



**PERÚ** Ministerio  
del Ambiente



## PERÚ

La Evaluación de Necesidades Tecnológicas ante el Cambio Climático

### Informe Final sobre Tecnologías en Adaptación

Ministerio de Ambiente  
Universidad del Pacífico, Centro de Investigación

Noviembre 2012



## **Equipo de Trabajo**

Este proyecto fue coordinado por:

Eduardo Durand y Claudia Figallo, Dirección de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos del Ministerio del Ambiente (MINAM).

Por la Universidad del Pacífico, Centro de Investigación participaron:

Elsa Galarza Contreras y Joanna Kámiche Zegarra, investigadoras principales del CIUP

Jacques C. Diderot Julien, investigador asociado.

Dayris Arias y Paloma Oviedo, asistentes de investigación.

## **Equipo de Revisores**

Libélula

UNEP Risoe Centre

## **Descargo de Responsabilidad**

Este documento es el resultado del Proyecto Evaluación de Necesidades Tecnológicas, financiado por el *Global Environmental Facility* (GEF) e implementado por el *United Nations Environmental Programme* (UNEP) y el *UNEP-Risoe Centre* (URC), en colaboración con los Centros Regionales Fundación Bariloche y Libélula. El presente informe es el resultado de un proceso liderado por el país, y la visión e información contenida en el informe es resultado del trabajo del Grupo Nacional TNA, liderado por el Ministerio del Ambiente.

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento sobre la Evaluación de Necesidades Tecnológicas para la adaptación al cambio climático en el Perú, identifica y prioriza las principales tecnologías de adaptación en materia de recursos hídricos. Este proceso de priorización ha sido llevado a cabo en tres regiones del país, previamente seleccionadas por la autoridad ambiental, sobre la base de criterios específicos. Además, se han identificado las principales barreras que impiden la adopción de las tecnologías seleccionadas y sobre esa base se ha elaborado un Plan de Acción.

### ***El proceso de TNA***

El Ministerio del Ambiente (MINAM) es la institución que está encargada de la dirección del proceso de Evaluación de Tecnologías para Mitigación y Adaptación al Cambio Climático en el Perú. De hecho, el propósito del proyecto de Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA por sus siglas en inglés) *es asistir a las partes de los países en desarrollo participantes, en identificar y analizar necesidades de tecnologías, las cuales puedan formar parte de la base de un portafolio de proyectos de tecnologías ambientalmente racionales (Environmentally Sound Technology -EST) y de programas que faciliten la transferencia de y el acceso a este tipo de tecnologías.*

El Proceso TNA en el Perú es dirigido por el Ministerio del Ambiente (MINAM), a través de la Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos del MINAM. Dicha dirección, definió que los sectores priorizados serían sólo dos, uno para mitigación al cambio climático y otro para la adaptación al cambio climático, con el objetivo de concentrar los esfuerzos de análisis y participación, para lograr acuerdos y avances concretos. De esta manera, se utilizaron los criterios de disponibilidad de información, prevención (para reducir la mayor vulnerabilidad de la población), así como la existencia de recursos. Un criterio adicional es que existiera poca intervención a nivel de diversas políticas y programas, con el fin de reducir los costos de transacción de la política de intervención.

Asimismo, con el objetivo de concretizar los resultados, el análisis de tecnologías se centró en sólo tres regiones del país: Lima, Piura y Junín, ya que ello facilitaría el análisis de las barreras y el posterior diseño del Plan de Acción.

El Perú es parte de los países que están considerados en la primera ronda del proceso TNA, los cuales iniciaron acciones en el 2009; sin embargo, el proceso en el país tomó más tiempo del inicialmente programado, debido a situaciones de fuerza mayor. Es por ello que algunos resultados preliminares del estudio fueron presentados en el “Segundo Taller Regional Latinoamericano de Desarrollo de Capacidades”, que se realizó en Lima, y los resultados finales, al igual que las lecciones aprendidas del proceso TNA, fueron presentados en el “TNA Experience Sharing Workshop” que se realizó en la ciudad de Bangkok.

## **Metodología**

Con el fin de evaluar y priorizar las tecnologías de mitigación y adaptación al cambio climático en las tres regiones seleccionadas y que el proceso fuera participativo, se realizaron talleres de trabajo con especialistas regionales en cada una de las tres regiones seleccionadas: Piura, Junín y Lima, considerando el ámbito urbano y rural en cada una de las regiones. Para ello, se diseñaron materiales metodológicos que sirvieran para la discusión de cada una de las características de las tecnologías a evaluar. Asimismo, se aplicó la metodología multicriterio para la priorización de las tecnologías, utilizando como método de ponderación el juicio de los expertos reunidos en cada taller. Los criterios utilizados para la evaluación de cada tecnología fueron: i) la contribución a la promoción del desarrollo (en lo económico, social y ambiental); ii) para mitigación, la contribución de la tecnología a la reducción de GEI; y para la adaptación, se analizó la potencial contribución a la adaptación al cambio climático, y finalmente, iii) costo económico de la tecnología<sup>1</sup>. Para complementar el análisis se realizaron entrevistas semiestructuradas con algunos expertos regionales y nacionales.

Luego de haber priorizado las tecnologías por sector, se procedió a construir una Tecnología Estandarizada, que mostraba las características más importantes de cada tecnología, pero sobre la base de diversos estudios de caso, dado que no existe información sistematizada que permita contar con una definición exacta de cada tecnología.

Finalmente, el Plan de Acción (TAP) se desarrolló a través de la identificación de las acciones y subacciones necesarias para reducir y/o eliminar las barreras generales (para el sector) y específicas (por tecnología) que se hayan identificado como limitantes para el proceso de implementación de las tecnologías priorizadas. Sobre la base de este Plan de Acción se definieron las ideas de proyectos para la adaptación al cambio climático.

## **Prioridades de desarrollo del país**

El Perú es un país que tiene hasta la fecha más de 20 años de crecimiento interrumpido, y aunque para este año se han reducido ligeramente las expectativas de crecimiento a 6.0% (menor al 7.8% promedio de los últimos años, con excepción del año 2009 que fue la crisis internacional), para el período 2013 – 2015 las expectativas son positivas, ya que se espera un crecimiento promedio superior al 6.3% anual.

Para lograr esos niveles de crecimiento, el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) tiene los siguientes lineamientos de política económica (MEF, 2012, págs. 8-9): i) *Mayor inclusión social: reducción de la pobreza, disminución de la inequidad, generación de igual de oportunidades, mayor presencia y eficacia del Estado en las zonas rurales del país*; ii) Crecimiento con estabilidad; iii) *Mejorar la productividad y competitividad de la economía del país*, iv) Aumentar la presión tributaria, y, v) *Mejorar la calidad del gasto público a través del Presupuesto por Resultados*. Dentro de estos lineamientos, entre los retos que se plantean, está el de Diseñar acciones de sostenibilidad Ambiental (MEF, 2012).

En este contexto, al ser el Perú calificado como uno de los diez países megadiversos del mundo, ya que tiene el segundo bosque amazónico más extenso del mundo, la cadena de montaña tropical de mayor superficie, 84 de las 104 zonas de vida identificadas en el planeta, y

---

<sup>1</sup> En relación con su efectividad.

27 de los 32 climas del mundo (PNUMA OTCA CIUP, 2009), ello también revela la particular vulnerabilidad a los eventos climáticos que pueden afectar dicha riqueza.

Los impactos del cambio climático, percibidos a través de la exacerbación de los eventos climáticos así como la mayor variabilidad climática, puede afectar la tasa de crecimiento del país, dado su impacto negativo en las condiciones de infraestructura, actividades productivas, entre otros. (Vargas, 2009), señala que para un aumento de temperatura máxima de 2°C y una variabilidad de 20% en las precipitaciones anuales al 2050, se generaría una pérdida de 6% del PBI potencial al 2030 y de 20% al 2050. Su análisis señala que si se realizan políticas globales que estabilicen las variables climáticas, dichas pérdidas se reducirían a la mitad. En esta misma línea, el estudio de la (CAN, 2009) señala que el cambio climático podría ocasionar pérdidas globales en Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, de casi US\$ 30,000 millones al 2025, que significan el 4.5% del PBI de los cuatro países. En el caso de Perú, las pérdidas serían de US\$ 9 906 millones a dicho año, representando el 4.4% del PBI nacional.

La vulnerabilidad es más intensa y preocupante dependiendo de la región, dada las características geográficas, climáticas y socioeconómicas propias de cada una. Un factor común, evidenciado en múltiples estudios realizados en el país ha determinado que la escasez del recurso hídrico será una fuente de conflictos sociales en el futuro, situación que se verá agravada en un entorno de clima cambiante. Es por ello, que una de las Políticas de Estado dentro del Acuerdo Nacional está referido a los recursos hídricos y que consta de quince compromisos que establecen el uso del recurso en armonía con el bien común, como un recurso natural renovable y vulnerable, e integrando valores sociales, culturales, económicos, políticos y ambientales. Esta prioridad ha sido recogida también por el Ministerio del Ambiente, en sus diversos instrumentos de planificación, dentro del que se encuentra la Estrategia Nacional de Cambio Climático y el Plan de Acción sobre la Mitigación y Adaptación al Cambio Climático. Sobre la base de este análisis, además de otros documentos nacionales, se han definido las prioridades de desarrollo a nivel social, económico y ambiental.

Debido a la importancia de los recursos hídricos, es que la identificación y priorización de las tecnologías que permitan la adaptación al cambio climático en este sector ha sido el objetivo central de la presente investigación. Para realizar un trabajo específico se focalizó en los usos más relevantes del recurso hídrico, como son agricultura, consumo humano, en tres regiones del país: Piura (zona norte), Lima (ciudad capital) y Junín (zona centro). Cabe precisar que en estas regiones se hizo la diferenciación en dos ámbitos: rural y urbano, lo que permitió establecer las prioridades con mayor exactitud.

### ***Sector prioritario para la adaptación al Cambio Climático***

En el año 2003, al ser aprobada la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC), se determinaron once líneas estratégicas de acción y se constituyó como el marco de todas las políticas y actividades relacionadas con el cambio climático que se desarrollen en el Perú. Entre las dos líneas principales de acción se tiene: (i) La reducción de los impactos adversos al cambio climático, a través de estudios integrados de vulnerabilidad y adaptación, que identificarán zonas y/o sectores vulnerables en el país, donde se implementarán proyectos de adaptación; y (ii) El control de las emisiones de contaminantes locales y de gases de efecto invernadero (GEI), a través de programas de energías renovables y de eficiencia energética en los diversos sectores productivos. El proceso de elaboración de la ENCC involucró la participación de múltiples sectores e instituciones del sector público y de la sociedad civil.

En el año 2008, se creó el Ministerio del Ambiente (MINAM)<sup>2</sup> como la autoridad ambiental nacional en el Perú, en reemplazo del Consejo Nacional del Ambiente (CONAM), el cual estableció una Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos – DGCCDRH. Este órgano del MINAM ha sido el directamente encargado de realizar las acciones tendientes a la mitigación de GEI y a poner en marcha medidas de adaptación en diversos ámbitos.

En la última década, diferentes sectores económicos han venido impulsando iniciativas aisladas de desarrollo que promueven directa o indirectamente la adaptación al cambio climático, y que se encuentran en diversas etapas de implementación. En el sector agrícola, se han realizado obras que permiten un abastecimiento permanente del recurso además de promover el uso más eficiente del agua. En el sector de agua potable y saneamiento, se están implementando procesos que mejoran la eficiencia en la distribución y se está promoviendo una cultura del agua entre la población. Por el lado de saneamiento, se está promoviendo a nivel regional y local el reuso de aguas servidas, como una forma de ser más eficiente ante la escasez.

En los últimos años, se ha producido un profundo cambio en el marco institucional peruano con respecto a los recursos hídricos. La Ley de Recursos Hídricos (Ley 29338) promulgada en marzo del 2009, y su Reglamento, enero del 2010, establecen un nuevo marco político, normativo e institucional respecto de este recurso natural estratégico, así como una serie de mecanismos modernos para la gestión de sus diversos usos. Estos cambios ofrecen un contexto mucho más propicio para la implementación de tecnologías que tengan como objetivo reducir la vulnerabilidad de la población frente al impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos.

### ***Descripción del sector de Recursos Hídricos***

El Perú es uno de los países privilegiados en términos de disponibilidad de agua, debido a que pertenece a la cuenca hidrográfica del Amazonas; sin embargo, la concentración de la población (demanda) está asentada en la vertiente del Pacífico, donde sólo está disponible el 2.2% del recurso. De otro lado, los ríos que discurren en la vertiente del Pacífico son alimentados por los glaciares tropicales, de los cuales el Perú tiene aproximadamente el 71% del total mundial, por lo que la disposición de agua es altamente sensible al clima. En la actualidad, el cambio climático está alterando el régimen de precipitaciones, desencadenando sequías e inundaciones, mientras que los glaciares, fuente importante de este recurso en el país, están siendo altamente amenazados por el aumento de la temperatura global.

En cuanto al uso del recurso hídrico, el sector agricultura es el que registra el 80% del consumo a nivel nacional, seguido por el consumo humano, 12.2%. Es por ello, que se han tomado estos dos usos como los relevantes para el análisis de tecnologías, en cada una de las regiones.

En el caso Piura, los recursos hídricos son esenciales para la producción agrícola, tanto aquella que produce bienes para la exportación, como para la agricultura en zonas altas, más pequeña que produce para el mercado interno. En el caso de la zona norte, los impactos climáticos están asociados a eventos de lluvias intensas y cada vez más frecuentes, así como al aumento de la temperatura. Esta variabilidad de la oferta hídrica impacta directamente en la

---

<sup>2</sup> Decreto Legislativo N° 1013 de mayo del 2008.

productividad de los cultivos, en el número de cosechas anuales y en la disponibilidad de agua para el consumo de la población.

En la región Junín, los recursos hídricos se ven impactados por la disminución de los glaciares que son los que abastecen los ríos, por ello los escenarios climáticos existentes establecen una futura disminución en la disponibilidad del recurso. Las actividades agrícolas en la región que dependen del recurso hídrico están dirigidas al abastecimiento del mercado interno y son la fuente de ingreso de comunidades campesinas y pequeños productores. Por lo tanto, su impacto se concentra en la población más pobre. Asimismo, la disponibilidad de agua para consumo de la población se verá reducida por lo que es necesario garantizar el abastecimiento del agua y un uso eficiente en un esquema de alto crecimiento de la población en zonas urbanas.

En la región de Lima, en donde se encuentra la ciudad capital con más de ocho millones de habitantes y zonas urbanas periféricas en crecimiento, el uso del recurso hídrico para consumo poblacional es particularmente importante. Al encontrarse la ciudad de Lima en un desierto, las tres grandes cuencas que abastecen de agua a la región son imprescindibles para dicho abastecimiento. El cambio climático afectará la disponibilidad de agua debido al derretimiento de los glaciares que abastecen de agua a estos tres ríos, y al cambio en los regímenes de temperatura y de precipitaciones en las partes altas. La agricultura en la región, la constituyen básicamente cultivos para el abastecimiento del mercado interno de productores medianos y pequeños.

### ***Identificación y clasificación de lista larga de tecnologías***

Para el estudio se consideró seis tipos de tecnologías: (i) las que diversifican la oferta de agua; (ii) las que recargan el acuífero; (iii) las que son preventivas a eventos climáticos extremos; (iv) las que evitan al degradación de la calidad de agua; (v) las que conservan el agua, y (vi) las que controlan y capturan de agua de lluvias intensas. Sobre la base de estas seis categorías se incluyeron un total de 17 tecnologías, las cuales se describieron en forma general y se identificaron algunos casos específicos de aplicación, tanto en el Perú como en otros lugares.

La diversificación de la oferta de agua ocurre a diferentes escalas, desde grandes proyectos de trasvases y represas, que pueden satisfacer necesidades de una gran cantidad de población, hasta intervenciones a nivel de cada hogar. La cosecha de agua es una denominación usada para la recolección y almacenamiento de agua para el abastecimiento doméstico o para la producción de cultivos.

Tecnologías incluidas:

- Desalinización
- Cosecha del agua de lluvia: micro y pequeños reservorios
- Cosecha de agua de neblina: Paneles atrapanieblas
- Cosecha de agua de lluvia de techos

El agua del subsuelo constituye una solución en aquellas zonas de escasez de agua superficial en algunas épocas del año. Sin embargo, hay que evitar su uso indiscriminado. En este

sentido, la recarga de los acuíferos es considerada una actividad común, e incluso ha sido una práctica ancestral en las zonas andinas.

Tecnologías incluidas:

- Zanjas de infiltración y AMUNAS
- Micro represas

Tecnologías que ayudan a prevenir el impacto de eventos climáticos extremos, como El Niño, también fueron seleccionadas como alternativas para adaptarse al cambio climático.

Tecnologías incluidas:

- Pozos tubulares para oferta doméstica de agua
- Mejora en la resistencia de pozos a inundaciones

Tecnologías que evitan la pérdida de la calidad del agua son incluidas porque generalmente están asociadas a una menor disponibilidad del recurso. Por ello, estas tecnologías tratan de favorecer el reuso del recurso en actividades para las cuales son aptas.

Tecnologías incluidas:

- Desalinización
- Tratamiento de agua en el hogar y almacenamiento seguro
- Tratamiento de agua y reuso

Finalmente, un ahorro en el uso del agua es fundamental considerando la escasez futura. En este sentido, existen tecnologías que permiten una reducción del uso de agua en procesos productivos y domésticos, y por lo tanto mejoran la eficiencia.

Tecnologías incluidas:

- Uso de aparatos domésticos eficientes en agua: inodoros, caños, etc.
- Detección y reparación de los sistemas de tuberías extradomiciliarios
- Cambios en procesos productivos para uso y reuso más eficiente del agua (producción más limpia)

Las tecnologías listadas fueron presentadas a los actores principales de cada región, de manera que sean evaluadas bajo criterios previamente definidos.



### **Priorización de las tecnologías**

La priorización de las tecnologías en cada región se realizó distinguiendo el ámbito urbano y rural, siguiendo una metodología multicriterio sobre la base de su importancia en la promoción al desarrollo, el impacto en la reducción de la vulnerabilidad y los aspectos económicos de cada tecnología. Como consecuencia de la priorización se obtuvo el siguiente resultado, en donde el puntaje más alto implica una importancia mayor.

<b>RECURSOS HÍDRICOS: RESUMEN DE TECNOLOGÍAS PRIORIZADAS POR REGIÓN</b>			
<b>REGIÓN</b>	<b>NOMBRE DE TECNOLOGÍA</b>	<b>ÁMBITO</b>	<b>PUNTAJE</b>
<b>Piura</b>	TECNOLOGÍA 3: Atrapa Nieblas	Rural	41.50
	TECNOLOGÍA 4: Cosecha de agua de lluvias de los techos	Urbano	40.92
<b>Junín</b>	TECNOLOGÍA 2: Reservorios rústicos o microrepresas	Rural	49.40
	TECNOLOGÍA 5: Tratamiento de Aguas Residuales	Urbano	46.00
<b>Lima</b>	TECNOLOGÍA 15: Andenes y terrazas continuas	Rural	25.23
	TECNOLOGÍA 2: Reservorios rústicos o micro reservas	Rural	24.87
	TECNOLOGÍA 5: Tratamiento de Aguas Residuales	Urbano	23.87

En general, en el ámbito rural priorizaron tres tecnologías: reservorios rústicos, andenes o terrazas y atrapanieblas, mientras que en el ámbito urbano se seleccionaron tratamiento de aguas residuales y cosecha de agua de lluvia de los techos. Salvo el caso de las tecnologías de tratamiento de aguas residuales, el resto de tecnologías son no convencionales, en el sentido que no tienen mercados comerciales asociados. Algunas de ellas, implica más que una tecnología propiamente dicha, un proceso de conocimiento tradicional de comunidades ancestrales que han sido recuperadas o mejoradas con el tiempo.

Cada una de las tecnologías priorizadas ha sido descrita en detalle y se han utilizado casos específicos de aplicación a partir de los cuales se ha hecho una estandarización de la tecnología. Además, se ha realizado un análisis económico de la tecnología, en la medida que ha sido posible obtener información sobre costos y beneficios.

