81 415	574	80 841	103 986	81 415	59 314	455	103 531	80 960	58 859
XIII	Madre de Dios	333 791	80	333 711	414 670	394 410	374 175	111	414 559	394 299	374 064
XIV	Titicaca	6 259	1 160	5 099	7 849	6 259	4 800	1 123	6 726	5 136	3 677

Fuente: Elaboración propia



### 6.9.2. Coherencia y factibilidad

Esta hipótesis de crecimiento sectorial es la más moderada de las consideradas en este horizonte, sin embargo, es la segunda mayor demanda de las tres.

- **Demandas.** La superficie agrícola para el periodo 2021-35 se considera que debe reducir su ritmo de crecimiento, sin embargo, la eficiencia del riego debe seguir mejorando. Esta moderación del incremento es consecuencia del proceso de maduración que debe alcanzar el regadío en el primer horizonte de planificación, del desarrollo social que debe ir evolucionando hacia otros sectores productivos, así como del efecto de saturación de las inversiones.

La demanda *poblacional* crece moderadamente, menos que las previsiones del INEI, pero se considera que existe un aumento en la eficiencia de abastecimiento hasta el 60%. También existe un crecimiento más moderado del resto de las demandas. Esta situación de crecimiento muy moderado de las demandas permitiría una consolidación de los logros del primer periodo.

- **Recursos hídricos.** En este horizonte, las hipótesis de evolución de los recursos hídricos considerados se corresponden con los máximos crecimientos o disminuciones previstos por el SENAMHI para las precipitaciones. En la hipótesis 4 el crecimiento es el máximo previsto por el SENAMHI, en la hipótesis 5 es un promedio entre el máximo crecimiento y la máxima disminución previstos, y la hipótesis 6 es la máxima disminución prevista por dicho organismo.
- **Balances hídricos.** El incremento de las demandas genera mayor dificultad para satisfacerlas, especialmente en algunas cuencas del Pacífico, y por tanto, es más difícil eliminar los déficits existentes y la sobreexplotación de acuíferos. La corrección de los déficits existentes con este nivel de desarrollo de las demandas no es tarea fácil y se requieren medidas de gestión de la demanda y medidas estructurales.

### 6.9.3. Valoración cualitativa de escenarios

El incremento de la demanda en estos escenarios produce un aumento de los déficits en algunas cuencas de la vertiente del Pacífico que deben ser subsanados con medidas de gestión y medidas estructurales.

En las cuencas deficitarias de la vertiente del Pacífico existen numerosos trasvases, cuya gestión debe ser optimizada. Existen también otros trasvases proyectados, pero no ejecutados que, en algunos casos, puede ser necesario implementarlos para eliminar determinados déficit. En el caso de la AAA Cháparra-Chincha, la II Etapa del Majes Sigvas podría llegar a aportar unos 348 Hm<sup>3</sup>/año adicionales que, aún así, no serían suficientes para corregir los déficit previstos en los escenarios 4.5 y 4.6.

La ralentización del incremento de la superficie agrícola es adecuada para consolidar el riego existente y sustituir las inversiones para aumentar la frontera agrícola en mejorar el riego de la superficie agrícola existente. Otra fórmula para no incrementar el consumo de agua en este horizonte sería utilizar el ahorro de agua que se produciría en la tecnificación de los riegos existentes, en ampliar la frontera agrícola con la condición de que la eficiencia de riego en las nuevas superficies no fuera inferior en ningún caso al 60%. De esta manera, se podrían alcanzar mayores producciones con el mismo consumo de agua.

También se insiste –aunque no es una demanda concreta- en la necesidad de avanzar en la depuración de las aguas residuales urbanas para reducir la afección a la calidad del agua para usos poblacional, agrícola e industrial. Complementariamente, ese tratamiento de depuración permite el reúso con garantías sanitarias, proporcionando un recurso hídrico adicional muy necesario con estos niveles de balance hídrico. Las demandas sectoriales de la industria, minería y otras, se atienden con suficiencia creciente a lo largo del tiempo para evitar que la falta de disponibilidad de agua constituya una limitación al desarrollo de los diferentes sectores.

De los escenarios analizados se propone el escenario E 4.5 como el más adecuado para profundizar en el análisis.

#### **6.9.4. Medidas a aplicar**

Teniendo en cuenta el escenario escogido 4.5, las medidas a aplicar deberían ser tanto de gestión para todas las cuencas como estructurales en el caso de las cuencas claramente deficitarias. En concreto habría que implementar:

- Medidas de gestión:
  - Aumento de la eficiencia en sistemas de transporte y distribución
  - Tecnificación de los sistemas de riego
  - Capacitación y sensibilización de los usuarios
  - Formalización completa de los derechos de uso
  - Aplicación de procesos sancionadores, en caso necesario.
  
- Medidas estructurales en Cháparra-Chincha:
  - Reúso de aguas servidas adecuadamente tratadas
  - Transferencia de otras cuencas

#### **6.9.5. Efectos socioeconómicos y ambientales**

Los principales efectos socioeconómicos son un bajo crecimiento de la producción agrícola y del empleo, pero se podría llegar a asegurar el autoabastecimiento. También sería menor la fijación de la población en las zonas rurales respecto del resto de hipótesis de demanda.

Los efectos ambientales, con estos niveles de desarrollo de las demandas, serían moderados. Fundamentalmente porque cualquier aprovechamiento de aguas produce una modificación del régimen natural, tanto de las aguas superficiales, como subterráneas y, aunque las afecciones pueden limitarse estableciendo caudales mínimos y una explotación ordenada de las aguas subterráneas, los efectos medioambientales son inevitables cuando el nivel de extracciones es elevado, especialmente en la vertiente del Pacífico.

En esta fase de desarrollo de la demanda puede haber afecciones ambientales por el aprovechamiento intensivo del agua y generadas por las propias infraestructuras que deben ser corregidas debidamente. No obstante, no se prevén grandes infraestructuras de regulación aunque en las unidades deficitarias podrían darse casos puntuales de sobreexplotación y de falta de caudales mínimos.

## **6.10. Escenarios de la hipótesis 5 de demanda (horizonte 2035)**

### **6.10.1. Datos básicos**

En esta hipótesis de demanda el crecimiento previsto es el intermedio de los 3 considerados en este horizonte. En el siguiente cuadro se recogen los balances resultantes para cada AAA considerando la quinta hipótesis de evolución de las demandas de agua, con las tres alternativas de evolución de los recursos hídricos naturales (superficiales más subterráneos) para este horizonte. Como en los casos anteriores, los valores de recursos y demandas son acumulados y están expresados en hectómetros cúbicos al año.

Asimismo, se vuelven a presentar los resultados de los balances considerando que las eficiencias de riego y abastecimiento siguen siendo la misma que en la actualidad, y los resultados considerando que la eficiencia de riego ha subido hasta el 57% y la eficiencia de abastecimiento hasta el 60%.

A la vista de dichos resultados se puede concluir lo siguiente:

- Se confirma que la RH Pacífico es la que puede presentar los mayores problemas para satisfacer sus demandas, con la AAA de Cháparra-Chincha como ejemplo más claro en dos de las tres hipótesis.
- Se confirma que la RH Amazonas no va a tener graves problemas de satisfacción de la demanda dando el amplio margen de los balances. No obstante, los posibles déficits puntuales se podrían resolver con medidas estructurales de baja intensidad.
- La RH Titicaca sigue estando en el mismo orden de magnitud que la AAA V Jequetepeque-Zarumilla, pero como el porcentaje de su demanda respecto del recurso hídrico, es mucho menor que en la AAA V se puede concluir claramente que no es previsible que dicha RH vaya a tener problemas globales de satisfacción de la demanda. No obstante,

puede ocurrir lo mismo que la RH Amazonas y se presenten déficit puntuales, pero no será debido a la inexistencia de recurso sino a la falta de infraestructuras para regularlo.

- Sin mejora de la eficiencia de riego, resultan deficitarias la AAA I. Caplina-Ocoña, la AAA III. Cañete-Fortaleza y la AAA V. Jequetepeque-Zarumilla que presentan déficit en la hipótesis 6 de recursos hídricos de **-497, -1 595 y -1 114 Hm<sup>3</sup>/año**, respectivamente, superiores a los detectados en la hipótesis anterior de demandas. La AAA II. Cháparra-Chincha se mantiene deficitaria en todas las hipótesis de evolución de los recursos motivados por el cambio climático, entre **-1 057 y -3 362 Hm<sup>3</sup>/año**.
- Con aumento de la eficiencia de riego, la AAA II. Cháparra-Chincha presenta superávit de 837 Hm<sup>3</sup>/año en la cuarta hipótesis de recursos hídricos, pero se mantiene deficitaria en las otras dos hipótesis de evolución de los recursos motivados por el cambio climático, entre **-390 y -1 467 Hm<sup>3</sup>/año**. La AAA Cañete-Fortaleza posee un exíguo superávit de 150 Hm<sup>3</sup>/año, que podría ser preocupante por la importancia de la actividad económica y ambiental asociada al agua de este territorio.
- Aunque el resto de las AAA son globalmente excedentarias, es posible que algunas cuencas hidrográficas sean deficitarias.

Cuadro 6.15. Balances hídricos para el horizonte 2035 para la hipótesis 5 de demandas. Sin mejora eficiencia de riego

AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA		Situación actual 2012			Recursos hídricos medios			Demanda D5	Balances hídricos		
		Recursos	Demandas	Balance	R.4	R.5	R.6		B.5.4	B.5.5	B.5.6
I	Caplina-Ocoña	7 569	3 297	4 272	11 003	7 569	4 546	5 043	5 960	2 526	-497
II	Cháparra-Chincha	2 766	3 691	-925	3 994	2 766	1 690	5 051	-1 057	-2 285	-3 362
III	Cañete-Fortaleza	6 695	4 465	2 230	8 982	6 695	4 549	6 143	2 838	552	-1 595
IV	Huarmey-Chicama	6 216	3 098	3 118	7 247	6 216	5 217	5 124	2 122	1 092	93
V	Jequetepeque-Zarumilla	11 840	6 602	5 238	14 295	11 840	9 537	10 651	3 644	1 189	-1 114
VI	Marañón	117 580	771	116 809	135 677	108 646	82 439	1 275	134 402	107 371	81 164
VII	Amazonas	1 464 762	3 687	1 461 075	1 846 979	1 542 723	1 243 313	5 784	1 841 194	1 536 939	1 237 528
VIII	Huallaga	147 451	808	146 643	167 122	137 674	108 646	1 266	165 856	136 408	107 380
IX	Ucayali	587 735	2 055	585 680	745 975	587 735	432 608	3 164	742 811	584 571	429 444
X	Mantaro	13 818	912	12 906	19 073	13 818	8 945	1 261	17 812	12 557	7 684
XI	Pampas-Apurímac	31 400	429	30 971	42 645	31 400	20 855	1 029	41 616	30 370	19 825
XII	Urubamba-Vilcanota	81 415	574	80 841	103 986	81 415	59 314	667	103 319	80 748	58 647
XIII	Madre de Dios	333 791	80	333 711	414 670	394 410	374 175	119	414 550	394 291	374 055
XIV	Titicaca	6 259	1 160	5 099	7 849	6 259	4 800	1 718	6 131	4 541	3 082

