

Mapa 6.1. Distribución espacial de las zonas a reforestar Fuente: elaboración propia a partir de datos del Plan Nacional Forestal



A la vista de los problemas de colmatación en las presas mencionadas, habría que priorizar la reforestación en aquellas unidades hidrográficas en las que se encuentran, que son las siguientes:

	PNRH	T	SUPERFICIE
AAA	PRESA	UNIDAD HIDROGRÁFICA	ESTIMADA A REFORESTAR (ha)
	Condoroma y El Pañe	Camaná-Majes	5 500
. Caplina-Ocoña ³	El Fraile	Quilca	5 500
	Poechos	Chira	15 000
V. Jequetepeque-Zarumilla	Tinajones	Chancay-Lambayeque4	18 000
	Gallito Ciego	Jequetepeque	17 000
		TOTAL	61 000

Fuente: elaboración propia



Además, en estas unidades hidrográficas, se deben investigar otras actuaciones de conservación de suelos además de la reforestación, como son manejo de pastos, restauración de bosques por sucesión vegetal, mejora de la producción de especies de flora nativa para evitar desbordes de ríos, prevención de eventos extremos y adaptación al cambio climático, estabilización de taludes, diques de contención para control de cárcavas y taludes, trazo de surcos en contorno y cultivos en fajas, terrazas o zanjas de infiltración.

El Plan Regional de Reforestación y Conservación de Suelos de las cuencas de la Región de Piura, estima que en la cuenca del río Chira existen 148 485 ha afectadas por un riesgo potencial de erosión de grado extremadamente alto (con un potencial de pérdida de suelo superior a 800 t/ha/año) y que comprende los sectores montañosos aledaños a Pacaipampa, Espíndola, Aragoto, Montero, Ayabaca, Jilili, Sicchez, Mostazas, Tacarpo y Lagunas. Esos niveles de riesgo de erosión se deben a que los suelos en las partes altas y medias de la cuenca están sometidos a fuertes procesos de erosión hídrica, por efecto de lluvias estacionales intensas y escasa cobertura vegetal consecuencia de las limitaciones edáficas, topográficas y climáticas, a parte de la acción humana. Los ríos Macará, Quiroz y Chira son los que aportan mayor cantidad de sedimentos al reservorio de Poechos.

En la cuenca del Jequetepeque, las áreas afectadas por procesos de erosión severa ocupan 104 785 ha. Las zonas afectadas más críticas son Choropampa – El Mirme, El Mirme – La Mónica, Yonán – Gallito Ciego, La Mónica – Quindén, Asunción y Quindén – Yonán⁵.

⁴ El Plan Maestro de la cuenca Chancay-Lambayeque - Proyecto Algarrobo (1996) estima que de las 97 326 ha deforestadas entre 1961 y 1994, 18 586 ha no tienen uso actual.

⁵ Fuente: Gestión de Oferta de agua en Cuencas de Proyectos Hidráulicos del INADE

³ El Plan Regional de Reforestación y Arborización de Arequipa tiene como meta alcanzar 66 155 ha de plantaciones forestales con fines de protección y manejo de cuencas entre los años 2012 y 2028, de las cuales 25 403 ha se encuentran en las cabeceras de cuencas, por encima de los 3 500 m.

En cuanto a la financiación, debe haber participación de fondos públicos, privados y cooperaciones técnicas como ya se está realizando en la actualidad en los diferentes programas de carácter forestal.

En este programa, ya que las reforestaciones se realizan con enfoque de cuenca, es interesante fomentar la creación de mancomunidades regionales, provinciales o distritales conforme a las leyes existentes al respecto. De esta forma, se podrían ejecutar acciones, convenios y proyectos conjuntos entre las regiones o municipalidades que comparten cuencas hidrográficas, teniendo prioridad, entre otros incentivos, ante la APCI para la ejecución de planes y proyectos de Cooperación Técnica Internacional. Además, esta figura permite que las regiones y municipalidades situadas aguas abajo y que se beneficiarán de los servicios ambientales generados por las reforestaciones, cofinancien las actuaciones realizadas en la parte alta de la cuenca.

ACTUACIONES	MONTO REFEREN	ICIAL (Mills.	INSTITUCIONES RELACIONADAS CON EL
	2021	2035	PROGRAMA
Reforestación de 333 000 ha, región hidrográfica Pacífico	1 311,20	1 619,20	Pública: MINAGRI, MINAM, AGRORURAL, GORE, Proyec-
Reforestación de 270 000 ha, región hidrográfica Amazonas		2 376,00	tos Especiales, Gobiernos Loca les, Mancomunidades
TOTAL	1 311,20	3 995,20	



Fuente: elaboración propia

*Sujeto al presupuesto de la(s) instituciones responsables

6.2.6. Seguimiento del programa y metas

Para el seguimiento de este programa se proponen los siguientes indicadores, con su unidad de medida, ámbito de aplicación y metas:

Cuadro 6.16. Seguimient	o y metas d	del programa de	reforestación	
INDICADOR DE	UNIDAD	ÁMBITO DE	META	
SEGUIMIENTO	DE MEDIDA	APLICACIÓN	2021	2035
Superficie reforestada	ha	Unidad hidrográfica	149 000	454 000
Superficie reforestada que recibe tratamientos posteriores	ha	Unidad hidrográfica	49 665	505 713
Organizaciones capacitadas en manejo diver-		Gobiernos Regionales	12	21
sificado de los bosques, plantaciones foresta- les (arbóreas o arbustivas) y pastos nativos	Ud	Gobiernos locales	Los localizados en las áreas de actuación	
Comunidades capacitadas en sistemas de uso de la tierra y sensibilización de la población local	Ud	Unidad hidrográfica	Las localizadas en actuació	para a caraca a a a a a a a a a a a a a a

Cuadro 6.16, Seguir	niento y metas c	lel programa de	reforestación	
INDICADOR DE	UNIDAD	ÁMBITO DE	ME	TA
SEGUIMIENTO	DE MEDIDA	APLICACIÓN	2021	2035
Comunidades sensibilizadas	Ud	Unidad hidrográfica	Las localizadas actua	

Fuente: elaboración propia

6.3. Programa 10. Gestión de acuíferos sobreexplotados

6.3.1. Objetivos específicos

El objetivo de este programa se centra en la obtención de nuevos recursos hídricos subterráneos, hoy día aún no explotados, y en la mejor regulación de los ya existentes, con el fin de atender las demandas de agua en aquellas zonas del país en las que la oferta actual de los recursos hídricos es insuficiente para satisfacerlas, lo que ha provocado la sobreexplotación de 12 acuíferos en la región costera del Pacífico.

Como consecuencia de la puesta en explotación de otros nuevos recursos subterráneos se podría conseguir una mejor gestión de la sobreexplotación de agua subterránea en algunos de los acuíferos actualmente explotados. Esta situación de sobreexplotación acarrea una serie de problemas en el uso del agua subterránea, como es el mayor coste de extracción por la mayor profundidad a la que hay que colocar las bombas de impulsión y, sobre todo, una peor calidad química del agua extraída. La sobreexplotación detectada en 12 de los 43 acuíferos situados en la región hidrográfica del Pacífico ha ocasionado un empeoramiento de la calidad del agua por problemas de intrusión salina, en el caso de los acuíferos que están ubicados junto al borde costero, o por la extracción de aguas subterráneas más profundas y mineralizadas, en los casos de otros acuíferos situados hacia el interior de la zona costera.

Para la consecución de este objetivo, se pueden abordar dos tipos de actuaciones:

- El aumento de la regulación actual de las aguas superficiales, favoreciendo su infiltración en los acuíferos, a efectos de incrementar la capacidad de almacenamiento de estos mediante la recarga artificial de los mismos.
- El aumento de las extracciones de aguas subterráneas en otros nuevos acuíferos con suficiente capacidad y que, en la actualidad, no están siendo explotados o están infrautilizados.

6.3.2. Aspectos legales y técnicos

Las mismas razones y aspectos legales que se han indicado anteriormente, en el **Programa** de aumento del conocimiento de las aguas subterráneas, son aplicables al programa del incremento de la disponibilidad de agua, que en este apartado se desarrolla.