Cabe precisar que las tecnologías priorizadas en cada región contribuyen a la adaptación al cambio climático en diversas formas. De acuerdo a la tipología establecida, las tecnologías priorizadas contribuyen a diversificar la oferta de agua, a recargar el acuífero, a evitar la degradación de la calidad de agua y a controlar y capturar de agua de lluvias intensas.

### ***Identificación de barreras***

Las principales barreras para la aplicación de las tecnologías priorizadas se pueden clasificar en siete tipos: (i) económico financieras, (ii) fallas de mercados o distorsiones, (iii) políticas, (iv) social, (v) ambiental, (vi) legales/institucional y, (vii) capacidades. Existen barreras comunes a todas las tecnologías. Estas fundamentalmente giran en torno a las políticas, como por ejemplo, la falta de apoyo político para la incorporación de las tecnologías como parte integrante de los programas sociales. Asimismo, se puede observar que el mercado comercial no existe para la mayoría de las tecnologías. Esto es consecuencia de que las tecnologías no se encuentran estandarizadas, ni hay estudios o información sobre la eficiencia de las mismas en términos económicos. En cuanto a las capacidades, es una barrera común la necesidad de mejorar los sistemas de información sobre tecnologías para que permita tomar mejores decisiones y se pueda también capacitar en aspectos técnicos a la población. Finalmente, es importante resaltar, que la organización social juega un rol importante para la implementación de las tecnologías, sobre todo en el ámbito rural.

### ***Plan de Acción***

La implementación de un Plan de Acción que permita que las tecnologías seleccionadas sean adoptadas de manera integral por la sociedad, requiere de ciertos condicionantes o marcos habilitantes. Un primer condicionante está relacionado con el conocimiento de las autoridades regionales y locales sobre las implicancias económicas del cambio climático. Sin ello, la priorización de las actividades planteadas en el Plan de Acción no será posible. Un segundo elemento es la transversalización del tema tecnológico en las políticas públicas de todos los sectores. En la medida que los más afectados son las poblaciones pobres, la implementación de tecnologías debe ser un elemento presente independientemente del sector. Finalmente, se considera importante utilizar el concepto más amplio de tecnologías, para poder incorporar aquellas que son tradicionales o que provienen de conocimientos ancestrales.

Dado el marco habilitante mencionado, se ha elaborado un Plan de Acción para la implementación de las tecnologías priorizadas, en el cual se detallan actividades específicas, responsables, indicadores, métodos de verificación y se priorizan las actividades de corto, mediano y largo plazo. Finalmente, se presenta ideas de proyectos sobre la base de las acciones y subacciones presentadas en el Plan. Queda en manos de las autoridades el generar los espacios de diálogo intersectorial y en los distintos niveles de gobierno para la implementación del mencionado Plan.

## INDICE

RESUMEN EJECUTIVO .....	3
ÍNDICE DE CUADROS .....	13
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	15
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	15
ÍNDICE DE MAPAS .....	15
Acrónimos .....	16
Introducción.....	18
I. El Proceso TNA- Perú.....	20
1.1. Organización del proceso .....	20
1.1.1. Antecedentes .....	20
1.1.2. Enfoque del proceso: selección de sectores y ámbito geográfico.....	21
1.1.3. Actores y actividades .....	22
1.2. Metodología utilizada.....	24
1.2.1. Metodología de los talleres .....	24
1.2.2. Metodología de priorización de tecnologías.....	27
1.2.3. Entrevistas semiestructuradas .....	32
1.2.4. Metodología de evaluación (enfoque regional – casos).....	32
1.2.5. Metodología de elaboración del Plan de Acción .....	33
II. Prioridades de Desarrollo del Perú ante un clima cambiante .....	36
2.1. Estrategia de desarrollo del país .....	36
2.2. El Cambio Climático y sus repercusiones en el país.....	38
2.3. Prioridades de desarrollo .....	46
III. Sector prioritario para la adaptación al Cambio Climático .....	48
3.1. Identificación de sector.....	48
3.2. Descripción del sector de Recursos Hídricos .....	51
3.2.1. Marco Normativo.....	51
3.2.2. Descripción General del sector .....	55
3.2.3. Vulnerabilidad del recurso hídrico frente al cambio climático.....	59
3.2.4. Descripción del sector por región.....	65
IV. Tecnologías prioritarias para la adaptación al cambio climático: Recursos Hídricos .....	82
4.1. Identificación y clasificación de lista larga de tecnologías.....	82
4.2. Priorización de las tecnologías.....	104

4.2.1.	Tecnologías en la Región Piura .....	104
4.2.2.	Tecnologías en la Región Junín .....	106
4.2.3.	Tecnologías en la Región Lima .....	107
4.3	Evaluación de las tecnologías priorizadas.....	108
4.3.1.	Tecnología 1: Reservorios y sistema de riego .....	110
4.3.2.	Tecnología 2: Sistema de terrazas .....	119
4.3.3.	Tecnología 3: Paneles captadores de agua de niebla .....	130
4.3.4.	Tecnología 4: Captación de agua de lluvia en techos .....	137
4.3.5.	Tecnología 5: Plantas de tratamiento de aguas residuales .....	144
V.	Identificación y Análisis de Barreras .....	162
5.1	Barreras comunes .....	162
5.2	Barreras específicas a las tecnologías priorizadas .....	163
VI.	Estrategia y Plan de Acción para las tecnologías Priorizadas .....	166
6.1	Antecedentes .....	166
6.2	Marcos habilitantes para el desarrollo de la estrategia .....	167
6.3	Plan de Acción para Recursos Hídricos .....	168
6.3.1	Matriz de Plan de Acción .....	169
6.3.2	Ideas de Proyectos .....	196
VI.	Conclusiones .....	198
	Bibliografía .....	202
	Anexos.....	206
	Anexo 1: Agendas de talleres regionales.....	206
	Anexo 2: Listas de participantes de talleres regionales.....	208
	Anexo 3: Fichas de priorización .....	210
	Anexo 4: Guía de preguntas semiestructuradas.....	212
	Anexo 5: Listas de entrevistas.....	213
	Anexo 6: Mapas .....	215
	Anexo 7: Información complementaria .....	220
	Anexo 8: Informe de los talleres regionales .....	222

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro I. 1: Lugares y fechas de realización de los talleres subnacionales .....	24
Cuadro I. 2: Criterios referenciales propuestos por UNEP para priorización .....	29
Cuadro I. 3: Relación de criterios utilizados para priorización en los talleres.....	30
Cuadro I. 4: Criterios para evaluar la tecnología i para la adaptación al CC.....	31
Cuadro I. 5: Criterios para evaluar la tecnología i para la mitigación al CC .....	31
Cuadro II. 1: Políticas del Acuerdo Nacional relacionadas a cambio climático .....	40
Cuadro II. 2: Metas e indicadores del Objetivo 7 del Milenio .....	40
Cuadro II. 3: Cronología de políticas relacionadas al Cambio Climático.....	42
Cuadro II. 4: Líneas temática para el PLAAMCC, 2010.....	43
Cuadro II. 5: Ejecución de Programas Estratégicos, 2012 .....	43
Cuadro II. 6: Agrupación de prioridades de desarrollo.....	47
Cuadro III. 1: Características reconocidas por la CMNUCC.....	50
Cuadro III. 2: Categorías de Recurso Hídrico para aplicación de ECA.....	53
Cuadro III. 3: Distribución de la población y del recurso hídrico por vertiente.....	55
Cuadro III. 4: Uso de recursos hídricos según fines a nivel nacional, 200-2001 .....	56
Cuadro III. 5: Número y tipo de plantas de tratamiento .....	57
Cuadro III. 6: Piura: Indicadores climatológicos, 2000-2010 .....	61
Cuadro III. 7: Junín: Indicadores climatológicos, 2000-2010 .....	63
Cuadro III. 8: Usos principales del recurso hídrico por región priorizada e impactos .....	65
Cuadro III. 9: Parámetros geomorfológicos de las cuencas de Chira y Piura.....	66
Cuadro III. 10: Región Piura: Masa Mensual del río Piura y Chira, según estaciones, 2005 – 2010 (MMC) .....	67
Cuadro III. 11: Región Piura: Subcuencas y provincias recorridas, según cuenca .....	68
Cuadro III. 12: Región Piura: Superficie agrícola bajo riego y seco y superficie no agrícola por clase de tierras, según provincia, 1994.....	69
Cuadro III. 13: Región Piura: Producción agropecuaria, según principales productos, 2000 – 2010 (Toneladas métricas).....	70
Cuadro III. 14: Región Piura: Población servida de agua potable, 2001-2010.....	72
Cuadro III. 15: Región Junín: Cuencas Hidrográficas y superficie en la región .....	73
Cuadro III. 16: Cuenca del Mantaro: Población del área de la Cuenca del Mantaro por regiones .....	74
Cuadro III. 17: Región Junín: Indicadores de Cobertura de las EPS en el año 2010.....	77
Cuadro III. 18: Región Lima: Cuencas hidrográficas.....	78
Cuadro III. 19: Región Lima: Superficie agrícola bajo riego y seco y superficie no agrícola por clase de tierras, según provincia, 1994.....	79
Cuadro III. 20: Región Lima: Producción agropecuaria, según principales productos, 2000 – 2010 (Toneladas métricas).....	80
Cuadro IV. 1: Tipologías de medidas de adaptación relacionada a recursos hídricos .....	82
Cuadro IV. 2: Tecnología 1: Desalinización.....	86
Cuadro IV. 3: Tecnología 2: Reservorios y sistemas de riego .....	87
Cuadro IV. 4: Tecnología 3: Paneles atrapanieblas .....	88

Cuadro IV. 5: Tecnología 4: Cosecha de agua de lluvia en techos.....	89
Cuadro IV. 6: Tecnología 5: Tratamiento de Aguas Residuales .....	91
Cuadro IV. 7: Tecnología 6: Zanjas de infiltración .....	92
Cuadro IV. 8: Tecnología 7: Recarga de acuíferos o AMUNAS.....	94
Cuadro IV. 9: Tecnología 8: Pozos tubulares para oferta doméstica de agua .....	95
Cuadro IV. 10: Tecnología 9: Mejora en la resistencia de pozos a inundaciones .....	96
Cuadro IV. 11: Tecnología 10: Tratamiento de agua en el hogar y almacenamiento seguro .....	97
Cuadro IV. 12: Tecnología 11: Uso de aparatos domésticos eficientes en agua .....	98
Cuadro IV. 13: Tecnología 12: Detección y reparación de los sistemas de tuberías extradomiciliarios .....	99
Cuadro IV. 14: Tecnología 13: Cambio en procesos productivos para uso y reuso más eficiente del agua.....	100
Cuadro IV. 15: Tecnología 14: Generador de agua atmosférica.....	101
Cuadro IV. 16: Tecnología 15: Terrazas.....	102
Cuadro IV. 17: Tecnología 15: Reforestación.....	103
Cuadro IV. 18: Piura: Resultados tecnologías priorizadas.....	105
Cuadro IV. 19: Junín: Resultados de tecnologías priorizadas .....	106
Cuadro IV. 20: Lima: Resultados de tecnologías priorizadas .....	107
Cuadro IV. 21: Resumen de tecnologías priorizadas en cada región por ámbito.....	108
Cuadro IV. 22: Tecnologías de acuerdo a escala de aplicación y disponibilidad para recursos hídricos .....	109
Cuadro IV. 23: Área requerida para el emplazamiento del micro reservorio.....	116
Cuadro IV. 24: Costo de inversión del sistema, en función del tipo de construcción y volumen de almacenamiento de agua.....	118
Cuadro IV. 25: Distribución aproximada de los costos de inversión en el sistema.....	118
Cuadro IV. 26: Análisis de costos unitarios para la construcción de una hectárea de andén (construcción al 100%).....	127
Cuadro IV. 27: Análisis de costos unitarios para la construcción de una hectárea de andén (Rehabilitación del 50 %) .....	128
Cuadro IV. 28: Costos de reconstrucción de una hectárea de andenes .....	129
Cuadro IV. 29: Coeficientes de escorrentía según el tipo de material .....	141
Cuadro IV. 30: Estructura de costos para una dotación de 13 lts/hab/día. ....	144
Cuadro IV. 31: Costos estructura básica de implementación para una dotación de 20 litros/familia/día.....	144
Cuadro IV. 32: Límites Máximos Permisibles para los Efluentes del PTAR.....	147
Cuadro IV. 33: Propiedades físicas y constituyentes químicos y biológicos del agua residual	147
Cuadro IV. 34: Contaminantes de importancia en el tratamiento de agua residual.....	148
Cuadro IV. 35: Aplicaciones de las operaciones físicas unitarias en el tratamiento de aguas residuales .....	151
Cuadro IV. 36: Aplicaciones de los procesos químicos unitarios en el tratamiento de aguas residuales .....	152
Cuadro IV. 37: Principales procesos biológicos utilizados en el tratamiento del agua residual	154
Cuadro IV. 38: Tecnologías de tratamiento de aguas residuales .....	155
Cuadro IV. 39: Costo de inversión de algunas plantas de tratamiento de Lima.....	159
Cuadro IV. 40: Costo de tratamiento en algunas plantas de Lima.....	160
Cuadro IV. 41: Relación beneficio/costo del agua residual tratada en algunas plantas de Lima	160

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico I. 1: Proceso de Evaluación de Necesidades de Tecnologías.....	20
Gráfico I. 2: Proceso para la Organización del TNA.....	23
Gráfico II. 1: Variación Porcentual del PBI, 2005 - 2015.....	36
Gráfico II. 2: Reducción en el nivel de pobreza, urbana y rural, 2007 – 2011.....	37
Gráfico II. 3: Evolución del PBI real y Emisiones GEI.....	38
Gráfico II. 4: Objetivos de largo plazo planteados para el Perú al 2021. ....	46
Gráfico III. 1: Región Piura: Precio al por mayor del Arroz cáscara, 2003 – 2010.....	71
Gráfico III. 2: Región Piura: Precio al por mayor de Maíz amarillo duro, 2003 – 2010.....	71
Gráfico III. 3: Región Piura: Producción de Arroz cáscara, 2003 – 2010.....	71
Gráfico III. 4: Región Piura: Producción de Maíz amarillo duro, 2003 – 2010.....	71
Gráfico III. 5: Región Piura: Cobertura de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas, 2007 - 2010.....	72
Gráfico III. 6: Región Junín: Licencias de agua para uso agrícola por ALA.....	75
Gráfico III. 7: Región Junín: Principales Productos Agropecuarios con tendencia creciente, 2003 -2009.....	76
Gráfico III. 8: Región Junín: Porcentaje de Volumen Tratado de Aguas Servidas.....	77
Gráfico III. 9: Región Lima: Tratamiento de Aguas Residuales, según EPS, 2007 - 2010.....	81

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración IV. 1: Diagrama del flujo del agua en un sistema de reservorio y riego.....	114
Ilustración IV. 2: Esquema del Sistema de Riego por Aspersión y Regulación de Agua por Reservorios.....	115
Ilustración IV. 3: Componentes del Panel Captador de Niebla o Atrapanieblas.....	132
Ilustración IV. 4: Sistema de Captación de Agua Pluvial en Techos.....	140
Ilustración IV. 5: Descripción gráfica de un interceptor de las primeras aguas.....	142
Ilustración IV. 6: Clasificación se los procesos biológicos en el tratamiento de aguas residuales.....	153
Ilustración IV. 7: Esquema de un reactor de mezcla completa con recirculación celular y purga: (a) desde el reactor y (b) desde la línea de recirculación.....	156
Ilustración IV. 8: Representación de una laguna de estabilización facultativa.....	158

## ÍNDICE DE MAPAS

Mapa A. 1: Región hidrográfica del Pacífico: Oferta hídrica anual per cápita, 2009.....	215
Mapa A. 2: Región Piura: Cuencas hidrográficas.....	216
Mapa A. 3: Región Piura: IDH y Cuencas hidrográficas.....	217
Mapa A. 4: Región Junín: Cuencas hidrográficas.....	218
Mapa A. 5: Cuencas de la región de Lima.....	219

## Acrónimos

AGRORURAL	Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural
ALA	Administración Local del Agua
ANA	Autoridad Nacional del Agua
BCR	Banco Central de Reserva
CEPLAN	Centro Nacional de Planeamiento Estratégico
CIUP	Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico
CMNUCC	Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático
CONAM	Consejo Nacional del Ambiente
CONCYTEC	Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica
COT	Carbono Orgánico Total
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DGCCDRH	Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos
DIRESA	Dirección Regional de Salud
DQO	Demanda Química de Oxígeno
DRA	Dirección Regional de Agricultura
EC	Empresa Comercializadora
ENCC	Estrategia Nacional de Cambio Climático
ENT	Evaluación de Necesidades Tecnológicas
EPS	Empresa Prestadora de Servicio
EST	Environmentally Sound Technology
FEN	Fenómeno El Niño
FMAM	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
FONAM	Fondo Nacional del Ambiente
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GEO	Global Environment Outlook
GIZ	Die Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit ( <i>Cooperación Alemana al Desarrollo</i> )
GORE	Gobierno Regional
IDMA	Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente
INDECI	Instituto Nacional de Defensa Civil
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
INIA	Instituto Nacional de Innovación Agraria
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change ( <i>Panel Intergubernamental de Cambio Climático</i> )
MEF	Ministerio de Economía y Finanzas
MINAM	Ministerio del Ambiente
MINEM	Ministerio de Energía y Minas
MINSA	Ministerio de Salud
NAMA	Nationally Appropriate. Mitigation Actions ( <i>Medidas Nacionales Apropriadas de Mitigación</i> )
ODM	Objetivos de Desarrollo del Milenio
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONERN	Oficina Nacional de Recursos Naturales
OPS	Organización Panamericana de la Salud
OSI	Open Society Institute
OTCA	Organización del Tratado de Cooperación Amazónica



<b>PAT</b>	Planes de Acción de Tecnologías
<b>PBI</b>	Producto Bruto Interno
<b>PDRS -GTZ</b>	Programa Desarrollo Rural Sostenible
<b>PEA</b>	Población Económicamente Activa
<b>PLANAA</b>	Plan Nacional de Acción Ambiental
<b>PNUD</b>	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
<b>PNUMA</b>	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
<b>PRAA</b>	Proyecto de Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales
<b>PRONAMACHCS</b>	Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos
<b>PTAR</b>	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
<b>PUCP</b>	Pontificia Universidad La Católica del Perú
<b>PVC</b>	Policloruro de Vinilo
<b>REDD</b>	Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation
<b>SENAMHI</b>	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
<b>SNGA</b>	Sistema Nacional de Gestión Ambiental
<b>SUNASS</b>	Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento
<b>TECNIDES</b>	Tecnides, Asociación Tecnológica y Desarrollo
<b>UDEP</b>	Universidad de Piura
<b>UEE</b>	Uso Eficiente de Energía
<b>UNALM</b>	Universidad Nacional Agraria La Molina
<b>UNAS</b>	Universidad Nacional San Agustín de Arequipa
<b>UNEP</b>	The United Nations Environment Programme
<b>UNI</b>	Universidad Nacional de Ingeniería
<b>UNMSM</b>	Universidad Nacional Mayor de San Marcos
<b>UNP</b>	Universidad Nacional de Piura

## Introducción

El actual Proyecto Global de Evaluación de Necesidades de Tecnologías, derivado del Programa Estratégico de Transferencia de Metodologías, está diseñado para apoyar de 35 a 45 países en conducir evaluaciones mejoradas de necesidades de tecnologías en el marco de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). La primera ronda del proyecto se inició en noviembre de 2009 en quince países: Kenia, Senegal, Costa de Marfil, Marruecos, Malí, Argentina, Costa Rica, Perú, Guatemala, Bangladesh, Tailandia, Vietnam, Indonesia, Camboya y Georgia. En la segunda ronda se encuentran participando hasta treinta países más, siendo la duración del programa es de 3 años. El programa es financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y liderado por las Naciones Unidas el Medio Ambiente (PNUMA) a través del Centro Risoe del PNUMA (UNEP Risoe Centre).

