

PARA CITAR ESTE ARTÍCULO:

HENDRIKS, Jan (2009) “Los Grandes Sistemas de Riego y el Cambio Climático: Márgenes y Medidas de Gestión”. Ponencia presentada en el Foro Nacional del Agua 2009. Lima.

Los Grandes Sistemas de Riego y el Cambio Climático: Márgenes y Medidas de Gestión

Jan Hendriks¹

Resumen ejecutivo

A escala nacional, el Perú tiene una gran abundancia de recursos hídricos. Sin embargo, esta disponibilidad se encuentra muy mal distribuida en el tiempo y espacialmente. La Vertiente del Pacífico (Costa peruana y estribaciones de cordillera) abarca el 22% del territorio nacional, alberga más del 65% de la población, pero solamente cuenta con el 1,8% de la disponibilidad total de agua del país. La Costa depende en gran medida de las descargas hídricas provenientes de la Sierra Occidental; en este sentido, debe tomarse en cuenta que en casi todos los ámbitos de la Sierra se presenta escasez de lluvias durante el periodo de marzo a noviembre, provocando problemas de disponibilidad de agua en la propia Sierra como también en ámbitos de la Costa.

De las aprox. 1'750.000 hectáreas con infraestructura de riego al nivel del país, 1'100.000 hectáreas se ubican en la Costa Peruana; de éstas últimas, sólo unas 850.000 ha son cultivadas efectivamente. De éstas, aprox. 625.000 ha se emplazan en la franja costera norte, desde Lima hasta la frontera con el Ecuador; el 94% de esta área agrícola forma parte de sistemas de riego con tamaño mayor a 10.000 hectáreas. Casi 500.000 ha cultivadas bajo riego se ubican en la zona costera al norte de la cuenca del río Santa, es decir, no reciben aporte hídrico proveniente de glaciares.

En la franja costera sur, desde Lima hasta la frontera con Chile, se encuentran cerca de 250.000 hectáreas cultivadas bajo riego. Aquí, los sistemas de riego tienen generalmente una envergadura menor: solamente 7 sistemas alcanzan un tamaño de 10.000 hectáreas (totalizando el 56% del área regada en la costa sur).

Está comprobado que en el último siglo se ha producido un proceso acelerado de calentamiento de la atmósfera al nivel mundial, y por lo tanto, también en el Perú. Esto está produciendo un cambio climático y una variabilidad climática que afectan los regímenes de precipitación, y consecuentemente, los regímenes hidrológicos de las cuencas. Además, está generando un retroceso de glaciares (en superficie y en volumen), proceso que en las próximas décadas implicará un leve incremento en el aporte hídrico de cuencas hidrográficas que albergan glaciares en sus cumbres, para luego reducirse dicho aporte en función de la merma o desaparición de estos cuerpos de hielo.

Hay indicios que el proceso de cambio climático global - y los efectos de éste sobre las circulaciones y condiciones atmosféricas - está produciendo una tendencia a que las precipitaciones en el norte del país se incrementen levemente, mientras que el nivel de precipitaciones en el sur del Perú y el Norte de Bolivia podría estar en un proceso de disminución (tanto los totales anuales como durante la temporada húmeda).

De confirmarse esta tendencia, los regímenes hidrológicos de las cuencas en el norte del país podrían contar con aguas algo más abundantes, sin que esto implique necesariamente una excesiva anomalía en las crecidas de los ríos durante las temporadas de lluvias. En general, se vería favorecida la disponibilidad de agua para -entre otros- los grandes sistemas de riego en la Costa Norte. Sin embargo, los sucesivos fenómenos de "El Niño" y de "La Niña" se seguirán

¹ Ingeniero agrícola, consultor en gestión de recursos hídricos.

presentando, en forma errática pero siempre causando estragos, eventualmente exacerbados por una creciente variabilidad climática.

En cambio, la tendencia decreciente constatada en el régimen de precipitaciones en el Sur del país acentuaría la ocurrencia de sequías, y produciría efectos negativos en los regímenes hidrológicos en términos de la descarga hídrica en las distintas cuencas². Evidentemente, esto podría afectar seriamente la disponibilidad de agua para los distintos sectores de uso, entre los cuales están los numerosos pequeños y medianos sistemas de riego existentes en esta parte del país. En un escenario de esta índole, se hace aún más importante la permanencia de glaciares, los mismos que – mientras existan – no dejarán de aportar recurso hídrico en periodos de escasez o ausencia de lluvias.

Todos los sistemas de riego en el país experimentan un determinado grado de vulnerabilidad ante los pronósticos de cambio y de amenazas que se señalan líneas arriba. Quizás, los pequeños y medianos sistemas de riego – sobre todo aquellos que se ubican en (sub)cuencas hidrográficas de menor tamaño – están en mayor peligro de sufrir daños y pérdidas, tanto en su infraestructura hidráulica como en su función productiva.

Ante las posibles situaciones expuestas cabe responder con medidas diferenciadas a fin de hacer frente a los peligros y adaptarse a los cambios. De confirmarse las tendencias señaladas, los sistemas de riego en el norte del país requieren un afianzamiento de sus infraestructuras hidráulicas, así como el mejoramiento de la capacidad de evacuación y de drenaje de agua en los distintos cauces (naturales y artificiales), ante descargas hídricas destructivas que se presenten en las cuencas. Deberán intensificarse las medidas de conservación y protección en las cuencas medias y altas, a fin de menguar la erosión de suelos, así como la colmatación de embalses y redes de canales. Incentivar el uso integrado de aguas superficiales y subterráneas podrá constituir una solución – al menos parcial – ante la escasez de agua en los periodos de estiaje. Es menester adecuar las cédulas de cultivo ante la gran variación en la disponibilidad de agua entre época de crecidas y época de estiaje.

Ante el pronóstico de una menor disponibilidad de agua en el centro-sur y sur del país, deberá buscarse e implementarse las medidas más apropiadas para una mayor “cosecha de agua”, así como el incremento de la capacidad de almacenamiento de agua a todo nivel: cuenca, sistema y parcela. El mejoramiento de infraestructura hidráulica y afinamientos en la captación y distribución del agua podrán coadyuvar a que más agua llegue a su destino: la chacra y los cultivos. Estas y otras medidas son aún más relevantes, si tomamos en cuenta que la mayor parte de las cordilleras nevadas y glaciares se ubican en el centro y sur del país, donde, por lo tanto, se sentirá más los efectos de la desglaciación de estos cuerpos.

Para prácticamente todos los sistemas de riego en el país vale el hecho de que existe una medida que es la más eficaz contra la falta de disponibilidad del recurso hídrico: incrementar las eficiencias de riego³. Considerando que la eficiencia global⁴ de riego en la mayoría de los sistemas no supera el 35% a 40%, y que es posible alcanzar eficiencias promedios en el orden del 50% o más, aún con métodos de riego no presurizados, se presenta un tremendo margen para adaptarse a los probables cambios e incrementar la seguridad hídrica en los sistemas de riego.

Todo ello, nos remite a la madre del cordero: políticas, marcos normativos y asignación de recursos económicos que relacionen explícitamente la gestión del agua con la necesidad de adaptación al cambio climático. Se requiere apoyar fuertemente el desarrollo de conciencia, capacidades técnicas

² Además, hay indicios que en la Sierra los denominados “friajes” –especialmente durante los inviernos– se están incrementando en frecuencia e intensidad.

³ En el presente artículo el autor se refiere a la eficiencia en su concepto técnico. El abordaje de la problemática de las eficiencias económicas, sociales (inequidad, etc.) y ambientales ha quedado fuera del alcance de este documento.

⁴ Suma integrada de las eficiencias de conducción, distribución y aplicación del agua de riego.

y de gestión en relación con el uso y manejo de sistemas de riego, con visión de cuenca, en un contexto de cambio climático. El fortalecimiento de las organizaciones de regantes se considera de crucial importancia para poder emprender en conjunto las tareas que nos esperan al respecto.

Palabras claves:

Cambio climático; régimen hidrológico; desglaciación; sistemas de riego; medidas de adaptación.

1. Presentación

El presente artículo ha sido elaborado con ocasión del Foro Nacional⁵ “AGUA: Políticas, Conflictos y Consensos; nuevos retos, nuevos paradigmas” que se realizó los días 7 y 8 de Septiembre 2009 en la ciudad de Lima.

Al referirse sobre todo a los grandes sistemas de riego en el Perú, el documento adquiere inevitablemente un sesgo de atención hacia las irrigaciones en la Costa Peruana, ya que los sistemas de riego en Sierra y Selva son en su gran mayoría de mucho menor tamaño que aquellos de la Costa.

Existe un gran acervo de documentación sobre los temas de cambio climático, y en menor grado sobre la situación y problemática de los sistemas de riego. Sin embargo, existe poca literatura en la cual se establece una relación entre ambos temas. Ello, junto al hecho que muchas estadísticas respecto los sistemas de riego en el Perú resultan desactualizadas o virtualmente inexistentes (caso de Sierra y Selva), hacen que varios datos presentados en el presente artículo puedan ser inexactos. Esto nos remite a la urgente necesidad de realizar mayores esfuerzos de investigación sobre la agricultura regada en el Perú, así como la actualización de las bases de datos disponibles, con cobertura nacional⁶.

2. Recursos Hídricos en el Perú

2.1 Disponibilidad de Agua

La disponibilidad de agua en el Perú fluctúa enormemente entre los años, entre las temporadas del año, así como entre los distintos territorios y lugares. La principal fuente directa que determina la disponibilidad de agua dulce son las precipitaciones, y evidentemente éstas se comportan en función del clima, es decir, sumamente variable.