Es evidente que, si se desea incrementar la disponibilidad de agua subterránea, esta pasa por el estudio y mejora del conocimiento hidrogeológico de los potenciales acuíferos, hoy día, poco explotados, que se encuentran en el Perú.



Para la actuación en concreto de la recarga artificial de acuíferos, el artículo 112 de la LRH (Ley N°29338) y el artículo 230 de su Reglamento, faculta a la Autoridad Nacional del Agua para que realice las actuaciones requeridas, en cuanto a estudios de viabilidad y de ejecución de las obras necesarias para ello.

6.3.3. Posibles alternativas a los problemas detectados

Las alternativas a la sobreexplotación de las aguas subterráneas, pasaría por:

- El mayor uso de las aguas superficiales.
- El incremento de la disponibilidad de las aguas superficiales, mediante el incremento de su regulación artificial (embalses) o de nuevas aportaciones desde cuencas excedentarias a las deficitarias (trasvases de otras cuencas).
- El reúso de aguas residuales tratadas.
- La desalinización de agua de mar, para el uso doméstico de las poblaciones costeras.
- La disminución de las demandas de agua utilizadas, sobre todo para la actividad agrícola del país, mediante la mejora de los canales de distribución y de los sistemas de riego que actualmente se practican.
- Las transformaciones de los actuales tipos de cultivo, que requieren una mayor dotación de agua para su crecimiento, buscando variedades alternativas en los que necesitan consumos más reducidos de agua para su desarrollo.

6.3.4. Contenido y alcance del programa

Para el incremento de la disponibilidad del recurso subterráneo en los acuíferos sobreexplotados se pueden abordar dos tipos de actuaciones:

- El incremento de la infiltración de agua, mediante la recarga artificial de acuíferos, en los casos en que haya disponibilidad de recursos superficiales por los ríos que transitan sobre ellos.
- El aumento de las extracciones de aguas subterráneas en acuíferos que en la actualidad no están siendo explotados o que estuviesen infrautilizados, a partir de la perforación y bombeo de pozos tubulares.

La actividad de la recarga artificial de los acuíferos es la que más ampliamente se desarrolla y valora en este apartado. Mientras que, para el aumento de las extracciones de agua subterránea en los nuevos acuíferos identificados en el PNRH, habría que desarrollar una primera fase de estudios, que ya se han explicado y valorado en el **Programa de aumento del conocimiento de las aguas subterráneas**, y una segunda fase de ejecución de obras, básicamente la perforación de pozos tubulares, que es la que se indica y valora en el presente apartado.

6.3.4.1. Recarga artificial de acuíferos

Con la recarga artificial de los acuíferos que están siendo sobreexplotados, lo que se pretende es aumentar la regulación de los recursos hídricos disponibles en la cuenca y evitar, con ello, su pérdida en el océano. Se busca, por tanto, forzar la infiltración y almacenamien-



to de dichos recursos hídricos en los acuíferos para recuperar sus niveles de agua y conseguir que en un tiempo prudencial se pueda disminuir e, incluso, eliminar su sobreexplotación con una adecuada gestión.

Por tanto, es evidente que para que esto sea posible lo primero que se requiere es que haya excedentes de aguas superficiales que transitan por la cuenca hidrográfica en la que se encuentran ubicados los acuíferos aluviales a recargar y, en segundo lugar, que las características de permeabilidad en la superficie de estos acuíferos sea favorable para la infiltración.

Para analizar la disponibilidad de agua superficial, se han utilizado los resultados de los balances hídricos realizados en el PNRH en las 62 cuencas hidrográficas delimitadas en la vertiente del Pacífico. En el cuadro siguiente se anotan, según estos balances, los excedentes de agua disponibles en las cuencas hidrográficas en las que se encuentran los 15 acuíferos costeros sobreexplotados.

Por la alta permeabilidad que presentan los tramos arenosos superiores de los acuíferos aluviales, por su contacto con el cauce actual del río y la proximidad del nivel freático del acuífero al lecho fluvial, la recarga artificial de este tipo de acuíferos se establecerá, en principio, mediante infiltración directa del agua a través de balsas superficiales y/o del propio cauce del río, aumentando la retención del agua que discurre por el mismo.



La manera de abordar materialmente la recarga artificial dependerá de la especificidad de la cuenca baja del río en la que se encuentre el acuífero aluvial a infiltrar. Si se dispone de terreno libre suficiente y este fuese adecuado para la infiltración, desde el punto de vista hidrogeológico, la recarga artificial se realizaría con balsas de acumulación. Si no existe terreno disponible suficiente, la recarga artificial se plantearía mediante simples diques (pantallas) de retención en el propio cauce del río.

En ambos casos, además de la inversión inicial en la construcción de las obras, hay que prever unos costes permanentes para la limpieza y mantenimiento de la base de la obra realizada, al efecto de mantener intacta la capacidad de infiltración del suelo en las mismas. Una colmatación del fondo de la balsa o del lecho del río, debido a los sólidos finos transportados por el agua, haría disminuir la capacidad de infiltración del agua en el acuífero.

Para el control efectivo de la recarga de agua es necesario vigilar la evolución del nivel piezométrico en el acuífero, para lo cual es necesario disponer de una serie de piezómetros, perforados a diferente distancia de la zona en la que se establezca la infiltración artificial.

En el cuadro siguiente se expone la situación hidrológica de la cuenca en la que se encuentran los 12 acuíferos sobreexplotados, destacando la presencia o no de otros nuevos acuíferos de interés a explotar en su cuenca vertiente (cuya situación geográfica queda reflejada en el mapa incluido en el **Programa de aumento del conocimiento de las aguas subterráneas**) y las obras de recarga que se podrían abordar en los mismos para disminuir y mejorar su sobreexplotación.