El propósito del proyecto de Evaluación de Necesidades Tecnológicas (ENT) es asistir a los países en desarrollo participantes, en identificar y analizar necesidades de tecnologías, las cuales puedan formar parte de la base de un portafolio de proyectos de tecnologías ambientalmente racionales (*Environmentally Sound Technology* -EST) y de programas que faciliten la transferencia y el acceso a este tipo de tecnologías.

Los objetivos principales del proyecto son:

- Identificar y priorizar las tecnologías que puedan contribuir a alcanzar los objetivos de mitigación y adaptación de los países participantes, de acuerdo a sus prioridades y objetivos nacionales de desarrollo sostenible.
- Identificar las barreras que obstaculicen la adquisición, despliegue y difusión de tecnologías priorizadas.
- Desarrollar Planes de Acción de Tecnologías (PAT) que especifiquen actividades y permitan contar con una estructura para superar las barreras y facilitar la transferencia, adopción, y difusión de las tecnologías seleccionadas por los países participantes.

El presente documento muestra los resultados del proyecto de Evaluación de Necesidades Tecnológicas para la Adaptación al Cambio Climático para el Perú. El Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico se hizo cargo del proyecto a mediados del mes de octubre del 2011, habiéndose centrado en la priorización de tecnologías, las barreras que impiden la implementación de las mismas y la elaboración del Plan de Acción. Cabe precisar que en el caso del Perú se priorizaron tres regiones como ámbito del estudio: Piura, Junín y Lima, por indicación del Ministerio del Ambiente.

El estudio contiene seis capítulos. El primero, explica el proceso de desarrollo del proyecto; el segundo, presenta las prioridades del país en un contexto de clima cambiante; el tercer capítulo, identifica y describe el sectores prioritario de recursos hídricos; el cuarto capítulo identifica y tipifica las tecnologías priorizadas en el sector priorizado y en cada una de las regiones; el quinto capítulo identifica las barreras que enfrentan las tecnologías priorizadas para su aplicación; y finalmente, el sexto capítulo presenta el Plan de Acción para cada tecnología priorizada y las ideas de proyectos.

Debe mencionarse que en el caso del Proceso TNA implementado en el Perú, dicho proceso así como las metodologías para la realización de talleres, priorización de tecnologías, elaboración del plan de acción, entre otros, fueron diseñadas para implementarse de manera indistinta en la evaluación de tecnologías tanto para adaptación como mitigación del cambio climático. Es por ello que los capítulos I y II son los mismos para ambos reportes (mitigación y adaptación) y por tanto, en dichos capítulos se hace referencia a los conceptos y acciones relacionadas tanto a mitigación como adaptación.

## I. El Proceso TNA- Perú

En este capítulo se describen los antecedentes y organización del proceso TNA, así como las diversas metodologías utilizadas.

### 1.1. Organización del proceso

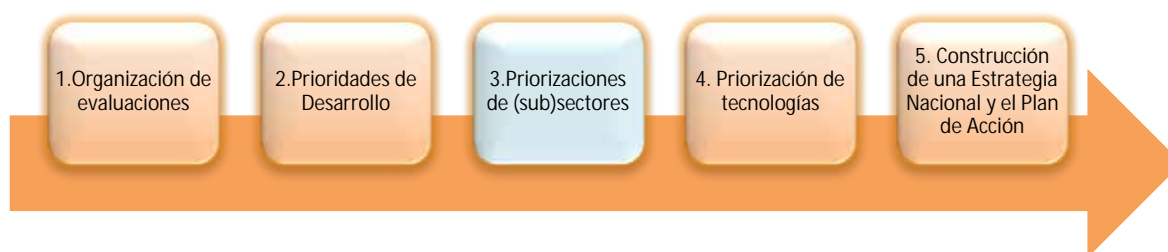
#### 1.1.1. Antecedentes

El proceso de Evaluación de Tecnologías para Mitigación y Adaptación al Cambio Climático en el Perú, es dirigido por el Ministerio del Ambiente (MINAM). El Perú es considerado en el proceso TNA como un país de la primera ronda, los cuales iniciaron acciones en el 2009; sin embargo, debido a situaciones de fuerza mayor, el proceso en el país tomó más tiempo del inicialmente programado y por tanto, los avances son comparables a los realizados por los países de la Segunda Ronda. No obstante, la metodología utilizada es la establecida para los países de la primera ronda y por tanto, el marco de referencia ha sido el establecido en el documento *“Evaluación de necesidades en materia de tecnología para el cambio climático”* (PNUD, 2010).

El Perú hace parte de los países que están considerados en la primera ronda del proceso TNA, los cuales iniciaron acciones en el 2009; sin embargo, el proceso en el país tomó más tiempo del inicialmente programado, debido a situaciones de fuerza mayor. Es por ello que algunos resultados preliminares de este estudio fueron presentados en el “Segundo Taller Regional Latinoamericano de Desarrollo de Capacidades”, que se realizó en Lima, entre el 21 y el 24 de febrero de 2012, y en el cual participaron los países de la Segunda Ronda de Evaluaciones TNA. Asimismo, los resultados finales del estudio fueron presentados en el “TNA Experience Sharing Workshop” que se realizó en la ciudad de Bangkok, entre el 10 y 12 de setiembre de 2012. En dicho taller también se presentaron las lecciones aprendidas durante el desarrollo del proceso TNA en el Perú.

Al respecto, en el Gráfico N°1.1 se muestra el proceso seguido para el TNA, de acuerdo con la metodología propuesta por (PNUD, 2010).

**Gráfico I. 1: Proceso de Evaluación de Necesidades de Tecnologías**



Fuente: (PNUD, 2010).

En este Informe Final se presenta el desarrollo de los cinco pasos señalados en el gráfico N°1, con especial énfasis en los pasos 4 y 5, que son los que se han desarrollado en esta última

etapa del proceso, ya que los tres primeros fueron desarrollados entre el 2010 e inicios del 2011.

### 1.1.2. Enfoque del proceso: selección de sectores y ámbito geográfico

Dada la metodología propuesta por (PNUD, 2010), uno de los elementos fundamentales es la priorización de sectores. Al respecto, dadas las restricciones de tiempo y recursos y con el objetivo de lograr resultados concretos, fue necesario tomar un conjunto de decisiones para implementar el proceso en el Perú. Estas decisiones fueron:

- a) Los sectores priorizados serían sólo dos, uno para mitigación al cambio climático y otro para la adaptación al cambio climático, con el objetivo de concentrar los esfuerzos de análisis y participación, con el fin de lograr acuerdos y avances concretos. Este proceso fue dirigido por la Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos del MINAM y se utilizó como base para la decisión de los sectores, la siguiente información:
  - i. Estrategia Nacional de Cambio Climático (aprobada en el 2003, vigente).
  - ii. Plan de Acción de Adaptación y Mitigación frente al cambio climático, que incluye el detalle de las líneas temáticas a trabajar y los proyectos identificados y que se están implementando en el país.
  - iii. Segunda Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático 2010.

En estas fuentes de información se identificaron:

- i. Líneas temáticas de trabajo.
- ii. Proyectos en ejecución por línea temática.
- iii. Recursos financieros asignados por línea temática y proyectos.

Sobre la base de la información anterior (y otras fuentes de información secundaria), se utilizaron los siguientes criterios para definir el sector (y subsector de ser el caso) para el análisis de las tecnologías para mitigación y adaptación fueron:

- i. Información: Existencia de información suficiente sobre la relación entre el sector y el cambio climático, así como de tecnologías disponibles, de tal forma que esta pueda ser recopilada y sistematizada.
- ii. Prevención:
  - a. Para Mitigación: Sector con muestra importante crecimiento en la generación de GEI, de tal manera que se puedan tomar medidas para prevenir que alcance una mayor participación en el total de emisiones de GEI en el futuro.
  - b. Para Adaptación: Sector en el cual el potencial de afectación en la población podría ser muy grande, dada la vulnerabilidad del mismo y tomando en cuenta las condiciones geográficas del país. Además, se considera el efecto multiplicador que puede tener sus condiciones de vulnerabilidad en otros sectores, en particular el de uso de la población y sectores productores.

- iii. Recursos Financieros: Existencia de recursos financieros, ya sea a través de proyectos de la cooperación internacional o del propio gobierno, de tal manera que los resultados del análisis de tecnologías pueda ser incorporado en el diseño e implementación de tales proyectos, a fin de reducir los potenciales impactos.
  - iv. Grado de intervención: Existe poco nivel de intervención a nivel de diversas políticas y programas (de diversos sectores), con el fin de reducir los costos de transacción para la implementación de las tecnologías.
- b) Dada la heterogeneidad geográfica, económica y social del país, el análisis de las tecnologías no se realizaría a nivel nacional, sino más bien con un enfoque subnacional, por lo que se priorizaron tres regiones de estudio, sobre la base de los siguientes criterios:
- i. Ámbito geográfico: costa, sierra y selva.
  - ii. Condiciones económicas: desarrollo alto, medio y bajo.
  - iii. Disponibilidad de información climática: Escenarios climáticos.

La conjunción de estos tres criterios llevó a escoger a las regiones Lima, Piura y Junín. En este caso, no se escogió ninguna región de la selva dada la falta de información climática.

- c) Las diferencias económicas, sociales y geográficas al interior de una misma región, ocasionaron que se decidiera realizar un análisis de tecnologías por condiciones de urbanización / ruralidad, ya que las diversas características implican también necesidades tecnológicas diferentes.

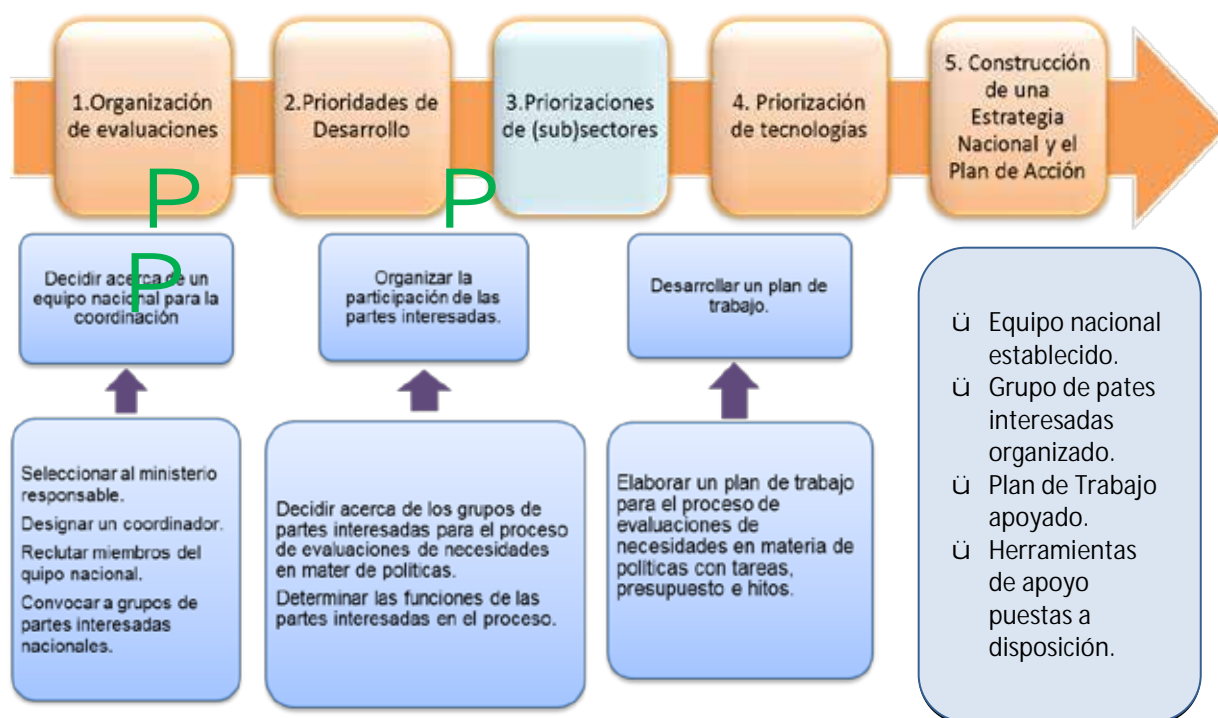
Es decir, este estudio no tuvo un enfoque nacional, sino más bien regional – sectorizado, considerando las diferencias entre las áreas urbanas y rurales de cada región (ámbito subnacional), lo cual ha permitido tener resultados concretos y ello se ha traducido en un plan de acción más *ad hoc* a cada región.

### 1.1.3. Actores y actividades

De acuerdo con la metodología propuesta por (PNUD, 2010), una de las bases fundamentales de este proceso es que sea participativo, con el fin de lograr una apropiación de los resultados para su posterior implementación.

Al respecto, la organización del proceso debe cumplir también un conjunto de acciones, tal como se muestra en el Gráfico N°1.2.

**Gráfico I. 2: Proceso para la Organización del TNA**



Fuente: (PNUD, 2010)

De esta forma, en el Perú, el MINAM asumió la coordinación general y por tanto la conducción de proceso TNA. Así, para aplicar un enfoque participativo se conformó los siguientes niveles de decisión y grupos de trabajo:

- A. **Comité Directivo**: Conformado por los representantes de autoridades ambientales y que estén relacionadas a la temática de Cambio Climático. Se incluyó a representantes de:
  - a. Ministerio del Ambiente – MINAM.
  - b. Ministerio de Economía y Finanzas – MEF.
  - c. Autoridad Nacional del Agua – ANA.
  - d. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – CONCYTEC.
- B. **Equipo Consultor para Articulación y Edición**: Conformado por especialistas en los sectores priorizados. El Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico asumió esta labor a través de sus investigadores, quienes también asumieron las tareas de análisis de las barreras del mercado y el desarrollo de los planes de acción de tecnologías, sobre la base de la información proporcionada por el Equipo TNA y los Actores regionales y locales.

- C. **Equipo TNA:** En el proceso de coordinó la participación de especialistas en cada uno de los sectores priorizados, especialmente para el proceso de análisis y priorización de tecnologías. Este proceso fue totalmente participativo.
- D. **Actores regionales y locales:** Dado que, como se verá más adelante, el enfoque del estudio se desarrolló a nivel subnacional (regiones), se coordinó la participación de especialistas en cada una de las regiones bajo estudio.
- A. **Asesoría:** El Centro Regional de Adaptación, Libélula, y el Centro Regional para Mitigación, la Fundación Bariloche, han participado en el proceso de través de la revisión de los informes de avance presentados por el Equipo Consultor. Los comentarios vertidos por ambas instituciones han sido incluidos en el estudio final.

Los productos del estudio han sido remitidos al Equipo TNA y los Actores regionales y locales y han sido validados por el Comité Directivo, de tal manera que se garantice la apropiación de los resultados. En particular, la participación del MEF ha sido muy importante, ya que han asumido un rol protagónico en la evaluación de los resultados del proceso TNA.

## 1.2. Metodología utilizada

En esta sección se describen las diferentes metodologías utilizadas para la realización del estudio.

### 1.2.1. Metodología de los talleres

Con el fin de evaluar y priorizar las tecnologías de mitigación y adaptación al cambio climático en las tres regiones seleccionadas y con el fin de que el proceso fuera participativo, se realizaron talleres de trabajo con especialistas regionales, en cada una de las siguientes regiones y fechas:

**Cuadro I. 1: Lugares y fechas de realización de los talleres subnacionales**

Región de realización del Taller	Fecha
Piura	26.01.2012
Junín	09.02.2012
Lima	01.03.2012

Los objetivos de los talleres fueron:

1. Discutir las diferentes tecnologías existentes en los sectores seleccionados para la mitigación y adaptación al cambio climático en la región (nivel subnacional).
2. Realizar un proceso de priorización de las tecnologías seleccionadas en los sectores identificados.
3. Identificar casos específicos de uso de tecnologías para la mitigación y la adaptación al cambio climático, en los sectores priorizados (los cuales se señalarán más adelante).



### **Agentes Participantes**

Para la realización de los talleres se invitó a especialistas de los sectores priorizados a una reunión de trabajo de entre 5 a 8 horas, en la cual se analizaría y priorizaría las tecnologías.

La selección de los especialistas regionales fue realizada en coordinación con el MINAM, quienes además realizaron las invitaciones para el evento. La Universidad del Pacífico realizó la confirmación de participantes.

En los talleres regionales<sup>3</sup> participó un representante del Ministerio del Ambiente.

### **Metodología aplicada en el Taller**

Para el desarrollo del Taller se realizaron tres pasos:

#### a) Paso 1: Preparación del Taller

La preparación del taller implicó las siguientes actividades:

- i. Elaboración de la lista de especialistas participantes: Los especialistas fueron seleccionados en coordinación con el MINAM y el objetivo era que se tratara de representantes del sector público, privado, de la cooperación internacional y de todos aquellos relacionados con los dos sectores priorizados.
- ii. Preparación de agenda: El desarrollo del taller estaría a cargo de los investigadores principales del estudio, con una breve presentación inicial por parte del MINAM sobre el objetivo del proyecto TNA. Para el desarrollo del taller se preparó una agenda detallada, la cual se incluye como Anexo 1 del presente informe.
- iii. Preparación de información sobre el contexto climático y sectorial de la región: Con el fin de tener mayor información de base sobre las tres regiones bajo estudio: Piura, Junín y Lima, se realizó una investigación sobre los estudios existentes sobre cambio climático en las tres regiones, así como un análisis de los impactos sectoriales del mismo. Esta información fue presentada como diagnóstico para que los participantes pudieran contextualizar el objetivo del estudio. Esta información ha sido incluida en los informes de los talleres.
- iv. Preparación de la presentación: Se elaboró una presentación que incluyó los objetivos del estudio y del taller, el diagnóstico del impacto del cambio climático en las regiones, las condiciones y características de los sectores priorizados.
- v. Preparación de Fichas para Lista Larga de Tecnologías: Sobre la base de la información disponible en (PNUD, 2010), así como de los estudios sectoriales existentes, se elaboró una primera Lista Larga de Tecnologías por sectores priorizados, la cual contenía información general sobre cada una de las tecnologías. Estas fichas están incluidas en los reportes de los talleres regionales.
- vi. Logística: local, servicios: Para cada uno de los eventos se coordinó el local, así como los servicios asociados.

---

<sup>3</sup> Con excepción del taller de Junín.

vii. Carpeta para participantes: Para cada uno de los participantes se preparó una carpeta con los siguientes documentos:

- a. Presentación en Power Point.
- b. Fichas de tecnologías incluidas en la Lista Larga.

b) Paso 2: Desarrollo del Taller

De acuerdo con la agenda del Taller (ver Anexo N° 1) el taller se desarrolló con la siguiente estructura:

- i. Bienvenida: A cargo del MINAM. Se explicó el objetivo del estudio TNA así como el rol del Perú como país de primera ronda en el proceso.
- ii. Presentación del Proyecto: A cargo de los investigadores del proyecto<sup>4</sup>. Se presentó el objetivo del taller, así como el diagnóstico general de las condiciones asociadas a la mitigación y adaptación al cambio climático de los sectores priorizados, para cada una de las regiones. Las presentaciones utilizadas en cada taller forman parte de los documentos del estudio.
- iii. Trabajo en grupos: El objetivo final era la priorización de tecnologías por sector. Para ello, se dividió a los participantes en dos grupos de trabajo: uno para mitigación y otro para adaptación, tomando en consideración la especialidad y el interés de cada participante. Las listas de los participantes del grupo sobre adaptación se presentan en el Anexo 2. Cabe precisar que los participantes mencionados fueron aquellos que estuvieron permanentemente en todas las sesiones.

En cada grupo se trabajó de acuerdo con la metodología de priorización de tecnologías, que se detalla en la sección 1.2.2 y adicionalmente, en el caso de los talleres de Junín y Lima<sup>5</sup>, se realizó el análisis de barreras, con el fin de obtener información de primera mano sobre las barreras que existen para la implementación de tecnologías frente al cambio climático. Se siguió la metodología señalada en la sección 1.2.5.