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.16. Balances hídricos para el horizonte 2035 para la hipótesis 5 de demandas. Con mejora eficiencia de riego

AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA		Situación actual 2012			Recursos hídricos medios			Demanda D5	Balances hídricos		
		Recursos	Demandas	Balance	R.4	R.5	R.6		B.5.4	B.5.5	B.5.6
I	Caplina-Ocoña	7 569	3 297	4 272	11 003	7 569	4 546	3 245	7 758	4 324	1 301
II	Cháparra-Chincha	2 766	3 691	-925	3 994	2 766	1 690	3 157	837	-390	-1 467
III	Cañete-Fortaleza	6 695	4 465	2 230	8 982	6 695	4 549	4 398	4 583	2 297	150
IV	Huarmey-Chicama	6 216	3 098	3 118	7 247	6 216	5 217	3 268	3 979	2 949	1 950
V	Jequetepeque-Zarumilla	11 840	6 602	5 238	14 295	11 840	9 537	6 806	7 489	5 034	2 730
VI	Marañón	117 580	771	116 809	135 677	108 646	82 439	913	134 764	107 733	81 526
VII	Amazonas	1 464 762	3 687	1 461 075	1 846 979	1 542 723	1 243 313	3 968	1 843 011	1 538 755	1 239 345
VIII	Huallaga	147 451	808	146 643	167 122	137 674	108 646	849	166 272	136 824	107 797
IX	Ucayali	587 735	2 055	585 680	745 975	587 735	432 608	2 126	743 849	585 609	430 482
X	Mantaro	13 818	912	12 906	19 073	13 818	8 945	847	18 226	12 971	8 098
XI	Pampas-Apurímac	31 400	429	30 971	42 645	31 400	20 855	661	41 984	30 738	20 193
XII	Urubamba-Vilcanota	81 415	574	80 841	103 986	81 415	59 314	444	103 542	80 971	58 870
XIII	Madre de Dios	333 791	80	333 711	414 670	394 410	374 175	116	414 553	394 294	374 058
XIV	Titicaca	6 259	1 160	5 099	7 849	6 259	4 800	1 089	6 760	5 170	3 711

Fuente: Elaboración propia

### 6.10.2. Coherencia y factibilidad

- **Demandas.** Lo más llamativo de **las demandas** en esta hipótesis es que **son inferiores a las actuales**. Esto significa que con un aumento de la eficiencia en los sistemas de riego y abastecimiento, **el Perú puede seguir creciendo sin aumentar su consumo de agua**. Por ejemplo, el ritmo de crecimiento previsto para la superficie *agrícola* en el periodo 2021-35 es superior al de la hipótesis 4, pero se incrementa notablemente la eficiencia de riego (57%), lo que compensa no solo dicho crecimiento sino que lo supera. Para la demanda *poblacional* se aplican las previsiones del INEI y de las EPS en cuanto al crecimiento de la población, y se considera que la eficiencia de abastecimiento es del 60%. El resto de las demandas siguen incrementándose, más que en la hipótesis 4, pero menos que en la 6. Esta situación es de crecimiento moderado, pero importante para el nivel de desarrollo alcanzado en el Perú en esta fase.
- **Recursos hídricos.** En este horizonte, las hipótesis de evolución de los recursos hídricos considerados se corresponden con los máximos crecimientos o disminuciones previstos por el SENAMHI para las precipitaciones. En la hipótesis 4 el crecimiento es el máximo previsto por el SENAMHI, en la hipótesis 5 es un promedio entre el máximo crecimiento y la máxima disminución previstos, y la hipótesis 6 es la máxima disminución prevista por dicho organismo.
- **Balances hídricos.** El resultado de los balances es más favorable que en la hipótesis anterior de demandas, ya que esta ha disminuido en términos globales respecto de la resultante en la hipótesis 4.

### 6.10.3. Valoración cualitativa de escenarios

En estos escenarios, como ya se ha comentado, los balances resultantes más favorables que en la hipótesis 4 de demandas, pero la AAA II sigue siendo deficitaria en la mayoría de los escenarios.

### 6.10.4. Medidas a aplicar

Teniendo en cuenta el escenario escogido 5.5, las medidas a aplicar deberían ser tanto de gestión para todas las cuencas como estructurales en el caso de las cuencas claramente deficitarias. En concreto habría que implementar:

- Medidas de gestión:
  - Aumento de la eficiencia en sistemas de transporte y distribución
  - Tecnificación de los sistemas de riego
  - Capacitación y sensibilización de los usuarios
  - Formalización completa de los derechos de uso
  - Aplicación de procesos sancionadores, en caso necesario.
- Medidas estructurales en Cháparra-Chincha:

- Reúso de aguas servidas adecuadamente tratadas
- Transferencia de otras cuencas

#### 6.10.5. Efectos socioeconómicos y ambientales

Los principales efectos socioeconómicos son un moderado crecimiento de la producción agrícola y del empleo, además de un aseguramiento del autoabastecimiento. También sería moderada la fijación de la población en las zonas rurales respecto del resto de hipótesis de demanda.

Los efectos ambientales, con estos niveles de crecimiento sectorial, también serían moderados, pero al no prever grandes infraestructuras de regulación (salvo la II Etapa del Majes-Siguas), y resultar los balances hídricos más favorables que en el resto de escenarios en este horizonte, los efectos serían menores que en el resto.

#### 6.11. Escenarios de la hipótesis 6 de demanda (horizonte 2035)

##### 6.11.1. Datos básicos

Esta hipótesis D6 supone una mayor expansión de la superficie de riego y, a pesar del aumento de la eficiencia, la demanda supera a la de la D4 y a la D5. En la página siguiente se sintetizan los balances para cada AAA que se deducen de considerar la sexta hipótesis de evolución de las demandas de agua, con las tres hipótesis de evolución de los recursos hídricos naturales (superficiales más subterráneos). Todos los resultados se expresan en hectómetros cúbicos al año. En esta información tanto los recursos hídricos, como las demandas de agua son acumulados.

Se presentan dos cuadros para resaltar la importancia de la mejora de la eficiencia del riego. El resultado del balance hídrico se sintetiza en las siguientes conclusiones:

- Los resultados para cada Región Hidrográfica empeoran con respecto a las dos hipótesis anteriores, por la menor disponibilidad de los recursos hídricos. En cualquier caso, sólo la RH Pacífico plantea problemas para satisfacer la demanda consuntiva, con la AAA de Cháparra-Chincha como ejemplo más claro en todas las hipótesis.
- Sin mejora de la eficiencia de riego. Todas las AAA de la vertiente pacífica son deficitarias en la hipótesis 6 de recursos hídricos. La AAA II. Cháparra-Chincha se mantiene deficitaria en todas las hipótesis de evolución de los recursos motivados por el cambio climático, entre  $-1\ 520$  y  $-3\ 824$  Hm<sup>3</sup>/año.
- Con aumento de la eficiencia de riego. La AAA II. Cháparra-Chincha presenta superávit de  $713$  Hm<sup>3</sup>/año en la cuarta hipótesis de recursos hídricos, pero se mantiene deficitaria en las otras dos hipótesis de evolución de los recursos motivados por el cambio climático, entre  $-515$  y  $-1\ 592$  Hm<sup>3</sup>/año. La AAA Cañete-Fortaleza también presenta déficit en la hipótesis 6 de recursos hídricos de  $-89$  Hm<sup>3</sup>/año, absolutamente inaceptable por la importancia de la actividad económica y ambiental asociada al agua de este territorio ya que, el

aumento de la eficiencia de riego no tiene tanto efecto al ser su mayor demanda la poblacional.

- Aunque el resto de las AAA son globalmente excedentarias, es posible que algunas cuencas hidrográficas sean deficitarias.



Cuadro 6.17. Balances hídricos para el horizonte 2035 para la hipótesis 6 de demandas. Sin mejora eficiencia de riego

AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA		Situación actual 2012			Recursos hídricos medios			Demanda D6	Balances hídricos		
		Recursos	Demandas	Balance	R.4	R.5	R.6		B.6.4	B.6.5	B.6.6
I	Caplina-Ocoña	7 569	3 297	4 272	11 003	7 569	4 546	5 497	5 506	2 072	-951
II	Cháparra-Chincha	2 766	3 691	-925	3 994	2 766	1 690	5 514	-1 520	-2 748	-3 824
III	Cañete-Fortaleza	6 695	4 465	2 230	8 982	6 695	4 549	6 694	2 287	1	-2 146
IV	Huarmey-Chicama	6 216	3 098	3 118	7 247	6 216	5 217	5 592	1 655	625	-374
V	Jequetepeque-Zarumilla	11 840	6 602	5 238	14 295	11 840	9 537	11 638	2 658	202	-2 101
VI	Marañón	117 580	771	116 809	135 677	108 646	82 439	1 395	134 282	107 250	81 044
VII	Amazonas	1 464 762	3 687	1 461 075	1 846 979	1 542 723	1 243 313	6 308	1 840 671	1 536 415	1 237 005
VIII	Huallaga	147 451	808	146 643	167 122	137 674	108 646	1 378	165 743	136 296	107 268
IX	Ucayali	587 735	2 055	585 680	745 975	587 735	432 608	3 447	742 527	584 288	429 161
X	Mantaro	13 818	912	12 906	19 073	13 818	8 945	1 373	17 700	12 445	7 572
XI	Pampas-Apurímac	31 400	429	30 971	42 645	31 400	20 855	1 122	41 523	30 277	19 732
XII	Urubamba-Vilcanota	81 415	574	80 841	103 986	81 415	59 314	727	103 259	80 688	58 587
XIII	Madre de Dios	333 791	80	333 711	414 670	394 410	374 175	129	414 541	394 281	374 046
XIV	Titicaca	6 259	1 160	5 099	7 849	6 259	4 800	1 875	5 974	4 385	2 925

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 6.18. Balances hídricos para el horizonte 2035 para la hipótesis 6 de demandas. Con mejora eficiencia de riego

AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA		Situación actual 2012			Recursos hídricos medios			Demanda D6	Balances hídricos		
		Recursos	Demandas	Balance	R.4	R.5	R.6		B.6.4	B.6.5	B.6.6
I	Caplina-Ocoña	7 569	3 297	4 272	11 003	7 569	4 546	3 378	7 625	4 191	1 168
II	Cháparra-Chincha	2 766	3 691	-925	3 994	2 766	1 690	3 282	713	-515	-1 592
III	Cañete-Fortaleza	6 695	4 465	2 230	8 982	6 695	4 549	4 638	4 344	2 058	-89
IV	Huarmey-Chicama	6 216	3 098	3 118	7 247	6 216	5 217	3 403	3 843	2 813	1 814
V	Jequetepeque-Zarumilla	11 840	6 602	5 238	14 295	11 840	9 537	7 107	7 188	4 733	2 429
VI	Marañón	117 580	771	116 809	135 677	108 646	82 439	969	134 708	107 677	81 470
VII	Amazonas	1 464 762	3 687	1 461 075	1 846 979	1 542 723	1 243 313	4 168	1 842 811	1 538 555	1 239 145
VIII	Huallaga	147 451	808	146 643	167 122	137 674	108 646	888	166 234	136 786	107 759
IX	Ucayali	587 735	2 055	585 680	745 975	587 735	432 608	2 224	743 751	585 511	430 384
X	Mantaro	13 818	912	12 906	19 073	13 818	8 945	885	18 188	12 933	8 059
XI	Pampas-Apurímac	31 400	429	30 971	42 645	31 400	20 855	689	41 956	30 711	20 166
XII	Urubamba-Vilcanota	81 415	574	80 841	103 986	81 415	59 314	464	103 522	80 950	58 850
XIII	Madre de Dios	333 791	80	333 711	414 670	394 410	374 175	126	414 544	394 285	374 049
XIV	Titicaca	6 259	1 160	5 099	7 849	6 259	4 800	1 133	6 716	5 126	3 667