RACUÍFEROS RACUÍFERO RACUÍFEROS RACUÍFEROS RACUÍFEROS RACUÍFEROS RACUÍFEROS RACUÍFERO RACUÍFEROS RA					Cuadro 6.17. Trabaj	0.17. 116	apajos ne	cesarios pa	ra la gestio	os necesarios para la gestión de acuíferos sobreexplotados	preexplotados			
Explotación Recarga Balance con pozos y natural (superavit veda manantiales anual deficit) Nombre Situación Bicarantiales anual deficitarias Si 111,56 54,00 -57,56 4 Caplina Deficitarias Si 111,56 54,00 Pozos disponible acuiferos Si Pozos disponible acuiferos Si Pozos de recarga artificial (1) Acuifero Pozos acuiferos Explotación otros acuiferos acuiferos acuiferos Actuaciones Explotación otros acuiferos acuife	0	UÍFEROS SO	BREEXPLO"	TADOS	BALANCE AC (RHP 201	HÍDRICO SUÍFEROS 0/2011) (H	DE LOS m³/año)	ALTERNATIV DISPO	VAS PARA EL NIBILIDAD AC	INCREMENTO DE LA TUAL DE AGUA	PROF	UESTAS DE FUTUROS '	TRABAJOS	
Veda manantiales anual (deficit) Nombre situación Situación Situación Acuifero Acuifero Pozos tubulares Si 111,56 54,00 -57,56 3 Hospicio 4 Caplina Deficitarias No hay agua disponible Sin posibilidad de exploración de otros disponible			Extensión	NAME OF THE OWNER, WHEN		SHEETING TO SHEETING	Balance		ROGRÁFICA		Actuaciones	Explotación otros ac	cuiferos	
Si 111,56 54,00 -57,56 4 Caplina Deficitarias No hay agua disponible acuferos		algillon No.	(km²)	Veda			(Superavit /deficit)		Situación	NUEVO ACUIFERO	de recarga artificial (1)	Acuifero	Pozos tubulares	Prioridad
VA-OCOÑA 921,62 Si 111,56 54,00 -57,56 4 Caplina Deficitarias No hay agua disponible No hay agua disponible No hay agua disponible			TOUR CERTIFICATION	den es con	Total Stringson	18 P	REGIC	N HIDROG	RÁFICA DE	L PACÍFICO	4 13		Sharto-city	
921,62 Si 111,56 54,00 -57,56 4 Caplina Deficitarias No hay agua disponible acuferos	V	CAPLINA	-OCOÑA	100.1000	- College wat 83			5						
		Caplina	921,62	:S	111,56	54,00	-57,56	3 Hospicio 4 Caplina	Deficitarias	No hay	No hay agua disponible	Sin posibilidad de ex- plotación de otros acuíferos	SAUNT	0
		Pisco	1046.640	iō	24,65 34 en Pam-	42	17,35	23 Pisco	Excedentaria en 75.30	A12. Calizas cretáci-	Recarga artifi-	Calizas (A12) en la cuenca del río San	ď	
1046.640 Si 34 en Pam- 24,65 42 17,35 Excedentaria A12. Calizas cretáci- cial máxima de cuenca del río San	_			;	pas de Lanchas	17	-17		hm³/año	cas	58,3 hm³/año	Juan, a 36 km al Norte del aculfero de Pisco	,	_
42 17,35 Excedentaria en 75,30 en 75,30 hm³/año cas 58,3 hm³/año		Villacurí	519,383	S	228,34	63	-165,34	rio Seco	Deficitaria	No hay	No hay agua disponible	Sin posibilidad de ex- plotación de otros acuíferos	92	0
24,65 42 17,35 Excedentaria pas de pas de pas de la culta de servicia. Excedentaria pas de pas de la culta		Ica	918,787	S	335,09	189	-146,09	22 Ica	Deficitaria	No hay	No hay agua disponible	Sin posibilidad de ex- plotación de otros acuíferos	et .	0
1046,640 Si 24,65 42 17,35 Excedentaria on pass de pas de pas de la cultada		Nazca	781,443		64,12	42,54	-21,58	21 Grande	Deficitaria	A10. Areniscas y conglomerados del Jurásico A11. Terciario detritico	No hay agua disponible	Acuifero de Palpa (37), situado al Norte. Nuevos acuíferos A10 en la cuenca alta y A11 en la baja	ю	2
1046,640 Si 24,65 42 17,35 Excedentaria en 75,30 Excedentaria en 75,30 A12. Calizas cretácionas cretácionas cretácionas cretácionas confidences del río San a Norte del río San al Norte de Pisco Calizas (A12) en la cuenca del río San al Norte de Pisco Calizas (A12) en la cuenca del río San al Norte de Pisco A12. Calizas cretácionas cretácionas cal máxima de calimáxima de la cuenca del río San al Norte del río San al Río A11. Teredente del río San A11. Teredente al Río A11. Teredente del río San A11. Teredente del río San A11. Teredente del río San A11. Teredente al Río A11. Teredente del río San A11. Teredente al Río A11. Teredente del río San A11. Teredente al Río A11. Teredente del río San A11. Teredente del río San A11. Teredente al Río A11. Teredente del río San A11. Teredente al Río A11. Teredente del río San A11. Tereden	7		E-FORTAL	-EZA			3/7/06/							
Pisco 1046,640 Si 24,65 42 17,35 Excedentaria en 75,30 A12. Calizas cretáci- cas cretáci- cas cretáci- cas cas cretáci- cas				ASSIN AND			1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	30 Lurin	Deficitaria	8	No hay agua disponible	So of behildings of		
Pisco 1046,640 Si 24,65 42 17,35 Excedentaria en 75,30 Excedentaria pas de n.75,30 Excedentaria pas de n.75,30 A12. Calizas cretáci- cal máxima de cuerca de río San pas de n.75,30 A12. Calizas cretáci- cal máxima de cuerca de río San pas de n.75,30 A12. Calizas cretáci- cal máxima de cuerca de río San l'oria de activa de activa de activa de sex. A13. A 146,08 A146,08 A15. A 146,08 A15. A 15.		Lurin	509,72	Grande	17,08	21,44	4,36	31 Rimac	Excedentaria en 91,13 hm³/año	No hay	Regulados los excedentes con embalses	plotación de otros acuíferos	A TOTAL STATE OF THE STATE OF T	0
1046,640 Si 34 en Pam- 17 17 23 Pisco Percentaria 1046,640 Si 34 en Pam- 17 17 17 23 Pisco Percentaria Percent		Chilca	113,72	Si	7,61			29 Chilca	Exedentaria en 1,69 hm²/año	No hay	Recarga artificial máxima de 1,69 hm³/año	Sin posibilidad de ex- plotación de otros acuíferos	BEN12 8	-

	A	UTOR	IOA		
1	GILLO	3	40	3	
FATI	ENE	ES		NON	>
(R	STEK	AROS	3.3		
,	_	Aus	4		

AC	ACUÍFEROS SOBREEXPLOTADOS	BREEXPLOT	ADOS	BALANCE AC (RHP 201	BALANCE HÍDRICO DE LOS ACUIFEROS (RHP 2010/2011) (Hm³/año)	DE LOS m³/año)	ALTERNATIV DISPOI	VAS PARA EL NIBILIDAD AC	ALTERNATIVAS PARA EL INCREMENTO DE LA DISPONIBILIDAD ACTUAL DE AGUA	PROF	PROPUESTAS DE FUTUROS TRABAJOS	TRABAJOS	
3		Eytoneión	Acuiforn	Explotación	Recarga	Balance	CUENCA HIE	CUENCA HIDROGRÁFICA		Actuaciones	Explotación otros acuiferos	cuiferos	
SIG.	Nombre	(km²)	Veda	con pozos y manantiales	natural anual	(superavit /deficit)	Nombre	Situación	NUEVO ACUIFERO	de recarga artificial (1)	Acuifero	Pozos tubulares	Prioridad
30	Asia-Omás	71,95		4,42	4	-0,42	27 Omás	Excedentaria en 20,19 hm³/año	A13. Calizas cretáci- cas	Recarga artifi- cial máxima de 16,19 hm³/año	Nuevo acuífero A13, que es atravesado por el río Omás en dos tramos del mismo	2	2
AAA	AAA IV HUARMEY-CHICAMA	EY-CHICA	MA						113				
12	Chicama	1261,48	Bicises	256,35	226,74	-29,62	47 Chicama	Deficitaria	A17 Areniscas del Cretácico	No hay agua disponible	Nuevo acuífero A17 ubicado en la cuenca alta del río	2	2
AAA	AAA V JEQUETEPEQUE-ZARUMILLA	EPEQUE-	ZARUMI	LLA					5 1 2 38				
б	Olmos Cascajal	2 491,61		49,01	39,69	-9,32	53 Olmos	Excedentaria en 368,21 hm³/año	A18 Cuaternario fluvial A22 Arenicas del Cretácico	Recarga artificial máxima de 286,52 hm³/año compartidos con el acuffero Motupe	Nuevo acuífero A18, identificado al Oeste, en la cuanca baja de los ríos, y el A22 ubicado al	з	2
		20101					54 Cascajal	Deficitaria		No hay agua disponible	Notice		
9		Special Control		10 TO		1175 JAM.	52 Motupe	Deficitaria	16 NR 58	No hay agua disponible	G48 x63	10000	1,22
7	Motupe	472,83	Motupe solapado con La Leche	19,21	42,00	22,79	53 Olmos	Excedentaria en 368,21 hm³/año	A18 Cuaternario fluvial	Recarga artifi- cial máxima de 286,52 hm³/año compartidos con el acuífero Olmos-Cascajal	Nuevo acuífero A18, identificado al Oeste, en la cuanca baja de los ríos	2	_
œ	La Leche	1 103,65	<u>s</u>	58,19	37,00	-21,19	52 Motupe	Deficitaria	A18 Cuaternario fluvial A20 Areniscas jurásicas A21 Calizas jurásicas	No hay agua disponible	Nuevos acuíferos A18, A20 y A21, identificados en la cuenca del río Motupe	4	1

El volumen de agua a recargar se estima restando a la cifra del volumen de excedentes, la recarga que, de manera natural, ha estimado la ANA que se infiltra anualmente en el acuífero.

Prioridad

2	_
」años	años
s 2019 a	2013 8
2021	2015
6	3
años)	años)

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la ANA de 2010 y 2011

En resumen, de los datos reflejados en el cuadro anterior, se desprende que de los 15 acuíferos sobreexplotados en la región hidrográfica del Pacífico, es necesario realizar obras de **recarga artificial** de acuíferos en **5** cauces de ríos con excedentes en su cuenca, como son: Pisco, Chilca, Asia-Omás, Olmos y Motupe.