- iv. Cierre: La parte final del taller fue la identificación de los pasos a seguir, así como el compromiso por parte del CIUP del envío vía correo electrónico de los materiales del taller así como de los resultados del mismo, es decir, el ranking de tecnologías priorizadas.

c) Paso 3: Análisis post taller

Luego de la realización de los talleres, se realizaron las siguientes actividades:

- i. Resultados de la priorización: Sobre la base de la evaluación realizada por cada uno de los participantes en los dos sectores priorizados, se construyó la matriz de priorización para cada una de las tecnologías evaluadas, de acuerdo con lo

---

<sup>4</sup> En cada uno de los talleres se tuvo la participación como mínimo de dos de los investigadores principales del estudio. En el caso de Lima, participaron los tres investigadores.

<sup>5</sup> En el caso del Taller de Piura, la limitación de tiempo no permitió realizar este análisis.

señalado en la sección 1.2.2. El resultado fue un ranking de tecnologías para cada uno de los sectores priorizados.

- ii. Preparación de información de resultados para los participantes: Se elaboró un documento sencillo de explicación de los resultados de la priorización, para ser enviado vía correo electrónico a todos los participantes, dado el compromiso establecido al final de los talleres.
- iii. Listado de participantes del taller: La realización de los talleres permitió construir un listado de especialistas en los dos sectores priorizados, lo cual ha servido para armar una red de contactos que puede ser útil para futuras investigaciones y trabajos en los dos sectores priorizados. Esta red es utilizada cuando el MINAM la solicita y también para la difusión de eventos sobre temas de manejo de recursos naturales.
- iv. Informe del Taller: Se elaboró un informe con el detalle del desarrollo del taller, para cada una de las regiones, incluyendo los resultados de la priorización, así como algunas ideas para la mejora de los futuros talleres. Los resultados del primer taller de Piura permitieron mejorar la organización del tiempo, la metodología e incluso los materiales.
- v. Envío de materiales a participantes: A los participantes se les remitió:
  - a. Fichas de Caracterización de Lista Larga de Tecnologías, para cada uno de los dos sectores priorizados.
  - b. Presentación utilizada en el taller (en pdf).
  - c. Relación de asistentes al taller, con información de contacto: Teléfono, correo electrónico, institución.
  - d. Documento detallado con los resultados de la priorización.

El envío de materiales fue muy bien valorado por los participantes, varios de ellos escribieron correos agradeciendo el mismo, dado que la Universidad del Pacífico ha sido una de las pocas instituciones (en coordinación con el MINAM), en relación con otras que realizan eventos similares, que ha cumplido con el compromiso de remitir la información con los resultados del desarrollo del taller.

### 1.2.2. Metodología de priorización de tecnologías

El objetivo final del proceso de priorización, era contar con un Indicador  $i$  para cada una de las tecnologías propuestas en la Lista Larga de Tecnología, que tuviera información sobre un conjunto de criterios de priorización. Es decir, se buscaba construir lo siguiente:

$$Indicador_i = \sum_{j=1}^5 \phi_j Criterio_{ij}$$

Donde

Indicador : Resultado que permitirá elaborar el listado de tecnologías priorizadas.

$i$  : tecnología

*Criterio ij* : Criterio de priorización *j* de la tecnología *i* (explicado más adelante y cuya medición dependerá del criterio).

*J* : Identificación del criterio

$\phi$  : Valor del Ponderador, que se encuentra entre 0 y 1.

De esta forma, la priorización era la elaboración de un Ranking sobre la base del indicador *i*.

Para realizar este proceso se siguieron los siguientes pasos, considerando la participación de los especialistas sectoriales en los tres primeros pasos.

#### a) Paso 1: Presentación y revisión de las tecnologías

Los investigadores responsables del taller iniciaron la segunda parte del taller con una revisión general de las tecnologías aplicables a cada sector, lo que se denominó la Lista Larga de Tecnologías. Para ello, sobre la base de información secundaria y consultas breves a expertos, se prepararon Fichas de Caracterización de cada tecnología, en las cuales se incluía información técnica de la tecnología, los costos de inversión y operación y mantenimiento, la aplicación de cada una de las tecnologías, así como una mención a las experiencias aplicadas en el país, a manera de ejemplo<sup>6</sup>.

En esta etapa, el objetivo era familiarizar a los participantes con las tecnologías a priorizar, porque en algunos casos, las tecnologías no eran conocidas por todos los asistentes. Este proceso sirvió no sólo para validar las fichas elaboradas, sino también para identificar algunos casos concretos de aplicación de las tecnologías seleccionadas, que servirían para definir las entrevistas a realizar durante los días siguientes al taller y así, completar la información técnica.

Este proceso fue de tipo expositivo – discusión, donde los participantes podían manifestar sus opiniones y conocimientos sobre las tecnologías y su posibilidad de utilización en la región (nivel subnacional). De esta forma, en algunos talleres se eliminaron tecnologías que no podían ser aplicables en la zona (por condiciones geográficas o de normativa) y se identificaron algunas otras tecnologías que no habían sido incluidas en las Fichas de Caracterización. Aunque éstas últimas fueron incluidas en la lista larga, no fueron sujeto de priorización, dado que no había manera de elaborar una ficha completa de caracterización en el momento del desarrollo del taller.

Adicionalmente, en este proceso se definió que dada la diversidad del territorio dentro de cada región, era mejor priorizar las tecnologías por ámbito geográfico, es decir, urbano y rural. Finalmente, luego de discutir y analizar cada una de las tecnologías propuestas, el objetivo era proceder a la priorización, lo que se explica a continuación.

---

<sup>6</sup> Las Fichas de Caracterización utilizadas en cada taller han sido incluidas en los Informes de Resultados de cada uno de los talleres.

b) Paso 2: Definición de los criterios de priorización y escala de medición

Para definir los criterios se utilizó como referencia (PNUD, 2010), el cual propone cuatro tipos de criterios:

- i) Contribución a las prioridades de desarrollo del país.
- ii) Potencial de reducción de emisiones de GEI (para mitigación).
- iii) Contribución a la reducción de la vulnerabilidad frente al cambio climático.
- iv) Criterios económicos: Costos de inversión, operación y mantenimiento, así como indicadores de rentabilidad.
- v) Otros criterios.

**Cuadro I. 2: Criterios referenciales propuestos por UNEP para priorización**

Contribución a las prioridades de desarrollo del país	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prioridades de desarrollo ambiental</li> <li>• Prioridades de desarrollo social</li> <li>• Prioridades de desarrollo económico</li> </ul>
Potencial de reducción de emisiones de GEI (mitigación)	
Contribución a la reducción de la vulnerabilidad al Cambio Climático (adaptación)	
Rendimiento en costo durante el curso de una inversión en tecnología	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Costos de capital iniciales</li> <li>• Costos de operación</li> <li>• Costos de mantenimiento</li> </ul>
Observación del potencial de rentabilidad o potencial de recuperación del capital invertido en una tecnología	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tasa interna de rendimiento (TIR)</li> <li>• Valor actual neto (VAN)</li> </ul>
Análisis y decisión sobre la efectividad de los criterios adicionales	

Fuente: (PNUD, 2010).

Al respecto, y considerando la poca información existente en el país sobre estos temas, es que se adaptó esta lista de criterios a una más simple, que pudiera ser de fácil aplicación durante los talleres, dado el tiempo limitado y el número de participantes.

Al respecto, la lista final de criterios que se utilizó fue la siguiente:

**Cuadro I. 3: Relación de criterios utilizados para priorización en los talleres**

<b>Criterios</b>	<b>Valoración</b>	<b>Explicación</b>
1.Promoción del Desarrollo	Bajo = 1	<b>Contribuye POCO al desarrollo.</b>
	Medio = 2	<b>Contribuye de manera MEDIA al desarrollo.</b>
	Alto = 3	<b>Contribuye MUCHO al desarrollo.</b>
2. Disminución de GEI	Bajo = 1	<b>Disminuye POCO la generación de GEI.</b>
	Medio = 2	<b>Disminuye de manera MEDIA la generación de GEI.</b>
	Alto = 3	<b>Disminuye MUCHO la generación de GEI.</b>
3. Adaptación al Cambio Climático	Bajo = 1	<b>Contribuye POCO a la adaptación al CC.</b>
	Medio = 2	<b>Contribuye de manera MEDIA a la adaptación al CC.</b>
	Alto = 3	<b>Contribuye MUCHO a la adaptación al CC</b>
4. Costo Económico	Bajo = 1	<b>Es de ALTO COSTO</b>
	Medio = 2	<b>Es de COSTO MEDIO.</b>
	Alto = 3	<b>Es de BAJO COSTO.</b>

Fuente: Elaboración propia.

De esta forma, para la priorización de tecnologías para Adaptación se utilizarían los criterios 1, 3 y 4 y para Mitigación, los criterios 1, 2 y 4.

La escala de valoración de los criterios fue establecida considerando que un mayor puntaje implicaba una mejor tecnología para la mitigación y/o adaptación al cambio climático. Así el criterio 1, que es la Contribución al Desarrollo, el valor Bajo = 1 implicaba que la tecnología contribuye poco al desarrollo y Alto = 3 si contribuía mucho.

En todos los criterios, la valoración fue la misma, con excepción del criterio de Costo, cuya valoración fue al revés: el nivel Bajo = 1 se aplicaba para aquella tecnología que era muy costosa (mucho mayor el costo por unidad de resultado) mientras que el valor Alto =3, se aplicaba para aquella tecnología que era costo efectiva, es decir, bajo costo por unidad de resultado.

c) Paso 3: Establecimiento de los ponderadores ( $\phi_j$ )

En este caso, se discute con los participantes del taller la ponderación que le dan a cada uno de los tres criterios especificados de tal manera que entre los tres sumen 100%. Para ello se tenían las siguientes opciones de ponderación:

- a) Definir los tres criterios con una ponderación igual a 33.3% para cada uno.
- b) Definir el criterio más importante con 50%, el segundo más importante con 30% y el de menos importancia con 20%.
- c) Definir dos criterios con igual importancia, 35% cada uno y el último criterio con 30%.
- d) Cada participante le asigna las ponderaciones que considere relevantes a los tres criterios y luego se realiza un promedio simple, para definir la ponderación final.

La elección entre cualquiera de las cuatro opciones, depende de las características del grupo de participantes y de la disposición para llegar a acuerdos (opciones a, b y c).

Adicionalmente, en el caso particular del criterio sobre “Promoción al Desarrollo”, éste incluye a su vez los subcriterios económico, social y ambiental, los cuales tienen igual ponderación (1/3 cada uno) al interior del criterio.

d) Paso 4: Cálculo del indicador i para cada tecnología, considerando el ámbito geográfico.

Para el cálculo del Indicador i de cada tecnología, se le pide a cada participante, que califique cada tecnología en función a los tres criterios propuestos.

Es decir, para el caso de adaptación, el participante debe colocar los puntajes de 1 a 3 a los siguientes criterios:

**Cuadro I. 4: Criterios para evaluar la tecnología i para la adaptación al CC**

Criterio / Subcriterio	Calificación (de 1 a 3)
1. Promoción al desarrollo	
a) Económico	
b) Social	
c) Ambiental	
2. Reducción de vulnerabilidad y adaptación al CC.	
3. Económico (específico de la tecnología)	

Para el caso de mitigación, el participante debe realizar una calificación similar.

**Cuadro I. 5: Criterios para evaluar la tecnología i para la mitigación al CC**

Criterio / Subcriterio	Calificación (de 1 a 3)
1. Promoción al desarrollo	
d) Económico	
e) Social	
f) Ambiental	
2. Disminución de GEI	
3. Económico (específico de la tecnología).	

Esta clasificación es necesaria hacerla para los ámbitos urbano y rural, para cada una de las tecnologías seleccionadas. En el Anexo 2 se muestran las Fichas de Priorización que cada uno de los participantes utilizó para la priorización.

e) Paso 5: Estimación del ranking

Sobre la base de la calificación otorgada por cada uno de los participantes y las ponderaciones por criterio definidas previamente, se aplicó la fórmula señalada al inicio de esta sección. Al respecto, para clasificar la “importancia relativa de cada tecnología”, se asignó una clasificación de importancia Alto=3, Media = 2 y Bajo =1, considerando la siguiente fórmula:

$$\text{Bajo} \leq \text{Número de votantes} + \text{Rango} / 3$$
$$\text{Número de votantes} + \text{Rango} / 3 < \text{Medio} \leq \frac{2}{3} \text{Rango}$$
$$\text{Alto} > \text{Número de votantes} + \frac{2}{3} \text{Rango}$$

Donde se define:

$$\text{Rango} = (3 * \text{Número de votantes} - 1 * \text{Número de votantes} = 2 * \text{Número de votantes}),$$

De esta forma, se priorizarían las tecnologías que fueran calificadas como de alta prioridad.

### 1.2.3. Entrevistas semiestructuradas

De otro lado, con el fin de recopilar información cualitativa que permitiera caracterizar mejor a las tecnologías seleccionadas, así como identificar las barreras que imposibilitaban la implementación de las mismas, es que en cada región se coordinaron y realizaron entrevistas con distintos especialistas, del ámbito público, privado y de la cooperación internacional, así como proyectos específicos.

Para realizar dichas entrevistas se utilizó una Guía de Preguntas Semiestructuradas, la cual se incluye como Anexo N° 4, en este informe.

El detalle de la información recopilada mediante esta metodología ha sido incluido en el análisis de Barreras (ver capítulo V de este informe). La relación de personas entrevistadas se presenta en el Anexo 5 y los informes de los talleres pueden encontrarse en el Anexo N° 6.

### 1.2.4. Metodología de evaluación (enfoque regional – casos)

Los resultados de la evaluación implicaron tener de 4 a 6 tecnologías priorizadas por sector: 3 regiones considerando ámbito urbano – rural. Al respecto, para la evaluación detallada de cada una de las tecnologías, se optó por construir una Tecnología Estandarizada, que mostrara todas las características y condiciones necesarias para su implementación. No obstante, dada la falta de sistematización y publicación de las experiencias de implementación de las diversas tecnologías seleccionadas, es que se optó por construir la Tecnología Estandarizada sobre la base de varios estudios de caso, de tal forma que se tuviera la información lo más completa posible.

Para ello, se construyó una Ficha de Información Detallada, que incluía:

- a) Datos específicos del caso: instituciones, fechas, lugares.
- b) Breve descripción del caso.
- c) Información básica para el análisis de barreras y lecciones aprendidas.

Los detalles de cada sección se muestran en el Anexo N° 6 de este informe.



Debe mencionarse que para aquellos casos en los cuales la tecnología priorizada para dos regiones era la misma, se construyó sólo un estudio de caso.

### 1.2.5. Metodología de elaboración del Plan de Acción

Para elaborar el Plan de Acción de Implementación de las Tecnologías Seleccionadas y Priorizadas, se siguió el esquema general propuesto en (PNUD, 2010).

Es decir, se definieron dos pasos:

- a) Identificación de las barreras por tecnología.
- b) Identificación de las acciones para reducir y/o eliminar dichas barreras y lograr la implementación de las tecnologías seleccionadas.

En el primer caso, para la identificación de barreras, se adaptó la clasificación propuesta en (Boldt, Nygaard, Hansen, & Traerup, 2012) considerando las siguientes categorías de barreras:

1. Económicas y financieras: Se relaciona con los costos de capital, los costos de Operación y mantenimiento, la falta de acceso al financiamiento, el alto costo del capital, y otros factores que hacen que las tecnologías no sean económicamente viables.
2. Fallas de mercado/distorsiones: Los problemas en la oferta de las tecnologías, o en la falta de incentivo para promover un mercado sin distorsión para tales tecnologías.
3. Políticas: Los obstáculos relacionados a inadecuadas normas para la promoción de los programas de tecnologías para mitigar el CC y/o adaptarse a sus impactos.
4. Sociales: La falta de comprensión de las necesidades locales. La falta de comprensión de las tecnologías o del sector.
5. Ambientales.
6. Legales e Institucionales: El cumplimiento de las leyes y las instituciones involucradas en el sector.
7. Capacidades Humanas: La falta de capacidades para preparar proyectos.

Las barreras identificadas podrían ser de dos tipos:

- a) Barreras Comunes: Aplicables a cualquier tecnología.
- b) Barreras Específicas: Aplicables a una tecnología en específico.

Sobre la base de esta información, ***el Plan de Acción tiene por objetivo definir un conjunto de acciones y subacciones, para cada una de las categorías y barreras identificadas y por tecnología priorizada, con el fin de reducir y/o eliminar dichas barreras.***

Cada una de las acciones y subacciones propuestas incluirá:

#### a) **Etapa de la innovación que afecta:**

- a. investigación y desarrollo (I&D): Es una tecnología que requiere un proceso de investigación, para lo cual se requieren recursos financieros y humanos de cierto nivel.

- b. **Difusión (D)**: Es una tecnología que ya está desarrollada, pero requiere de un proceso de difusión. Generalmente se trata de estudios de casos exitosos, que aún no han sido publicados o no se han dado a conocer, incluso entre los propios especialistas del tema. Para este proceso, se requieren elaborar materiales informativos, no sólo a nivel técnico, sino también la sistematización de las experiencias y casos, ya que ello contribuye a la posterior adopción de las tecnologías.
- c. **Comercialización (C)**: En este caso, la tecnología ya está en condiciones de ser empaquetada y puesta a disposición de los usuarios. No obstante, se presentan diversos casos, dependiendo del tipo de tecnologías, ya que si se trata de bienes privados o de mercado, la comercialización se puede dar a través de esquemas empresariales, pero cuando se trata de bienes de acceso abierto o por las características de la tecnología (incluso su escala) hacen que se requiera de la participación del Estado. Es por ello que esta tercera categoría puede ser comercialización (entre privados) o de implementación (cuando es el Estado el proveedor).

**b) Prioridad:**

- a. Alta (1): Acciones y subacciones que **son fundamentales** para avanzar en el logro del objetivo del Plan de Acción y que no deben dejar de realizarse.
- b. Media (2): Acciones y subacciones que deben desarrollarse porque complementan a las acciones de prioridad alta, pero cuya ejecución no es necesario que sea inmediata. No obstante, la remoción de la barrera, requiere que esta actividad sea desarrollada.
- c. Baja (3): Esta categoría se refiere a acciones que se definen como adicionales al proceso de remoción de la barrera y que lo que hacen es contribuir a los mejores resultados, aunque su no ejecución no limita las posibilidades de remover la barrera.

Además, para cada una de las categorías y acciones propuestas se ha definido:

- a) **Responsable y participantes**: Entidad que debe liderar el proceso. Por ejemplo, se incluye MINAM, MEF, Gobiernos Regionales, Gobiernos Locales, de acuerdo con sus roles y funciones.
- b) **Plazo:**
  - i. Corto Plazo: menos de un año.
  - ii. Mediano Plazo: mayor a un año pero menos de cinco años, y,
  - iii. Largo Plazo: más de cinco años.
- c) **Indicador**: Indicador para la medición del resultado de la acción. No incluye metas cuantitativas porque eso debería ser definido por quien ejecute las políticas y requerirá tomar en cuenta el plazo de ejecución de las acciones y subacciones.
- d) **Fuentes de Verificación**: Instrumentos propuestos para verificar el logro del indicador.

El resultado de este proceso es la Matriz del Plan de Acción por Tecnología (capítulo VI de este informe final).