El cuadro 1 demuestra la disponibilidad promedio anual de agua en las tres vertientes hidrográficas del país, sumando un total de 2.045 kilómetros cúbicos por año⁷. Este aporte hídrico discurre por un total de 1.007 ríos que se ubican en las 159 unidades hidrográficas (“cuencas”) del país (fuente: ANA, 2009).

Cuadro 1

Disponibilidad de Agua Superficial en el Territorio Nacional						
Vertiente	Superficie (x 1000 km ²)	Población (N°)	%	Disponibilidad de Agua (MMC / año)	%	Índice Falkenmark (m ³ /hab/año)
Pacífico	279.7	18,315,276	65%	37,363	1.8%	2,040
Atlántico	958.5	8,579,112	30%	1,998,752	97.7%	232,979
Lago Titicaca	47.0	1,326,376	5%	10,172	0.5%	7,669
TOTAL	1285.2	28,220,764	100%	2,046,287	100%	72,510

Fuente: ANA, 2009, citando datos del INRENA del año 1995.

⁵ Organizado por IPROGA, CEPES, Pontificia Universidad Católica del Perú, Alternativa, e ITDG Soluciones Prácticas.

⁶ El último censo agrícola realizado en el Perú data del año 1994, es decir, hace 15 años; en el tiempo transcurrido desde entonces, la realidad rural-agrícola del país ha pasado por una profunda transformación. Al momento de revisarse tangencialmente el presente artículo a mediados de 2013, aún no se contaba con los resultados del nuevo IV Censo Agropecuario, realizado en 2012.

⁷ 1 km³ de agua es la equivalencia de 1000 millones de metros cúbicos (MMC).

Tal como se aprecia en el cuadro anterior, la distribución de la disponibilidad de agua resulta sumamente desigual en términos espaciales: la vertiente del Pacífico (22% del territorio nacional) donde vive el 65% de la población peruana, solamente cuenta con el 1,8% de la disponibilidad total de agua del país.

Las reservas de agua dulce están principalmente en los lagos y lagunas naturales, en las represas artificiales, en los acuíferos subterráneos y en los glaciares. En general, estas reservas son relativamente ínfimas, si las comparamos con la disponibilidad de agua en los ríos. Según el Inventario Nacional de Lagunas realizado por la ONERN⁸ en 1980, el Perú cuenta con 12.201 lagunas, que suman un volumen total de aprox. 7.000 MMC; de ellas, al año 1980 un número de 186 estaba en explotación, equivalente a una capacidad de regulación de aprox. 3.000 MMC.

Las grandes represas construidas por el Estado en la segunda mitad del siglo pasado (1950 – 2000) se ubican casi exclusivamente en la vertiente del Pacífico⁹ y suman una capacidad neta de embalse que está en el orden de los 3.500 MMC.

Los acuíferos de aguas subterráneas de mayor potencial se ubican en la costa, con una reserva explotable anual estimada en 2.700 MMC. De ello, actualmente se aprovecha un volumen promedio de aprox. 1.500 MMC/año (ANA, 2009).

Las reservas de agua dulce contenidas en los glaciares de las 20 cordilleras en el Perú suman un volumen que presumiblemente está en el orden de los 40.000 MMC¹⁰. Desde hace décadas, el retroceso de dichos glaciares arroja un balance de masa negativo¹¹, por lo cual anualmente unos 1.000 – 1.600 MMC de agua deben estar agregándose a la circulación de aguas en el territorio peruano.

El cuadro 2 presenta una síntesis de las cifras dadas en los párrafos anteriores.

Cuadro 2

Volúmenes de agua en cauces y cuerpos de agua en territorio peruano (cifras promedios, aproximadas)	
Tipo de cuerpo de agua	Magnitud
Disponibilidad de agua superficial en los ríos	2,046,287 MMC/año
Agua embalsada en lagunas (no incluye lago Titicaca)	7,000 MMC
Agua explotable en lagunas regulables	3,000 MMC
Capacidad neta de represas artificiales	3,500 MMC
Volúmen explotable en acuíferos	2,700 MMC
Volúmen de agua contenida en glaciares (dato provisional)	40,000 MMC
Aporte hídrico adicional por retroceso de glaciares (dato provisional)	1,000 - 1,600 MMC/año

Fuentes: ver texto arriba y notas de pie

⁸ Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales, entidad desactivada en 1992.

⁹ Excepciones de importancia son: la represa Lagunillas (500 MMC) en el departamento de Puno y la represa Cuchoquesera (80 MMC) del Proyecto Especial Río Cachi en el departamento de Ayacucho.

¹⁰ Cifra calculada por el autor, basándose en datos de *Chancos Pillaca (1995)* y *CAN/IRD/PNUMA/AECI (2007)*.

¹¹ CAN/IRD/PNUMA/AECI, 2007.

2.2 Demanda de Agua

Se estima que el uso consuntivo total anual de agua en el Perú (20,072MMC/año) es en promedio sólo el 1% de la disponibilidad total (2'046.287 MMC/año). En la vertiente del Titicaca y sobretodo en la vertiente del Atlántico, la proporción de la demanda consuntiva de agua en relación con la oferta hídrica resulta aún menor (ver cuadro 3). En cambio, en la vertiente del Pacífico una parte considerable del agua disponible es usada para fines productivos (riego), agua potable y otros.

Cuadro 3

Disponibilidad versus uso consuntivo de agua en el Perú (volúmenes en MMC/año)			
Vertiente	Disponibilidad	Uso consuntivo	Porcentaje
Pacífico	37,363	17,542	47.0%
Atlántico	1,998,752	2,437	0.1%
Lago Titicaca	10,172	93	0.9%
TOTAL	2,046,287	20,072	1.0%

Fuente: elaboración propia, basada en datos de ANA, 2009.

La aparente abundancia de agua en el país resulta ser un supuesto muy engañoso. Pues, gran parte de la Sierra peruana y Ceja de Selva forman parte de la vertiente del Atlántico, y es sabido que estos espacios sufren a menudo una notoria escasez de agua, particularmente en las temporadas de estiaje. Por otro lado, en la Selva amazónica las precipitaciones alcanzan valores de hasta 4.000 mm/año, pero las descargas hídricas apenas pueden ser aprovechadas para uso consuntivo. Así, por ejemplo, la cobertura poblacional de servicios de agua potable en la parte amazónica es la más baja del país (en el orden de tan solo el 40% ¹²).

En la vertiente del Pacífico, el uso consuntivo de agua alcanza a casi la mitad de la disponibilidad promedio. Aquí, las descargas de agua en los ríos se concentran entre los meses de diciembre y marzo, a consecuencia de los escurrimientos que producen las lluvias en la parte occidental de la Sierra durante esta temporada. El resto del año, los ríos que atraviesan la costa reducen considerablemente su caudal, en su mayoría sin poder satisfacer las demandas de agua; menos aún, para mantener el suficiente caudal ecológico.

El cuadro 4 presenta los volúmenes anuales de agua que absorben los distintos sectores de uso en el país. La agricultura regada es el sector que más agua demanda: en el orden del 80% de la demanda consuntiva total. El menor porcentaje de demanda se registra en el sector minero. Sin embargo, debe tomarse en cuenta que una considerable parte de la actividad minera se localiza en zonas de poca disponibilidad de agua (flancos occidentales de la Sierra), lo cual a menudo constituye un factor importante en cuanto a competencia local por el agua.

¹² En: diagnóstico realizado por la empresa Nippon Koei LAC, por encargo del Water & Sanitation Program (WSP) y la Comunidad Andina (CAN): *Informe Final, Recopilación y Análisis de Información de los Servicios de Agua y Saneamiento de los países andinos en la cuenca amazónica*. Octubre 2005.

Cuadro 4. Distribución de los usos sectoriales del agua en el país

Uso Sectorial del Agua (2000 / 2001 , en MMC/año)										
Vertiente	Uso Consuntivo									Uso No Consuntivo (hidro-energía)
	Poblacional	%	Agrícola	%	Industrial	%	Minero	%	Total	
Pacífico	2,086	12%	14,051	80%	1,103	6%	302	2%	17,542	4,245
Atlántico	345	14%	1,946	80%	49	2%	97	4%	2,437	6,881
Titicaca	27	29%	61	66%	3	3%	2	2%	93	13
TOTAL	2,458	12%	16,058	80%	1,155	6%	401	2%	20,072	11,139

Fuente: ANA, 2009.

3. Agricultura Regada y Sistemas de Riego en el Perú

3.1 Agricultura Regada

El Perú es un país geográficamente muy accidentado, razón principal por la cual la superficie agrícola ocupa solamente el 4,3% de su territorio, totalizando aprox. 5'500.000 hectáreas en condición de ser cultivadas, de las cuales 3'750.000 hectáreas en secano y 1'750.000 ha con infraestructura riego (Huamanchumo et. al., 2008). Estas tierras son trabajadas por un universo de cerca de 2 millones de productores agrarios (familias, medianas empresas agrícolas, etc.). Una considerable parte de estos productores (69%) se ubica en zonas de sierra, a veces en condiciones de extremo minifundio y pobreza. Ver Cuadro 5:

Cuadro 5. Unidades de producción y superficies agrícolas en el Perú

Zona del País	Productores agrarios (unidades agropecuarias)	Superficie agrícola total cultivable (ha)	Superficie cultivos en secano (ha)	Superficie con infraestructura de riego (ha, aprox.)	% del total de infraestructura de riego
Costa	250.000	900.000	0	1.190.000	68 %
Sierra	1.200.000	2.830.000	2.230.000	453.000	26 %
Selva	290.000	1.770.000	1.520.000	109.000	6 %
TOTAL	1.740.000	5.500.000	3.750.000	1.752.000	100 %

Información conciliada a base de la siguiente bibliografía:

- III Censo Agropecuario 1994 (cifras redondeadas).
- Estrategia Nacional para la Gestión de los Recursos Hídricos Continentales en el Perú (versión diciembre 2004).
- Perfil de Riego de la República del Perú (1995).