Fuente: Elaboración propia

### 6.11.2. Coherencia y factibilidad

- **Demandas.** En esta hipótesis la superficie *agraria* en el periodo 2021-35 crece a un ritmo elevado -superior al de las hipótesis anteriores con 40 000 ha/año- y se sigue incrementando la eficiencia de riego (60%), a pesar de lo cual la demanda agraria alcanza los valores máximos de todos los escenarios considerados. Para la demanda *poblacional* se aplican previsiones superiores a las del INEI y de las EPS en cuanto al crecimiento de la población, pero se mantienen constantes las dotaciones para uso poblacional rural y urbano de las hipótesis anteriores, lo que conduce a un crecimiento desmesurado. El resto de las demandas siguen incrementándose ligeramente. Esta situación es de crecimiento ligeramente expansivo teniendo en cuenta el desarrollo alcanzado a este nivel por la superficie de riego en el Perú.
- **Recursos hídricos.** Las tres hipótesis consideradas coinciden con las proyecciones del SENAMHI e implican, respectivamente al nivel global, un incremento de los recursos, una estabilidad de los mismos en el tiempo y una reducción apreciable.
- **Balances hídricos.** Desde el punto de vista de los balances, pueden producirse altas tensiones para satisfacer las demandas -especialmente en algunas cuencas de la vertiente del Pacífico- y para eliminar los déficits existentes y la sobreexplotación de acuíferos. La hipótesis E 6.4 se considera poco probable porque, para esa fecha, no parece verosímil un aumento de los recursos hídricos en régimen natural. Por su parte, el escenario E 6.5 puede presentar problemas de sostenibilidad si no se adoptan medidas con un desarrollo más amplio de los trasvases ya aprobados, pero no ejecutados todavía, y/o la transformación de una extensa superficie de riego en sistemas de riego tecnificado para reducir notablemente la demanda de agua, lo que puede suponer unos costes muy elevados. El mismo comentario cabría hacer para el escenario E 6.6.

### 6.11.3. Valoración cualitativa de los escenarios

Con el incremento de las demandas en los escenarios considerados es previsible la dificultad de satisfacer las demandas y eliminar los déficits –sobre todo en algunas cuencas de la vertiente del Pacífico- si no se adoptan medidas de alto alcance como las mencionadas en el apartado anterior. En principio, salvo aplicación de medidas excepcionales en costo y tiempo, se considera que el mejor escenario es el E 6.4, donde los recursos naturales se benefician del cambio climático pero, la probabilidad de que se produzca es escasa.

Por su parte, en el escenario E 6.6 se produce déficit no sólo en Cháparra-Chincha, sino también en Cañete-Fortaleza, donde está emplazada Lima, la capital del estado, y donde vive una población en la actualidad de más de nueve millones de personas, no puede haber sombra de duda de que se produzca escasez de recursos hídricos. Por estos motivos se propone el escenario E 6.6 para profundizar en su estudio ya que es el que mayores medidas, tanto de gestión, como estructurales, requiere para equilibrar sus déficit.

#### 6.11.4. Medidas a aplicar

Para eliminar los déficits habrá que recurrir a medidas de gestión de la demanda (ahorro de agua), así como a toda la batería de medidas estructurales contempladas. Otra medida importante en las cuencas pacíficas con abundante actividad agraria sería afrontar la modernización de regadíos cambiando el sistema de riego tradicional por riego tecnificado en las cuencas más deficitarias, de manera que se reduzcan los consumos drásticamente y se liberen recursos hídricos. Con todo ello y eventualmente, con el desarrollo de nuevas infraestructuras de trasvase, se podría garantizar la satisfacción de las demandas. En definitiva, las medidas a aplicar serían de la siguiente tipología:

- Medidas de gestión:
  - Aumento de la eficiencia en sistemas de transporte y distribución.
  - Tecnificación de los sistemas de riego.
  - Formalización completa de los derechos de uso.
  - Aplicación de procesos sancionadores.
  - Capacitación de los usuarios.
  
- Medidas estructurales en Cháparra-Chincha:
  - Reúso de aguas servidas.
  - Embalses de regulación.
  - Recarga de acuíferos y utilización de los no sobreexplotados.
  - Trasvases externos.
  
- Medidas estructurales en Cañete-Fortaleza:
  - Reúso de aguas servidas.
  - Embalses de regulación.
  - Recarga de acuíferos y utilización de los no sobreexplotados.
  - Trasvases externos.
  - Desalación de agua de mar.

#### 6.11.5. Efectos socioeconómicos y ambientales

Con la satisfacción de la demanda de riego en esta fase se garantiza el autoabastecimiento, la fijación de la población rural y el acceso a los mercados internacionales para la exportación de productos agrícolas, pero aumenta la incertidumbre de que los mercados internacionales demanden toda la producción de manera sostenible, con lo que aumenta el riesgo de realizar grandes inversiones que no produzcan la rentabilidad esperada.

Las afecciones ambientales serán muy impactantes por el aprovechamiento intensivo de los recursos hídricos y las generadas por las propias infraestructuras pueden ser importantes. Para mitigar los impactos ambientales habrá que determinar las medidas adecuadas para la sostenibilidad de las nuevas infraestructuras.

### 7. ESCENARIOS PRESENTADOS EN EL TALLER MULTISECTORIAL

Los escenarios finalmente seleccionados para el debate en el Taller Multisectorial son han sido los siguientes:

HORIZONTE 2021		EVOLUCIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS		
		HIPÓTESIS 1	HIPÓTESIS 2	HIPÓTESIS 3
EVOLUCIÓN DE LAS DEMANDAS	HIPÓTESIS 1	ESCENARIO 1.1	ESCENARIO 1.2	ESCENARIO 1.3
	HIPÓTESIS 2	ESCENARIO 2.1	ESCENARIO 2.2	ESCENARIO 2.3
	HIPÓTESIS 3	ESCENARIO 3.1	ESCENARIO 3.2	ESCENARIO 3.3

HORIZONTE 2035		EVOLUCIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS		
		HIPÓTESIS 4	HIPÓTESIS 5	HIPÓTESIS 6
EVOLUCIÓN DE LAS DEMANDAS	HIPÓTESIS 4	ESCENARIO 4.4	ESCENARIO 4.5	ESCENARIO 4.6
	HIPÓTESIS 5	ESCENARIO 5.4	ESCENARIO 5.5	ESCENARIO 5.6
	HIPÓTESIS 6	ESCENARIO 6.4	ESCENARIO 6.5	ESCENARIO 6.6

Las principales conclusiones alcanzadas en el análisis de escenarios se sintetizan en las siguientes matrices, una por cada horizonte, en las cuales se pueden observar rápidamente las diferencias entre los escenarios.

Cuadro 7.1. Escenarios propuestos para el Taller Multisectorial. Horizonte 2021

ESCENARIO	DEMANDA	RRHH	BALANCE	MEDIDAS		EFECTOS	
				GESTIÓN	ESTRUCTURALES	SOCIOECONÓMICOS	AMBIENTALES
E 1.3	Crecimiento inferior al de los planes sectoriales  Eficiencia de riego 42%  Eficiencia de abastecimiento 45%	Descenso de los RRHH respecto a la situación actual, salvo AAA Madre de Dios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AAA II Deficitaria (-1 159 Hm<sup>3</sup>/año)</li> <li>• UH deficitarias en el Pacífico</li> <li>• Posibles déficits puntuales en la RH Amazonas y RH Titicaca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento eficiencia sistemas de transporte y distribución</li> <li>• la formalización completa de los derechos de uso</li> <li>• la aplicación de procesos sancionadores, en caso necesario.</li> </ul>	En la AAA II: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reúso de aguas servidas adecuadamente tratadas</li> <li>• Embalses de regulación</li> <li>• Recarga de acuíferos</li> <li>• Transferencia de otras cuencas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crecimiento moderado de la producción agrícola</li> <li>• Crecimiento moderado del empleo</li> <li>• Se asegura el autoabastecimiento</li> <li>• Baja fijación de la población rural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevados.</li> <li>• Será difícil evitar la sobreexplotación de acuíferos y el mantenimiento de los caudales mínimos en UH deficitarias.</li> <li>• La ejecución de obras de regulación, trasvase y modernización del riego producirá efectos temporales y permanentes</li> </ul>
E 2.2	Crecimiento según los planes sectoriales  Eficiencia de riego 45%  Eficiencia de abastecimiento 50%	En general, ni aumento ni descenso de los RRHH salvo AAA Marañón, Huallaga y Madre de Dios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AAA II Deficitaria (-523 Hm<sup>3</sup>/año)</li> <li>• UH deficitarias en el Pacífico</li> <li>• Posibles déficits puntuales en la RH Amazonas y RH Titicaca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento eficiencia sistemas de transporte y distribución</li> <li>• Tecnificación de los sistemas de riego</li> <li>• la formalización completa de los derechos de uso</li> <li>• la aplicación de procesos sancionadores, en caso necesario.</li> </ul>	En la AAA II: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reúso de aguas servidas adecuadamente tratadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crecimiento agrícola según el Plan Nacional de Riego</li> <li>• Crecimiento considerable del empleo</li> <li>• Se asegura el autoabastecimiento</li> <li>• Alta fijación de la población rural</li> <li>• Se pueden aumentar las exportaciones agrícola</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderados.</li> <li>• No se prevén grandes infraestructuras de regulación, sin embargo, en las UH deficitarias pueden darse casos puntuales de sobreexplotación y de falta de caudales mínimos.</li> <li>• No obstante, al ser los balances hídricos más favorables que en el resto de escenarios, los efectos ambientales serán menores.</li> </ul>
E 3.3	Crecimiento superior a los planes sectoriales  Eficiencia de riego 47%  Eficiencia de abastecimiento 50%	Descenso de los RRHH respecto a la situación actual, salvo AAA Madre de Dios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AAA II Deficitaria (-1 083 Hm<sup>3</sup>/año)</li> <li>• UH deficitarias en el Pacífico</li> <li>• Posibles déficits puntuales en la RH Amazonas y RH Titicaca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento eficiencia sistemas de transporte y distribución</li> <li>• Tecnificación de los sistemas de riego</li> <li>• Capacitación de los usuarios</li> <li>• la formalización completa de los derechos de uso</li> <li>• la aplicación de procesos sancionadores, en caso necesario.</li> </ul>	En la AAA II: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuso de aguas servidas adecuadamente tratadas</li> <li>• Embalses de regulación</li> <li>• Recarga de acuíferos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crecimiento elevado de la producción agrícola</li> <li>• Crecimiento elevado del empleo</li> <li>• Se asegura el autoabastecimiento</li> <li>• Alta fijación de la población rural</li> <li>• Los mercados internacionales pueden no tener capacidad para asumir el excedente agrícola producido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elevados.</li> <li>• Será difícil evitar la sobreexplotación de acuíferos y el mantenimiento de los caudales mínimos en UH deficitarias.</li> <li>• La ejecución de obras de regulación y modernización del riego producirá efectos temporales y permanentes</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 7.2. Escenarios propuestos para el Taller Multisectorial. Horizonte 2035