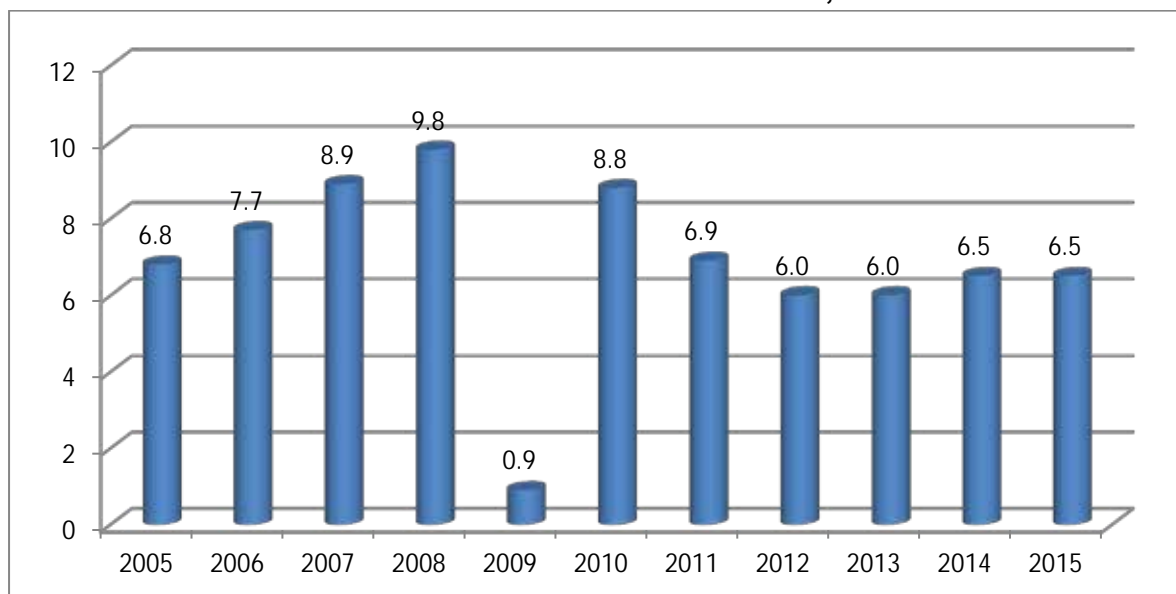
## II. Prioridades de Desarrollo del Perú ante un clima cambiante

En este capítulo se describe y analiza el marco de desarrollo del país tomando en consideración los potenciales efectos del cambio climático. Para ello, se analizan los documentos nacionales en los cuales se establecen los lineamientos de largo plazo, así como las políticas a implementar en los próximos años.

### 2.1. Estrategia de desarrollo del país

El Perú es un país que tiene hasta la fecha más de 20 años de crecimiento interrumpido, y aunque para este año se han reducido ligeramente las expectativas de crecimiento a 6.0% (menor al 7.8% promedio de los últimos años, con excepción del año 2009 que fue la crisis internacional), para el período 2013 – 2015 las expectativas son positivas, ya que se espera un crecimiento promedio superior al 6.3% anual.

**Gráfico II. 1: Variación Porcentual del PBI, 2005 - 2015**

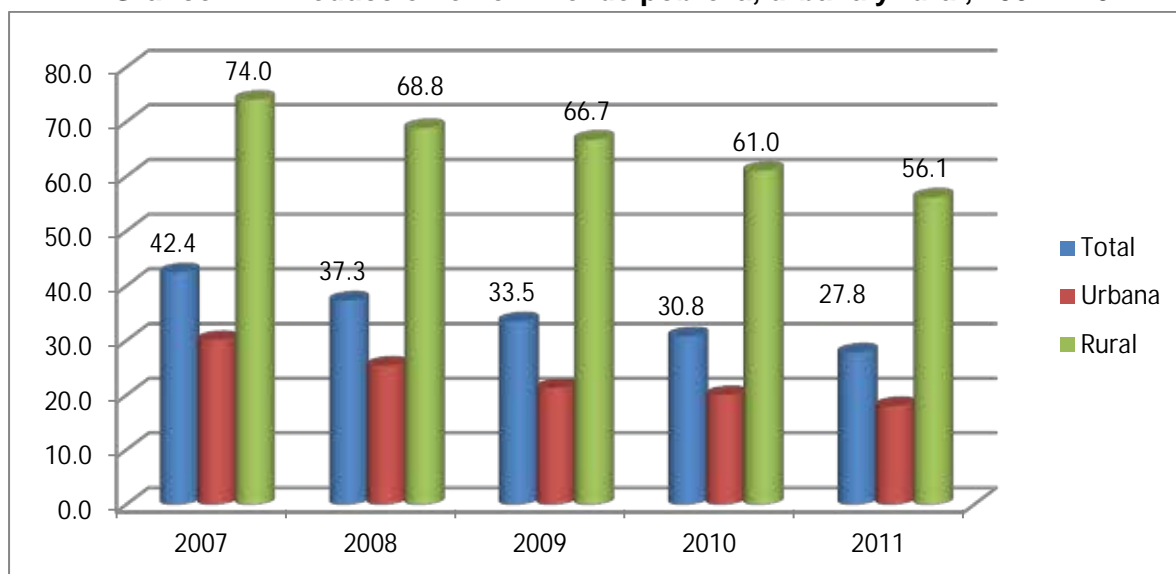


Fuente: (MEF, 2012).

De acuerdo con las proyecciones del (MEF, 2012), al 2015 el PBI per cápita superará los US\$ 8 300, lo que implica casi un 40% de incremento respecto al 2011. De esta forma, si el país mantiene tasas de crecimiento de 6.0% a 6.5% promedio anual, el PBI per cápita superará (medido en paridad de poder de compra, PPP), a sus pares como Colombia y Brasil, siendo superado solo por Chile (MEF, 2012, pág. 4).

En relación con la pobreza, el Perú ha mostrado una importante tasa de reducción, pasando de 42.4% en el 2007 a 27.8% en el 2011, lo cual implica una caída de 14.6 puntos porcentuales en un quinquenio. Aunque estos resultados son positivos, las diferencias entre el área urbana y rural aún son notorias: al 2011, el 56.1% de los hogares rurales era pobre, en comparación con el 18.0% del área urbana. Más aún, las diferencias entre ambos grupos se han ampliado: mientras en el 2007, la relación pobreza urbana / rural era de 2.5 veces, al 2011 era 3.1 veces (INEI, 2012).

**Gráfico II. 2: Reducción en el nivel de pobreza, urbana y rural, 2007 – 2011**



Fuente: (INEI, 2012).

En este contexto, se espera que el mayor crecimiento proyectado del PBI genere una mayor reducción de pobreza, de tal forma que al 2015 se llegue a un nivel promedio de 20.0%.

No obstante, para lograr que el crecimiento del PBI se mantenga en tasas superiores al 6.0%, el MEF cuenta con los siguientes lineamientos de política económica (MEF, 2012, págs. 8-9):

- i. Mayor inclusión social: reducción de la pobreza, disminución de la inequidad, generación de igual de oportunidades, mayor presencia y eficacia del Estado en las zonas rurales del país.
- ii. Crecimiento con estabilidad
- iii. *Mejorar la productividad y competitividad de la economía del país.*
- iv. Aumentar la presión tributaria.
- v. *Mejorar la calidad del gasto público a través del Presupuesto por Resultados.*

Es decir, este es el marco en el cual se implementarán las actividades que buscan el crecimiento económico y desarrollo del país en los próximos años. En particular, mejorar la productividad y competitividad de la economía del país, implica un conjunto de retos de política pública como (MEF, 2012, pág. 4):

- i. Mejora sustancial del capital humano.
- ii. Reducción de la brecha de infraestructura a través de Asociaciones Público Privadas (APPs).
- iii. Simplificación administrativa.
- iv. Impulso a la innovación tecnológica.
- v. Diversificación de la oferta productiva.
- vi. Mayor profundización financiera y desarrollo del mercado de capitales.
- vii. Diseñar acciones de sostenibilidad ambiental.

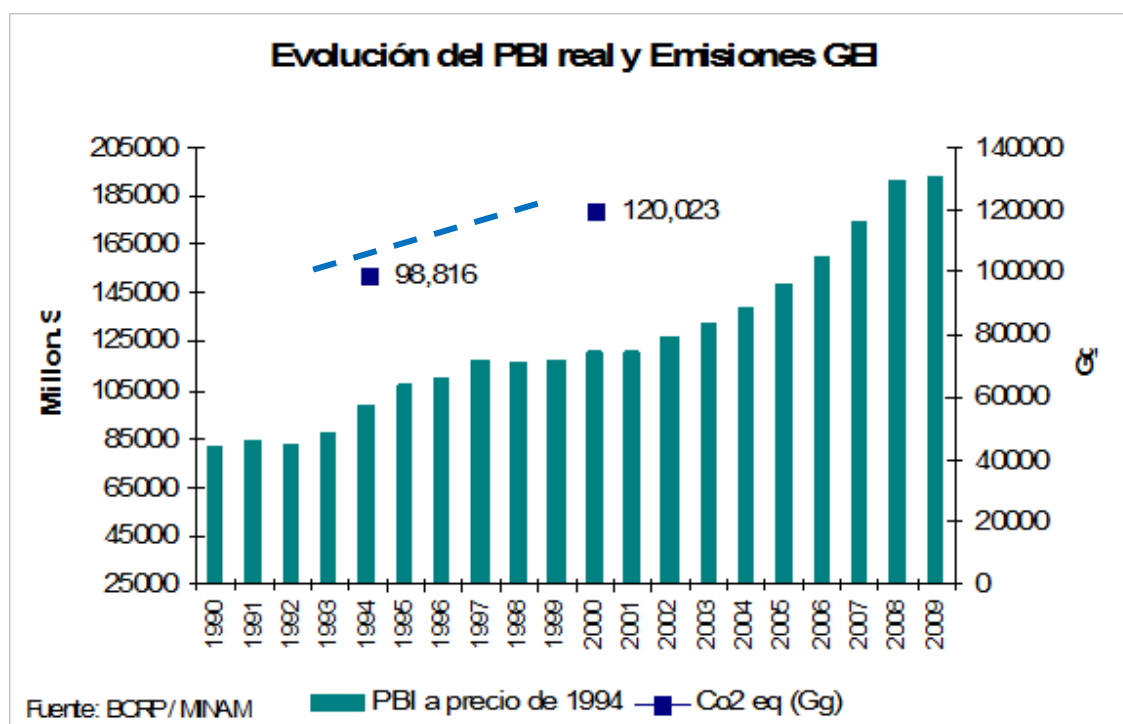
Estos retos han establecido un derrotero claro, en términos de acciones a tomar. En particular, resulta importante que se haya incluido como un reto el diseñar acciones de sostenibilidad ambiental dentro del Marco Macroeconómico Multianual del MEF (MEF, 2012), ya que ello demuestra la relevancia del tema ambiental para el desarrollo económico del país. En este

contexto, se hace necesario conocer y evaluar los efectos del cambio climático en el crecimiento y desarrollo del país.

## 2.2. El Cambio Climático y sus repercusiones en el país

De acuerdo al último inventario nacional (base del año 2000), las emisiones de GEI en el Perú alcanzan los 120,023 Gigagramos de CO<sub>2</sub> equivalente (Gg CO<sub>2</sub>eq.), lo que representa aproximadamente el 0.4% del total de las emisiones globales (MINAM, 2010b). El aumento en las emisiones respecto del primer inventario (base 1994) fue de 21%, lo que implicó un crecimiento más o menos similar al del PBI, 23% en el mismo período.

**Gráfico II. 3: Evolución del PBI real y Emisiones GEI**



De otro lado, el Perú es uno de los diez países calificados como megadiversos del mundo; tiene el segundo bosque amazónico más extenso del mundo, la cadena de montaña tropical de mayor superficie, 84 de las 104 zonas de vida identificadas en el planeta, y 27 de los 32 climas del mundo (PNUMA OTCA CIUP, 2009). Ello hace que el país tenga una inmensa riqueza natural, pero también revela la particular vulnerabilidad a los eventos climáticos que pueden afectar dicha riqueza natural.

La vulnerabilidad al clima está asociada a que la mayoría de las actividades económicas del país como la pesca, la agricultura, entre otras, dependen de las condiciones climáticas y por tanto, su variabilidad están afectadas directamente por el clima lo cual tiene repercusión en las condiciones económicas del país. Además, las actuales tasas de pobreza, aunque con tendencia decreciente, son una limitante para la aplicación de medidas de adaptación al cambio climático.

Diversos estudios revelan que el Perú es uno de los países más vulnerables frente a los efectos del cambio climático, por lo que se tendrán efectos sobre sus microclimas y, por ende, en la biodiversidad. También se verán afectados negativamente los sectores productivos como la ganadería, la agricultura y la pesca debido a los cambios del abastecimiento de agua y su calidad (MINAM 2010b). En el caso de la agricultura, que representa el 4.7%<sup>7</sup> del PBI nacional y 23.3%<sup>8</sup> de la PEA nacional, puede ser afectada en el desarrollo vegetativo y el rendimiento y la sanidad de los cultivos. En el caso de la región andina, que depende mayormente de las lluvias, ésta ha sido afectada por situaciones de sequía o exceso de precipitación pluvial que ha afectado el desarrollo de los cultivos, la proliferación de plagas y pérdida de áreas agrícolas (CONAM, 2002, INDECI 2011). Esto tendría como consecuencia una disminución de los ingresos de este sector, así como agravaría la situación de seguridad alimentaria de la población más pobre (MINAM, 2010b).

Por otro lado, el cambio de temperatura afecta al sector de salud pública debido a que influye en la transmisión de enfermedades por vectores como la malaria; enfermedades dermatológicas; la profundización de enfermedades respiratorias agudas, entre otras (CONAM, 2002).

De manera específica, los impactos del cambio climático, percibidos a través de la exacerbación de los eventos climáticos así como la mayor variabilidad climática, puede afectar la tasa de crecimiento del país, dado su impacto negativo en las condiciones de infraestructura, actividades productivas, entre otros. El estudio de (Vargas, 2009), señala que para un aumento de temperatura máxima de 2°C y una variabilidad de 20% en las precipitaciones anuales al 2050, se generaría una pérdida de 6% del PBI potencial al 2030 y de 20% al 2050. Su análisis señala que si se realizan políticas globales que estabilicen las variables climáticas, dichas pérdidas se reducirían a la mitad. En esta misma línea, el estudio de la (CAN, 2009) señala que el cambio climático podría ocasionar pérdidas globales en Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, de casi US\$ 30,000 millones al 2025, que significan el 4.5% del PBI de los cuatro países. En el caso de Perú, las pérdidas serían de US\$ 9 906 millones a dicho año, representando el 4.4% del PBI nacional. Estas pérdidas implican un potencial retraso no sólo en el crecimiento del país, sino también consecuencias negativas para la reducción de la pobreza y las condiciones de bienestar la de la población.

En cuanto a los estudios a nivel regional, (Galarza & Kámiche, 2011) estimaron que en los sectores agricultura extensiva, agua, energía y turismo en la cuenca del Rio Santa, en Ancash, los daños ascenderían a US\$ 739.0 millones en un horizonte de 20 años. De manera relacionada, las mismas autoras encontraron que la ocurrencia de un Fenómeno El Niño (FEN) intenso<sup>9</sup>, ocasionaría pérdidas entre US\$ 1648.1 y US\$ 2915.0 millones (dependiendo del escenario de intensidad) en las regiones de Piura, Lambayeque y La Libertad por la afectación de los sectores agricultura, vivienda, saneamiento y transporte (Galarza & Kámiche, 2012).

Frente a esta situación, las políticas públicas de desarrollo deben ser diseñadas e implementadas en un contexto de cambio climático. Al respecto, las políticas de desarrollo nacional de largo plazo, a cargo del Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (CEPLAN) y del Acuerdo Nacional incluyen esta perspectiva. Así, el Plan Bicentenario (CEPLAN, 2011)

---

<sup>7</sup> Dato extraído de la Segunda comunicación nacional del Perú al CMNUCC (2010).

<sup>8</sup> Dato extraído de la Segunda comunicación nacional del Perú al CMNUCC (2010).

<sup>9</sup> Se refiere a que tenga las características de los FEN ocurridos en los años 1982 / 1983 y 1997/1998 (Galarza & Kámiche, 2012).

reconoce al cambio climático como una de las megatendencias que van a determinar la ruta de desarrollo nacional futuro y como uno de los objetivos específicos de acción del Eje de Políticas de Recursos Naturales y Ambiente. También, el Acuerdo Nacional, que es el conjunto de políticas de Estado elaboradas y aprobadas sobre la base del diálogo y del consenso con el fin de definir un rumbo para el desarrollo sostenible del país y afirmar su gobernabilidad democrática, incorpora el tema de Desarrollo sostenible y gestión ambiental como parte de las Políticas de Estado de Competitividad del país. Además, dentro de la política de Estado Eficiente, Transparente y Descentralizado, se plantea también la Gestión del riesgo de desastres.

### Cuadro II. 1: Políticas del Acuerdo Nacional relacionadas a cambio climático

<p><b>Política de Estado: Competitividad del País</b>  <u>Acuerdo 19:</u>            Integrar la política nacional ambiental con las políticas económicas, sociales, culturales y de ordenamiento territorial, para contribuir a superar la pobreza y lograr el desarrollo sostenible del Perú. Nos comprometemos también a institucionalizar la gestión ambiental, pública y privada, para proteger la diversidad biológica, facilitar el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, asegurar la protección ambiental y promover centros poblados y ciudades sostenibles; lo cual ayudará a mejorar la calidad de vida, especialmente de la población más vulnerable del país.</p>
<p><b>Política de Estado: Estado Eficiente, Transparente y Descentralizado</b>  <u>Acuerdo 32:</u>            Nos comprometemos a promover una política de gestión del riesgo de desastres, con la finalidad de proteger la vida, la salud y la integridad de las personas; así como el patrimonio público y privado, promoviendo y velando por la ubicación de la población y sus equipamientos en las zonas de mayor seguridad, reduciendo las vulnerabilidades con equidad e inclusión, bajo un enfoque de procesos que comprenda: la estimación y reducción del riesgo, la respuesta ante emergencias y desastres y la reconstrucción.</p>

Fuente: (Acuerdo Nacional, 2012).

De otro lado, en el año 2000, el Perú se comprometió a combatir la pobreza extrema y exclusión en el marco de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), que fijan las metas y niveles a los que se debía llegar en el año 2015 en un conjunto de aspectos sociales y ambientales. En el ODM 7, que busca “**garantizar la sostenibilidad del medio ambiente**”, se incluye una serie de metas, muchas de las cuales tienen relación con la mitigación y adaptación al cambio climático.

### Cuadro II. 2: Metas e indicadores del Objetivo 7 del Milenio

<p><b>Meta 7A: Incorporar los principios del desarrollo sostenible en las políticas y los programas nacionales e invertir la pérdida de recursos del medio ambiente</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicador 7.1: Uso de energía por unidad del PBI.</li> <li>• Indicador 7.2: Emisiones de dióxido de carbono totales, per cápita y por 1 dólar PBI.</li> <li>• Indicador 7.3: Emisiones de sustancias que agotan la capa de ozono.</li> <li>• Indicador 7.4: Porcentaje de la población que utiliza combustibles fósiles.</li> <li>• Indicador 7.5: Proporción de hogares que eliminan la basura arrojando a la calle o quemándola.</li> <li>• Indicador 7.6: Proporción del total de recursos hídricos utilizados</li> </ul>
<p><b>Meta 7B: Reducir la pérdida de diversidad biológica logrando, alcanzando para 2010, una reducción significativa de la tasa de pérdida</b></p>



<ul style="list-style-type: none"> <li>· Indicador 7.7: Proporción de la superficie de las tierras cubiertas por bosques</li> <li>· Indicador 7.8: Proporción de poblaciones de peces dentro de límites biológicos seguros</li> <li>· Indicador 7.9: Proporción de áreas terrestres y marinas protegidas</li> <li>· Indicador 7.10: Proporción de especies amenazadas de extinción</li> </ul>
<p><b>Meta 7C: Reducir a la mitad, para el año 2015, el porcentaje de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento.</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>· Indicador 7.11: Proporción de la población que utiliza fuentes de abastecimiento de agua potable mejoradas</li> <li>· Indicador 7.12: Proporción de la población que utiliza servicios de saneamiento mejorados</li> </ul>
<p><b>Meta 7D: Haber mejorado considerablemente, para el año 2020, la vida de por lo menos 100 millones de habitantes de asentamientos humanos y tugurios</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>· Indicador 7.13: Proporción de población urbana que vive en tugurios</li> </ul>

Fuente: PNUD (2008).