La gran variedad de climas y zonas ecológicas en el Perú permite la producción de una amplia gama de cultivos, en las zonas de Costa, Sierra y Selva. Pero es sobretudo la agricultura irrigada en la Costa – totalmente dependiente del agua de riego – que imprime un particular dinamismo en el sector. Actualmente (2009), el producto bruto agrícola está en el orden de los USD 11.000 millones por año¹³ (7.6% del PBI). Por lo tanto, no es de sorprender que la mayor parte de la infraestructura de riego – el 68% del total del país - se encuentre en la costa peruana.

¹³ Estimado a partir de datos disponibles en las siguientes páginas web:
http://www.mef.gob.pe/ESPEC/marco_macro/Anexo_IS_MMM02009_2011_Rev_ISEM.xls ; y
<http://www1.inei.gob.pe/perucifrasHTML/inf-eco/cuadro.asp?cod=3846&name=pr05&ext=gif>

Sin embargo, a pesar de las inversiones estatales y privadas realizadas, las áreas regadas y sistemas de riego han seguido sufriendo un considerable deterioro, por falta de mantenimiento y reinversión en la infraestructura, por mal manejo de los sistemas (falta de drenaje; procesos de empantanamiento y salinización, etc.). El cuadro 6 da una idea del aprovechamiento sub-óptimo de la infraestructura de riego disponible en el país; se trata de datos del año 1995, y reflejan una problemática que persiste hasta la actualidad, aún con el tiempo transcurrido.

Cuadro 6. Uso sub-óptimo de la infraestructura de riego para fines agroproductivos

Zona del País	Superficie con infraestructura de riego (ha)	Superficie de riego realmente cultivada (ha)	Porcentaje en uso (%)
Costa	1.190.000	736.000	62 %
Sierra	453.000	289.000	64 %
Selva	109.000	84.000	77 %
GLOBAL	1.752.000	1.109.000	63 %

Fuente: Perfil de Riego de la República del Perú (1995).

3.2 Los Grandes Sistemas de Riego

En principio, existe interdependencia hidrológica entre todos los sistemas de uso de agua que se ubiquen en una misma cuenca hidrográfica; sin embargo, normalmente esto no se refleja en términos de gestión, por lo cual cada sistema es manejado con relativa o total autonomía por la entidad a cargo de su operación. Esto es también el caso en la gran mayoría de los sistemas de riego.

Existen distintas formas de enfocar el concepto “sistema de riego”. En el presente artículo se entenderá por Sistema de Riego un territorio regado en el cual usuarios comparten una misma fuente principal de agua, a través de uno o más canales que son directamente interdependientes (red) en términos de operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica y/o la administración de los servicios de distribución de agua.

No existe una clasificación única en cuanto a tamaño de sistemas de riego. En el caso de Bolivia, el PRONAR¹⁴ usaba las siguientes categorías:

Cuadro 7

Tamaño de Sistemas de Riego (Bolivia)	
Micro	2 – 10 ha
Pequeño	11 – 100 ha
Mediano	101 – 500 ha
Grande	> 500 ha

Fuente: Gutiérrez, 2006

La realidad socio-geográfica del Perú es distinta, por lo cual sobretudo las categorías “mediano” y “grande” tienen una connotación de mayor dimensión que aquella clasificación usada en Bolivia. Para efectos del presente artículo, se denominará “grande” a aquellos sistemas de riego en el Perú cuya infraestructura hidráulica cubre un área regable de 10.000 hectáreas o más.

¹⁴ Programa Nacional de Riego (Bolivia).

Existen miles de sistemas de riego en el país; hasta la fecha, ninguna institución lleva un inventario pormenorizado y consolidado de todos ellos¹⁵. Sin embargo, se sabe que en la Sierra predominan los pequeños sistemas. Normalmente, éstos captan sus aguas de manantes, quebradas o pequeños cauces, por lo cual tienden a ubicarse de forma muy dispersa en el territorio, en vez de configurar una secuencia de sistemas a lo largo de un río mayor. Pues, la geomorfología de la Sierra condiciona a que en este territorio los ríos – al adquirir éstos un mayor tamaño – calan su recorrido en cañones o valles profundos, en cuyas laderas empinadas no se emplaza mucha superficie irrigable, salvo excepciones¹⁶.

Distinta es la situación en la Costa, cuyos valles precordilleranos, deltas fluviales y planicies desérticas cubren extensas áreas relativamente planas, constituyendo tierras con regular hasta buena aptitud para riego. Es en estos territorios, donde es posible configurar infraestructuras hidráulicas, redes de canales y áreas irrigables colindantes de mayor dimensión; en otras palabras, es aquí donde se logran emplazar los grandes sistemas de riego, en la medida que exista el suficiente recurso hídrico.

En efecto, en el cuadro 7¹⁷ se puede apreciar que en la Costa Norte (más precisamente, en el territorio costero desde el norte de Lima hasta la frontera con Ecuador) existen más de 20 sistemas de riego que tienen un tamaño superior a 10.000 hectáreas; en conjunto, suman casi 600.000 hectáreas y constituyen el 94% del área agrícola regada en la Costa Norte.

En la Costa Sur del Perú la situación es algo distinta: aquí, solamente 7 sistemas de riego alcanzan un tamaño mayor a 10.000 hectáreas. En conjunto, éstos suman algo más de 130.000 hectáreas (54%) del total de 233.500 hectáreas irrigadas que se registran en esta parte del país. Esta menor magnitud, tanto en área regada como en tamaño de los sistemas de riego, se debe a una variedad de factores. Entre otros, el territorio costero sur tiene en promedio una morfología algo más accidentada y con planicies menos extensas que en el norte. Por otro lado, la mayoría de los ríos en el sur aportan un menor caudal promedio que en la costa norte del país, lo cual incide fuertemente en la disponibilidad de agua para riego. Pues, en general, las cordilleras aportantes y estibaciones de montaña en el sur tienen un clima relativamente más seco que aquellas de la costa norte, particularmente en la vertiente del Pacífico.

¹⁵ Sin embargo, debe señalarse que las Administraciones Locales de Agua (antes: Administraciones Técnicas de Distrito de Riego) han reunido amplia información al respecto.

¹⁶ Por ejemplo, extensas áreas regadas en las cuencas del río Mantaro y Vilcanota; igualmente, en zonas de Altiplano.

¹⁷ El Cuadro 7 no pretende ser completo ni exhaustivo en cuanto a información consignada: también en la Vertiente del Pacífico del Perú existen numerosos pequeños y medianos sistemas de riego que no figuran en los registros disponibles. Por ejemplo, el referido cuadro no incluye datos sobre el valle del Alto Jequetepeque. Es posible que el área bajo riego en “costa sur” sea considerablemente mayor que la cifra presentada en el cuadro, por la mayor cantidad de (pequeños) sistemas que han quedado fuera de los registros oficiales.

Cuadro 8

Sistemas de Riego en la Costa Peruana (*)			
Nombre del sistema o valle	Sistemas > 10.000 hectáreas		Todos los sistemas en la Costa (ha)
	Nº aprox. de Usuarios	Área bajo Riego (ha)	
Tumbes	7,800	12,300	En la Costa Norte el 94 % del área bajo riego constituye sistemas de > 10.000 ha
Chira	15,300	34,800	
San Lorenzo	7,600	38,100	
Alto Piura	14,400	25,700	
Medio y Bajo Piura	13,400	27,500	
Sechura	11,700	11,400	
Motupe	s.i.	11,000	
La Leche	s.i.	23,500	
Chancay-Lambayeque	28,200	113,700	
Zaña	6,400	20,400	
Jequetepeque Regulado	12,900	42,700	
Chicama	6,200	64,700	
Moche	4,800	15,700	
Virú	2,900	13,700	
Chavimochic (áreas nuevas intervale) (**)	s.i.	14,500	
Irchim	1,600	10,700	
Nepeña	3,300	13,000	
Casma	3,800	17,200	
Pativilca	7,600	25,400	
Huaura	9,700	31,900	
Chancay Huaral	9,500	21,500	
Subtotal Costa Norte	167,100	589,400	625,100
Cañete	6,700	22,500	En la Costa Sur el 56 % del área bajo riego constituye sistemas de > 10.000 ha
Chincha	7,200	24,100	
Pisco	3,600	22,300	
Ica	9,800	18,300	
La Achirana	11,500	16,200	
Nazca	s.i.	14,500	
Pampa Majes	2,200	13,200	
Subtotal Costa Sur	41,000	131,100	233,500
TOTALES	208,100	720,500	858,600
	Usuarios en sistemas > 10.000 ha	Área sistemas > 10.000 ha	Total sistemas en la Costa (ha)