ESCENARIO	DEMANDA	RRHH	BALANCE	MEDIDAS		EFECTOS	
				GESTIÓN	ESTRUCTURALES	SOCIOECONÓMICOS	AMBIENTALES
E 4.5	Crecimiento inferior al de los planes sectoriales  Eficiencia de riego 50%  Eficiencia de abastecimiento 60%	Promedio entre el máximo crecimiento y la máxima disminución previstos por el SENAMHI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AAA II Deficitaria (-493 Hm<sup>3</sup>/año)</li> <li>• UH deficitarias en el Pacífico</li> <li>• Posibles déficits puntuales en la RH Amazonas y RH Titicaca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento eficiencia sistemas de transporte y distribución</li> <li>• Tecnificación de los sistemas de riego</li> <li>• Capacitación de los usuarios</li> <li>• la formalización completa de los derechos de uso</li> <li>• la aplicación de procesos sancionadores, en caso necesario.</li> </ul>	<p>En la AAA II:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuso de aguas servidas adecuadamente tratadas</li> <li>• Transferencia de otras cuencas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crecimiento bajo de la producción agrícola</li> <li>• Bajo crecimiento del empleo</li> <li>• Se asegura el autoabastecimiento</li> <li>• Baja fijación de la población rural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderados.</li> <li>• No se prevén grandes infraestructuras de regulación, sin embargo, en las UH deficitarias pueden darse casos puntuales de sobreexplotación y de falta de caudales mínimos.</li> </ul>
E 5.5	Crecimiento según los planes sectoriales  Eficiencia de riego 57%  Eficiencia de abastecimiento 60%	Promedio entre el máximo crecimiento y la máxima disminución previstos por el SENAMHI	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AAA II Deficitaria (-390 Hm<sup>3</sup>/año)</li> <li>• UH deficitarias en el Pacífico</li> <li>• Posibles déficits puntuales en la RH Amazonas y RH Titicaca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento eficiencia sistemas de transporte y distribución</li> <li>• Tecnificación de los sistemas de riego</li> <li>• Capacitación de los usuarios</li> <li>• la formalización completa de los derechos de uso</li> <li>• la aplicación de procesos sancionadores, en caso necesario.</li> </ul>	<p>En la AAA II:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuso de aguas servidas adecuadamente tratadas</li> <li>• Transferencia de otras cuencas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crecimiento moderado de la producción agrícola</li> <li>• Crecimiento moderado del empleo</li> <li>• Se asegura el autoabastecimiento</li> <li>• Moderado fijación de la población rural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderados.</li> <li>• No se prevén grandes infraestructuras de regulación, sin embargo, en las UH deficitarias pueden darse casos puntuales de sobreexplotación y de falta de caudales mínimos.</li> <li>• No obstante, al ser los balances hídricos más favorables que en el resto de escenarios, los efectos ambientales serán menores.</li> </ul>
E 6.6	Crecimiento superior al de los planes sectoriales  Eficiencia de riego 60%  Eficiencia de abastecimiento 60%	Máxima disminución de los RRHH prevista por el SENAMHI, salvo AAA Madre de Dios que aumenta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AAA II Deficitaria (-1 592 Hm<sup>3</sup>/año)</li> <li>• AAA III Deficitaria (-89 Hm<sup>3</sup>/año)</li> <li>• UH deficitarias en el Pacífico</li> <li>• Posibles déficits puntuales en la RH Amazonas y RH Titicaca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento eficiencia sistemas de transporte y distribución</li> <li>• Tecnificación de los sistemas de riego</li> <li>• Capacitación de los usuarios</li> <li>• la formalización completa de los derechos de uso</li> <li>• la aplicación de procesos sancionadores, en caso necesario.</li> </ul>	<p>En la AAA II:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuso de aguas servidas adecuadamente tratadas</li> <li>• Embalses de regulación</li> <li>• Recarga de acuíferos</li> <li>• Transferencia de otras cuencas</li> </ul> <p>En la AAA III:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reuso de aguas servidas adecuadamente tratadas</li> <li>• Embalses de regulación</li> <li>• Recarga de acuíferos</li> <li>• Explotación acuíferos infrutilizados</li> <li>• Transferencia de otras cuencas</li> <li>• Desalación, si el resto de las medidas no aportan el volumen necesario para corregir el déficit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crecimiento elevado de la producción agrícola</li> <li>• Crecimiento elevado del empleo</li> <li>• Se asegura el autoabastecimiento</li> <li>• Alta fijación de la población rural</li> <li>• Los mercados internacionales pueden no tener capacidad para asumir el excedente agrícola producido</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muy elevados.</li> <li>• Será muy difícil evitar la sobre-explotación de acuíferos y el mantenimiento de los caudales mínimos en UH deficitarias.</li> <li>• La ejecución de obras de regulación, trasvase y modernización del riego producirá efectos temporales y permanentes difícilmente cuantificables. Los déficits son tan elevados que resultan inaceptables.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

## 8. ESCENARIOS PRESENTADOS EN EL TALLER NACIONAL

Como ya se mencionó en la introducción, el resultado del Taller Multisectorial fue que los participantes solicitaron más tiempo para el análisis en profundidad de la documentación entregada, así como para hacer llegar sus aportes. Por ese motivo, la ANA decidió complementar dicho Taller con la celebración de una reunión el 27 de mayo del 2013 a la que asistieron representantes de la ANA sede central, de las AAA, así como de los usuarios y los Gobiernos Regionales.

Como la participación en forma de aportes por parte de los asistentes e instituciones invitadas no alcanzó los objetivos que la ANA había deseado, se modificó el contenido previsto del Taller Nacional, celebrado el 11 de junio del 2013, en la siguiente dirección:

- Presentación de la metodología y proceso de recopilación y validación de la información que ha nutrido el diagnóstico.
- Presentación de la metodología para la elaboración de escenarios como alternativa óptima y validada para el desarrollo del programa de medidas correspondiente para el 2021 y 2035.
- Presentación de los programas de medidas que componen cada una de las cinco políticas de RRHH en los que se estructura el PNRH.

Por tanto, los escenarios presentados en el Taller Nacional son los mismos que se presentaron en el Taller Multisectorial.

## 9. ESCENARIOS FINALMENTE SELECCIONADOS

Sumando las aportaciones recibidas desde el 21 de mayo hasta el 18 de junio del 2013, las cuales se adjuntan en el *Anexo VIII. Informe de Talleres Multisectorial y Nacional*, los escenarios finalmente seleccionados para el desarrollo de los programas de medidas integrados en el Eje de Política: Gestión de la Cantidad son:

- Para 2021, el escenario E.2.2
- Para 2035, el escenario E.5.5

Es decir, aquellos para los que se cumplen las expectativas reflejadas en los planes sectoriales y en los que el cambio climático prácticamente no afecta a los recursos hídricos en régimen natural.

La caracterización de las demandas de agua para cada horizonte se recoge en el cuadro siguiente:

Cuadro 9.1. Caracterización de los escenarios de demandas		
VARIABLE	HORIZONTE 2021 (D2)	HORIZONTE 2035 (D5)
Crecimiento superficie agrícola (ha/año)	50 000	30 000
Eficiencia de riego (%)	45	57
Población nacional (%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Previsiones INEI (1,1%) Nacional</li> <li>• Previsiones EPS (variable) para AAA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Previsiones INEI (1,1%) Nacional</li> <li>• Previsiones EPS (variable) para AAA</li> </ul>
Dotación bruta* para uso poblacional rural (l/(hab rural.día))	60	70
Dotación bruta* para uso poblacional urbana l/(hab urbano.día)	170-300	180-310
Eficiencia del abastecimiento (%)	50	60
Dotación bruta* para uso industrial (m <sup>3</sup> /(hab urbano.año))	13	16
Demanda de agua para uso minero, pecuario, recreativo y turístico (%)	15	30

\*Dotación bruta: volumen de agua que hay que captar en la fuente para satisfacer una determinada demanda.  
Fuente: elaboración propia

Ambos escenarios de demanda incorporan el crecimiento esperado que marcan las proyecciones del MINAGRI y del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, así como del INEI –para el crecimiento de la población- pero también el aumento de la eficiencia que se considera en los mismos para cada horizonte, lo que reducirá el incremento de la demanda consuntiva.

Con respecto a los recursos hídricos naturales, las hipótesis seleccionadas son las que suponen una menor variación de los mismos con respecto a la situación actual, es decir, que aunque el cambio climático es una realidad posible, se espera que no se produzca en tan corto lapso de tiempo. La caracterización de los recursos hídricos naturales para cada horizonte se recoge en el cuadro siguiente:

Cuadro 9.2. Caracterización de los escenarios de recursos hídricos							
AAA	REGIÓN SENAMHI	HORIZONTE 2021 (R2)			HORIZONTE 2035 (R5)		
		Δ P (%)	Δ Q (%)	RHN (Hm <sup>3</sup> /año)	Δ P (%)	Δ Q (%)	RHN (Hm <sup>3</sup> /año)
I. Caplina-Ocoña	Sierra sur y central Oeste	0	0	7 569	0	0	7 569
II. Cháparra-Chincha	Sierra sur y central Oeste	0	0	2 655	0	0	2 655
III. Cañete-Fortaleza	Sierra sur y central Oeste	0	0	6 500	0	0	6 500
IV. Huarmey-Chicama	Sierra norte Oeste	0	0	6 216	0	0	6 216
V. Jequetepeque-Zarumilla	Sierra norte Oeste	0	0	11 196	0	0	11 196
VI. Marañón	Sierra norte y central Este	-2,5	-4	113 746	-5	-8	109 290
VII. Amazonas	Selva norte y central	0	0	708 024	0	0	708 024



Cuadro 9.2. Caracterización de los escenarios de recursos hídricos							
AAA	REGIÓN SENAMHI	HORIZONTE 2021 (R2)			HORIZONTE 2035 (R5)		
		Δ P (%)	Δ Q (%)	RHN (Hm <sup>3</sup> /año)	Δ P (%)	Δ Q (%)	RHN (Hm <sup>3</sup> /año)
VIII. Huallaga	Sierra norte y central Este	-2,5	-10	133 253	-5	-7	137 674
IX. Ucayali	Sierra central Este y Selva central baja	0	0	460 797	0	0	460 797
X. Mantaro	Sierra central y sur Este	0	0	14 013	0	0	14 013
XI. Pampas-Apurímac	Sierra central y sur Este	0	0	31 511	0	0	31 511
XII. Urubamba-Vilcanota	Sierra central y sur Este	0	0	81 415	0	0	81 415
XIII. Madre de Dios	Selva sur y central alta	+7,5	9	364 067	+15	18	394 410
XIV. Titicaca	Altiplano	0	0	6 259	0	0	6 259
<b>TOTAL</b>			<b>+0,6</b>	<b>1 947 222</b>		<b>+2,17</b>	<b>1 977 530</b>