En principio, ante la falta de conocimiento sobre la existencia o no de terreno libre en las inmediaciones de los cauces que permita construir balsas de acumulación e infiltración, las obras de recarga proyectadas consistirán en la construcción de pantallas, con el propio material del río, ubicadas tangencialmente a su cauce. Con estas pantallas se consigue remansar el agua superficial que transita por el mismo favoreciéndose, con ello, su infiltración en profundidad.

En el caso de las **pantallas/diques** los trabajos a realizar, basados en experiencias ya realizadas en el cauce del río Rímac, consistirán en:

- Análisis hidrogeológico del cauce bajo del río, a efectos de seleccionar un tramo con buenas características de permeabilidad y anchura, como para que la recarga de los excedentes fuese viable.
- 2. Sobre la selección de un tramo de río de unos 5 km de longitud, la construcción de una pantalla de retención, con gaviones o escollera, cada 200 m, lo que supone un total de 25 pantallas. Las pantallas pueden atravesar completamente el cauce actual del río, o bien atravesarlo parcialmente, comenzando cada pantalla en una margen diferente del río lo que crea un serpenteo del agua que ralentiza su circulación superficial en el tramo de recarga. La opción por un sistema u otro, estará condicionado por el estudio hidrogeológico previo que habrá que realizar en la zona a recargar.
- Perforación de 10 piezómetros de monitoreo a lo largo del tramo del acuífero a recargar, de una profundidad aproximada de 50 m.
- 4. Ensayos de bombeo en 5 pozos tubulares, en principio, de los ya existentes en el aluvial, con el objeto de determinar la transmisividad y el coeficiente de almacenamiento en la zona del acuífero a recargar.
- Mantenimiento y seguimiento de los efectos hidrodinámicos de la recarga a lo largo del tiempo

La construcción de las pantallas de retención debería tener un carácter temporal de tal modo que, una vez se recuperase el nivel de agua en los acuíferos, se pudiese plantear su retirada, en un futuro, ante otros problemas de índole medioambiental (paso de peces, inundación de riberas, etc.) que se pudiesen ocasionar. Por ello, no deberían ser construidos con materiales difíciles de demoler (hormigón o concreto), sino con materiales sueltos (gaviones o escollera).

6.3.4.2. Extracciones de agua subterránea en nuevos acuíferos próximos

En los 25 nuevos acuíferos identificados en la región hidrográfica del Pacífico, cuya propuesta de mejora en su conocimiento se ha indicado y valorado en el **Programa de aumento del conocimiento de las aguas subterráneas**, se proponen actuaciones para la explotación de aguas subterráneas en 7 de ellos, los ubicados en la misma cuenca hidrográfica en la que se encuentran los 12 acuíferos sobreexplotados, con el objetivo de disminuir los bombeos en estos acuíferos aluviales sobreexplotados.

Los 7 nuevos acuíferos a explotar, según se refleja en el cuadro anterior, se localizan en cuencas de los ríos: Pisco, Nazca, Asia-Omás, Chicama, Olmos-Cascajal, Motupe y La Leche.

Se propone, en principio, la perforación de **19 pozos tubulares** con profundidad suficiente para penetrar bien en el acuífero a explotar, mínima de 150 m, y con un diámetro mínimo de perforación de 250 mm, que permita una entubación final de 200 mm. Su perforación se puede abordar con el sistema de rotopercusión, que da muy buenos resultados en terrenos compactos, como las calizas, areniscas o conglomerados, y de percusión o de circulación inversa, de uso preferente en terrenos sueltos como los aluviales.

6.3.5. Prioridades por horizontes de planificación

SEVILLA SEVILL

La programación de los 5 trabajos de recarga artificial en los acuíferos aluviales y de los 19 pozos tubulares a perforar en los nuevos acuíferos que se ha expuesto en el apartado anterior, se realiza teniendo en cuenta el primer horizonte de planificación que se contempla en el PNRH para año 2021, puesto que la urgencia en resolver los problemas de sobreexplotación de los 12 acuíferos, así lo sugiere.

En consecuencia, el orden de prioridad para las actividades propuestas, incluido en la última columna del anterior cuadro, es el siguiente:

- 1. Para los trabajos más urgentes a desarrollar en 4 de los 7 acuíferos costeros que en la actualidad se encuentran sobreexplotados y que están declarados como "acuíferos veda" (Pisco (sólo en la Pampa de Lanchas), Chilca, Motupe y La Leche). Considerando el horizonte del año 2021, estos trabajos se deberán llevar a cabo en los próximos 3 años (2013 al 2015).
- Para los trabajos propuestos en los otros 4 acuíferos sobreexplotados (Nazca, Asia-Omás, Chicama y Olmos-Cascajal), se establece un calendario de 6 años más (2016 al 2021).
- 0. En la columna de prioridad se ha puesto 0 cuando, por falta de excedentes para recargar, o de nuevos acuíferos para explotar, en la cuenca hidrográfica en la que se encuentra el acuífero sobreexplotado, no se puede proponer ninguna actuación en cuanto al incremento de la disponibilidad actual de los recursos subterráneos. Este es el caso de 4 de los acuíferos (Caplina, Villacurí, Ica y Lurín), a los que habría que buscar otra solución para gestionar su sobreexplotación, a partir de trasvases de agua superficiales

de otras cuencas excedentarias, de fuera de la propia cuenca hidrográfica en la que se localizan los acuíferos, y de la disminución de las extracciones de agua subterráneas utilizadas en agricultura, por la mejora en la eficiencia de los sistemas de riego utilizados en la actualidad.

ACUÍFERO	VEDA	ACTUA	CIONES
ACUIFERO	VEDA	2013-2015	2016-2021
CAPLINA	SI	Trasvases cuencas excedenta- rias	alconi e omemegrope le r
PISCO. Pampa de Lanchas	SI	Recarga artificial Explotación de otros acuíferos	3) Vsloteslånkerdelav (8
CHILCA	SI	Recarga artificial	randuras el picheh, not
MOTUPE	SI	Recarga artificial Explotación de otros acuíferos	elina el el cala mile
LA LECHE	SI	Explotación de otros acuíferos	THE RESERVE BY THE PROPERTY OF
NAZCA	NO		Explotación de otros acuíferos
ASIA-OMAS	NO		Recarga artificial Explotación de otros acuíferos
CHICAMA	NO		Explotación de otros acuíferos
OLMOS CASCAJAL	NO	Milde (Control Asia	Recarga artificial Explotación de otros acuíferos

Fuente: elaboración propia

6.3.6. Inversiones necesarias

Las inversiones referenciales estimadas se presentan en el cuadro siguiente, teniendo en cuenta las obras que se consideran más necesarias para tratar de resolver los problemas de sobreexplotación de los 9 acuíferos mencionados anteriormente. La gravedad de este problema hace que las inversiones se concentren en el primer horizonte del PNRH.

Cuadro 6.19. Inversiones estimadas para el programa para la gestión de acuíferos sobreexplotados

lados			
ACTUACIONES	MONT REFEREI (mills. §	NCIAL	INSTITUCIONES RELACIONADAS CON EL
	2021	2035	PROGRAMA
Recarga artificial en 5 acuíferos aluviales, incluidas todas las obras del apartado 6.3.4.1 (1)	41,30		
Perforación y equipamiento de 19 pozos tubulares para explotación, con profundidad de 150 m (2)	10,94		Pública: ANA
Ensayos de bombeo en los 19 pozos perforados (3)	0,49		211100000000000000000000000000000000000
TOTAL (Millones S/.)	52,72		

Fuente: elaboración propia

*Sujeto al presupuesto de la(s) instituciones responsables



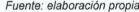
⁽¹⁾ La valoración de esta partida no es fácil de encajar, ya que, dependiendo de la obra a realizar, el coste de la misma podría variar sustancialmente. La longitud y características constructivas de los diques/pantalla a construir condicionarán su presupuesto final. En principio, en las estimaciones realizadas para la construcción de diques/pantalla, se ha partido

de los datos obtenidos de diferentes estudios de construcción de diques, en los que se ha estimado un coste medio de unos S/. 300 000. La cifra total presupuestada contempla, además de la construcción de la obra de recarga, los piezómetros a perforar en su entorno para controlar la evolución del acuífero recargado (unos 10), así como los estudios previos de viabilidad para analizar la posibilidad de la recarga y de la ubicación de los diques/pantalla a construir para ello (según se ha descrito en el apartado 6.3.4.).