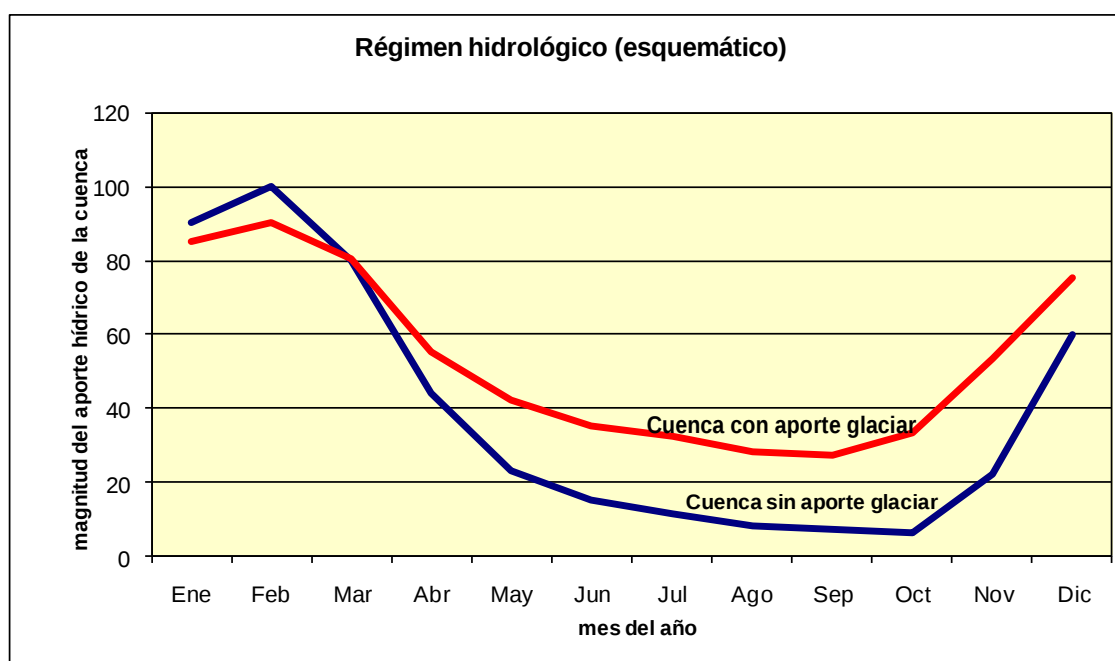
(*) "Sistema de Riego" entendido aquí como un conjunto de unidades territoriales, usuarios y canales que usan una misma fuente principal de agua, con interdependencia directa en términos de operación, mantenimiento y administración de la infraestructura hidráulica (principal) presente, así como en torno a la distribución del agua.

Fuente: recopilado a partir del cuadro "Avance de la declaración de intención de siembra al 28 de Octubre del 2004", Campaña Agrícola 2004-2005, y del Informe Final Programa PES 2000-2001. Programa Subsectorial de Irrigación (PSI). Nota: cifras de área bajo riego y Nº de usuarios redondeadas a 100 unidades (+/-). (**) Comunicación verbal con directivos del P.E. Chavimochic (2008).

3.3 Importancia de Glaciares para los Sistemas de Riego

Los glaciares producen derretimiento de sus cuerpos de hielo durante casi todo el año; por lo tanto, también durante las temporadas de estiaje son proveedores de cierto caudal a los cursos de agua. Este aporte hídrico resulta aún más relevante – hasta determinante, en algunos casos – cuando los periodos de ausencia de lluvias son más acentuados y el caudal de otras fuentes de agua se haya reducido o agotado. Por otro lado, debe tomarse en cuenta que en la época de estiaje se suelen alcanzar mayores eficiencias de captación hacia los sistemas de uso de agua, en comparación con los periodos de fuerte descarga hídrica. De esta manera, el agua disponible por escurrimiento de agua desde glaciares – y que no haya infiltrada al suelo o evaporada – puede ser casi enteramente captada para su uso consuntivo (agua potable; riego; etc.) o no consuntivo (hidroeléctricas, piscigranjas). De lo anterior se deduce la enorme importancia que tiene la presencia de glaciares en una cuenca en tanto genera un efecto estabilizador y regulador del régimen hidrológico (ver figura 1), y por ende, como factor de disponibilidad de agua también para el riego de cultivos en época de estiaje. Literalmente, se trata de verdaderos reservorios estacionales, que almacenan sus aguas en estado de hielo.

Figura 1. Efecto regulador del aporte glaciar sobre el régimen hidrológico de una cuenca



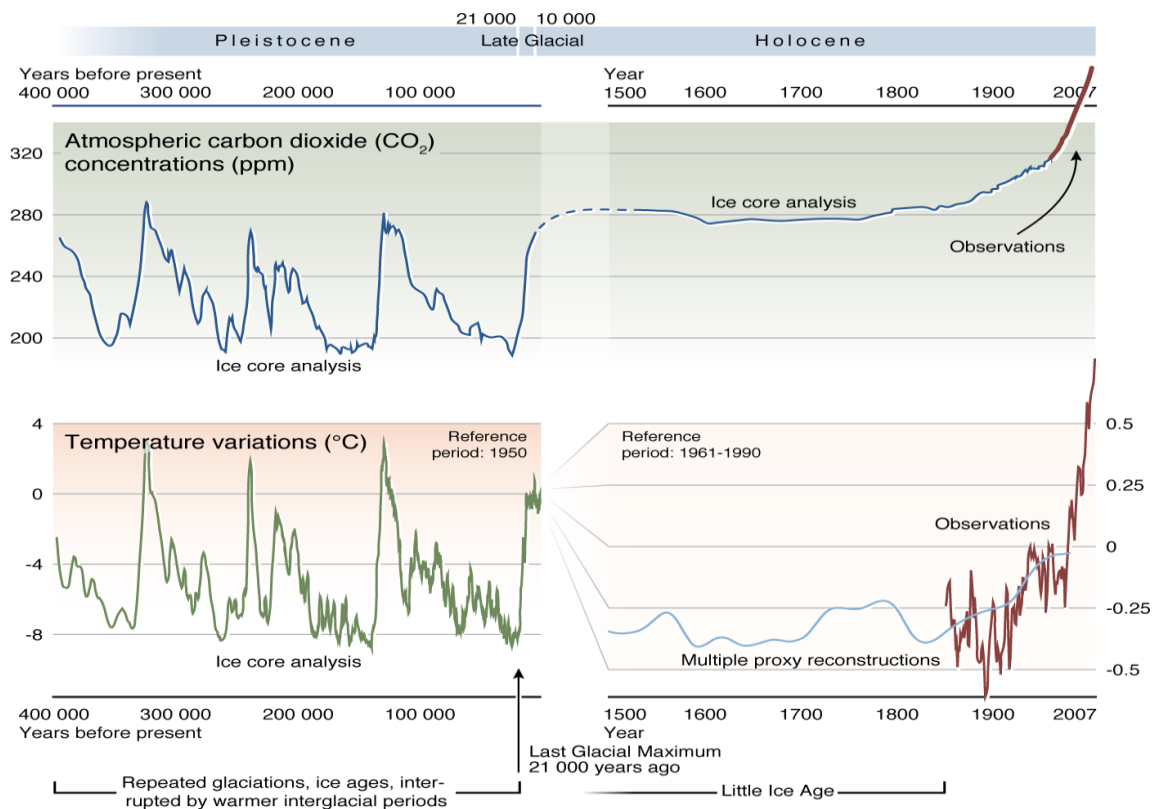
La importancia de un glaciar como “regulador hídrico” depende de la proporción de cobertura glaciar que tiene cada cuenca, el régimen pluvial en las distintas altitudes, así como de los factores que determinan el proceso de desglaciación: mayormente, el balance de masa (inducido por variables climáticas) y las características topográficas del glaciar (pendiente, morfología del lecho rocoso, etc.)¹⁸. Esto hace que se presentan situaciones muy diversas en las distintas partes del país con respecto a la presencia e influencia de glaciares sobre la disponibilidad de agua en grandes sistemas de riego, aspecto que será abordado con más detenimiento en la sección 4.4.

¹⁸ Ver: CAN/IRD/PNUMA/AECI, 2007.

4. Cambio Climático y Regímenes Hidrológicos

El clima siempre es cambiante. En ello, la interacción entre temperatura, humedad, precipitación, flujo del aire (vientos), radiación solar y evaporación son factores claves que determinan en gran medida el comportamiento del ciclo hidrológico, y particularmente, el régimen de descarga hídrica de una cuenca. Por lo tanto, la preocupación no está en las variaciones climáticas en sí, sino en las fuertes anomalías que se presentan en éstas, particularmente desde el último siglo. El IPCC¹⁹ ha señalado que existe definitivamente una relación inequívoca entre el incremento de las concentraciones de *gases de efecto invernadero* (GEI²⁰) en la atmósfera y el incremento de la temperatura promedio en el mundo. En la figura 2 se aprecia que durante al menos los últimos 400,000 años la concentración de CO₂ se ha mantenido entre aprox. 200 – 280 ppm, cifra que a partir del siglo XIX (inicio de la era industrial) empieza a incrementarse, hasta alcanzar una concentración por encima de los 380 ppm en la actualidad. Se constata una relación directa entre estas concentraciones atmosféricas de CO₂ y la variación de la temperatura promedio en el mundo; durante el siglo XX esta temperatura media mundial ha aumentado en aprox. 0.6 °C (± 0.2). Indudablemente, esta variación estructural tiene efecto sobre el comportamiento de las circulaciones atmosféricas y de las aguas marinas, y por ende sobre los ciclos hidrológicos y regímenes de descarga hídrica de las cuencas.

Figura 2. Tendencia histórica en la concentración de CO₂ y temperatura atmosférica



Fuente: UNEP/GRID-Arendal, 'Historical trends in carbon dioxide concentrations and temperature, on a geological and recent time scale', UNEP/GRID-Arendal Maps and Graphics Library, June 2007, <<http://maps.grida.no/go/graphic/historical-trends-in-carbon-dioxide-concentrations-and-temperature-on-a-geological-and-recent-time-scale>>

¹⁹ Intergovernmental Panel on Climate Change, creado en 1988 por la Organización Meteorológica Mundial (WMO) y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), ambos organismos pertenecientes a la Organización de las Naciones Unidas (ONU).