Fuente: elaboración propia

### 9.1. La evolución de las demandas

El cuadro siguiente sintetiza los valores de las demandas totales consuntivas en cada horizonte y su comparación con respecto a la situación actual, y entre sí:

Cuadro 9.3. Evolución de las demandas consuntivas (hm <sup>3</sup> /año)									
AAA	ACTUAL 2012	AÑO 2021	Δ (2012-2021)		AÑO 2035	Δ (2012-2035)		Δ (2021-2035)	
			(Hm <sup>3</sup> )	(%)		(Hm <sup>3</sup> )	(%)	(Hm <sup>3</sup> )	(%)
I. Caplina-Ocoña	3 297	3 332	35	1,0	3 245	-52	-1,6	-87	-2,6
II. Cháparra-Chincha	3 691	3 289	-402	-10,9	3 157	-535	-14,5	-133	-4,0
III. Cañete-Fortaleza	4 465	4 257	-208	-4,7	4 398	-67	-1,5	141	3,3
IV. Huarmey-Chicama	3 098	3 361	263	8,5	3 268	169	5,5	-93	-2,8
V. Jequetepeque-Zarumilla	6 602	6 961	359	5,4	6 806	204	3,1	-155	-2,2
VI. Marañón	771	849	78	10,1	913	142	18,5	64	7,6
VII. Amazonas	53	63	10	19,0	80	28	52,4	18	28,1
VIII. Huallaga	808	846	38	4,7	849	41	5,1	4	0,4
IX. Ucayali	140	149	9	6,1	174	33	23,8	25	16,7
X. Mantaro	912	844	-68	-7,5	847	-65	-7,1	3	0,4
XI. Pampas-Apurímac	429	674	245	57,2	661	232	54,1	-13	-1,9
XII. Urubamba-Vilcanota	574	443	-131	-22,8	444	-130	-22,7	0	0,1
XIII. Madre de Dios	80	94	14	17,2	116	36	44,8	22	23,6
XIV. Titicaca	1 160	1 123	-37	-3,2	1 089	-70	-6,1	-34	-3,0
<b>TOTAL</b>	<b>26 281</b>	<b>26 285</b>	<b>204</b>	<b>0,78</b>	<b>26 048</b>	<b>-33</b>	<b>-0,13</b>	<b>-237</b>	<b>-0,90</b>

Fuente: elaboración propia

El cuadro anterior permite concluir que con un volumen de agua similar al que se consume en 2012, existe disponibilidad de recurso hídrico suficiente para abastecer el crecimiento previsto para uso agrícola, poblacional, industrial y otros sectores consuntivos en los próximos veintidós años. O dicho de otra manera, el Perú puede seguir creciendo sin aumentar su consumo de agua. Ello es posible gracias al aumento de la eficiencia en las redes de

transporte, distribución y aplicación del agua, tanto para uso agrícola como para el resto de usos consuntivos.

Por tanto, el crecimiento previsto de las demandas se caracteriza de la siguiente manera:

- Horizonte 2021: 2,09 millones de hectáreas de riego y 33,19 millones de habitantes, como datos más significativos.
- Horizonte 2035: 2,51 millones de hectáreas de riego y 38,68 millones de habitantes.

## 9.2. La evolución de los recursos hídricos naturales

El cuadro siguiente sintetiza los valores de estos recursos hídricos en cada horizonte y su comparación con respecto a la situación actual y entre sí:

Cuadro 9.4. Evolución de los recursos hídricos (Hm <sup>3</sup> /año)										
AAA	ACTUAL 2012	AÑO 2021	Δ (2012-2021)		AÑO 2035	Δ (2012-2035)		Δ (2021-2035)		
			(Hm <sup>3</sup> )	(%)		(Hm <sup>3</sup> )	(%)	(Hm <sup>3</sup> )	(%)	
I. Caplina-Ocoña	7 569	7 569	0	0,0	7 569	0	0,0	0	0,0	
II. Cháparra-Chincha	2 655	2 655	0	0,0	2 655	0	0,0	0	0,0	
III. Cañete-Fortaleza	6 500	6 500	0	0,0	6 500	0	0,0	0	0,0	
IV. Huarmey-Chicama	6 216	6 216	0	0,0	6 216	0	0,0	0	0,0	
V. Jequetepeque-Zarumilla	11 196	11 196	0	0,0	11 196	0	0,0	0	0,0	
VI. Marañón	118 224	113 746	-4 478	-3,8	109 290	-8 934	-7,6	-4 456	-3,9	
VII. Amazonas	708 024	708 024	0	0,0	708 024	0	0,0	0	0,0	
VIII. Huallaga	147 451	133 253	-14 198	-9,6	137 674	-9 777	-6,6	4 421	3,3	
IX. Ucayali	460 797	460 797	0	0,0	460 797	0	0,0	0	0,0	
X. Mantaro	14 013	14 013	0	0,0	14 013	0	0,0	0	0,0	
XI. Pampas-Apurímac	31 511	31 511	0	0,0	31 511	0	0,0	0	0,0	
XII. Urubamba-Vilcanota	81 415	81 415	0	0,0	81 415	0	0,0	0	0,0	
XIII. Madre de Dios	333 791	364 067	30 276	9,1	394 410	60 619	18,2	30 343	8,3	
XIV. Títicaca	6 259	6 259	0	0,0	6 259	0	0,0	0	0,0	
<b>TOTAL</b>	<b>1 935 621</b>	<b>1 947 222</b>	<b>11 600</b>	<b>0,6</b>	<b>1 977 530</b>	<b>41 908</b>	<b>2,17</b>	<b>30 307</b>	<b>1,56</b>	

Fuente: elaboración propia

Con las hipótesis seleccionadas los recursos hídricos prácticamente no varían, tan sólo lo hacen las AAA de Marañón y Huallaga, ligeramente a la baja, y Madre de Dios, al alza. Las unidades hidrográficas del Pacífico, que son las que tienen sus recursos más comprometidos, no experimentan cambio alguno, mientras que en las de la Región Hidrográfica del Amazonas, sus abundantes recursos hacen prácticamente irrelevante su variación.

Con este planteamiento, los volúmenes disponibles para los trasvases entre cuencas hidrográficas de la Región Hidrográfica del Pacífico, así como los que se producen entre la Región Amazónica y Pacífica, se consideran que mantienen sus volúmenes de transferencia, tanto en la situación actual, como en la prevista en las siguientes fases de los proyectos especiales.

### 9.3. Balances hídricos de planificación

En los cuadros de las páginas siguientes se pueden observar los balances hídricos por AAA para la situación actual de 2012 y para los dos horizontes de planificación. En las demandas se han identificado las de uso agrícola, poblacional, industrial y otras consuntivas, mientras que en los recursos hídricos naturales se han indicado los que se generan en el propio territorio de la AAA –que incluyen los que proceden de las cuencas transfronterizas-, más los procedentes de los trasvases entre la Región Hidrográfica del Amazonas y la del Pacífico. Para realizar la comparación, tanto las demandas consuntivas, como los recursos hídricos totales, se han acumulado al objeto de tener en cuenta que a la AAA del Ucayali vierten las aguas de las AAA Mantaro, Pampas-Apurímac y Urubamba-Vilcanota, mientras que a la AAA del Amazonas vierten las aguas de la AAA Marañón y Ucayali.

Cuadro 9.5. Balances hídricos entre recursos y demandas consuntivas. Situación actual 2012

AAA	DEMANDAS CONSUNTIVAS (Hm <sup>3</sup> /año)						RECURSOS HÍDRICOS NATURALES (Hm <sup>3</sup> /año)				BALANCE HÍDRICO (hm <sup>3</sup> /año)
	AGRÍCOLA	POBLACIONAL	INDUSTRIAL	OTRAS	TOTAL PARCIAL	TOTAL ACUMULADA	PROPIOS	TRAS VASES	PARCIAL	TOTAL ACUMULADO	
I. Caplina-Ocoña	3 027	162	6	102	3 297	3 297	7 569		7 569	7 569	4 272
II. Cháparra-Chinca	3 601	79	9	3	3 691	3 691	2 655	111	2 766	2 766	-925
III. Cañete-Fortaleza	3 317	1 057	44	48	4 465	4 465	6 500	195	6 695	6 695	2 230
IV. Huarmey-Chicama	2 893	189	8	8	3 098	3 098	6 216		6 216	6 216	3 118
V. Jequetepeque-Zarumilla	6 204	292	104	2	6 602	6 602	11 196	644	11 840	11 840	5 238
VI. Marañón	576	89	54	52	771	771	118 224	-644	117 580	117 580	116 809
VII. Amazonas	0	47	3	2	53	3 687	708 024		708 024	1 560 485	1 556 798
VIII. Huallaga	687	87	1	33	808	808	147 451		147 451	147 451	146 643
IX. Ucayali	63	68	4	5	140	2 055	460 797		460 797	587 430	585 375
X. Mantaro	787	96	0	30	912	912	14 013	-195	13 818	13 818	12 906
XI. Pampas-Apurimac	384	36	0	9	429	429	31 511	-111	31 400	31 400	30 971
XII. Urubamba-Vilcanota	515	58	1	1	574	574	81 415		81 415	81 415	80 841
XIII. Madre de Dios	6	13	15	47	80	80	333 791		333 791	333 791	333 711
XIV. Titicaca	1 107	47	0	6	1 160	1 160	6 259		6 259	6 259	5 099
<b>TOTAL (hm<sup>3</sup>/año)</b>	<b>23 166</b>	<b>2 320</b>	<b>249</b>	<b>346</b>	<b>26 081</b>		<b>1 935 621</b>	<b>0</b>	<b>1 935 621</b>		

Fuente: elaboración propia

Cuadro 9.6. Balances hídricos entre recursos y demandas consuntivas. Año horizonte 2021

AAA	DEMANDAS CONSUNTIVAS (Hm <sup>3</sup> /año)						RECURSOS HÍDRICOS NATURALES (Hm <sup>3</sup> /año)				BALANCE HÍDRICO (hm <sup>3</sup> /año)
	AGRÍCOLA	POBLACIONAL	INDUSTRIAL	OTRAS	TOTAL PARCIAL	TOTAL ACUMULADA	PROPIOS	TRAS VASES	PARCIAL	TOTAL ACUMULADO	
I. Caplina-Ocoña	3 017	190	8	117	3 332	3 332	7 569		7 569	7 569	4 237
II. Cháparra-Chinca	3 179	95	12	3	3 289	3 289	2 655	111	2 766	2 766	-523
III. Cañete-Fortaleza	2 928	1 220	53	55	4 257	4 257	6 500	321	6 821	6 821	2 564
IV. Huarmey-Chicama	3 116	225	10	10	3 361	3 361	6 216		6 216	6 216	2 855
V. Jequetepeque-Zarumilla	6 451	369	140	2	6 961	6 961	11 196	2288	13 484	13 484	6 523
VI. Marañón	607	110	72	59	849	849	113 746	-2288	111 458	111 458	110 609
VII. Amazonas	0	56	4	3	63	3 867	708 024		708 024	1 540 038	1 536 171
VIII. Huallaga	699	108	1	38	846	846	133 253		133 253	133 253	132 407
IX. Ucayali	56	82	5	5	149	2 110	460 797		460 797	587 303	585 193
X. Mantaro	694	115	0	34	844	844	14 013	-321	13 692	13 692	12 848
XI. Pampas-Apurimac	617	46	0	10	674	674	31 511	-111	31 400	31 400	30 725
XII. Urubamba-Vilcanota	374	68	1	1	443	443	81 415		81 415	81 415	80 971
XIII. Madre de Dios	5	16	20	54	94	94	364 067		364 067	364 067	363 973
XIV. Titicaca	1 056	61	0	7	1 123	1 123	6 259		6 259	6 259	5 136
<b>TOTAL (hm<sup>3</sup>/año)</b>	<b>22 799</b>	<b>2 762</b>	<b>326</b>	<b>398</b>	<b>26 285</b>	<b>26 285</b>	<b>1 947 222</b>	<b>0</b>	<b>1 947 222</b>		