- (2) Valoración efectuada en base a los presupuestos empleados en los Programas de Inversión en Recursos Hídricos (ANA, 2011), en su cuadro N°11, con lo que se obtiene una ratio de S/. 575 499 por sondeo perforado e instalado (129 719 para la perforación y 445 780 para el equipamiento e instalación).
- (3) Valoración teniendo en cuenta la instalación de equipos para el bombeo, una duración de 24 horas de extracción y 12 de recuperación, el control técnico del ensayo y su interpretación, de lo que se obtiene una ratio de S/. 28 387 por ensayo.

Se ha efectuado una distribución de las inversiones al nivel de las AAA que se recoge en el cuadro de la página siguiente:

	ersiones estimadas para el Distrib	ución por A			
AUTORIDAD ADMINISTRATIVA DEL AGUA	ACTIVIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	CANTIDAD	COSTO AL 2021 (S/.)
1910	Recarga artificial	acuífero	8 260 000	1	8 260 000
II. Chapárra - Chincha	Perforación y equipamiento de pozos tubulares	sondeo	575 500	6	3 453 000
	Ensayos de bombeo	bombeo	25 800	6	154 800
Total Cháparra-Chine	cha				11 867 800
	Recarga artificial	acuífero	8 260 000	2	16 520 000
III. Cañete- Fortaleza Total Cañete-Fortale	Perforación y equipamiento de pozos tubulares	sondeo	575 500	2	1 151 000
	Ensayos de bombeo	bombeo	25 800	2	51 600
Total Cañete-Fortale	za				17 722 600
	Recarga artificial	acuífero	8 260 000	0	0
IV. Huarmey- Chica- ma	Perforación y equipamiento de pozos tubulares	sondeo	575 500	2	1 151 000
	Ensayos de bombeo	bombeo	25 800	2	51 600
Total Huarmey-Chica	ıma				1 202 600
	Recarga artificial	acuífero	8 260 000	2	16 520 000
Total Huarmey-Chica V. Jequetepeque - Zarumilla	Perforación y equipamiento de pozos tubulares	sondeo	575 500	9	5 179 500
	Ensayos de bombeo	bombeo	25 800	9	232 200
Total Jequetepeque-	Zarumilla				21 931 700
TOTAL (S/.)					52 724 700



6.3.7. Seguimiento del programa y metas

Para el seguimiento de este programa se proponen los siguientes indicadores, con su unidad de medida, ámbito de aplicación y metas:



INDICADOR DE	UNIDAD DE ÁMBITO		MET	A
SEGUIMIENTO	MEDIDA	APLICACIÓN	2021	2035
Diques/pantalla de retención ejecutados para la recarga artificial de los acuíferos sobre- explotados	usauer a rieu a ellerea N ^o uphua	5 acuíferos	125	ageas recous cinenos color existen, se ut
Piezómetros de observación ejecutados para el seguimiento de la recarga artificial de los acuíferos sobreexplotados	N°	5 acuíferos	50	A pesar u : to
Ensayos de bombeo realizados para determinar la transmisividad y el coeficiente de almacenamiento en la zona del acuífero a recargar	N°	5 acuíferos	25	se aumenta li Otros usbs s Yesiduales lis por l'o cue se
Perforación y equipamiento de pozos tubulares, con profundidad de 150 m	No Company	7 acuíferos	19	
Ensayos de bombeo en los pozos perforados	N°	7 acuíferos	19	

Fuente: elaboración propia

6.4. Programa 11. Reúso de aguas residuales tratadas y desalinización de agua de mar

El reúso de aguas residuales tratadas y la desalinización de agua de mar se consideran fuentes de recursos no convencionales para el aumento de la disponibilidad de la oferta, frente a las llamadas convencionales como el aumento de la regulación de las aguas superficiales, el aumento de la disponibilidad de aguas subterráneas y la transferencia de recursos hídricos entre cuencas.

Según el artículo 147 del Reglamento de la LRH, se entiende por reúso de agua residual a la utilización de aguas residuales tratadas resultantes de las actividades antropogénicas que, por el artículo 148 de dicho Reglamento, debe cumplir las siguientes condiciones:

- Las aguas residuales deben ser tratadas previamente y cumplir con los parámetros de calidad establecidos para los usos sectoriales, cuando corresponda.
- Debe contar con la certificación ambiental otorgada por la autoridad ambiental sectorial competente, que considere específicamente la evaluación ambiental de reuso de las aguas.
- En ningún caso, se autorizará cuando ponga en peligro la salud humana y el normal desarrollo de la flora y fauna o afecte a otros usos.
- Las aguas residuales proceden de una actividad que cuenta con derecho de uso de agua formalizado.

Por tanto, las posibilidades de reúso están condicionadas por: la existencia de tratamientos adecuados de las aguas servidas, en particular de las aguas residuales urbanas; sus costes y 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).

Además, es necesario contar con un marco normativo específico que regule la calidad de las aguas residuales tratadas que vayan a ser reusadas ya que, en la actualidad, se aplican los criterios definidos por cada sector en el que se van a reusar. Cuando dichos criterios no existen, se utilizan los criterios de la OMS que aunque se refieren a uso agrario se utilizan como referencia para cualquier otro tipo de uso.

A pesar de todo ello, las ventajas del reúso de las aguas residuales tratadas son múltiples e importantes porque: se aumenta el nivel de tratamiento de las aguas residuales y, por tanto, se aumenta la calidad de las aguas; se aumenta la disponibilidad de recursos hídricos para otros usos, salvo el poblacional, y no depende de las variaciones climáticas pues las aguas residuales tratadas proceden de usos poblacionales, que son un uso prioritario por la LRH, por lo que se garantiza la existencia de agua en cantidad.



Actualmente en el Perú, el volumen reusado supone un 21% del volumen recolectado por las EPS en sus redes de alcantarillado y un 65% del volumen tratado, tal y como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 6.22. Volum lectado por las EPS llado, tratado y p (l	en sus redes	de alcantari-
ALCANTARILLADO(1)	TRATADO(1)	REUSADO(2)
797	261	171
100%	33%	21%

Fuente: (1) "Las EPS y su desarrollo 2012, SUNASS" (2)" Diagnóstico situacional de los sistemas de tratamiento de aguas residuales en las EPS del Perú y propuestas de solución, SUNASS 2008".

No obstante, el nivel de tratamiento es aún muy precario por lo que la mayor parte de las PTAR existentes deberán, en primer lugar, adecuar sus sistemas de tratamiento secundario para, posteriormente, poder desinfectar y adecuar la calidad del agua para su uso posterior.

La **desalinización** consiste en reducir las sales minerales disueltas en el agua de mar para obtener agua apta para riego agrícola o, incluso, para consumo humano. La técnica más utilizada actualmente es la ósmosis inversa que consiste en la separación de las sales del agua de mar a través de una membrana sobre la que se aplica el influente a altas presiones.

Las posibilidades de la desalinización están condicionadas por: los elevados costes que requiere actualmente esta tecnología; su dependencia energética; los costes del transporte y la gestión de las salmueras. Por eso, debe contemplarse como última alternativa después de haber descartado o agotado el resto de posibilidades y haciendo un estudio caso por caso.

No obstante, se puede considerar como una fuente de recursos complementaria en situaciones de estrés hídrico prolongado, ya que su rapidez de implantación, entre 1 y 2 años, y su rápida amortización, unos 15 años, permiten cubrir sectores de demanda que no pueden

esperar a la llegada de aguas reguladas o trasvasadas. Asimismo, se puede plantear como alternativa para asegurar la garantía de abastecimiento en periodos de sequía como sería la ciudad de Lima u otras ciudades costeras con escasez de recursos. También se podría contemplar como una alternativa para el riego de áreas agrícolas de exportación de alta rentabilidad.