²⁰ Principalmente: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxidos de nitrógeno (NO_x), vapor de agua (H₂O), ozono (O₃), clorofluorocarbono (CFCs).

4.1 Cambio Climático y Variabilidad Climática

La **variabilidad climática** se define como el rango de valores que el clima puede asumir en un lugar particular a lo largo del tiempo. Normalmente, la variabilidad climática es una característica inherente al sistema climático natural. Sin embargo, se reconoce que la variabilidad climática puede exacerbarse a consecuencia del calentamiento global²¹. La oscilación en la temperatura superficial de las aguas en el Océano Pacífico y su interacción con la atmósfera circundante y atmósfera global (fenómeno ENSO: “El Niño” South Oscillation) cabe dentro de la definición de **variabilidad climática**, aunque algunos afirman de que su comportamiento ya estaría alterándose a consecuencia del cambio climático.

La *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) define el **cambio climático** como un cambio estructural del clima que se atribuye directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global, y que se produce en forma adicional a la variabilidad natural del clima observada en periodos de tiempo comparativos²². El incremento de temperatura en la atmósfera de la tierra (calentamiento global) es un fenómeno que corresponde a la definición de **cambio climático**.

El cambio climático y la variabilidad climática producen alteraciones en el régimen de precipitaciones en el Perú (y zonas tropicales aledañas), en las descargas hídricas que se generan a partir del escurrimiento de las aguas que precipitan al suelo y por lo tanto, también en los regímenes hidrológicos de las cuencas hidrográficas. Ello, adicionalmente a los cambios hidrológicos provocados por otras causas naturales o antrópicas: pérdida de suelos por erosión, sobrepastoreo, deforestación, etc.

4.2 Cambios Estructurales en los Patrones de Precipitación

Hay indicios que el proceso de cambio climático global - y los efectos de éste sobre las circulaciones y condiciones atmosféricas - está produciendo una tendencia a que las precipitaciones en el norte del país se incrementen levemente, mientras que el nivel de precipitaciones en el sur del Perú y el Norte de Bolivia podría estar en un proceso de disminución (tanto los totales anuales como durante la temporada húmeda)²³.

De confirmarse esta tendencia, los regímenes hidrológicos de las cuencas en el norte del país podrían contar con aguas algo más abundantes, sin que esto implique necesariamente una excesiva anomalía en las crecidas de los ríos durante las temporadas de lluvias. En general, se vería favorecida la disponibilidad de agua para – entre otros – los grandes sistemas de riego en la Costa Norte.

En cambio, la tendencia decreciente constatada en el régimen de precipitaciones en el Sur del país acentuaría la recurrencia de las sequías, probablemente también la ocurrencia e intensidad de las heladas y produciría efectos negativos en los regímenes hidrológicos en términos de la descarga hídrica en las distintas cuencas. Evidentemente, esto podría afectar seriamente la disponibilidad de agua para los distintos sectores de uso, entre los cuales los numerosos pequeños y medianos sistemas de riego existentes en esta parte del país. En un escenario de esta índole, se hace aún más importante la permanencia de glaciares, los mismos que – mientras existan - no dejarán de aportar recurso hídrico en periodos de ausencia de lluvias.

²¹ Ver: (Kabat, Pavel; van Schaik, Henk; et. al, 2003, citando al IPCC, 2001).

²² CAN/IRD/PNUMA/AECI. 2007

²³ Ibid, citando a Vuille et.al. (2003). Esta tendencia se basa en datos de precipitación en 42 estaciones, periodo 1950 – 1994.

4.3 Extrema Variabilidad en Precipitación y Descarga Hídrica

Tal como fue señalado en el acápite 4.1, la oscilación en la temperatura superficial de las aguas en el Océano Pacífico y su interacción con la atmósfera circundante y atmósfera global (fenómeno ENSO: “El Niño” South Oscillation) cabe dentro de la definición de **variabilidad climática**. No se tiene todavía evidencia determinante que su ocurrencia e intensidad estaría en relación con el cambio climático actual, pues las referencias respecto este fenómeno tienen una data más larga que la constatación del calentamiento global.

Si bien la frecuencia con que se manifiesta el fenómeno resulta muy irregular (entre cada 1 a 12 años²⁴), en el siglo XX ocurrieron al menos tres “Niños” mayores: 1924/25, 1982/83 y 1997/98. Durante el último Niño, las precipitaciones en la costa norte alcanzaron una magnitud 10 veces mayor que el promedio normal (2.000 mm versus 200 mm²⁵). El río Piura se convirtió en un torrente con caudales de hasta casi 5.000 m³/s, es decir, unas cien veces más que su régimen normal durante las temporadas húmedas. Los sucesivos “Niños” – particularmente el de 1997/98 – han demostrado tener una capacidad muy destructiva sobre el territorio y las infraestructuras (viales; hidráulicas; etc.).

El alcance territorial del fenómeno de “El Niño”, así como de sus estragos, tiene un carácter algo errante. En el caso del Perú, se presenta normalmente con más fuerza en el extremo norte del país, aunque en 1997/98 ocasionó también serias inundaciones en el departamento de Ica, entre otros dañando infraestructura de riego.

4.4 Proceso de Desglaciación y su Incidencia en Sistemas de Riego

El Perú alberga más del 70% (aprox. 2.000 km²) de la superficie total de los glaciares tropicales en el mundo (estimada en 2.750 km²). En las últimas décadas, las investigaciones sobre el comportamiento de dichos glaciares se han intensificado, incentivado por la preocupación con respecto al fuerte retroceso de estos cuerpos hídricos; retroceso que se relaciona directamente con el cambio climático (aumento estructural de la temperatura en la atmósfera), y agravado en periodos de presencia de los fenómenos de “El Niño” y “La Niña”²⁶. El siguiente cuadro presenta datos recientes sobre el ritmo de retroceso de la superficie glaciar en la Cordillera Blanca.

Cuadro 9. Retroceso de los glaciares en la Cordillera Blanca:

Año	Superficie Glaciar (km ²)	Retroceso con respecto a 1970 (%)	Ritmo promedio de retroceso anual	Retroceso total en 23 años (%)
1970	723	-	-	26 %
1997	611	15,5 %	0.6 %	
2003	535	12,4 %	2.0 %	

Fuente: comunicación de Marco Zapata, Unidad de Glaciología, Huaraz (2008)

²⁴ Basado en el texto de: Woodman Pollitt. 1998.

²⁵ Medida en la estación meteorológica de Miraflores, ciudad de Piura; ver Cruzado, 1999.

²⁶ Fuente: CAN/IRD/PNUMA/AECI, 2007.

En general, la magnitud del retroceso de glaciares en los Andes es estimada en 400 – 600 mm equivalente de agua por año (*w.e./year*) para los glaciares “grandes”, y 1.000 – 1.300 mm equivalente de agua por año en el caso de los “pequeños” glaciares²⁷. Sin embargo, más allá de algunas estimaciones de carácter relativamente informal, hasta la fecha no se han realizado muchos estudios respecto la incidencia de este retroceso en los regímenes hidrológicos de las distintas cuencas del país, ni sobre la capacidad reguladora de los glaciares respecto la disponibilidad estacional de agua, particularmente para (grandes) sistemas de riego.

Debe tomarse en cuenta que los glaciares “sueltan”²⁸ – con fluctuación estacional – un volumen de recurso hídrico equivalente a la masa acumulada de nieve/hielo recibida por las precipitaciones; ello, en caso de equilibrio en el balance de masa (“ablación nominal”). A esto debe agregarse el volumen adicional de agua generado por pérdida estructural de masa glaciar (retroceso glaciar) que se está produciendo a causa de cambio climático, y cuya magnitud está señalada en el párrafo anterior. Entonces, el régimen de aporte hídrico de un glaciar es constituido por la superposición (suma) de estos dos procesos, es decir, por el derretimiento “nominal” y por retroceso glaciar.

En términos gruesos, y basándose en la información disponible sobre superficies glaciares en el Perú, así como por las aproximaciones que se han realizado respecto la magnitud de las pérdidas en los balances de masa glaciar (ver arriba), el autor estima que el aporte hídrico total de los glaciares en el Perú podrá estar en el orden de los 2.000 – 3.000 MMC/año, es decir, equivalente al 10 – 15 % de la demanda consuntiva de agua en el país (ver cuadros 2, 3 y 4). Presumiblemente, la mitad de esta “producción de agua” se origina por el proceso nominal de derretimiento (en balance con el *input* de precipitaciones sobre el glaciar), mientras el autor asume que la otra mitad es a consecuencia de los procesos de retroceso glaciar. Dependiendo de la altitud y del régimen de temperatura ambiental en cada zona glaciar, una considerable proporción de estos aportes de agua se estaría produciendo en la época de estiaje (abril – noviembre), periodo crítico para – entre otros - la provisión de agua a los (grandes) sistemas de riego.

Tal como ya se mencionó en el acápite 3.3, se presentan situaciones muy disímiles en el país con respecto a la presencia e influencia de glaciares sobre la disponibilidad de agua en (grandes) sistemas de riego. Evidentemente, existe una estrecha relación con la ubicación geográfica de las distintas cordilleras nevadas en el país: ver figura 3.

²⁷ Ibid.

²⁸ El término correcto se llama “ablación”(por derretimiento de hielo hacia agua y/o por sublimación hacia vapor).