Fuente: elaboración propia

Cuadro 9.7. Balances hídricos entre recursos y demandas consuntivas. Año horizonte 2035

AAA	DEMANDAS CONSUNTIVAS (Hm³/año)						RECURSOS HÍDRICOS NATURALES (Hm³/año)				BALANCE HÍDRICO (hm³/año)
	AGRÍCOLA	POBLACIONAL	INDUSTRIAL	OTRAS	TOTAL PARCIAL	TOTAL ACUMULADA	PROPIOS	TRAS VASES	PARCIAL	TOTAL ACUMULADO	
I. Caplina-Ocoña	2 861	241	12	132	3 245	3 245	7 569	348	7 917	7 917	4 672
II. Cháparra-Chinca	3 014	122	18	3	3 157	3 157	2 655	111	2 766	2 766	-390
III. Cañete-Fortaleza	2 776	1 485	75	63	4 398	4 398	6 500	321	6 821	6 821	2 423
IV. Huarmey-Chicama	2 954	288	15	11	3 268	3 268	6 216		6 216	6 216	2 949
V. Jequetepeque-Zarumilla	6 116	478	210	2	6 806	6 806	11 196	2288	13 484	13 484	6 678
VI. Marañón	576	152	118	67	913	913	109 290	-2288	107 002	107 002	106 089
VII. Amazonas	0	71	6	3	80	3 968	708 024		708 024	1 539 655	1 535 687
VIII. Huallaga	662	142	2	43	849	849	137 674		137 674	137 674	136 824
IX. Ucayali	53	107	8	6	174	2 126	460 797		460 797	586 955	584 829
X. Mantaro	658	150	0	38	847	847	14 013	-321	13 692	13 692	12 845
XI. Pampas-Apurimac	585	64	0	12	661	661	31 511	-459	31 052	31 052	30 390
XII. Urubamba-Vilcanota	355	87	1	1	444	444	81 415		81 415	81 415	80 971
XIII. Madre de Dios	5	21	30	61	116	116	394 410		394 410	394 410	394 294
XIV. Titicaca	1 001	81	0	8	1 089	1 089	6 259		6 259	6 259	5 170
<b>TOTAL (hm³/año)</b>	<b>21 616</b>	<b>3 488</b>	<b>495</b>	<b>450</b>	<b>26 048</b>	<b>26 048</b>	<b>1 977 530</b>	<b>0</b>	<b>1 977 530</b>	<b>1 977 530</b>	

Fuente: elaboración propia

Se deduce de los cuadros anteriores que la AAA II. Cháparra-Chincha permanece deficitaria, tanto en la situación actual como en todos los horizontes del PNRH, mientras que el resto de las AAA siguen siendo excedentarias. No obstante, este análisis global no debe enmascarar la existencia de unidades hidrográficas deficitarias dentro de estas AAA, así como la sobre-explotación de algunos acuíferos costeros.





**APÉNDICE I. DEMANDA POBLACIONAL ESTIMADA EN LAS DISTINTAS HIPÓ-  
TESIS DE EVOLUCIÓN PREVISTAS**

AAA	SITUACIÓN ACTUAL - AÑO 2012						
	Población urbana (hab)	Dotación bruta (l/hab.día)	Demanda urbana (Hm <sup>3</sup> /año)	Población rural (hab)	Dotación bruta (l/hab.día)	Demanda rural (Hm <sup>3</sup> /año)	DEMANDA TOTAL (Hm <sup>3</sup> /año)
I. CAPLINA-OCOÑA	1 482 139	290	157	275 791	50	5	162
II. CHÁPARRA-CHINCA	705 285	290	75	223 775	50	4	79
III. CAÑETE-FORTALEZA	9 924 697	290	1 051	361 702	50	7	1 057
IV. HUARMEY-CHICAMA	1 691 498	290	179	544 989	50	10	189
V. JEQUETEPEQUE-ZARUMILLA	2 589 369	290	274,08	1 002 171	50	18	292
VI. MARAÑÓN	634 450	240	55,58	1 848 875	50	34	89
VII. AMAZONAS	486 717	240	43	243 050	50	4	47
VIII. HUALLAGA	818 279	240	72	828 642	50	15	87
IX. UCAYALI	654 050	240	57	599 181	50	11	68
X. MANTARO	948 432	240	83	680 823	50	12	96
XI. PAMPAS-APURÍMAC	258 450	240	23	745 979	50	14	36
XII. URUBAMBA-VILCANOTA	569 852	240	50	429 857	50	8	58
XIII. MADRE DE DIOS	114 214	240	10	157 937	50	3	13
XIV. TITICACA	597 657	160	35	649 318	50	12	47
<b>TOTAL</b>	<b>21 475 091</b>		<b>2 163</b>	<b>8 592 090</b>		<b>157</b>	<b>2 320</b>

Fuente: elaboración propia

AAA	HIPÓTESIS 1 - 2021						
	Población urbana (hab)	Dotación bruta (l/hab.día)	Demanda urbana (Hm <sup>3</sup> /año)	Población rural (hab)	Dotación bruta (l/hab.día)	Demanda rural (Hm <sup>3</sup> /año)	DEMANDA TOTAL (Hm <sup>3</sup> /año)
I. CAPLINA- OCONA	1 677 887	290	178	228 769	50	4	182
II. CHÁPARRA- CHINCA	823 911	290	87	212 696	50	4	91
III. CAÑETE-FORTALEZA	11 027 560	290	1 167	249 098	50	5	1 172
IV. HUARMEY- CHICA MA	1 945 444	290	206	507 149	50	9	215
V. JEQUETEPEQUE- ZARUMILLA	3 145 151	290	333	1 003 960	50	18	351
VI. MARAÑÓN	761 448	240	67	1 841 007	50	34	100
VII. AMAZONAS	552 932	240	48	232 652	50	4	53
VIII. HUALLAGA	971 978	240	85	849 044	50	15	101
IX. UCAYALI	753 858	240	66	595 230	50	11	77
X. MANTARO	1 091 718	240	96	671 887	50	12	108
XI. PAMPAS-APURIMA C	321 398	240	28	771 010	50	14	42
XII. URUBAMBA- VILCA NOTA	638 239	240	56	413 368	50	8	63
XIII. MADRE DE DIOS	133 976	240	12	159 463	50	3	15
XIV. TITICA CA	731 200	160	43	681 021	50	12	55
<b>TOTAL</b>	<b>24 576 701</b>		<b>2 471</b>	<b>8 416 352</b>		<b>154</b>	<b>2 625</b>

Fuente: elaboración propia

AAA	HIPÓTESIS 2 - 2021						
	Población urbana (hab)	Dotación bruta (l/hab.día)	Demanda urbana (Hm <sup>3</sup> /año)	Población rural (hab)	Dotación bruta (l/hab.día)	Demanda rural (Hm <sup>3</sup> /año)	DEMANDA TOTAL (Hm <sup>3</sup> /año)
I. CAPLINA- OCOÑA	1 687 880	300	185	230 131	60	5	190
II. CHÁPARRA- CHINCHA	828 818	300	91	213 963	60	5	95
III. CAÑETE-FORTALEZA	11 093 233	300	1 215	250 581	60	5	1 220
IV. HUARMEY- CHICA MA	1 957 030	300	214	510 169	60	11	225
V. JEQUETEPEQUE- ZARUMILLA	3 163 881	300	346	1 009 939	60	22	369
VI. MARAÑÓN	765 983	250	70	1 851 970	60	41	110
VII. AMAZONAS	556 225	250	51	234 037	60	5	56
VIII. HUALLAGA	977 766	250	89	854 100	60	19	108
IX. UCAYALI	758 347	250	69	598 774	60	13	82
X. MANTARO	1 098 219	250	100	675 888	60	15	115
XI. PAMPAS-APURIMA C	323 312	250	30	775 602	60	17	46
XII. URUBAMBA- VILCA NOTA	642 040	250	59	415 830	60	9	68
XIII. MADRE DE DIOS	134 774	250	12	160 412	60	4	16
XIV. TITICA CA	735 554	170	46	685 076	60	15	61
<b>TOTAL</b>	<b>24 723 063</b>		<b>2 576</b>	<b>8 466 475</b>		<b>185</b>	<b>2 762</b>

Fuente: elaboración propia

AAA	HIPÓTESIS 3 - 2021						
	Población urbana (hab)	Dotación bruta (l/hab.día)	Demanda urbana (Hm <sup>3</sup> /año)	Población rural (hab)	Dotación bruta (l/hab.día)	Demanda rural (Hm <sup>3</sup> /año)	DEMANDA TOTAL (Hm <sup>3</sup> /año)
I. CAPLINA- OCOÑA	1 728 347	300	189	235 648	60	5	194
II. CHÁPARRA- CHINCHA	848 689	300	93	219 093	60	5	98
III. CAÑETE-FORTALEZA	11 359 192	300	1 244	256 589	60	6	1 249
IV. HUARMEY- CHICA MA	2 003 950	300	219	522 401	60	11	231
V. JEQUETEPEQUE- ZARUMILLA	3 239 735	300	355	1 034 152	60	23	377
VI. MARAÑÓN	784 348	250	72	1 896 371	60	42	113
VII. AMAZONAS	569 561	250	52	239 648	60	5	57
VIII. HUALLAGA	1 001 208	250	91	874 577	60	19	111
IX. UCAYALI	776 529	250	71	613 130	60	13	84
X. MANTARO	1 124 549	250	103	692 093	60	15	118
XI. PAMPAS-APURIMA C	331 063	250	30	794 197	60	17	48
XII. URUBAMBA- VILCA NOTA	657 433	250	60	425 799	60	9	69
XIII. MADRE DE DIOS	138 005	250	13	164 258	60	4	16
XIV. TITICA CA	753 189	170	47	701 501	60	15	62
<b>TOTAL</b>	<b>25 315 797</b>		<b>2 638</b>	<b>8 669 458</b>		<b>190</b>	<b>2 828</b>