Actualmente el Perú cuenta con algunas plantas desalinizadoras de poca envergadura para uso poblacional, riego agrícola y hasta uso minero como el caso de la Minera Milpo, propietaria de una planta de ósmosis inversa implementada en el 2007 en la playa Jahuai, provincia de Chincha, en la región Ica. Puede procesar 90 l/s a un costo de US\$ 2,4/m³. Pero la planta más grande del país es de propiedad de la mina de fosfatos Bayóvar (Piura) que normalmente produce 204,3 m³/h de agua desalinizada. Otro proyecto minero que prevé el uso de agua de mar en sus procesos es el de Tía María, en Arequipa. También existen plantas desalinizadoras para agricultura en el Valle de Virú, en Trujillo; en Lambayeque y en la zona de Majes, Arequipa (Fuente: Unitek.com.ar).

En el caso de la ciudad de Lima, la agencia estatal peruana ProInversión canceló en junio de 2012 el proceso de concesión del proyecto de desalinización "Aguas de Lima Sur II" para la zona sur de la capital que incluye los distritos de Lurín, Punta Hermosa, San Bartolo, Santa María y Pucusana. La capacidad de la planta desalinizadora estaba prevista para una producción de 100 000 m³/día, lo que abastecería a una población de unos 350 000 habitantes. Dicho proyecto habría sido suspendido, al parecer, por haber sobreestimado la demanda de agua.

6.4.1. Objetivos específicos

Los objetivos específicos de este programa son:

- Adecuar los tratamientos de desinfección de las aguas residuales en aquellas PTAR que actualmente están reusando sus aguas para otros usos.
- Aumentar el recurso hídrico disponible mediante el reúso en cuencas deficitarias que dispongan de PTAR con tratamiento de depuración adecuado.
- Aumentar el recurso hídrico disponible mediante el reúso en aquellas cuencas que, sin ser deficitarias, dispongan de PTAR con tratamiento de depuración adecuado y necesiten consolidar usos existentes o abastecer nuevos usos.
- Conocer el potencial de la desalinización de agua de mar para uso poblacional en ciudades costeras y el riego de áreas agrícolas de exportación de alta rentabilidad.

6.4.2. Aspectos legales, técnicos y medioambientales

El reúso de aguas residuales tratadas y el uso de agua desalinizada se encuentran recogidos en los capítulos VII y XI, respectivamente, del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos. En ambos casos, el uso de dichas aguas requiere de autorización administrativa otorgada por la ANA.

Los condicionantes para el otorgamiento de autorización de reúso ya han sido detallados anteriormente. En el caso del agua desalinizada la autorización será otorgada cuando las obras de extracción y de desalinización hayan sido aprobadas previamente por la autoridad correspondiente.



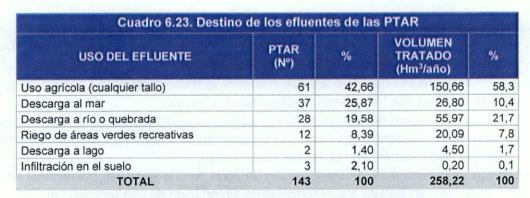
Asimismo, es importante resaltar la existencia del Reglamento del Decreto Legislativo N°1007, que promueve la irrigación de tierras eriazas con aguas desalinizadas. Este Reglamento desarrolla el marco normativo para la promoción de la inversión privada en proyectos de irrigación de tierras eriazas con aguas desalinizadas para ser destinadas a fines agrícolas y agroindustriales.

En cuanto a los aspectos técnicos, ambas alternativas requieren altos niveles de tecnología y, por tanto, de capacitación técnica del personal implicado tanto en su implantación, como en su operación y mantenimiento.

Respecto a los aspectos ambientales, ya se ha comentado anteriormente que entre las ventajas del reúso de las aguas residuales tratadas se encuentra el aumento del nivel de depuración de los efluentes y con ello, de la calidad de las aguas. Sin embargo, en la desalinización hay que tener en cuenta que se produce un subproducto compuesto por salmueras que es necesario manejar adecuadamente para no afectar el medio ambiente y que requiere autorización administrativa para su vertimiento.

6.4.3. Contenido y alcance del programa

Según el Estudio "Diagnóstico Situacional de los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en las EPS del Perú y Propuestas de Solución, SUNASS 2008" de las 143 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de las EPS, 61 PTAR reúsan sus efluentes (150,6 Hm³/año) para riego agrícola, mientras que 12 PTAR reúsan 20,1 hm³/año para riego de áreas verdes.



Fuente: "Diagnóstico Situacional de los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en las EPS del Perú y Propuestas de Solución, SUNASS 2008"

No obstante, según datos de la Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos de la ANA, entre 2009 y 2012 se otorgaron un total de 65 autorizaciones de reúso por un volumen total 93,41 Hm³/año, según el siguiente desglose:

	en de reúso de aguas do hasta el año 2012
USO DEL EFLUENTE	VOLUMEN DE REUSO AUTORIZADO (m³)
RIEGO AGRÍCOLA	82 303 744,28
RIEGO DE CAMINOS	9 251 804,66



	en de reúso de aguas do hasta el año 2012
USO DEL EFLUENTE	VOLUMEN DE REUSO AUTORIZADO (m³)
RIEGO DE JARDINES	1 477 183,04
INDUSTRIA	233 600,00
MINERIA	138 758,00
RIEGO DE VIVEROS	693,80
TOTAL	93 405 783,78

Fuente: DGCRH-ANA, 2012

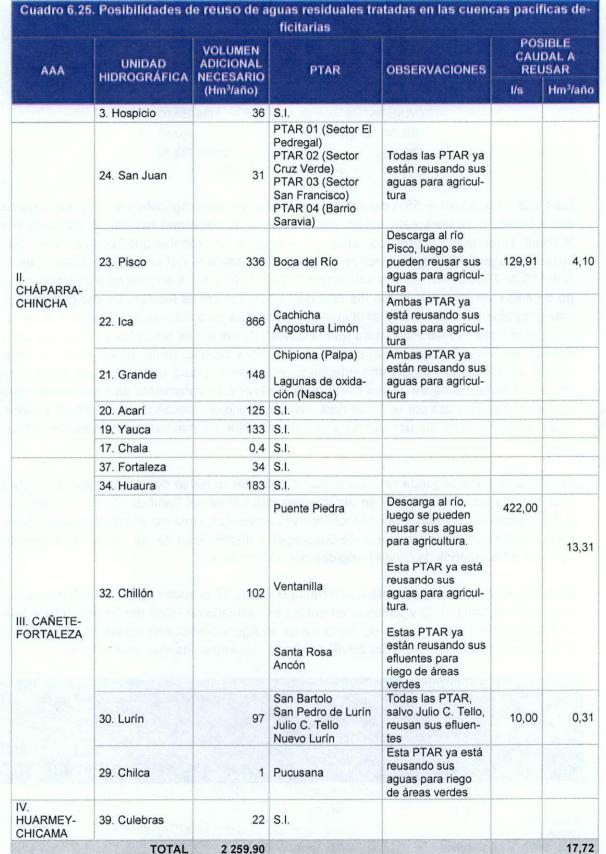
Esto supone que solo el 55% del volumen reusado para riego agrícola y el 7% para riego de áreas verdes o jardines está autorizado, por tanto, es necesario realizar un esfuerzo por terminar de formalizar los reúsos existentes. Asimismo, es probable que las aguas reusadas incumplan alguno de los parámetros que exige la normativa. Así lo refleja el Estudio de la SUNASS de 2008 al afirmar que solo una PTAR cuyo efluente se emplea en agricultura o riego de áreas verdes cumple con los ECA de DBO5 y coliformes fecales. Es por ello, que en este programa se va a considerar la inversión necesaria para aumentar el nivel de tratamiento y desinfección de las PTAR para que la calidad de las aguas reusadas se adecúen a los criterios exigidos. En caso de que la PTAR requiriera además de la desinfección un tratamiento de depuración secundario adecuado, este último estará presupuestado en el **Programa de tratamiento de aguas residuales** del PNRH. El tratamiento de desinfección más común está compuesto por un tratamiento físico-químico con decantación, un filtro de arena, una desinfección con luz ultravioleta y una desinfección de mantenimiento mediante cloración.

Asimismo, en una segunda fase se puede contemplar el reúso como una alternativa para equilibrar los balances hídricos en las cuencas deficitarias del Pacífico. Y a largo plazo, se puede considerar el reúso para consolidar usos existentes o incluso abastecer nuevos usos en la medida que los tratamientos de depuración y desinfección de las aguas residuales se adecúen a los criterios de calidad exigidos por la normativa.