De alguna u otra manera, cada una de estas metas, está relacionada con medidas para la adaptación o la mitigación al cambio climático. Al respecto, en las últimas reuniones de la CMNUCC, como la Conferencia de Copenhague en 2009, el Perú ha realizado tres compromisos voluntarios de reducción de emisiones, con horizonte de cumplimiento al 2021. Estos compromisos son:

- § deforestación neta cero, lo que de lograrse implicaría una reducción casi a la mitad del total de emisiones nacionales,
- § participación de fuentes de energía renovable en una proporción de al menos 40% de la matriz energética, lo que permitiría una reducción de 7,000 Gg CO<sub>2</sub> eq, y;
- § 100% de cobertura a nivel nacional del sistema de gestión de residuos sólidos, lo que reduciría las emisiones de CH<sub>4</sub> en un nivel equivalente a aproximadamente 6,500 Gg de CO<sub>2</sub> eq.

Para lograr el cumplimiento de los compromisos señalados, el país está avanzando en la formulación de una serie de Medidas Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMAs) para los tres sectores señalados, así como para los sectores transporte e industrial. Para el posible NAMA forestal se han identificado acciones como la mejora de la gestión de áreas protegidas, la promoción de políticas de desarrollo social y la lucha contra actividades de tala ilegal, así como proyectos REDD.

En el caso del NAMA de energía, las acciones serían promover que las empresas de generación eléctrica a gas natural adopten el ciclo combinado en su proceso, incremento del ahorro de energía por establecimiento de iluminación eficiente en las mayores ciudades del país, la adopción masiva de cocinas mejoradas en el ámbito rural, entre otros. En el caso de residuos sólidos, las acciones serían orientadas a mejorar la recolección, traslado, tratamiento y reuso y reciclaje, tanto de residuos sólidos, como de aguas residuales (MINAM, 2010a).

### Cuadro II. 3: Cronología de políticas relacionadas al Cambio Climático

<b>1993:</b> Constitución Política del Perú. Establece el derecho constitucional a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida. Establece además el concepto de desarrollo sostenible en la Amazonía.
<b>1993:</b> Creación de la Comisión Nacional de Cambio Climático (MINAM/CONAM), por Resolución Suprema N° 359-RE.
<b>1996:</b> Se presenta y reporta públicamente la Agenda Ambiental Nacional para el periodo 1997 - 1999, principal instrumento de planificación y gestión ambiental nacional, sectorial y local.
<b>2001:</b> Reglamento de la ley sobre conservación y aprovechamiento sostenible de la diversidad biológica, aprobado mediante Decreto Supremo N° 068-2001-PCM, que considera la diversidad biológica como una estrategia de adaptación al cambio climático.
<b>2002:</b> Ley Orgánica de Gobiernos Regionales, Ley N° 27867, que establece la obligación de generar Estrategias Regionales de Cambio Climático y Diversidad Biológica.
<b>2003:</b> Se aprueba la Estrategia Nacional de Cambio Climático mediante Decreto Supremo N° 086-2003-PCM (MINAM/CONAM).
<b>2004:</b> Ley del Sistema de Gestión Ambiental. Promulgada mediante Ley N° 28245, establece que el CONAM (hoy MINAM) sea la institución encargada del diseño y dirección participativa de estrategias nacionales para la implementación progresiva de las obligaciones derivadas del CMNUCC, coordinar la elaboración periódica de los informes nacionales sobre la materia y presidir la comunicación nacional de cambio climático.
<b>2004:</b> Se oficializa la Estrategia Nacional Forestal de Perú
<b>2005:</b> Se presenta y reporta públicamente la Agenda Nacional Ambiental para el periodo 2005–2007, donde se prioriza la implementación de la Estrategia Nacional de Cambio Climático con el enfoque de “incorporar la variable climática en los planes de desarrollo”.
<b>2005:</b> Se aprueba la Ley General del Ambiente, Ley N° 28611, que establece la implementación de un sistema nacional de gestión ambiental en forma conjunta con las comisiones ambientales regionales y la autoridad ambiental nacional (el MINAM). En materia de cambio climático, promueve “bonos de descontaminación u otros mecanismos alternativos a fin de que las industrias y proyectos puedan acceder a fondos creados al amparo del Protocolo de Kyoto”.
<b>2007:</b> Ley de Eficiencia Energética, aprobada por Decreto Supremo N° 053-2007-MINEM, del 2000, declara de interés nacional la promoción del Uso Eficiente de Energía (UEE) para asegurar el suministro de energía, proteger al consumidor, fomentar la competitividad de la economía nacional y reducir el impacto ambiental negativo del uso y consumo de energía. Se encuentra relacionado con el uso de energías alternativas como estrategia de mitigación del cambio climático.
<b>2008:</b> Creación del Ministerio del Ambiente por Decreto Legislativo N° 1013.
<b>2008:</b> Se crea el Grupo de Trabajo Técnico de Seguridad Alimentaria y Cambio Climático del MINAG.
<b>2008:</b> Creación de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) mediante Decreto Legislativo N° 997. La ANA se ha consolidado para formar y reconstituir un marco integrado del control y monitoreo del recurso agua a nivel nacional. Adicionalmente, el Decreto Legislativo N° 1083, que promueve el aprovechamiento eficiente y la conservación de los recursos hídricos; y el Decreto Legislativo N° 1081, que crea el Sistema Nacional de Recursos Hídricos, son una primera iniciativa para avanzar en la gestión del agua a nivel nacional. Por otro lado, el marco legal también ha sido una de las prioridades para homogenizar un reglamento único que regule integral e intersectorialmente los recursos hídricos (PCM-CIAS, 2008).
<b>2009:</b> Se aprueba la Política Nacional del Ambiente por Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM. Constituye el conjunto de lineamientos, objetivos, estrategias, metas, programas e instrumentos de carácter público que tiene como propósito definir y orientar las acciones de las entidades del gobierno nacional, regional y local, y del sector privado y sociedad civil en materia ambiental.
<b>2009:</b> En abril se finaliza la Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos desarrollada por la Comisión Multisectorial del ANA, que aborda la temática del cambio climático de manera explícita.
<b>2010:</b> Se aprueba el Plan de Acción de Adaptación y Mitigación frente al cambio climático (RM N°238-2010- MINAM), que se presenta como parte de la Agenda Pendiente en el marco de la Segunda Comunicación Nacional a la CMNUCC).
<b>2011:</b> El Plan de Acción de Acción Ambiental (PLANAA) fue aprobado por Decreto Supremo N°14-2011-MINAM, contiene las estrategias, programas, proyectos y metas concretas a alcanzar en el

periodo señalado; su formulación se ha concebido como un proceso en el que se han integrado todas las entidades que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental (SNGA).

**2012:** Está en proceso de actualización la Estrategia Nacional de Cambio Climático.

Fuente: Adaptado de MINAM (2010b).

En resumen, en los últimos años, se ha observado un avance muy importante en torno a la visión de desarrollo nacional, bajo una perspectiva de desarrollo sostenible. En particular, se requiere mencionar las líneas temáticas incluidas en el Plan de Acción de Adaptación y Mitigación frente al Cambio Climático (MINAM, 2010), a saber:

**Cuadro II. 4: Líneas temáticas para el PLAAMCC, 2010**

Línea Temática 1	Inventario de las emisiones de GEI y sistemas de soporte y verificación de la información.
Línea Temática 2	Medidas de mitigación.
Línea Temática 3	Medidas de adaptación frente al Cambio Climático
Línea Temática 4	Integración de la adaptación y mitigación en procesos de toma de decisiones.
Línea Temática 5	Investigación y observación sistemática.
Línea Temática 6	Fortalecimiento de capacidades y creación de conciencia pública.
Línea Temática 7	Gestión del Financiamiento.

Fuente: (MINAM, 2010).

En este marco y considerando el lineamiento de política económica *Mejorar la calidad del gasto público a través del Presupuesto por Resultados*, en el país se han aprobado los denominados *Programas Estratégicos* que tienen por objetivo unir la asignación y uso de recursos a resultados concretos (basados en indicadores cuantitativos) y no a acciones, que era la forma como se asignaba el presupuesto antes.

Así, en el 2011 existían 24 Programas Estratégicos, que sumaban un total de más de S/. 1175 millones, lo que implicaba más del 16.4% del presupuesto público nacional, que bordea los S/. 71 000 millones. En este contexto, existen hasta 3 programas estratégicos que están relacionados a temas de cambio climático:

**Cuadro II. 5: Ejecución de Programas Estratégicos, 2012**

N <sup>a</sup>	Programa Estratégico	PIA	PIM	Ejecutado	Avance %
1	0011: SEGURIDAD CIUDADANA	1,964,211,435	2,428,458,382	2,369,586,071	97.6%
2	0003: LOGROS DE APRENDIZAJE AL FINALIZAR EL III CICLO	2,123,268,534	2,081,767,933	1,975,649,613	94.9%
3	0001: PROGRAMA ARTICULADO NUTRICIONAL	1,388,266,014	1,627,852,933	1,301,337,724	79.9%
4	0005: ACCESO A SERVICIOS SOCIALES BASICOS Y A OPORTUNIDADES DE MERCADO	878,249,366	1,370,336,225	527,618,618	38.5%
5	0002: SALUD MATERNO NEONATAL	952,325,576	1,035,062,142	835,416,640	80.7%
6	0008: ACCESO A ENERGIA EN LOCALIDADES RURALES	627,291,142	689,270,325	536,469,828	77.8%

N <sup>a</sup>	Programa Estratégico	PIA	PIM	Ejecutado	Avance %
7	0021: SEGURIDAD ALIMENTARIA	348,475,188	354,649,440	346,359,362	97.7%
8	0012: VIGENCIA DE LOS DERECHOS HUMANOS Y DERECHOS FUNDAMENTALES	364,593,147	351,071,059	305,911,107	87.1%
9	0014: INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD RURAL DE LOS PEQUEÑOS PRODUCTORES AGRARIOS	365,613,396	327,557,508	190,494,484	58.2%
10	<b>0006: ACCESO A AGUA POTABLE Y DISPOSICION SANITARIA DE EXCRETAS PARA POBLACIONES RURALES DE 2.000 HABITANTES O MENOS</b>	<b>402,543,299</b>	<b>312,803,595</b>	<b>165,498,044</b>	52.9%
11	0016: TBC-VIH/SIDA	275,595,185	236,169,179	211,228,669	89.4%
12	0013: MEJORA DE LA SANIDAD AGRARIA	125,038,606	144,656,489	71,462,155	49.4%
13	0007: ACCESO Y USO A SERVICIOS PUBLICOS ESENCIALES DE TELECOMUNICACIONES EN POBLACIONES RURALES DE MENOS DE 3,000 HABITANTES	85,524,323	130,193,766	126,647,860	97.3%
14	0017: ENFERMEDADES METAXENICAS Y ZONOSIS	127,177,975	129,799,619	116,455,190	89.7%
15	0004: ACCESO DE LA POBLACION A LA IDENTIDAD	91,003,902	126,112,091	94,894,432	75.2%
16	0018: ENFERMEDADES NO TRANSMISIBLES	110,135,137	113,906,109	98,162,990	86.2%
17	<b>0023: REDUCCION DE LA VULNERABILIDAD Y ATENCION DE EMERGENCIAS POR DESASTRES</b>	<b>63,234,576</b>	<b>66,915,307</b>	<b>37,700,758</b>	56.3%
18	0009: GESTION AMBIENTAL PRIORITARIA	53,340,084	46,749,656	28,276,810	60.5%
19	0010: ACCIDENTES DE TRANSITO	39,565,461	45,813,664	20,129,528	43.9%
20	<b>0022: GESTION INTEGRADA DE LOS RECURSOS NATURALES</b>	<b>35,522,274</b>	<b>35,661,585</b>	<b>18,911,712</b>	53.0%
21	0024: PREVENCION Y CONTROL DEL CANCER	30,515,001	30,239,303	26,230,425	86.7%
22	0015: INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LAS MYPES	14,638,334	20,289,586	12,239,549	60.3%
23	0020: LEGITIMIDAD DEL SISTEMA FISCAL	365,280	343,996	223,955	65.1%
24	0019: PROGRAMA TRABAJO INFANTIL	0	0	0	
	<b>TOTAL</b>	<b>10,466,493,235</b>	<b>11,705,679,892</b>	<b>9,416,905,522</b>	<b>80%</b>

Fuente: (MEF, 2011)

Adicionalmente, diversos organismos y entidades de la cooperación internacional están apoyando la realización de distintos proyectos con entidades nacionales, que buscan reducir las emisiones de GEI así como adaptarse a las condiciones cambiantes del clima.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, resulta necesaria una institucionalidad que permita hacer seguimiento a los impactos y costos económicos del cambio climático, con el objetivo de lograr el diseño de políticas que permitan mitigar sus efectos y adaptar la economía peruana a las nuevas condiciones climáticas. En ese contexto, con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el MEF está implementando una Unidad de Cambio Climático, cuyos objetivos son:

- Identificar el impacto económico del cambio climático y detallar los canales a través de los cuales este impacto ocurrirá. Con este análisis, se podrán promover actividades de adaptación que eviten los impactos sobre el bienestar de la población y la competitividad del país.
- Identificar las oportunidades de negocios y promoción de una mayor competitividad que se generan en torno a las actividades de mitigación. Esto incluye, la promoción del acceso a los mercados de carbono internacional.
- Identificar y promover las herramientas financieras e instrumentos económicos necesarios para financiar actividades urgentes relacionadas al cambio climático. Esto incluye, integrar las herramientas con las que cuenta hoy el MEF con la promoción de actividades de cambio climático.
- Coordinar con el MINAM, el lanzamiento de un fondo de contrapartida que permita captar, organizar, y ejecutar ordenadamente el financiamiento internacional con que se cuenta hasta hoy y con el que se contará en un futuro. Ello, permitirá que el proceso de gasto en actividades relacionadas a cambio climático no genere duplicidades y sea medible, reportable y verificable.
- Realizar un seguimiento de los avances nacionales para alcanzar las metas de mitigación nacional. Estas actividades se llevarán a cabo de manera coordinada con el MINAM y todos los otros sectores involucrados.

Actualmente, el apoyo del BID tiene dos componentes:

- **Fortalecimiento institucional en materia de cambio climático:** que financiará el entrenamiento y la capacitación de funcionarios del MEF en el tema de cambio climático para lograr la concientización de los funcionarios sobre la forma como incluir esta nueva variable en los planes de desarrollo.
- **Apoyo al proceso de transversalización de medidas de adaptación y mitigación en sectores prioritarios:** que facilitará el proceso de integración de lineamientos para el establecimiento de programas de inversión que tengan en cuenta el cambio climático. Dicho proceso incluye un diagnóstico de las herramientas ya existentes en el MEF que podrían utilizarse para promover acciones específicas en materia de cambio climático.

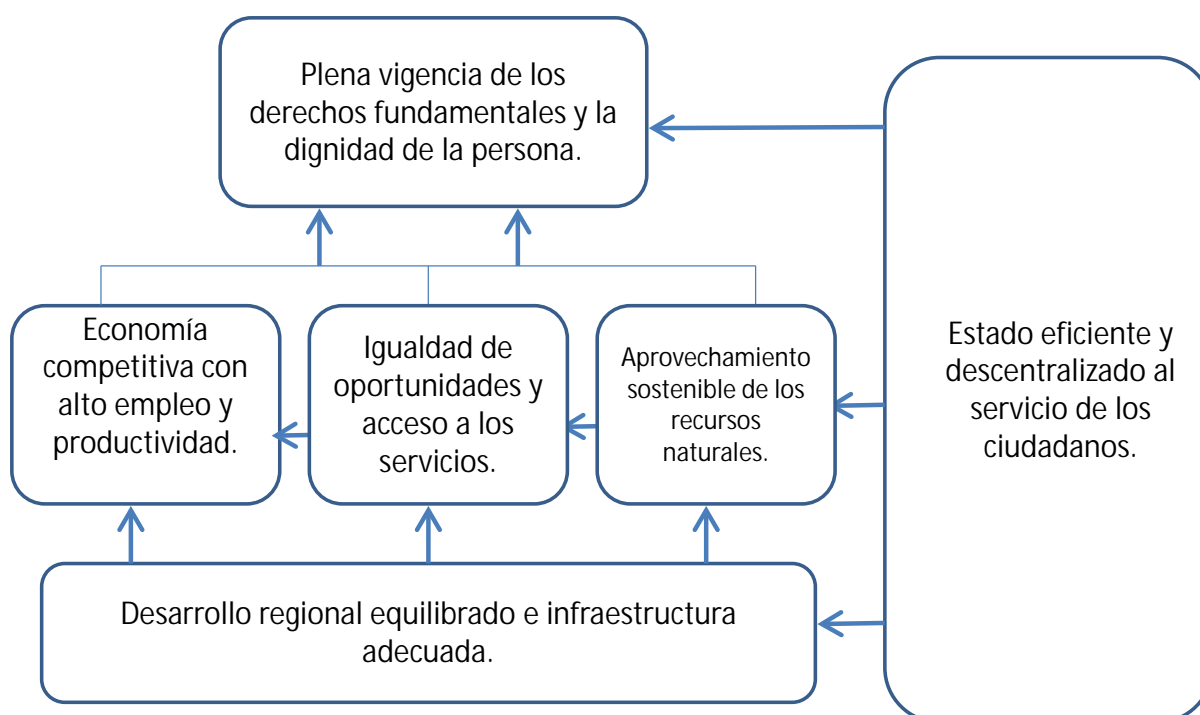
El análisis del impacto del cambio climático en esta breve revisión así como la identificación de los programas, proyectos y políticas que se están tomando en este entorno cambiante, da luces sobre la necesidad de continuar trabajando en la identificación e implementación de mecanismos que contribuyan a la mitigación y la adaptación del cambio climático en el desarrollo del país.

### 2.3 Prioridades de desarrollo

Las prioridades del desarrollo del país se desprenden de los documentos de política antes descritos así como de las políticas sectoriales. De manera general, el Plan Bicentenario (CEPLAN, 2011) establece los objetivos de largo plazo y el Acuerdo Nacional establece las políticas concretas que deberían desarrollarse en el país.

Los seis objetivos planteados en el Plan Bicentenario (CEPLAN, 2011) se muestran en el siguiente gráfico:

**Gráfico II. 4: Objetivos de largo plazo planteados para el Perú al 2021.**



Fuente: (CEPLAN, 2011, pág. 14)

De esta manera, se consideran no sólo las condiciones económicas, sino también las condiciones de bienestar traducidas en un acceso a servicios e infraestructura adecuada, a través de un aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. Asimismo, el planteamiento de que el Estado sea eficiente y descentralizado, con un objetivo de servicios a los ciudadanos muestra progreso respecto a visiones anteriores de desarrollo.

Tomando en consideración todo lo anterior, las prioridades de desarrollo sostenible, entendido éste como el desarrollo en lo económico, social y ambiental, son las siguientes:

**Cuadro II. 6: Agrupación de prioridades de desarrollo**

Prioridades de desarrollo ambiental	
Integración de la política nacional ambiental con las políticas económicas, sociales, culturales y de ordenamiento territorial	Permitirá reducir la pobreza y el desarrollo sostenible del país.
Reducir la contaminación del agua	Parte de los ODM.
Reducir la emisión de GEI	Desacoplar el crecimiento económico de las emisiones.
Gestión de los residuos sólidos	Compromiso voluntario del país a la CNUCC
Gestión de riesgo de desastres	Proteger la vida, la salud y la integridad de las personas, así como el patrimonio público y privado, a través de la reducción de la vulnerabilidad.
Manejo de los recursos hídricos	Uso del agua en armonía con el bien común, como un recurso natural renovable y vulnerable, de tal manera que se integren valores sociales, culturales, económicos, políticos y ambientales.
Prioridades de desarrollo económico	
Descentralización económica, política y administrativa para un desarrollo integral, armónico y sostenible del país.	Fortalecimiento administrativo y financiero de los gobiernos regionales y locales.
Cambio de la matriz energética	Ampliación de las fuentes de energía: gas natural e impulso a energías no convencionales
Generación de competitividad	La competitividad del sector industrial pasa por hacer un uso más eficiente de los recursos, como el agua.
Estabilidad macroeconómica	Manejo fiscal adecuado.
Prioridades de desarrollo social	
Reducción de la pobreza	La reducción del índice de pobreza y pobreza extrema es una prioridad nacional.
Inclusión social	La inclusión supone incorporar a los más vulnerables en los sistemas nacionales de atención social, y reducir su exposición al riesgo.
Acceso universal a los servicios de salud y a la seguridad social	El acceso a la seguridad social y la eficiencia de los sistemas de salud pública constituye un objetivo principal.