Fuente: elaboración propia

AAA	HIPÓTESIS 4 - 2035						
	Población urbana (hab)	Dotación bruta (l/hab.día)	Demanda urbana (Hm <sup>3</sup> /año)	Población rural (hab)	Dotación bruta (l/hab.día)	Demanda rural (Hm <sup>3</sup> /año)	DEMANDA TOTAL (Hm <sup>3</sup> /año)
I. CAPLINA - OCOÑA	2 054 489	310	232	137 163	70	4	236
II. CHAPARRA - CHINCHA	1 015 460	310	115	176 094	70	4	119
III. CAÑETE-FORTALEZA	12 841 980	310	1 453	104 735	70	3	1 456
IV. HUARMEY - CHICAMA	2 398 060	310	271	421 133	70	11	282
V. JEQUETEPEQUE-ZARUMILLA	3 943 229	310	446	892 537	70	23	469
VI. MARANON	1 046 975	260	99	1 944 480	70	50	149
VII. AMAZONAS	678 896	260	64	212 923	70	5	70
VIII. HUALLAGA	1 237 414	260	117	855 803	70	22	139
IX. UCAYALI	943 713	260	90	587 814	70	15	105
X. MANTARO	1 371 264	260	130	655 955	70	17	147
XI. PAMPAS-APURIMAC	441 516	260	42	814 179	70	21	63
XII. URUBAMBA-VILCANOTA	791 976	260	75	400 188	70	10	85
XIII. MADRE DE DIOS	171 348	260	16	162 032	70	4	20
XIV. TITICA CA	933 673	180	61	689 638	70	18	79
<b>TOTAL</b>	<b>29 869 992</b>		<b>3 214</b>	<b>8 054 673</b>		<b>206</b>	<b>3 419</b>

Fuente: elaboración propia

AAA	HIPÓTESIS 5 - 2035						
	Población urbana (hab)	Dotación bruta (l/hab.día)	Demanda urbana (Hm <sup>3</sup> /año)	Población rural (hab)	Dotación bruta (l/hab.día)	Demanda rural (Hm <sup>3</sup> /año)	DEMANDA TOTAL (Hm <sup>3</sup> /año)
I. CAPLINA - OCOÑA	2 095 557	310	237	139 905	70	4	241
II. CHÁPARRA - CHINCHA	1 035 758	310	117	179 614	70	5	122
III. CAÑETE-FORTALEZA	13 098 683	310	1 482	106 828	70	3	1 485
IV. HUARMEY - CHICAMA	2 445 995	310	277	429 551	70	11	288
V. JEQUETEPEQUE-ZARUMILLA	4 022 052	310	455	910 378	70	23	478
VI. MARANÓN	1 067 903	260	101	1 983 349	70	51	152
VII. AMAZONAS	692 467	260	66	217 179	70	6	71
VIII. HUALLAGA	1 262 149	260	120	872 910	70	22	142
IX. UCAYALI	962 577	260	91	599 564	70	15	107
X. MANTARO	1 398 674	260	133	669 067	70	17	150
XI. PAMPAS-APURIMAC	450 341	260	43	830 454	70	21	64
XII. URUBAMBA-VILCANOTA	807 807	260	77	408 188	70	10	87
XIII. MADRE DE DIOS	174 773	260	17	165 271	70	4	21
XIV. TITICA CA	952 337	180	63	703 423	70	18	81
<b>TOTAL</b>	<b>30 467 074</b>		<b>3 278</b>	<b>8 215 681</b>		<b>210</b>	<b>3 488</b>

Fuente: elaboración propia

AAA	HIPÓTESIS 6 - 2035						
	Población urbana (hab)	Dotación bruta (l/hab.día)	Demanda urbana (Hm <sup>3</sup> /año)	Población rural (hab)	Dotación bruta (l/hab.día)	Demanda rural (Hm <sup>3</sup> /año)	DEMANDA TOTAL (Hm <sup>3</sup> /año)
I. CAPLINA - OCOÑA	2 267 761	310	257	151 401	70	4	260
II. CHÁPARRA - CHINCHA	1 120 872	310	127	194 374	70	5	132
III. CAÑETE-FORTALEZA	14 175 075	310	1 604	115 607	70	3	1 607
IV. HUARMEY - CHICAMA	2 646 996	310	300	464 850	70	12	311
V. JEQUETEPEQUE-ZARUMILLA	4 352 566	310	492	985 189	70	25	518
VI. MARANÓN	1 155 659	260	110	2 146 332	70	55	165
VII. AMAZONAS	749 371	260	71	235 026	70	6	77
VIII. HUALLAGA	1 365 867	260	130	944 642	70	24	154
IX. UCAYALI	1 041 677	260	99	648 833	70	17	115
X. MANTARO	1 513 611	260	144	724 048	70	18	162
XI. PAMPAS-APURIMAC	487 348	260	46	898 697	70	23	69
XII. URUBAMBA-VILCANOTA	874 189	260	83	441 731	70	11	94
XIII. MADRE DE DIOS	189 135	260	18	178 852	70	5	23
XIV. TITICA CA	1 030 596	180	68	761 227	70	19	87
<b>TOTAL</b>	<b>32 970 723</b>		<b>3 547</b>	<b>8 890 809</b>		<b>227</b>	<b>3 774</b>

Fuente: elaboración propia

**APÉNDICE II. DEMANDA AGRÍCOLA ESTIMADA EN LAS DISTINTAS HIPÓTESIS DE EVOLUCIÓN PREVISTAS**

AAA	SITUACIÓN ACTUAL - 2012		
	Superficie de riego (ha)	Dotación bruta (m <sup>3</sup> /ha.año)	Demanda agrícola (Hm <sup>3</sup> /año)
I. CAPLINA-OCOÑA	154 810	19 553	3 027
II. CHÁPARRA-CHINCA	159 806	22 533	3 601
III. CANETE-FORTALEZA	168 259	19 711	3 317
IV. HUARMEY-CHICAMA	220 718	13 107	2 893
V. JEQUETEPEQUE-ZARUMILLA	475 056	13 060	6 204
VI. MARAÑÓN	38 954	14 780	576
VII. AMAZONAS	0	0	0
VIII. HUALLAGA	63 581	10 808	687
IX. UCAYALI	19 067	3 314	63
X. MANTARO	98 329	8 000	787
XI. PAMPAS-APURIMAC	51 659	7 427	384
XII. URUBAMBA-VILCANOTA	114 481	4 502	515
XIII. MADRE DE DIOS	4 217	1 324	6
XIV. TITICACA	71 380	15 508	1 107
<b>TOTAL</b>	<b>1 640 316</b>		<b>23 166</b>

Fuente: elaboración propia

AAA	HORIZONTE 2021								
	HIPÓTESIS 1			HIPÓTESIS 2			HIPÓTESIS 3		
	Superficie de riego (ha)	Dotación media bruta (m <sup>3</sup> /ha.año)	Demanda Agrícola (Hm <sup>3</sup> /año)	Superficie de riego (ha)	Dotación media bruta (m <sup>3</sup> /ha.año)	Demanda Agrícola (Hm <sup>3</sup> /año)	Superficie de riego (ha)	Dotación media bruta (m <sup>3</sup> /ha.año)	Demanda Agrícola (Hm <sup>3</sup> /año)
I. CAPLINA-OCOÑA	189 854	16 294	3 094	198 396	15 208	3 017	206 938	14 561	3 013
II. CHÁPARRA-CHINCA	173 589	18 777	3 260	181 399	17 526	3 179	189 210	16 780	3 175
III. CAÑETE-FORTALEZA	182 770	16 426	3 002	190 994	15 331	2 928	199 217	14 678	2 924
IV. HUARMEY-CHICAMA	292 474	10 923	3 195	305 633	10 194	3 116	318 792	9 761	3 112
V. JEQUETEPEQUE-ZARUMILLA	607 749	10 883	6 614	635 093	10 158	6 451	662 438	9 725	6 442
VI. MARAÑÓN	50 541	12 316	622	52 814	11 495	607	55 088	11 006	606
VII. AMAZONAS	3 418	0	0	3 572	0	0	3 726	0	0
VIII. HUALLAGA	79 525	9 007	716	83 103	8 406	699	86 681	8 048	698
IX. UCAYALI	20 711	2 762	57	21 643	2 577	56	22 575	2 468	56
X. MANTARO	106 809	6 667	712	111 615	6 222	694	116 421	5 957	694
XI. PAMPAS-APURIMAC	102 275	6 189	633	106 876	5 777	617	111 478	5 531	617
XII. URUBAMBA-VILCANOTA	102 275	3 751	384	106 876	3 501	374	111 478	3 352	374
XIII. MADRE DE DIOS	4 581	1 104	5	4 787	1 030	5	4 993	986	5
XIV. TITICACA	83 746	12 923	1 082	87 514	12 062	1 056	91 282	11 548	1 054
<b>TOTAL</b>	<b>2 000 316</b>	<b>11 686</b>	<b>23 376</b>	<b>2 090 316</b>	<b>10 907</b>	<b>22 799</b>	<b>2 180 316</b>	<b>10 443</b>	<b>22 769</b>

Fuente: elaboración propia

AAA	HORIZONTE 2035								
	HIPÓTESIS 4			HIPÓTESIS 5			HIPÓTESIS 6		
	Superficie regable (ha)	Dotación media bruta (m <sup>3</sup> /ha.año)	Demanda Agrícola (Hm <sup>3</sup> /año)	Superficie regable (ha)	Dotación media bruta (m <sup>3</sup> /ha.año)	Demanda Agrícola (Hm <sup>3</sup> /año)	Superficie regable (ha)	Dotación media bruta (m <sup>3</sup> /ha.año)	Demanda Agrícola (Hm <sup>3</sup> /año)
I. CAPLINA-OCONA	216 429	13 687	2 962	238 259	12 006	2 861	260 088	11 406	2 967
II. CHAPARRA-CHINCA	197 888	15 773	3 121	217 847	13 836	3 014	237 807	13 144	3 126
III. CAÑETE-FORTALEZA	208 354	13 798	2 875	229 369	12 103	2 776	250 385	11 498	2 879
IV. HUARMEY-CHICAMA	333 413	9 175	3 059	367 043	8 048	2 954	400 672	7 646	3 063
V. JEQUETEPEQUE-ZARUMILLA	692 820	9 142	6 334	762 700	8 019	6 116	832 580	7 618	6 343
VI. MARAÑÓN	57 615	10 346	596	63 426	9 075	576	69 238	8 622	597
VII. AMAZONAS	3 897	0	0	4 290	0	0	4 683	0	0
VIII. HUALLAGA	90 657	7 565	686	99 801	6 636	662	108 945	6 305	687
IX. UCAYALI	23 610	2 320	55	25 991	2 035	53	28 373	1 933	55
X. MANTARO	121 760	5 600	682	134 042	4 912	658	146 323	4 667	683
XI. PAMPAS-APURIMAC	116 591	5 199	606	128 351	4 561	585	140 110	4 333	607
XII. URUBAMBA-VILCANOTA	116 591	3 151	367	128 351	2 764	355	140 110	2 626	368
XIII. MADRE DE DIOS	5 222	927	5	5 748	813	5	6 275	772	5
XIV. TITICACA	95 469	10 855	1 036	105 098	9 522	1 001	114 728	9 046	1 038
<b>TOTAL</b>	<b>2 280 316</b>	<b>9 816</b>	<b>22 384</b>	<b>2 510 316</b>	<b>8 611</b>	<b>21 616</b>	<b>2 740 316</b>	<b>8 180</b>	<b>22 417</b>