Respecto al reúso de aguas residuales tratadas en las 17 cuencas pacíficas deficitarias en la situación actual (2012) y teniendo en cuenta el inventario de PTAR del Estudio "Diagnóstico Situacional de los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en las EPS del Perú y Propuestas de Solución, SUNASS 2008" se puede contemplar los siguientes casos:

Cuadro 6.2	5. Posibilidades d	e reus o de a	guas residuales ficitarias	s tratadas en las cuenc	as pac	íficas de-
AAA	UNIDAD HIDROGRÁFICA	VOLUMEN ADICIONAL NECESARIO	PTAR	OBSERVACIONES	CAL	SIBLE JDAL A USAR
		(Hm³/año)			I/s	Hm³/año
	14. Ático	0,5	S.I.			
	5. Sama	54	S.I.		-115-11-11-11-11-11-11-11-11-11-11-11-11	
I. CAPLINA- OCOÑA	4. Caplina	94	Tacna	Esta PTAR ya está reusando sus aguas para agricultura		







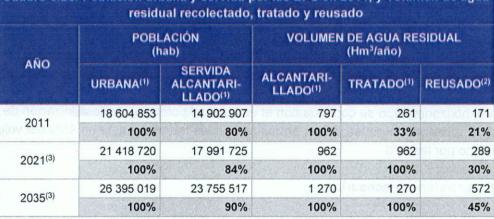
S.I. Sin información

Fuente: elaboración propia a partir de datos de a SUNASS de 2008

A la vista de los resultados del cuadro anterior, se puede concluir que existe un potencial de reúso de 17,72 hm³/año en 3 PTAR que aún no están reusando sus aguas. No obstante, su aportación no es significativa por lo que el reúso, por sí solo, no es suficiente para corregir los déficits detectados. El resto de la PTAR, como se puede observar, ya están reusando sus aguas luego no se pueden contemplar como alternativa para aumentar la disponibilidad de los recursos hídricos en dichas cuencas.

Respecto al aumento del reúso, al 2021 se considera que en el Perú se podría llegar a reusar el 30% del volumen recolectado por las EPS en sus redes de alcantarillado. Esto supone, teniendo en cuenta el crecimiento de la población y de las coberturas de alcantarillado previstos en el Plan Nacional de Saneamiento 2006-2015, el reuso de un total de 289 hm³/año, tal y como se muestra a continuación:

Cuadro 6.26	i. Población urb residu	oana y servida p ial recolectado,			nen de agua
		ACIÓN ab)	VOLUMEN	DE AGUA RE (Hm³/año)	SIDUAL
AÑO	URBANA ⁽¹⁾	SERVIDA ALCANTARI- LLADO ⁽¹⁾	ALCANTARI- LLADO ⁽¹⁾	TRATADO(1)	REUSADO(2)
2011	18 604 853	14 902 907	797	261	171
2011	100%	80%	100%	33%	21%
0004(3)	21 418 720	17 991 725	962	962	289
2021(3)	100%	84%	100%	100%	30%
0005(3)	26 395 019	23 755 517	1 270	1 270	572
2035(3)	100%	90%	100%	100%	45%



Fuente: (1) "Las EPS y su desarrollo 2012, SUNASS" (2)" Diagnóstico situacional de los sistemas de tratamiento de aguas residuales en las EPS del Perú y propuestas de solución, SUNASS 2008". (3) Elaboración propia según el crecimiento de la población previsto en el PNRH y las metas del Plan Nacional de Saneamiento 2006-

En cuanto a la desalinización, este programa consistiría en realizar estudios sobre el potencial de la desalinización de agua de mar en aquellas unidades hidrográficas que alberguen ciudades costeras importantes con problemas previsibles de abastecimiento y/o áreas agrícolas de exportación de alta rentabilidad. Tal podría ser el caso de la ciudad de Lima, donde se concentra un tercio de la población del país y uno de los focos importantes de crecimiento económico nacional. Esto, unido a los efectos del cambio climático, podría originar la necesidad de contemplar en un futuro la desalinización de agua de mar como fuente adicional de recursos para poder asegurar el abastecimiento en periodos de seguía prolongados o garantizar el desarrollo económico.

Estos estudios deberán tener en cuenta, en primer lugar, el aumento de la disponibilidad de los recursos a partir de fuentes convencionales como la regulación de aguas superficiales, la explotación de acuíferos infrautilizados, la trasferencia de recursos entre cuencas, el reúso de aguas residuales tratadas y el ahorro de agua, tanto por el aumento de la eficiencia en los sistemas de transporte y distribución del agua, como en la aplicación de la misma. Una vez agotadas dichas medidas, y teniendo en cuenta el crecimiento de la población y otras



actividades productivas, si aún persiste la existencia de déficits hídricos presentes o futuros, se analizará el potencial de la desalinización de agua de mar como fuente adicional de recursos hídricos. Se tendrá en cuenta, entre otros aspectos, la población o área de riego a suministrar, su localización, las dotaciones netas y brutas a considerar conforme a un uso eficiente del agua, los costes de inversión y mantenimiento, la fuente de financiación, las tarifas del agua a aplicar, la gestión de las salmueras y cualquier otro aspectos legal, técnico, social y ambiental que pueda condicionar la viabilidad del proyecto concreto.

6.4.4. Prioridades por horizontes de planificación

Las prioridades por horizontes del presente programa empezarán por la adecuación de los tratamientos de desinfección de las 73 PTAR que reúsan sus efluentes en la actualidad, en total, 170 Hm³/año. A continuación, se contempla la instalación de tratamientos de desinfección en PTAR que cuenten con tratamientos secundarios adecuados y se encuentren en cuencas deficitarias. Posteriormente, se contempla el aumento del reúso de las aguas residuales tratadas, que actualmente está en torno al 20% del volumen recolectado por las EPS en sus redes de alcantarillado, hasta un 30% en el año 2021. Para este horizonte también se contempla el estudio del potencial de la desalinización en el Perú para el consumo humano en poblaciones costeras y para el riego en áreas agroexportables de alta rentabilidad.

Para el horizonte 2035 se continúa con el estudio del potencial de desalinización de agua de mar y el aumento del reúso de las aguas residuales tratadas hasta un 45% del volumen recolectado por las EPS.

6.4.5. Inversiones necesarias

Para el cálculo de la inversión para el reúso de aguas residuales tratadas se han tomado como referencia las ratios de inversión manejadas en España que cuenta con más de 40 años de experiencia en regeneración de aguas residuales depuradas. Estas ratios de inversión se dividen en dos componentes: por un lado, la inversión necesaria referencial para el tratamiento de regeneración (desinfección) de las aguas residuales tratadas y, por otro, los sistemas de transporte y almacenamiento de las aguas tratadas y desinfectadas hasta su punto de aplicación. En el primer caso, se contempla un tratamiento estándar compuesto por un tratamiento físico-químico con decantación, un filtro de arena, una desinfección con luz ultravioleta y una desinfección de mantenimiento mediante cloración. A este respecto, es necesario recalcar que no se contempla en este programa el tratamiento secundario de depuración que pueda necesitar la PTAR puesto que este tratamiento es objeto del **Programa de tratamiento de aguas residuales** contemplado en la Política 2 "Gestión de la Calidad".

Las ratios de inversión en tratamientos de regeneración de las aguas residuales tratadas están entre 27-47 €/(m³.día) que en nuevos soles estaría entre 89-155 S/(m³.día) de agua suministrada. Respecto al sistema de transporte y almacenamiento de las aguas residuales tratadas y desinfectadas, se maneja una ratio en torno a 111 €/(m³.día) de agua suministrada que en soles serían unos 367 S/(m³.día).

En total, la ratio medio de inversión para el reúso de aguas residuales tratadas y desinfectadas estaría en torno a los 495 S/(m³.día).



Cuadro 6.27. Ratios de inversión e tratada:		as residuales
COMPONENTE	RATIO DE II	NVERSIÓN
COMPONENTE	€/(m³/año)	S/(m³.año)
TRATAMIENTO DE REGENERACIÓN (DESINFECCIÓN)	27-47	89-155
SISTEMA DE TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO	oscinu 111	367
TOTAL	150	495

Fuente: ratios de inversión en España (2011)

Con estas ratios y teniendo en cuenta los volúmenes a reusar justificados anteriormente se obtienen las siguientes inversiones referenciales para el presente programa, según los diferentes horizontes del PNRH.