Figura 3. Ubicación de las Cordilleras Nevadas en el Perú

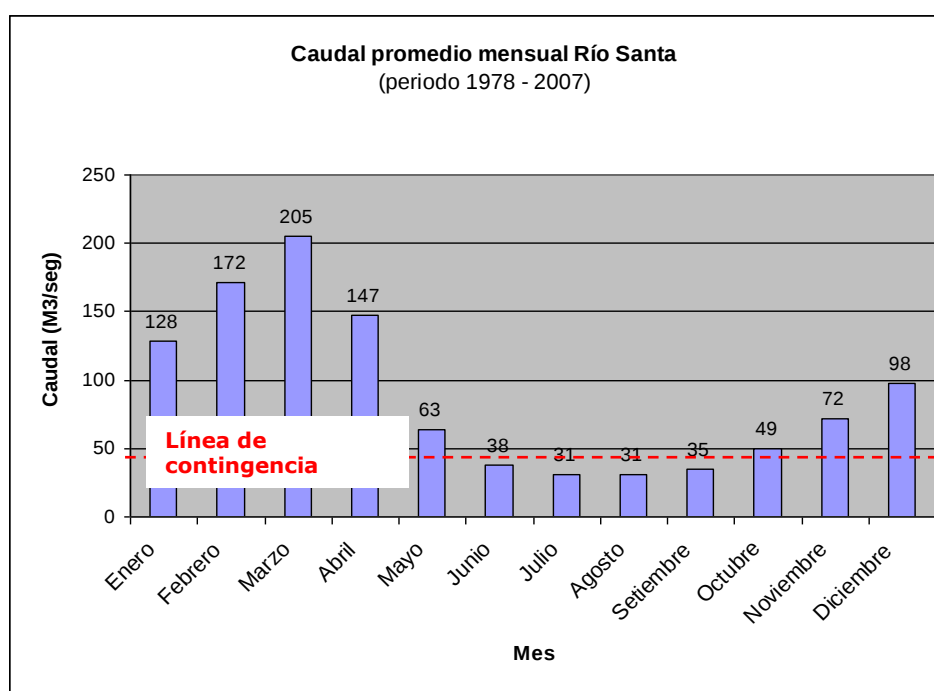


Fuente: Ministerio del Ambiente, 2008.

En la parte septentrional de la Costa Norte del Perú, a excepción del área de influencia del proyecto Chavimochic²⁹, ninguno de los sistemas de riego al norte del río Santa – totalizando un área registrada bajo riego de más de 472.400 ha³⁰ – cuenta con alimentación hídrica desde glaciar alguno, por lo cual en esta parte del país el régimen de disponibilidad de agua para riego depende exclusivamente del comportamiento pluvial en las respectivas cuencas, así como de la capacidad de almacenamiento que se haya podido instalar mediante la construcción de embalses artificiales (Poechos, San Lorenzo, Tinajones, Gallito Ciego).

En cambio, la influencia de los glaciares de la Cordillera Blanca sobre el régimen hidrológico de la cuenca del río Santa debe considerarse notoria: normalmente, este río logra mantener un aporte hídrico promedio por encima de los 25 m³/s (ver figura 4), aún en época de estiaje de años muy secos. Este hecho es de suma relevancia tanto el aprovisionamiento de agua a varios sistemas de primera importancia: la central hidroeléctrica del Cañón del Pato (capacidad instalada: 263 Megawatt), el sistema de irrigación Chavimochic, las irrigaciones Irchim y Santa-Lacramarca, y el Proyecto Especial Chincas. En ello, debe tomarse en cuenta que la extensión glaciar de la Cordillera Blanca está (todavía) en el orden de los 500 km² (la cuarta parte de la superficie glaciar actual en el Perú), y cuyos flancos están expuestos en aprox. un 70% hacia la cuenca del río Santa. El aporte de agua desde estos glaciares occidentales de la Cordillera Blanca no solamente es importante para el régimen hidrológico del río Santa, sino también para los múltiples (pequeños) sistemas de riego en el Callejón de Huaylas que reciben agua directamente desde los afluentes que discurren a mayor altitud, antes de confluir con el río Santa.

Figura 4. Régimen hidrológico del río Santa



Fuente: datos aportados por la ATDR Moche-Virú-Chao y la ATDR-Huaraz.

²⁹ Tierras agrícolas nuevas (aprox. 15.000 ha) habilitadas en el ámbito del proyecto Chavimochic, así como las aguas complementarias que este proyecto asigna a los “valles viejos” (Chao, Virú, Moche).

³⁰ Dato obtenido a partir del cuadro: Programa Subsectorial de Irrigación (PSI): "Avance de la declaración de intención de siembra al 28 de Octubre del 2004", Campaña Agrícola 2004-2005. No incluye las áreas irrigadas de los valles del Alto Jequetepeque.

En menor grado, también las cuencas de – por ejemplo - los ríos Pativilca (Cordillera Huayhuash), Cañete (Cordillera Central), así como varias cuencas más al sur del Perú cuentan con glaciares de importancia, y por ende, se benefician de aportes hídricos que en épocas secas determinan la existencia de un caudal base mayor, disponible – entre otros – para el uso agrícola en sistemas de riego.

Particularmente, el río Ocoña (aguas arriba llamado río Cotahuasi) y el río Camaná (aguas arriba llamado río Majes y río Colca) gozan de regular alimentación hídrica proveniente de la Cordillera Ampato y glaciares aledaños, lo cual explica – en parte – la relativa abundancia de agua para los sistemas de riego en los respectivos valles. Cabe resaltar que - en cuanto a su superficie - la Cordillera Ampato ocupa el tercer lugar de importancia en el país: aprox. 250 km² (fuente: Chancos Pillaca, 1995). También en los departamentos de Moquegua y Tacna hay varios pequeños ríos que logran mantener un caudal durante (casi) todo el año, en parte debido a la existencia de glaciares en las zonas altas de sus respectivas cuencas: caso de los ríos Ilo, Locumba, Sama, Caplina.

Si bien este artículo se centra en los grandes sistemas de riego, casi exclusivamente ubicados en la Vertiente del Pacífico, no puede dejarse de mencionar la importancia de las cordilleras nevadas que se sitúan en la vertiente del Atlántico; ello, particularmente en relación con el aprovisionamiento de agua para múltiples pequeños y medianos sistemas de riego en la Sierra Centro y Sierra Sur del Perú. Las principales cordilleras en este ámbito territorial son las cordilleras de Huaytapallana, Vilcabamba, Urubamba y Vilcanota.

4.5 Implicancias del cambio hidrológico para los sistemas de riego

Son múltiples los daños y pérdidas que puedan sufrir los sistemas de riego a causa de alteraciones del régimen hidrológico en las cuencas y fuentes de agua, inducidas – entre otros – por el cambio climático y la variabilidad climática.

Descargas hídricas descontroladas producen generalmente daños a la infraestructura hidráulica, inundación de áreas cultivadas, colmatación de canales y de represas. La destrucción – parcial o total - de bocatomas en los ríos, de desarenadores (sedimentadores) y tramos iniciales de canales es un problema recurrente que afecta sobre todo a las captaciones rústicas. En el caso de inundaciones, los daños pueden extenderse sobre toda el área del sistema, colmatando particularmente las redes de drenaje.

A modo de ejemplo, el cuadro 9 presenta información respecto la magnitud de los daños y pérdidas que el fenómeno de “El Niño” de 1997/98 ha causado a la infraestructura de riego y áreas cultivadas en el departamento de Piura.

Cuadro 10

Inventario de daños oficiales en la agricultura del departamento de Piura, FEN 97/98 (aproximados en Nuevos Soles)	
Infraestructura hidráulica menor: Ayabaca	8,300,000
Infraestructura hidráulica menor: Alto Piura	4,750,000
Infraestructura hidráulica menor: San Lorenzo	13,000,000
Infraestructura hidráulica menor: Chira	13,000,000
Infraestructura hidráulica menor: Bajo Piura	21,300,000
Infraestructura hidráulica mayor operando	13,000,000
Infraestructura hidráulica mayor en construcción	29,650,000
Subtotal daños infra hidráulica, dpto. Piura	103,000,000
Subtotal cultivos perdidos (5,290 ha)	15,400,000
Valor daños totales en agricultura (Piura)	118,400,000
Fuente: Edgardo Cruzado Silveri (1999). CIPCA. Nota: T/C Marzo 1998: 1 USD = S/. 2.80 (aprox.)	

De todos los problemas que enfrenta la cuenca del río Piura, la vulnerabilidad ante el fenómeno de El Niño parece ser el factor más preocupante. Los daños y pérdidas producidas por El Niño de '97/'98 en el departamento de Piura estuvieron en el orden de 300 millones de dólares, de los cuales el 19% en la agricultura. Los mayores daños se produjeron en la cuenca media y baja del río Piura, sobretudo destruyendo infraestructura vial (incluyendo puentes) y sistemas de riego. Aproximadamente 86% de los daños en infraestructura de riego menor en el Medio y Bajo Piura se relaciona directamente con los drenes troncales. Se inundaron 4.234 hectáreas agrícolas y se perdieron 5.290 hectáreas de cultivo³¹.

La agudización de la escasez de agua en veranillos y épocas de estiaje es la otra cara de los problemas hidrológicos que el cambio climático y la variabilidad climática pueden suscitar. Ejemplo de ello son las sequías recurrentes en la Sierra Sur, aparentemente con tendencia a acentuarse. Sin embargo, la constatación de una mayor (noción de) escasez de agua debe analizarse debidamente, pues las causas varían de caso en caso y no siempre pueden ser atribuidas al cambio climático. Es demasiado fácil aludir al cambio climático como supuesto causante de una reducción en la disponibilidad de agua, cuando en realidad el problema normalmente se debe a una combinación de factores: incremento de la demanda hídrica en la cuenca media y alta, tanto por la población local como por nuevos actores (particularmente: minería), retrocesos en la gestión de los sistemas de uso³², etc. En todo caso, el conjunto de estos posibles factores incide en una menor seguridad hídrica, acarreando pérdidas económicas y de calidad de vida que puedan alcanzar magnitudes extremas.