Fuente: Elaboración propia sobre la base del Acuerdo Nacional.

Ahora bien, las prioridades de desarrollo mencionadas en el cuadro anterior se relacionan de manera directa e indirecta con el cambio climático. El cambio de la matriz energética por ejemplo, revela la búsqueda de nuevos patrones de desarrollo bajo en carbono, mientras que la reducción de la pobreza, reduce la vulnerabilidad de las poblaciones frente a los efectos del cambio climático.

De manera específica, la política sobre gestión de riesgo de desastres contribuye a la adaptación al cambio climático, en relación con los eventos extremos, mientras que la política de manejo de recursos hídricos, señala las dimensiones sociales, económicas y ambientales con las cuales hay que administrar este recurso natural renovable pero a la vez vulnerable, lo cual facilita los lineamientos, estrategias y acciones que se deben implementar para la adaptación al cambio climático en términos de manejo del recurso hídrico.

### III. Sector prioritario para la adaptación al Cambio Climático

#### 3.1 Identificación de sector

El Perú es parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) desde 1992, y desde entonces ha venido realizando una serie de acciones que han permitido desarrollar un conjunto de políticas concretas para atender la compleja problemática de la mitigación y adaptación al cambio climático. Una señal de la relevancia del tema para el país fue la creación de la Comisión Nacional de Cambio Climático, en 1993, como el órgano encargado de implementar la CMNUCC.

El Perú presentó su Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático a la CMNUCC, en Junio del año 2001, a partir de la cual se tuvo ideas más claras para desarrollar un proceso continuo de recolección de información que diera lugar a establecer prioridades de acción para atender los objetivos comprometidos en la convención.

En el año 2003, al ser aprobada la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC), se determinaron once líneas estratégicas de acción y se constituyó como el marco de todas las políticas y actividades relacionadas con el cambio climático que se desarrollen en el Perú. Entre las dos líneas principales de acción se tiene: (i) La reducción de los impactos adversos al cambio climático, a través de estudios integrados de vulnerabilidad y adaptación, que identificarán zonas y/o sectores vulnerables en el país, donde se implementarán proyectos de adaptación; y (ii) El control de las emisiones de contaminantes locales y de gases de efecto invernadero (GEI), a través de programas de energías renovables y de eficiencia energética en los diversos sectores productivos. El proceso de elaboración de la ENCC involucró la participación de múltiples sectores e instituciones del sector público y de la sociedad civil.

En el año 2008, se creó el Ministerio del Ambiente (MINAM)<sup>10</sup> como la autoridad ambiental nacional en el Perú, en reemplazo del Consejo Nacional del Ambiente (CONAM), el cual estableció una Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos – DGCCDRH. Este órgano del MINAM ha sido el directamente encargado de realizar las acciones tendientes a la mitigación de GEI y a poner en marcha medidas de adaptación en diversos ámbitos.

Uno de sus productos más recientes es la Segunda Comunicación Nacional a la CMNUCC, publicada en el año 2010, que es el documento oficial del país en el cuál se informa a los países Partes de la CMNUCC sobre sus emisiones y niveles de captura de Gases de Efecto Invernadero (GEI), y sobre las medidas que ha adoptado o prevé adoptar para la aplicación de la Convención. El Inventario Nacional de GEI, con año base 2000, determinó que el 47% de las emisiones de GEI proviene del Sector Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura (USCUISS), es decir, la conversión de bosques y pasturas atribuida a la deforestación en la Amazonía para el cambio de uso de la tierra con fines agrícolas. El 21.2% de las emisiones corresponde al sector Energía, donde la fuente principal de emisiones es el Transporte. El 18.9 % de las emisiones proviene de la Agricultura, cuya fuente más importante es la fermentación entérica. En cuarto lugar, se encuentra los sectores industriales que emiten el 6.6% de las emisiones totales y por último, el sector de desechos con el 5.7% de las emisiones.

---

<sup>10</sup> Decreto Legislativo N° 1013 de mayo del 2008.



Es de esperar que las emisiones se incrementen acorde con el crecimiento del país. Así se comprueba que las emisiones aumentaron aproximadamente 21% respecto al año 1994 (98,816 Gg de CO<sub>2</sub> eq), hecho que está relacionado con la evolución demográfica, los cambios económicos y tecnológicos, pero sobre todo al USCUS. Para este mismo período, el PBI se incrementó en un porcentaje de 23%, porcentaje similar al del incremento de emisiones.

En la última década, diferentes sectores económicos han venido impulsando iniciativas aisladas de desarrollo que promueven directa o indirectamente la mitigación, y que se encuentran en diversas etapas de implementación. En el caso del sector forestal, el país está siendo partícipe de una gran cantidad de iniciativas con el objetivo de conservar los bosques o hacer un uso sostenible de los mismos. El sector energético también está llevando a cabo la implementación de una nueva matriz energética que nos permita un crecimiento bajo en carbono. Asimismo, el sector agrícola y el industrial están incorporando tecnologías más limpias que permitan crecer con menores emisiones. Sin embargo, el sector de residuos sólidos ha sido poco intervenido o sus acciones se encuentran aún en proceso de planificación. Si a ello se le agrega el hecho que, como veremos en la siguiente sección, existe un muy reducido tratamiento de los residuos sólidos generados por la población y se espera que en el 2050 se duplique el volumen de desechos; es importante centrar la atención en este sector.

Asimismo, en la Comunicación Nacional se incluyen resultados sobre la vulnerabilidad del Perú sobre la base de cuatro evaluaciones de vulnerabilidad y adaptación en sectores (Agua, Agricultura, Energía y Transporte) y cuencas priorizadas (Ríos de las cuencas Piura, Mantaro, Santa y Mayo); una aproximación de la disponibilidad hídrica superficial en cuencas con componente glaciar, debido al rápido retroceso de estos; una propuesta del fortalecimiento del Sistema Nacional de Observación del Clima; una actualización de la Agenda de Investigación en Cambio Climático y, una propuesta de Plan Nacional de Adaptación y Mitigación.

El Perú es un país altamente vulnerable a los efectos adversos del cambio climático, pues presenta siete de las nueve características de vulnerabilidad reconocidas por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), y está incluido entre los diez países más vulnerables del mundo al cambio climático por el Tyndall Centre (2004). Dicha vulnerabilidad se debe a diversos factores, algunos de los cuales se relacionan con condiciones estructurales y otros se deben a factores relacionados directa o indirectamente con el cambio climático.

**Cuadro III. 1: Características reconocidas por la CMNUCC**

CARACTERÍSTICA RECONOCIDA POR LA CMNUCC	PERÚ
Países de baja altitud y otros países insulares (P.19 y art. 4.8)	X
Países con zonas costeras bajas (P.19 y art 4.8)	Ü
Zonas áridas y semiáridas (P.19 y art 4.8) ; zonas con cobertura forestal y zonas expuestas al deterioro forestal (art 4.8)	Ü
Zonas expuestas a inundaciones, sequía y desertificación (P.19)	Ü
Países con zonas propensa a los desastres naturales (art 4.8)	Ü
Países en desarrollo con ecosistemas montañosos frágiles (P.19); los países con zonas de ecosistemas frágiles, incluidos los ecosistemas montañosos (art 4.8)	Ü
Los países con zonas de alta contaminación atmosférica urbana (art 4.8)	Ü
Los países cuya economías dependen en gran medida de los ingresos generados por la producción, el procesamiento y la explotación de combustibles fósiles y productos asociados de energía intensiva, o de su consumo (art 4.8)	Ü
Los países sin litoral y los países de tránsito (art 4.8)	X

Fuente: Texto de la CMNUCC, 1992

Existen dos estudios sobre impactos del cambio climático en el Perú el de Vargas (2009) y de Loyola (s/f), los cuales concluyen que los costos económicos del cambio climático pueden ir desde los USD 77 millones en el 2030 a una tasa de descuento de 4% hasta los USD 1701 millones en el 2100, si la tasa de descuento fuese de 0,5%. Sin embargo, independientemente de la magnitud agregada de daños, los sectores que mayor impacto van a sufrir son: los recursos hídricos, agricultura, pesca y salud. Además, se producirá una agudización del período de estiaje y disminución de la disponibilidad de agua para consumo humano, uso agrícola, uso industrial y generación eléctrica.

Según Vargas (2009), el principal efecto de la acumulación gradual de GEI se estaría manifestando actualmente en nuestro país a través del retroceso glaciar. En los últimos 35 años se ha perdido el 22% de la superficie glaciar (equivalente a 7000 millones de metros cúbicos ó 10 años de consumo de agua en Lima), con un efecto mayor sobre los glaciares pequeños y de menor cota. Se proyecta que para el 2025 los glaciares del Perú por debajo de los 5500 metros sobre el nivel del mar habrán desaparecido. Así, un continuo proceso de desglaciación generaría inicialmente una mayor circulación del agua en los cauces alcanzando un máximo de disponibilidad durante los siguientes 25 a 50 años; luego del cual se iniciaría una progresiva disminución, agudizando el período de estiaje y en consecuencia, reduciendo la disponibilidad de agua para consumo humano, procesos industriales y generación de energía por fuente hidroeléctrica. Sin embargo, estos efectos pueden reducirse con la ejecución oportuna de medidas de adaptación, como la creación y/o mejoramiento de los sistemas de almacenamiento. De esta forma, los recursos hídricos constituyen un sector prioritario para el desarrollo de actividades de adaptación.

En relación con la generación de información y el análisis sobre los impactos específicos del cambio climático, en el 2003, con el Programa de Fortalecimiento de Capacidades Nacionales

para Manejar el Impacto del Cambio Climático y la Contaminación del Aire (PROCLIM), se inició un trabajo integrado de vulnerabilidad y adaptación, aplicando escenarios de cambio climático en las cuencas de los Ríos Piura, Mantaro y Santa (proyecciones al 2012-2035). Posteriormente, en 2007, el Proyecto de Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales (PRAA) comenzó la generación de escenarios con énfasis en los efectos sobre el retroceso de los glaciares para las cuencas de los Ríos Urubamba y Mantaro (proyecciones al 2100). Más recientemente, en el marco del Proyecto de la Segunda Comunicación Nacional elaborada por el Perú, los escenarios climáticos se realizaron tanto a nivel de cuencas priorizadas de los ríos Mayo y Santa así como escenarios climáticos al nivel nacional (con proyecciones al 2030), mostrando variaciones climáticas que generan importantes impactos sociales y económicos.

Conocer los impactos y la magnitud de los mismos no es tarea fácil y menos en un país megadiverso como el Perú, y de tan variada geografía. Sin embargo, mientras más se conozca sobre dichos impactos mejores decisiones se tomarán para adaptarse al entorno cambiante. Es por ello que urge asignar recursos para el estudio detallado de los impactos a escala local, regional y nacional.

El (IPCC, 2007) define adaptación como un ajuste en los sistemas naturales o humanos en respuesta a un estímulo climático actual o esperado, o sus efectos, que modere o minimice los daños o que potencialice las oportunidades positivas. Así, mientras las actividades de mitigación de gases efecto invernadero tienen por objetivo reducir la magnitud del cambio climático, las actividades de adaptación tienden a reducir los impactos adversos que una determinada magnitud de calentamiento pueden causar (Galarza y von Hesse, 2011).

Según mencionan los mismos autores, las actividades de adaptación cubren una gama muy amplia de actividades humanas, y no hay un criterio común para diferenciar una medida de adaptación de una medida para el desarrollo en general. Las respuestas de adaptación pueden ir desde actividades puramente tecnológicas (como por ejemplo, sistemas de alerta temprana), pasando por respuestas en el comportamiento (como cambio en la elección de alimentos y actividades recreacionales), hasta respuestas de gestión (alteración de prácticas agrícolas) y de política (nuevas regulaciones). Para fines del presente estudio, se tomarán exclusivamente medidas de adaptación de corte tecnológico, aunque en el desarrollo del Plan de Acción se considerarán también elementos de gestión y política.

## **3.2 Descripción del sector de Recursos Hídricos**

### **3.2.1. Marco Normativo**

En los últimos años, se ha producido un profundo cambio en el marco institucional peruano con respecto a los recursos hídricos. La Ley de Recursos Hídricos (Ley 29338) promulgada en marzo del 2009, y su Reglamento, enero del 2010, establecen un nuevo marco político, normativo e institucional respecto de este recurso natural estratégico, así como una serie de mecanismos modernos para la gestión de sus diversos usos. Los principios de la norma son: valoración del agua y gestión integrada, prioridad de acceso al agua, participación de la población y cultura, seguridad jurídica, descentralización de la gestión pública del agua, eficiencia, y gestión de cuencas.

Aun cuando la cuestión hídrica se encuentra todavía bajo el sector agricultura, la ley establece la existencia del Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos (SNGRH), cuyo ente rector es la Autoridad Nacional del Agua (ANA)<sup>11</sup>, que tiene como objetivo articular la acción del Estado, para conducir los procesos de gestión integrada y de conservación de los recursos hídricos en los ámbitos de las cuencas, de los ecosistemas que lo conforman y de sus bienes asociados. Además, la norma establece los usos que se le puede dar a los recursos hídricos, los derechos y licencias de uso, la protección del agua, los regímenes económicos, la planificación del uso, la infraestructura hidráulica, normatividad sobre el agua subterránea, las aguas amazónicas, los fenómenos naturales, y finalmente, las infracciones y sanciones.

El marco normativo del agua asigna tres clases de uso del agua, en orden de prioridad: uso primario, uso poblacional y uso productivo. El uso primario se define como aquel uso directo y efectivo del agua, en las fuentes naturales y cauces públicos, con el fin de satisfacer necesidades humanas primarias. Este uso no requiere autorización administrativa y se ejerce con la sola disposición de la ley. Debe ser inocuo al ambiente y a terceros, no tiene fin lucrativo y se ejerce en forma gratuita por las personas, bajo su responsabilidad, restringido solo a medios manuales y siempre que no altere fuentes de agua en calidad y cantidad, y no afecte bienes asociados al agua. Este tipo de uso no admite la ejecución de obras que desvíen los cauces de agua.

El uso poblacional, consiste en la extracción del agua de una fuente o red pública, debidamente tratada, con el fin de satisfacer las necesidades humanas básicas. Este uso se ejerce mediante licencias de uso de agua otorgadas a las entidades encargadas del suministro de agua poblacional, las que son responsables de implementar, operar y mantener los sistemas de abastecimiento de agua potable.

El uso productivo consiste en la utilización del agua en procesos de producción o previos a los mismos, y está supeditado al otorgamiento de un derecho de agua de acuerdo al tipo de uso productivo, por parte de la autoridad administrativa del agua. Los tipos de uso productivo pueden ser pecuario o agrícola; acuícola y pesquero; energético, industrial, minero, medicinal, recreativo, turístico y transporte.

Un aspecto muy importante de la Ley, es el régimen económico que establece para el recurso. La norma establece que los titulares de derechos de uso están obligados a contribuir con el uso sostenible y eficiente del recurso mediante un pago (SPDA, 2012). Este pago puede tomar diversas formas:

---

<sup>11</sup> Las instituciones que integran el SNGRH son: La Autoridad Nacional del Agua (ANA), los ministerios del Ambiente; de Agricultura; de Vivienda, Construcción y Saneamiento; de Salud; de la Producción; y de Energía y Minas; los gobiernos regionales y locales, a través de sus órganos competentes; las organizaciones de usuarios agrarios y no agrarios; las entidades operadoras de los sectores hidráulicos, de carácter sectorial y multisectorial; las comunidades campesinas y comunidades nativas; las entidades públicas vinculadas a la gestión de los recursos hídricos; los proyectos especiales, proyectos especiales hidráulicos e hidroenergéticos regionales, nacionales y binacionales; las autoridades ambientales competentes, las entidades prestadoras de servicios de saneamiento, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología y la Autoridad Marítima del Perú.

- a. Retribución económica por el uso del agua: pago obligatorio al Estado como contraprestación por el uso del recurso, sea cual fuere su origen, cuyo valor es determinado anualmente por la ANA de manera diferenciada según el tipo de uso de agua.
- b. Retribución económica por el vertimiento de uso de agua residual: pago por efectuar un vertimiento autorizado en un cuerpo de agua receptor. Lo establece el ANA en función de la calidad y volumen del vertimiento y costos de recuperación de la fuente de agua afectada.
- c. Tarifa por el servicio de distribución del agua en los usos sectoriales: pago que se efectúa a la entidad pública a cargo de la infraestructura por concepto de operación, mantenimiento, reposición, administración y la recuperación de la inversión pública empleada.
- d. Tarifa por la utilización de la infraestructura hidráulica mayor y menor: pago a favor de la entidad pública a cargo de la infraestructura por concepto de operación, mantenimiento, reposición, administración y la recuperación de la inversión pública.
- e. Tarifa por monitoreo y gestión de uso de aguas subterráneas: pago que hacen los usuarios de aguas subterráneas con fines productivos que no cuenten con sistemas propios de monitoreo y gestión de dichas aguas.

Desde la promulgación de la Ley y su Reglamento, se ha iniciado un proceso de adecuación institucional y de implementación, que ha significado en muchos casos la realización de estudios específicos que puedan establecer los costos de los servicios relacionados al agua (naturales y no naturales) que permitan una gestión más eficiente.

En términos de la calidad de agua, en julio del 2008 se aprobaron los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, con el objetivo de establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente.

Los ECA para agua son referentes obligatorios en el diseño de las normas legales y las políticas públicas, en el diseño y la aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, a partir de la vigencia del decreto supremo 023-2009-MINAM que aprueba las disposiciones para la implementación de los ECA para agua, y para el otorgamiento de las autorizaciones de vertimientos, a partir del 1 de abril del 2010.