Cuadro 6.28. Inversiones estimadas para el programa de reúso de aguas residuales tratadas y desalinización de agua de mar MONTO REFERENCIAL (Mi-**INSTITUCIONES** IIs. S/.) * **ACTUACIONES RELACIONADAS CON** 2021 2035 EL PROGRAMA Instalación de 73 sistemas de desinfección en PTAR 41.50 que reúsan actualmente sus efluentes (170 Hm³/año) Instalación de 3 sistemas de desinfección en las cuencas del Pacífico con déficits hídricos (18 Pública: MVCS, 24,03 hm³/año) con su correspondiente sistema de trans-MINAGRI, Proyectos porte y almacenamiento de las aguas residuales Especiales, GORE, tratadas ANA Instalación de sistemas de desinfección para nuevos · Privada: Organizacioreúsos con su correspondiente sistema de transporte 136,97 383.79 nes de Usuarios, Emy almacenamiento de las aguas residuales tratadas presas privadas (101 Hm³/año en 2021 y 283 Hm³/año para 2035) Estudios de potencial de desalinización de aguas de mar para consumo humano en unidades hidrográfi-5,00 5,00 cas con ciudades costeras importantes y/o riego de zonas agrícolas de exportación de alta rentabilidad 7,68 Estudios y proyectos previos para el reúso (2%) 4,05 TOTAL 211,55 396.47

Fuente: elaboración propia

6.4.6. Seguimiento del programa y metas

Para el seguimiento de este programa se proponen los siguientes indicadores, con su unidad de medida, ámbito de aplicación y metas:

Cuadro 6.29	. Seguimiento	y metas del p	orograma de reúso y de	salinización
INDICADOR DE	UNIDAD DE	ÁMBITO DE	ME	ĒΤΑ
SEGUIMIENTO	MEDIDA	APLICACIÓN	2021	2035
Volumen de agua residual recolectada por las EPS	Hm³/año	Unidad hidrográfica	El 30% del volumen de aguas residuales recolec- tadas por las EPS son	El 45% del volumen de aguas residuales recolec- tadas por las EPS son



^{*}Sujeto al presupuesto de la(s) instituciones responsables

Cuadro 6.29.	Seguimiento	y metas del p	orograma de reúso y de	salinización
INDICADOR DE	UNIDAD DE	ÁMBITO DE	MI	ETA
SEGUIMIENTO	MEDIDA	APLICACIÓN	2021	2035
Volumen total de agua reusada	Hm³/año	Unidad hidrográfica	reusadas. El 100% de las aguas	reusadas. El 100% de las aguas
Volumen de agua reusada que cuenta con tratamiento adecuado de desinfección	Hm³/año	Unidad hidrográfica	reusadas cuentan con tratamiento adecuado de desinfección y autoriza- ción de reúso.	reusadas cuentan con tratamiento adecuado de desinfección y autoriza- ción de reúso.
Volumen de agua reusada que cuenta con autoriza- ción de reúso	Hm³/año	Unidad hidrográfica	zof streur niv obness	v eta ja vejes 160
Estudios de potencial de desalinización de agua de mar realizados	número	Unidad hidrográfica	Se han realizado, al me- nos, 10 estudios de po- tencial de desalinización de agua de mar.	Se han realizado, al me- nos, 10 estudios de po- tencial de desalinización de agua de mar.

Fuente: elaboración propia

RESUMEN DE LOS PROGRAMAS DEL EJE DE POLÍTICA 1

En el cuadro siguiente se recoge una síntesis de las inversiones asociadas a cada programa -y, por añadidura, las de cada estrategia-, su programación para cada horizonte de planificación, las metas que se pretenden conseguir en cada uno de ellos y las fuentes de financiación para conseguir la materialización de las medidas asignadas al Eje de Política 1: Gestión de la Cantidad.

Como se puede observar, la inversión en los programas de medidas comprendidos dentro del Eje de Política 1 asciende a 65 867,31 millones de nuevos soles, que se distribuye de la siguiente manera:

- Estrategia 1. Mejora del conocimiento: 629,32 millones de nuevos soles.
- Estrategia 2. Mejora de la eficiencia: 23 753,79 millones de nuevos soles.
- Estrategia 3. Aumento de la disponibilidad de recurso hídrico: 16 902,19millones de nuevos soles.
- Inversión prevista para 2021: 18 802,18 millones de nuevos soles, el 46% del total.
- Inversión prevista para 2035: 21 853,80 millones de nuevos soles, el 54% del total.



	The second secon	Opposition collection of the state of the st					
ESTRATEGIA DE	PROGRAMA	INVEI (9	INVERSIÓN (%)	MONTO R	MONTO REFERENCIAL (Mills. S/.) *	(Mills. S/.) *	NATITIONIES PEL ACIONADA SA CANOSTITIONI
INTERVENCIÓN		2021	2035	2021	2035	TOTAL	
1. Meiora del	1. Implantación de una red hidrometeorológica nacional	53	47	226,22	197,00	423,22	• Pública: SENAMHI, ANA
conocimiento de los recursos y las	2. Aumento del conocimiento de las aguas subterráneas	99	34	128,37	65,23	193,60	Pública: ANA
demandas		89	32	8,50	4,00	12,50	• Pública: ANA
TOTAL ESTRATEGIA 1	EGIA 1			363,09	266,23	629,32	
	4. Control y medición de la demanda	53	47	20,20	18,07	38,27	 Pública: ANA, MINAGRI (PSI), GORE, Proyectos Especiales. Privada: Titulares de las licencias de uso de aqua
SS 2. Mejora de la Seficiencia de uso de aqua y qes-	5. Mejoramiento de los sistemas de conducción y distribución del agua	33	29	1 852,52	3 754,15	5 606,66	Pública: MINAGRI (PSI), MVCS-PNSU, Proyectos Especiales, GORE, EPS Privada: Organizaciones de Usuarios
tión de la de- manda	6. Tecnificación del riego	39	61	717,55	1 116,20	1 833,75	 Pública: MINAGRI (PSI), GORE, Proyectos Especiales Privada: Organizaciones de Usuarios
	 Ampliación de la frontera agrícola por aumento de eficiencia 	51	49	9 375,53	8 899,57	18 275,10	 Pública: MINAGRI (PSI), Proyectos Especiales, GORE Privada: Organizaciones de Usuarios
TOTAL ESTRATEGIA 2	GIA 2			11 965,80	11 787,99	23 753,79	
	8. Incremento regulación superficial y transferencia de recursos entre cuencas	48	52	5 260,91	5 674,14	10 935,05	Pública: MINAGRI (PSI), MVCS-PNSU, Proyectos Especiales, GORE, EPS Privada: Organizaciones de Usuarios
3. Aumento de la disponibilidad del recurso	9. Reforestación de cabeceras de cuenca	25	75	1311,20	3 995,20	5 306,40	 Pública: MINAGRI, MINAM, AGRORURAL, GORE, Proyectos Especiales, Gobiernos Locales, Mancomunidades Privada: Concesiones
	 Gestión de acuíferos sobreexplotados 	100	0	52,72	00,00	52,72	Pública: ANA
	11. Reuso y desalinización	35	65	211,55	396,47	608,02	 Pública: MVCS, MINAGRI, Proyectos Especiales, GORE, ANA Privada: Organizaciones de Usuarios, Empresas privadas
TOTAL ESTRATEGIA 3	:GIA 3			6 836,38	10 065,81	16 902,19	
16	INVERSIÓN TOTAL (Millones S/.)	AL (Millo	nes S/.)	18 802,18	21 853,80	40 655,98	

Fuente: elaboración propia *Sujeto al presupuesto de la(s) instituciones responsables



EJE DE POLÍTICA 2: GESTIÓN DE LA CALIDAD⁶

⁶ En el PNRH este numeral se refiere a la Calidad del agua de la fuente, exceptuando el agua para consumo humano que se rige por otros valores de calidad (DS № 031-2010-SA)