Fuente: elaboración propia



**APÉNDICE III. DEMANDA INDUSTRIAL ESTIMADA EN LAS DISTINTAS HIPÓ-  
TESIS DE EVOLUCIÓN PREVISTAS**

AAA	SITUACIÓN ACTUAL - AÑO 2012		
	Población urbana (habitantes)	Dotación (m <sup>3</sup> /hab.año)	Demanda industrial (Hm <sup>3</sup> /año)
I. CAPLINA-OCONA	1 482 139	4,28	6,35
II. CHAPARRA-CHINCA	705 285	13,03	9,19
III. CAÑETE-FORTALEZA	9 924 697	4,38	43,51
IV. HUARMEY-CHICAMA	1 691 498	4,64	7,85
V. JEQUETEPEQUE-ZARUMILLA	2 589 369	40,13	103,92
VI. MARAÑON	634 450	85,22	54,07
VII. AMAZONAS	486 717	6,41	3,12
VIII. HUALLAGA	818 279	1,21	0,99
IX. UCAYALI	654 050	6,46	4,22
X. MANTARO	948 432	0,13	0,12
XI. PAMPAS-APURIMAC	258 450	0,49	0,13
XII. URUBAMBA-VILCANOTA	569 852	1,25	0,71
XIII. MADRE DE DIOS	114 214	132,30	15,11
XIV. TITICACA	597 657	0,14	0,08
<b>TOTAL</b>	<b>21 475 091</b>	<b>12</b>	<b>249</b>

Fuente: elaboración propia

AAA	HORIZONTE 2021								
	HIPÓTESIS 1			HIPÓTESIS 2			HIPÓTESIS 3		
	Población urbana (habitantes)	Dotación (m <sup>3</sup> /hab.año)	Demanda industrial (Hm <sup>3</sup> /año)	Población urbana (habitantes)	Dotación (m <sup>3</sup> /hab.año)	Demanda industrial (Hm <sup>3</sup> /año)	Población urbana (habitantes)	Dotación (m <sup>3</sup> /hab.año)	Demanda industrial (Hm <sup>3</sup> /año)
I. CAPLINA-OCOÑA	1 677 887	4	7	1 687 880	5	8	1 728 347	5	9
II. CHÁPARRA-CHINCA	823 911	13	11	828 818	14	12	848 689	16	13
III. CAÑETE-FORTALEZA	11 027 560	4	48	11 093 233	5	53	11 359 192	5	60
IV. HUARMEY-CHICAMA	1 945 444	5	9	1 957 030	5	10	2 003 950	6	11
V. JEQUETEPEQUE-ZARUMILLA	3 145 151	40	126	3 163 881	44	140	3 239 735	48	156
VI. MARAÑÓN	761 448	85	65	765 983	94	72	784 348	102	80
VII. AMAZONAS	552 932	6	4	556 225	7	4	569 561	8	4
VIII. HUALLAGA	971 978	1	1	977 766	1	1	1 001 208	1	1
IX. UCAYALI	753 858	6	5	758 347	7	5	776 529	8	6
X. MANTARO	1 091 718	0	0	1 098 219	0	0	1 124 549	0	0
XI. PAMPAS-APURIMAC	321 398	0	0	323 312	1	0	331 063	1	0
XII. URUBAMBA-VILCANOTA	638 239	1	1	642 040	1	1	657 433	2	1
XIII. MADRE DE DIOS	133 976	132	18	134 774	146	20	138 005	159	22
XIV. TITICACA	731 200	0	0	735 554	0	0	753 189	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>24 576 701</b>	<b>12</b>	<b>295</b>	<b>24 723 063</b>	<b>13</b>	<b>326</b>	<b>25 315 797</b>	<b>14</b>	<b>365</b>

Fuente: elaboración propia

AAA	HORIZONTE 2035								
	HIPÓTESIS 4			HIPÓTESIS 5			HIPÓTESIS 6		
	Población urbana (habitantes)	Dotación (m <sup>3</sup> /hab.año)	Demanda industrial (Hm <sup>3</sup> /año)	Población urbana (habitantes)	Dotación (m <sup>3</sup> /hab.año)	Demanda industrial (Hm <sup>3</sup> /año)	Población urbana (habitantes)	Dotación (m <sup>3</sup> /hab.año)	Demanda industrial (Hm <sup>3</sup> /año)
I. CAPLINA-OCONA	2 054 489	5	11	2 095 557	6	12	2 267 761	6	14
II. CHAPARRA-CHINCA	1 015 460	16	16	1 035 758	17	18	1 120 872	18	20
III. CANETE-FORTALEZA	12 841 980	5	68	13 098 683	6	75	14 175 075	6	87
IV. HUARMEY-CHICAMA	2 398 060	6	13	2 445 995	6	15	2 646 996	6	17
V. JEQUETEPEQUE-ZARUMILLA	3 943 229	48	190	4 022 052	52	210	4 352 566	56	245
VI. MARANON	1 046 975	102	107	1 067 903	111	118	1 155 659	119	138
VII. AMAZONAS	678 896	8	5	692 467	8	6	749 371	9	7
VIII. HUALLAGA	1 237 414	1	2	1 262 149	2	2	1 365 867	2	2
IX. UCAYALI	943 713	8	7	962 577	8	8	1 041 677	9	9
X. MANTARO	1 371 264	0	0	1 398 674	0	0	1 513 611	0	0
XI. PAMPAS-APURIMAC	441 516	1	0	450 341	1	0	487 348	1	0
XII. URUBAMBA-VILCANOTA	791 976	2	1	807 807	2	1	874 189	2	2
XIII. MADRE DE DIOS	171 348	159	27	174 773	172	30	189 135	185	35
XIV. TITICACA	933 673	0	0	952 337	0	0	1 030 596	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>29 869 992</b>	<b>15</b>	<b>448</b>	<b>30 467 074</b>	<b>16</b>	<b>495</b>	<b>32 970 723</b>	<b>17</b>	<b>577</b>

Fuente: elaboración propia

**APÉNDICE IV. DEMANDA MINERA, PECUARIA, RECREATIVA Y TURÍSTICA  
ESTIMADA EN LAS DISTINTAS HIPÓTESIS DE EVOLUCIÓN PREVISTAS**

AAA	SITUACIÓN ACTUAL - AÑO 2012				
	DEMANDA CONSUNTIVA (hm <sup>3</sup> /año)				
	Minero	Pecuario	Recreativo	Turístico	TOTAL
I. CAPLINA-OCOÑA	101	0	0	0	102
II. CHÁPARRA-CHINCA	3	0	0	0	3
III. CAÑETE-FORTALEZA	43	1	4	0	48
IV. HUARMEY-CHICAMA	8	0	0	0	8
V. JEQUETEPEQUE-ZARUMILLA	1	0	0	0	2
VI. MARAÑÓN	8	44	0	0	52
VII. AMAZONAS	0	0	2	0	2
VIII. HUALLAGA	31	1	2	0	33
IX. UCAYALI	2	2	0	1	5
X. MANTARO	29	0	0	0	30
XI. PAMPAS-APURIMAC	8	1	0	0	9
XII. URUBAMBA-VILCANOTA	1	0	0	0	1
XIII. MADRE DE DIOS	33	1	13	0	47
XIV. TITICACA	6	0	0	0	6
<b>TOTAL</b>	<b>273</b>	<b>50</b>	<b>22</b>	<b>1</b>	<b>346</b>

Fuente: elaboración propia

AAA	HORIZONTE 2021 – DEMANDA (hm³/año)											
	HIPOTESIS 1				HIPOTESIS 2				HIPOTESIS 3			
	Minero	Pecuario	Recreativo	Turístico	Minero	Pecuario	Recreativo	Turístico	Minero	Pecuario	Recreativo	Turístico
I. CAPLINA-OCONA	111	0	0	0	117	0	0	0	122	0	0	0
II. CHAPARRA-CHINCA	3	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0
III. CANETE-FORTALEZA	47	1	5	0	49	2	5	0	51	2	5	0
IV. HUARMEY-CHICAMA	9	0	0	0	9	0	0	0	10	0	0	0
V. JEQUETEPEQUE-ZARUMILLA	1	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0
VI. MARANÓN	8	48	0	0	9	51	0	0	9	53	0	0
VII. AMAZONAS	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	3	0
VIII. HUALLAGA	34	1	2	0	35	1	2	0	37	1	2	0
IX. UCAYALI	2	2	0	1	2	2	0	1	2	2	0	1
X. MANTARO	32	0	0	0	34	0	0	0	35	0	0	0
XI. PAMPAS-APURIMAC	9	1	0	0	9	1	0	0	10	1	0	0
XII. URUBAMBA-VILCANOTA	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
XIII. MADRE DE DIOS	36	1	15	0	38	1	15	0	39	1	16	0
XIV. TITICACA	7	0	0	0	7	0	0	0	7	0	0	0
<b>SUBTOTAL</b>	<b>300</b>	<b>55</b>	<b>25</b>	<b>1</b>	<b>313</b>	<b>57</b>	<b>26</b>	<b>1</b>	<b>327</b>	<b>60</b>	<b>27</b>	<b>1</b>
<b>TOTAL</b>	<b>380</b>				<b>398</b>				<b>415</b>			

Fuente: elaboración propia

AAA	HORIZONTE 2035 - DEMANDA (hm³/año)											
	HIPOTESIS 4				HIPOTESIS 5				HIPOTESIS 6			
	Minero	Pecuario	Recreativo	Turístico	Minero	Pecuario	Recreativo	Turístico	Minero	Pecuario	Recreativo	Turístico
I. CAPLINA-OCONA	127	0	0	0	132	0	0	0	137	0	0	0
II. CHAPARRA-CHINCA	3	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0
III. CANETE-FORTALEZA	53	2	5	0	55	2	6	0	57	2	6	0
IV. HUARMEY-CHICAMA	10	0	0	0	11	0	0	0	11	0	0	0
V. JEQUETEPEQUE-ZARUMILLA	2	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0
VI. MARANON	9	55	0	0	10	57	0	0	10	59	0	0
VII. AMAZONAS	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	3	0
VIII. HUALLAGA	38	1	2	0	40	1	2	0	41	1	2	0
IX. UCAYALI	2	2	0	1	2	2	0	1	2	2	0	1
X. MANTARO	37	0	0	0	38	0	0	0	40	0	0	0
XI. PAMPAS-APURIMAC	10	1	0	0	11	1	0	0	11	1	0	0
XII. URUBAMBA-VILCANOTA	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
XIII. MADRE DE DIOS	41	1	17	0	43	1	17	0	44	1	18	0
XIV. TITICACA	7	0	0	0	8	0	0	0	8	0	0	0
<b>SUBTOTAL</b>	<b>341</b>	<b>62</b>	<b>28</b>	<b>1</b>	<b>354</b>	<b>65</b>	<b>29</b>	<b>1</b>	<b>368</b>	<b>67</b>	<b>30</b>	<b>1</b>
<b>TOTAL</b>	<b>432</b>				<b>450</b>				<b>467</b>			

Fuente: elaboración propia