Fluctuaciones acentuadas en los regímenes hidrológicos, entre temporada de lluvias y época seca, así como entre años consecutivos, generan normalmente problemas en el manejo de los sistemas de riego y en las cédulas de cultivos. Cultivos perennes (caña de azúcar; frutales de hoja perenne; etc.) demandan agua durante todo el año. Por lo tanto, sistemas de riego que tienen regular área instalada con este tipo de cultivos, son altamente vulnerables en su seguridad hídrica durante tiempos de estiaje. Preocupa en el caso de la costa norte del Perú el incremento de las áreas instaladas con caña de azúcar (recientemente también para la producción de biocombustibles), lo cual supone una

³¹ Los datos señalados en este párrafo provienen de información recopilada por Cruzado Silveri (1999).

³² En el caso de los indicadores de desempeño que la SUNASS aplica en sistemas de agua potable, inclusive se ha podido notar cierta coincidencia entre el grado de calidad del servicio y los periodos políticos de gestión municipal.

mayor demanda fija de agua durante todo el año, probablemente en desmedro de otras opciones de producción (estacional) para el resto de los usuarios. A corto plazo, este tema requiere de mayor atención, seguimiento e investigación.

En general, las crecientes demandas de agua en un momento histórico de probable inflexión respecto los regímenes hidrológicos debido al cambio climático, están agudizando la (noción de) escasez de agua entre usuarios y entre sectores de uso en aquellas partes del mundo donde la disponibilidad (estacional) de agua tiende a disminuirse. El Perú no está exento de este proceso, particularmente el sur del país. Indudablemente, esto aumenta las tensiones entre actores sociales y entre sectores económicos, e incrementará la ocurrencia de conflictos abiertos en torno al acceso al recurso hídrico. Esta tendencia creciente en los conflictos hídrico-ambientales ya ha sido señalada fehacientemente por varios expertos y varias entidades, entre otros, por la Defensoría del Pueblo³³.

5 Medidas de Adaptación

En el presente acápite se presentarán las principales medidas de adaptación que - en conjunto - deberían formar parte de los lineamientos de gestión hídrica en relación con los efectos del cambio climático y variabilidad climática sobre sistemas de riego. Si bien por razones de costos y otros factores estas medidas no podrán alcanzar una cobertura y efectividad completa, al menos servirán para contrarrestar con regular éxito el efecto nocivo de descargas hídricas excesivas en las cuencas, así como la creciente escasez de agua en otros lugares y otros periodos.

5.1 Principales medidas para contrarrestar descargas hídricas excesivas

En primer lugar, es menester inducir un afianzamiento integral de la infraestructura hidráulica en y alrededor de sistemas de riego, a partir de un acertado diagnóstico de sus puntos de mayor vulnerabilidad. Esto requiere un cambio casi paradigmático en la forma cómo hasta el momento se gestionan los mantenimientos y mejoramientos de los sistemas; pues, las inversiones ejecutadas al respecto son casi siempre de carácter puntual y a menudo no responden a una buena identificación y análisis de prioridad respecto los puntos críticos, menos aún de tener un carácter integral. Definitivamente, se requiere un cambio de enfoque, en el cual se reemplace la “práctica del bombero” por una orientación mucho más preventiva: la de un plan estructural (Plan de Afianzamiento) bien diseñado, el cual permita reducir íntegramente – y paso por paso - las vulnerabilidades de los sistemas de uso de agua con una visión integral, no solamente en los aspectos físico-infraestructurales sino también en términos de la gestión del sistema. Todo ello basado en un diagnóstico lo suficientemente analítico, y por supuesto respaldado por el conocimiento cabal y un decidido compromiso por parte de los usuarios.

En segundo lugar, debemos estar conscientes de la superioridad que puedan demostrar los fenómenos hidrológicos: “si no das espacio al agua, el agua se lo toma por sí misma”. En otras palabras: sobre todo en las partes bajas – vulnerables - de una cuenca donde existe riesgo de inundación, se requiere ampliar la capacidad de evacuación y de drenaje de agua en los distintos cauces (naturales y artificiales), de tal manera que crecidas excesivas³⁴ puedan discurrir en forma

³³ Ver página web: <http://www.defensoria.gob.pe/index.php> . El Informe N° 124 de la Defensoría dice textualmente (pág 115): “A la fragilidad y escasez de los sistemas de saneamiento en zonas rurales y “pequeñas ciudades” se añade la variación gradual de la cantidad de agua disponible a causa de los cambios drásticos en el medio ambiente como resultado del calentamiento global, reduciendo la cantidad de agua almacenada en los glaciares, y la desertificación de muchos lugares. Este escenario puede desencadenar en el futuro nuevos conflictos entre pobladores o entre comunidades por el consumo de agua.”

³⁴ Aquellas crecidas con un caudal que está por encima de la capacidad de evacuación de agua del cauce normal.

controlada y causando cuanto menos daño posible³⁵. Cabe señalar que en varias partes del Perú ocurre exactamente lo contrario: la urbanización en zonas bajas, la proliferación de canteras de agregados (arena; ripio) en los cauces, la inadecuada ampliación vial, un diseño demasiado estrecho de puentes, etc. son factores que tienden a constituirse como obstáculos contra la capacidad de evacuación de los ríos en época de crecidas.

En tercer lugar, se requiere intensificar estructuralmente las medidas de conservación y protección en las cuencas medias y altas, a fin de menguar la erosión de suelos y el arrastre de sedimentos por los ríos, y por ende reducir la colmatación de embalses y de las redes de canales. Aquí vale la misma crítica de enfoque que en el caso de los actuales esfuerzos de mejoramientos de sistemas de riego: las intervenciones son demasiado puntuales, tienen un alcance territorial muy limitado y normalmente no se sustentan en un buen análisis y focalización de las zonas y laderas más vulnerables, ni en cuanto a medidas más apropiadas por tomar. El afianzamiento de las partes altas de las cuencas requiere un enfoque multi-acción de largo aliento para que surta efectos tangibles, combinando medidas físicas con aquellas de una mejor gestión normativa (control de pasturas; zonas de protección; etc.). Evidentemente, un programa de esta índole demanda un sistema de financiamiento sólido y políticamente bien respaldado, distinto al bien intencionado pero limitado enfoque de “pago por servicios ambientales”.

5.2 Principales medidas para contrarrestar la escasez de agua

Una medida eficaz de compatibilizar las demandas de agua en sistemas de riego con el régimen de oferta de agua, al menos en zonas con acuíferos recargables, consiste en incentivar el uso integrado de aguas superficiales y subterráneas durante los periodos de estiaje, en forma planificada. De esta manera se alivia la presión sobre las pocas aguas superficiales disponibles en los periodos de escasez; además, en algunos casos permite bajar el nivel freático en zonas con problemas de drenaje y de empantanamiento. Evidentemente, la factibilidad de esta medida debe analizarse para cada zona en particular, debido a las grandes diferencias hidrogeológicas entre los distintos lugares del país. En algunas partes el acuífero ya está totalmente agotado, lo cual amerita la declaratoria como zona de veda. En todo caso, y en función de lo anteriores elementos, deberá diseñarse mecanismos de incentivos o de desincentivo (tarifarios y otros) que no pueden responder a un criterio de uniformidad para todo el país, sino que se ajusten a las realidades locales; aparentemente, este aspecto constituye uno de las dificultades para el establecimiento de normas legales coherentes al respecto desde el nivel nacional.

En segundo lugar, ante la gran variación de disponibilidad de agua entre época de crecidas y época de estiaje en determinados valles, sería conveniente adecuar las cédulas de cultivo hacia esquemas de producción menos demandantes de agua. En la práctica parece estar ocurriendo lo contrario: un probable incremento de las áreas de cultivos perennes (caña de azúcar; frutales) en la costa norte, con repercusiones sobre la demanda de agua en épocas de escasez, así como con respecto a la inequidad de acceso al recurso hídrico que este proceso tiende a generar entre usuarios. Pese a todos estos inconvenientes, hasta el momento las propuestas de “zonificación de cultivos” no han prosperado en ninguna parte del país, muy probablemente debido al frágil marco normativo, político y de gestión institucional en comparación con las correlaciones de poder que obran en este ámbito.

Una tercera medida contra la escasez de agua - en determinadas circunstancias - consiste en una mejor recolección y tratamiento de aguas residuales de las ciudades, para su re-uso en sectores productivos. Según cifras disponibles, apenas el 20% de las aguas servidas en el país se somete a tratamiento, y un porcentaje aún menor se re-usa. Por su carácter muy localizado, cerca de las

³⁵ Desde hace años, el Ministerio de Agricultura lleva adelante el programa PERPEC: “Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de Estructuras de Captación”. Esta iniciativa ha sido poco conocida y si bien puede carecer de ciertas deficiencias de enfoque, hubiera merecido un mayor apoyo; sin embargo, el PERPEC fue desactivado en 2010.

ciudades, el tratamiento de aguas residuales no podrá constituir una medida generalizada para contrarrestar la escasez de agua en sistemas de riego. En todo caso, dicho tratamiento debe responder principalmente a preocupaciones de carácter ambiental.

Mayores márgenes en la lucha contra la escasez de agua pueden conseguirse mediante medidas de “cosecha de agua” en las partes medias y altas de las cuencas. Esta “cosecha de agua” puede lograrse a través de técnicas muy variadas, desde opciones extremadamente locales (por ejemplo, los *negarim*³⁶), pasando por la paulatina recuperación de suelos degradados y de cobertura vegetal (ciertos tipos de forestación) para favorecer el “colchón hídrico”, hasta la implementación de un gran abanico en cuanto a tipos de reservorios (nocturnos; estacionales; familiares; multifamiliares; lagunas represadas; embalses; etc.). En realidad, lo anterior remite a la necesidad de incrementar la capacidad de almacenamiento de agua a todo nivel: en la parcela, en los sistemas de riego y al nivel de (micro/sub)cuenca hidrográfica.

5.3 La medida técnicamente más eficaz y menos costosa

Tradicionalmente, ante las crecientes demandas de agua, los sucesivos gobiernos del Perú han adoptado políticas orientadas al incremento de la disponibilidad, mediante la construcción de grandes infraestructuras hidráulicas, incluyendo transvases: la denominada “gestión de la oferta de agua”. Por varias razones, estas políticas han llegado a sus propios límites, e inclusive existe escasa aceptación social para trasvasar agua de una parte a otra.

Lo contradictorio de estas políticas de ampliación de infraestructura hidráulica ha sido que frente a la costosa ganancia de nuevas áreas irrigables, el grado de descuido y pérdida de aguas y superficies agrícolas ha colindado a lo irresponsable. Se estima que en la costa peruana se han deteriorado o perdido – total o parcialmente - en el orden de 300.000 hectáreas por problemas de salinización y empantanamiento. Por otro lado, la eficiencia global en la mayoría de los sistemas de riego no supera el 35% a 40%, lo cual indica las enormes pérdidas de agua en la conducción, distribución y aplicación de las aguas de riego. En el caso de las partes medias y altas de las cuencas estas “pérdidas” pueden ser captadas (parcialmente) por otros usuarios, pero al nivel del valle bajo (particularmente, en la costa) esto resulta menos aplicable; esto explica a su vez la acumulación de “aguas perdidas” en acuíferos sub-superficiales y consiguientes procesos de salinización y empantanamiento, ya mencionados. En el caso de los sistemas de agua potable, el Servicio de Agua Potable y Alcantarillado para Lima (SEDAPAL) reporta pérdidas por filtraciones y derrames en el orden del 40%.

Las referencias dadas en el anterior párrafo respecto las ineficiencias técnicas en los sistemas de agua y en los usos mismos, apuntan hacia un problema central: las enormes deficiencias en la gestión de la demanda de agua, concretamente de los sistemas de uso, tanto en su dimensión colectiva como al nivel individual del usuario. Deficiencias que – entre otros – se originan por un insuficiente marco de incentivos hacia una mejor gestión, y una gran permisividad – por no decir: impunidad – en cuanto a prácticas que son técnica, social y ambientalmente reprochables.

Frente a esta realidad, los márgenes de mejoramiento son enormes. En el caso de métodos tradicionales, es factible incrementar la eficiencia de riego hasta alcanzar el orden del 50%. En el caso de “riego tecnificado” (aspersión; goteo; etc.), este porcentaje se eleva fácilmente al 70 – 80 % (eficiencia global). Sin embargo, actualmente sólo el 5% (700 MMC) del consumo de agua de riego en el Perú pasa por sistemas tecnificados.

³⁶ Pequeños caballones de tierra en forma de rombo que guían la escorrentía hacia un hoyo de infiltración al lado de una planta, arbusto o árbol.

En general, las medidas de mejoramiento en la gestión de la demanda suelen ser mucho menos costosas que las intervenciones en esferas de la oferta de agua (obras hidráulicas). También la inversión en “riego tecnificado”, así como la recuperación de suelos salinizados, tiene un costo por hectárea muy inferior a aquel costo promedio por hectárea en la ejecución de (grandes) obras de irrigación.

En otras palabras, con medidas generalizadas de incremento efectivo respecto la eficiencia técnica de riego, al nivel global (país) se podría resistir un tercio de reducción en la disponibilidad de agua para este uso, sin tener que eliminar áreas de cultivo; o al revés, podría aumentarse en 50% las áreas de cultivo, sin que se incremente la disponibilidad de agua. A todas luces, el mejoramiento de las eficiencias de uso de agua se constituye en factor fundamental – y probablemente el más económico – en los esfuerzos de adaptación al cambio climático, y permite así un margen sustancial en cuanto a seguridad hídrica en los sistemas de riego, inclusive en condiciones adversas.

5.4 La madre del cordero

Las medidas enunciadas en los acápites anteriores difícilmente podrán convertirse en realidad, de no ser respaldadas por políticas, marcos normativos y asignación de recursos económicos que relacionen explícitamente la gestión del agua con la necesidad de adaptación al cambio climático. Sólo a partir de políticas precisas al respecto – acompañadas por un marco normativo funcional a éstas – se podrá direccionar e incentivar adecuadamente la implementación de medidas y mecanismos de adaptación.

Estas políticas, normas y marcos presupuestarios deben orientarse fuertemente hacia el desarrollo de conciencia, capacidades técnicas y de gestión en relación con el uso y manejo de sistemas de riego, con visión de cuenca, en un contexto de cambio climático. Actualmente, la necesidad de fomentar una “cultura de agua” ya está presente en la Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos del Perú (versión 2009), pero con limitada asignación de recursos para la ejecución de las acciones correspondientes.

Finalmente, si queremos conseguir mejoras sustanciales en la gestión de la demanda de agua en el sector de mayor consumo de agua – es decir, en los sistemas de riego – debería acentuarse el apoyo hacia el sujeto principal que está a cargo de dicha gestión: las organizaciones de usuarios de agua (comités de usuarios, comisiones de usuarios, juntas de usuarios y otras organizaciones afines). En ello hay que tomar en cuenta que el mal uso del agua y su dispendio originan escasez y conflictos dentro del seno de las organizaciones de usuarios (ver: Portocarrero, César, et.al.), generando a su vez un círculo vicioso en cuanto a debilidades de gestión. El fortalecimiento de las organizaciones de usuarios es de crucial importancia para respaldar conjuntamente el diseño de estrategias correctas de adaptación y asumir solidariamente su implementación.

Documentación consultada

Autoridad Nacional del Agua - Comisión Técnica Multisectorial. “*Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos del Perú*”, 2009. ANA, Lima, Perú. 79 páginas.

Bates, B.C., Z.W. Kundzewicz, S. Wu and J.P. Palutikof, Eds., 2008: *Climate Change and Water*. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva, 210 pp.

CAN/IRD/PNUMA/AECI. *¿El Fin de las Cumbres Nevadas?*. 2007. Secretaría General de la Comunidad Andina de Naciones (SGCAN). Lima, Perú. 103 páginas.

Chancos Pillaca, Jorge. “*Geografía General del Perú. Nuevos Enfoques*”. 1995. Editorial Universitaria de la Universidad Nacional de Educación “Enrique Guzmán y Valle”. Chosica.

Cruzado Silveri, Edgardo. *El Fenómeno El Niño en Piura 97/98 y el rol del Estado: consecuencias sectoriales y sociales*, 1999. Centro de Investigación y Promoción del Campesinado (CIPCA), Piura, Perú. 25 páginas.

Doornbos, Bernita. “*Medidas probadas en el uso y la gestión del agua: una contribución a la adaptación al cambio climático en los Andes*”. 2009. ASOCAM / INTERCOOPERACIÓN. Quito, Ecuador. 70 páginas.

Garcés-Restrepo, Carlos, y Guerra Tovar, Julio. “*Perfil de Riego de la República del Perú*”, 1996. IPROGA / IMMI. Lima, Perú. 35 páginas.

GTZ/PDRS-Gobierno Regional de Piura. “*Aplicación de la Gestión del Riesgo para el Desarrollo Rural Sostenible*” (carpeta de 5 módulos). 2006. GTZ. Lima, Perú.

Gutiérrez, Zulema. *Riego Campesino y Diseño Compartido: gestión local e intervención en sistemas de riego en Bolivia*. 2006. Serie Agua y Sociedad, sección WALIR 5. IEP Ediciones, Lima, Perú. 251 páginas.

Huamanchumo, Jaime; Silva, Laura; Peña Ysabel; Hendriks, Jan. “*Capacity Development in Water Users Organizations: The Case of Peru*”, 2008. Irrigation & Drainage Journal N° 57 (300-310), Wiley InterScience, John Wiley & Sons Ltd. 11 páginas.

Juan Tarazona Barbosa, Benjamín Morales Arnao, Juan Torres Guevara. *Capacidad de adaptación al cambio climático en las cuencas de los Ríos Chira, Mantaro y Pisco*. 2002. Consejo Nacional del Ambiente (CONAM, ahora Ministerio del Ambiente). Lima, Perú. 94 páginas.

Kabat, Pavel; van Schaik, Henk; et. al. *Climate changes the water rules: How water managers can cope with today's climate variability and tomorrow's climate change*. 2003. Dialogue on Water and Climate. Delft, Holanda. 120 páginas.

Ministerio del Ambiente, República del Perú. “*Evaluación de la Vulnerabilidad Actual y Futura del Recurso Hídrico frente a Peligros Climáticos y/o Eventos Extremos; Resumen Ejecutivo*”. 2008. 49 páginas.

Portocarrero, César; Torres, Juan; Gómez, Anelí (Ed). “*gestión del agua para enfrentar el cambio climático: propuesta de gestión del agua como medida importante de adaptación al cambio climático en Ancash*”. 2008. Soluciones Prácticas-ITDG. Lima, Perú. 72 páginas.

Woodman Pollitt, Ronald. *“El Fenómeno El Niño y el Clima en el Perú”*, en "El Perú en los Albores del Siglo XXI/2"; Ciclo de Conferencias 1997-1998. 1998. Ediciones del Congreso del Perú. Lima-Perú. Páginas 201-242.