Posteriormente, el MINAM ha dictado las normas para la implementación de los ECA para agua, lo cual es un referente que debe ser cumplido por las tecnologías que se establezcan para los distintos usos. Así, el MINAM señala que cada categoría de agua debe considerar lo siguiente:

**Cuadro III. 2: Categorías de Recurso Hídrico para aplicación de ECA**

<b>Categoría 1. Poblacional y recreacional</b>
A. Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable:
A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección. Entiéndase como aquellas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con desinfección, de conformidad con la normativa vigente.
A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional. Entiéndase como aquellas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con tratamiento convencional, que puede

estar conformado para los siguientes procesos: decantación, coagulación, floculación, sedimentación, y/o filtración, o métodos equivalentes; además de la desinfección de conformidad con lo señalado en la normativa vigente.
A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado. Entiéndase como aquellas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano que incluya tratamiento físico y químico avanzado, como precloración, microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o método equivalente; que sea establecido por el sector competente.
<b>B. Aguas superficiales destinadas para recreación:</b>
B1. Contacto primario: aguas superficiales destinadas al uso recreativo de contacto primario por la autoridad de salud; incluyen actividades como natación, esquí acuático, buceo libre, surf, canotaje, navegación en tabla a vela, mota acuática, pesca submarina o similares.
B2. Contacto secundario: aguas superficiales destinadas al uso recreativo de contacto secundario por la autoridad de salud, como deportes acuáticos con botes, lanchas o similares.
<b>Categoría 2. Actividades marino-costeras</b>
C1. Extracción y cultivo de moluscos bivalvos: Entiéndase a las aguas donde se extraen o cultivan los moluscos bivalvos, definiéndose por moluscos bivalvos a los lamelibranquios que se alimentan por filtración, tales como ostras, almejas, choros, navajas, machas, conchas de abanico, palabritas, mejillones y similares; se incluyen a los gasterópodos (ej. caracol, lapa), equinodermos (estrella de mar) y tunicados.
C2. Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas: Entiéndase a las aguas destinadas a la extracción o cultivo de otras especies hidrobiológicas para el consumo humano directo e indirecto; comprende a los peces y las algas comestibles.
C3. Otras actividades: Entiéndase a las aguas destinadas para actividades diferentes a las precisadas en las subcategorías C1 y C2, tales como tránsito comercial marítimo, infraestructura marina portuaria y de actividades industriales.
<b>Categoría 3. Riego de vegetales y bebida de animales</b>
Vegetales de tallo bajo: Entiéndase como aguas utilizadas para el riego de plantas, frecuentemente de porte herbáceo y de poca longitud de tallo, que usualmente tienen un sistema radicular difuso o fibroso y poco profundo. Ejemplos: ajo, lechuga, fresa, col, repollo, apio, arvejas y similares.
Vegetales de tallo alto: Entiéndase como aguas utilizadas para el riego de plantas, de porte arbustivo o arbóreo, que tienen una mayor longitud de tallo. Ejemplos: árboles forestales y árboles frutales, entre otros.
Bebida de animales: Entiéndase como aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno, ovino, porcino, equino o camélido, y para animales menores, como ganado caprino, cuyes, aves y conejos.
<b>Categoría 4. Conservación del ambiente acuático</b>
Está referida a aquellos cuerpos de agua superficiales, cuyas características requieren ser preservadas por formar parte de ecosistemas frágiles o áreas naturales protegidas y sus zonas de amortiguamiento.
Lagunas y lagos: Comprenden todas las aguas que no presentan corriente continua; corresponde a aguas en estado léntico, incluidos los humedales.
Ríos: Incluyen todas las aguas que se mueven continuamente en una misma dirección. Existe por consiguiente un movimiento definido y de avance irreversible; corresponde a aguas en estado lótico.
<b>Ecosistemas marino-costeros:</b>
Estuarios: Entiéndase como zonas donde el agua de mar ingresa en valles o cauces de ríos, hasta el límite superior del nivel de marea; incluye marismas y manglares.
Marinos: Entiéndase como la zona del mar comprendida desde los 500 m de la línea paralela de baja marea hasta el límite marítimo nacional.
*En estas categorías no se encuentran comprendidas las aguas marinas con fines de potabilización, las aguas subterráneas, las aguas de origen minero-medicinal, las aguas geotermales, las aguas atmosféricas, y las aguas residuales tratadas para reuso.

Fuente: SPDA (2012).

Asimismo, para la implementación del ECA para agua deberá considerar lo siguiente: (i) en aquellos cuerpos de agua considerados como zona intangible para vertimientos de efluentes, la ANA deberá adoptar las medidas de control y vigilancia necesarias para preservar o recuperar la calidad ambiental del agua, para lo cual deberá considerar el ECA para agua correspondiente a la categoría asignada al cuerpo de agua respectivo; y (ii) en aquellos cuerpos de agua utilizados para recibir vertimientos de efluentes, la ANA deberá verificar el cumplimiento de los ECA para agua fuera de la zona de mezcla, considerando como referente la categoría asignada para el cuerpo de agua. La metodología y los aspectos para la definición de la zona de mezcla serán establecidos por la ANA en coordinación con el MINAM y con la participación de la autoridad ambiental del sector correspondiente.

### 3.2.2. Descripción General del sector

El Perú es uno de los países privilegiados en términos de disponibilidad de agua, debido a que pertenece a la cuenca hidrográfica del Amazonas, una de las más importantes a nivel mundial. No obstante, se señala que al 2025, debido al calentamiento global, el país “se verá muy probablemente impactado, de manera negativa, en la disponibilidad de agua para el 60% de su población” (Magrín et. al. 2007), es decir, el país sufrirá de estrés hídrico. De acuerdo con lo señalado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2007), el estrés hídrico severo se define como una situación en la que las extracciones de agua superan el 40% de los recursos renovables. Se presupone que cuanto más alto son los niveles de estrés hídrico, más probable es que se produzcan periodos de escasez de agua.

Esta aparente contradicción entre la gran oferta del recurso hídrico versus la escasez para su consumo se explica por la disparidad existente entre la concentración de la población (demanda) y la distribución geográfica del recurso (oferta). Así, el 70% de la población está asentada en la vertiente del Pacífico donde solo está disponible el 2.2% del recurso; y además, utiliza el 56.6% del recurso hídrico disponible, fundamentalmente en agricultura (51.4%) y generación de energía (35.7%).

**Cuadro III. 3: Distribución de la población y del recurso hídrico por vertiente**

Vertiente	Cuencas	Superficie		Población		Agua	
		Km2	%	Miles	%	Hm3	%
Pacífico	62	278 482.4	21.7	18 430	70.0	38 481	2.2
Atlántico	84	957 822.5	74.5	6 852	26.0	1 719 814	97.3
Titicaca	13	48 910.6	3.8	1 047	4.0	9 877	0.6
Total	159	1 285 215.6	100.0	26 329	100.0	1 768 172	100.0

- 1/. Población distribuida por vertiente. La información del Censo 2007 no está organizada bajo este criterio.  
 2/ Hm3 = 1 millón de metros cúbicos.

Fuente: Autoridad Nacional del Agua-ANA. Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos. Demarcación y delimitación de las autoridades administrativas del agua, Agosto de 2009.

De acuerdo al marco legal vigente, existe un orden de prelación en el uso de las aguas: abastecimiento poblacional, pecuario, agrícola, energético, industrial y minero. El consumo nacional de agua está constituido por el uso consuntivo que alcanza los 20,072 MMC/año y como aprovechamiento no consuntivo o energético 11,139 MMC/año. El aprovechamiento consuntivo más importante a nivel nacional corresponde al sector agrícola con el 80%, seguido

del poblacional e industrial con el 18% y el sector minero con el 2% restante. Estos sectores son los que generan presión sobre la disponibilidad y calidad del recurso. (MINAM, 2009b).

**Cuadro III. 4: Uso de recursos hídricos según fines a nivel nacional, 200-2001 (Hm3/año)**

Región Hidrográfica	Uso Consuntivo					Uso no Consuntivo	
	Poblacional	Agrícola	Minero	Industrial	Total	Energético	Total
Pacífico	2,086	14,051	302	1,103	17,542	4,245	4,245
Amazonas	345	1,946	97	49	2,437	6,881	6,881
Titicaca	27	61	2	3	93	13	13
<b>Total</b>	<b>2,458</b>	<b>16,058</b>	<b>401</b>	<b>1,155</b>	<b>20,072</b>	<b>11,139</b>	<b>11,139</b>
<b>%</b>	<b>12.2</b>	<b>80.0</b>	<b>2.0</b>	<b>5.8</b>	<b>100.0</b>		

Fuente: ANA. Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos del Perú, Comisión Técnica Multisectorial 2009.

#### *Agua para uso poblacional y saneamiento*

El Perú ha mostrado una tendencia positiva en el abastecimiento de agua para la población en los últimos años: el 69.2% de la población tiene acceso a agua a través de la red pública, con tendencia creciente, mientras que el 57.9% tiene acceso a servicios de saneamiento (PCM, 2008). No obstante, el promedio nacional oculta las diferencias entre el área rural y urbana: solo 32.0% de la población en área rural tiene agua potable, a diferencia del 85.3% del área urbana, lo cual se repite a nivel de los servicios de saneamiento: 13.1% vs. 77.0%, respectivamente. Más aún, existen todavía muchas regiones donde menos del 10% de la población tiene acceso a agua potable (Loreto, 5.7%; Ucayali, 7.9%) y en el caso de saneamiento, se repiten estos bajos porcentajes (Loreto, 4.8%; San Martín, 7.0%; Ucayali, 7.1%, Puno, 8.0%).

De los 1 833 distritos del Perú, 312 se encuentran bajo el ámbito de empresas prestadoras de servicio (EPS), supervisadas por la Superintendencia nacional de servicios de saneamiento (SUNASS), las cuales brindan los servicios de agua potable y alcantarillado a 17.1 millones de habitantes, es decir al 62% de la población a nivel nacional; mientras que 2.5 millones (9%) son atendidos por municipalidades y 7.9 millones (29%) son por juntas administradoras de servicios de saneamiento. En el ámbito de las empresas prestadoras, la cobertura de agua potable y saneamiento a nivel nacional es de 67.5% y 77.2% respectivamente, lo cual significa que existen 2.5 millones de habitantes que no cuentan con el servicio de agua potable y 3.9 millones que no cuentan con el servicio de alcantarillado (MINAM, 2009b).

En el uso poblacional, las bajas eficiencias se dan a nivel de las redes de agua potable y a nivel del usuario individual. A nivel empresarial, las pérdidas de agua potable son del 43% que reducen la disponibilidad del recurso para atender a un mayor número de pobladores; a nivel individual el consumo per cápita promedio nacional se sitúa en 291 litros/habitante/día (incluye consumo humano, jardines, industrias y pérdidas), muy por encima respecto a consumos similares en la región. Otras causas son el bajo porcentaje de micro medición que llega al 54% y la poca cultura sobre el valor económico del agua a nivel nacional. Asimismo la gestión empresarial ineficiente de las EPS municipales se refleja en los aspectos operativos y la baja calidad del servicio.



De otro lado, el tratamiento de aguas servidas constituye un factor importante en la protección de la salud pública y del medio ambiente, dado que una inadecuada disposición de las aguas residuales sin tratamiento previo en un cuerpo receptor es una fuente de contaminación. En el año 2005, sólo el 22% de los desagües recibió tratamiento. Cabe mencionar que según MINAM (2009b), los sistemas o tecnologías utilizadas para estos tratamientos de efluentes (694 sistemas), sólo el 5% operan adecuadamente.

**Cuadro III. 5: Número y tipo de plantas de tratamiento**

Tipos de plantas	Número de plantas de tratamiento
Biofiltro	1
lagunas	307
Lagunas/tanque séptico	3
Lodos activados	1
RAFA	1
Tanque Imhoff	33
Tanque séptico	308
Sin identificar	40
<b>TOTAL</b>	<b>694</b>

Fuente: DIGESA, 2000.

Existen varios lagos y ríos de nuestro país que ya muestran señales de contaminación, las ciudades de Arequipa y Lima, por su tamaño y bajo nivel de tratamiento de aguas residuales presentan un serio problema ambiental. Por otro lado, las ciudades que no realizan tratamiento alguno al agua residual son Iquitos, Huancayo, Huánuco, Pucallpa y Huaraz. Esta situación perjudica seriamente a los poblados que se encuentran en los cauces bajos de los ríos a los que se vierten las aguas (MINAM, 2009b).

De otro lado, la disponibilidad de aguas subterráneas en la vertiente del Pacífico se estima en 2,739.39 millones de m<sup>3</sup>, según cifras del ONERN estimadas en 1980; para las vertientes Atlántica y Titicaca no existe información. Según MINAM (2009b), en el Perú se reconoce oficialmente una utilización de unos 1,500 millones de m<sup>3</sup>/año de aguas subterráneas a través de 8,009 pozos. El aprovechamiento de las aguas subterráneas ha crecido notablemente en las últimas décadas sobre todo en la Costa, que presenta serios problemas de escasez del recurso.

### *Agua para uso agrícola*

La importancia del sector agrícola como el mayor demandante del recurso hídrico (80% del total; ANA, 2008), se explica por su aporte al PBI nacional (entre 6% y 12% en promedio en los últimos años, BCRP, 2010). Sin embargo, la concentración en la zona costera del país, cuyo suelo tiene vocación agrícola, pero poca disponibilidad del agua, genera la necesidad de contar con grandes obras de infraestructura para proveer del servicio, más aun considerando que se pierde más del 30% por ineficiencias en su uso. Uno de los mayores problemas, es que la tarifa que se cobra por el uso del recurso (poblacional, agrícola, no consuntivo), no incluye la valoración del recurso, sino, en el mejor de los casos, el costo del mantenimiento de la infraestructura pública (Ley N° 29338). Una de las razones de este problema es la inexistencia de suficientes estudios de valoración económica que permitan justificar el valor económico del agua.

La casi nula precipitación en la costa, el régimen irregular del caudal de los ríos, con agua disponible solo desde diciembre a abril y el incremento de la demanda ha llevado a la construcción de reservorios desde el año 1950. Grandes obras como la de Poechos, San Lorenzo, Gallito Ciego, Tinajones, Pasto Grande, Choclococha, Condorama y El Fraile con una capacidad total de 2,845 millones de m<sup>3</sup>, no ha podido evitar la pérdidas de tierras bajo riego, por problemas de salinización y anegamiento asociado.

El área de riego en el país, está representada por un área potencial de 6,411,000 has., siendo el área actual bajo riego de 1,729,000 has. (Censo 1994) dispuestos en 690,000 unidades agropecuarias. En la Costa se tiene una área bajo riego de 1,080,000 has. de las cuales solo se utilizan alrededor de 836,000 ha; la Sierra posee el 18% del área y la Selva cuenta con el 5% restante. Las eficiencias promedio de riego varían entre 35 a 40%, consideradas bajas en comparación con las que alcanzan aquellos que aplican alta tecnología.

Las Juntas de Usuarios y las Comisiones de Regantes, que son las responsables de la distribución de las aguas de riego asignadas, acusan una precaria capacidad técnica y de equipamiento y falta de información confiable sobre la disponibilidad y aprovechamiento del agua de riego, lo que genera desorden, caos y baja eficiencia en el manejo del recurso en el Sector (ANA, 2009).

La agricultura también utiliza un volumen considerable de agua subterránea. Según el MINAG, en el 2004 el mayor volumen de agua subterránea de la vertiente del Pacífico, fue para uso agrícola (0.995 MMC) y pecuario (0.002 MMC). Proyectos de irrigación de La Yarada, en Tacna y de la Pampa de los Castillos y Villacurí, en Ica, se desarrollaron exclusivamente en base a este recurso.

Un ejemplo de la situación de los acuíferos en algunas cuencas costeras puede ser representado por el acuífero del Rímac, que sirve, casi exclusivamente, para atender la demanda urbana de Lima Metropolitana, complementando los aportes superficiales del río Rímac. La extracción bordea los 400 millones de m<sup>3</sup>/año. El acuífero ha descendido, en zonas cercanas al mar, alrededor de 40 metros (MINAM, 200b).

### *Agua para uso industrial*

En el sector industrial, la disponibilidad de agua es un factor decisivo para aquellas actividades que consumen grandes volúmenes de este recurso. En 1988, la disponibilidad hídrica de la vertiente del Pacífico abastecía al 92% de la industria nacional (ANA, 2009). En el uso industrial el agua se emplea principalmente para refrigeración y producción de vapor y como insumo industrial. Las industrias predominantes son de productos alimenticios y afines; bebidas y afines; tabaco, textiles prendas de vestir, etc. La mayor concentración de industrias se encuentra, principalmente en la región Costa, siendo la vertiente del Titicaca la de menor concentración. En el sector minero, el uso total de agua a nivel nacional es 401 Hm<sup>3</sup>/año, para aproximadamente 257 plantas que procesan 120´111.959 TM/día, de las cuales 164 se ubican en la vertiente del Pacífico (MINAM, 2009b).

Asimismo, la industria es causante de contaminación cuando disponen sus efluentes directamente en ríos, lagunas o en el mar, o cuando utilizan la red pública de desagüe. Las industrias que generan mayor volumen de efluentes industriales son las siguientes: curtiembres, textil, bebidas, alimentos, papel y refinerías de petróleo. El sector industrial no cuenta con autorizaciones de vertimiento vigentes. Los vertidos industriales se realizan sin tratamiento directamente a las fuentes de agua o al alcantarillado de uso poblacional. En el caso de la minería, el índice de afectación por descargas de relaves más preocupante se encuentra en las cuencas de los ríos Mantaro, Acarí, Locumba, Cañete y Moche.

### *Agua para la generación de energía*

En 2006, el 72% de la generación de electricidad total de Perú (27,4 TWh) provenía de las plantas hidroeléctricas, (MINEM). La extracción de agua no potable para generación hidroeléctrica representa 11.138 millones m<sup>3</sup> al año. La instalación hidroeléctrica más grande del país es la del complejo del Mantaro con la generación de 900 MW. El volumen de agua utilizado por 257 centrales hidroeléctricas es usado también para enfriamiento de 924 centrales térmicas con un volumen total que alcanza 11.138,6 Hm. El mayor uso se concentra en la vertiente Atlántica.

### **3.2.3. Vulnerabilidad del recurso hídrico frente al cambio climático**

La subregión andina concentra el 95% de los glaciares tropicales de todo el planeta, cubriendo una superficie estimada de 2500 km<sup>2</sup>. El Perú tiene aproximadamente el 71% de los glaciares tropicales del mundo y cubren el 0.12% de la superficie del país. Algunos de los ríos perennes del país son alimentados por ellos, por lo que la disposición de agua es altamente sensible al clima. En la actualidad, el cambio climático está alterando el régimen de precipitaciones, desencadenando sequías e inundaciones, mientras que los glaciares, fuente importante de este recurso en el país, están siendo altamente amenazados por el aumento de la temperatura global.

El Perú ha registrado una de las tasas de retroceso glaciar más altas del mundo. Desde 1980, los glaciares peruanos han perdido un 22% de su superficie (500 km<sup>2</sup>), el equivalente a cerca de diez años de suministro de agua para la ciudad de Lima. El retroceso de los glaciares de los

Andes tiene repercusiones importantes en la disponibilidad de los recursos hídricos del Perú para el consumo humano (el 95% de la población peruana utiliza aguas que provienen de zonas alto-andinas), la agricultura y la generación hidroeléctrica, por citar algunos de los sectores principales.

Para el 2018 se estima que quedarán solo los glaciares que están por encima de los 5.200 metros, y para el 2060 solo existirán glaciares por encima de los 6.000 metros. Esto supone la desaparición de todos los glaciares de la Cordillera Negra y una reducción creciente del reservorio de agua que representan los glaciares para los valles interandinos y para la costa (MINAM, 2001).

Otros efectos del derretimiento de glaciares son el incremento del número de lagunas y sus volúmenes, que incrementa los riesgos de desastres por aludes; y la alteración de los caudales en los ríos, que acrecentaría el proceso de desertificación y en otros casos, incremento de deslizamientos e inundaciones.

A pesar que se suele mencionar el retroceso glaciar como el impacto más importante del cambio climático sobre los recursos hídricos, existen otros eventos naturales climáticos relacionados al comportamiento del agua que se van a ser más recurrentes e intensos. Estos son:

a. El Fenómeno del Niño, que se presenta de manera periódica, y que en los últimos años viene registrándose con una frecuencia e intensidad mayores, lo que podría deberse al cambio climático global, aunque esto no está probado científicamente. Un efecto observado en la incidencia, tanto de El Niño como del efecto contrario (enfriamiento) bautizado como La Niña, es el aumento en las lluvias en el norte del país, con un efecto contrario en el sur donde provoca sequías en el altiplano sur.

b. Inundaciones, que son producidas por fuertes lluvias, el incremento de los caudales de ríos y quebradas, y los huaycos. Estas ocurrencias son cada vez más intensas en el país, llegando a convertirse en desastres naturales debido a diversos factores como la creciente erosión de las cuencas, el aumento de la deforestación, la explosión demográfica, la concentración poblacional y el mal uso de la tierra, afectando principalmente a los pobres.

Los huaycos son originados por la caída violenta de agua que arrastra barro, piedras, árboles y cuanto esté a su paso. El origen de los huaycos está en la lluvia intensa o por el desborde de un río o laguna en las alturas. Los huaycos son fenómenos comunes en el Perú debido al relieve del territorio. La mayor incidencia se produce en las micro-cuencas de la Costa y de la Selva Alta, donde existen suelos sin protección.

c. Las sequías, que son períodos secos prolongados, existentes en los ciclos climáticos naturales, caracterizados por la falta de precipitaciones pluviales y de caudal en los ríos. En el Perú la zona más propensa a sequías es el sur andino. La insuficiente disponibilidad de agua en una región por un período prolongado para satisfacer las necesidades locales puede ser considerada como sequía. Existe una marcada tendencia al incremento de los días cálidos a nivel nacional siendo más intenso en la sierra sur.

d. Las heladas, friaje y granizadas, junto con las sequías, son parte del conjunto de riesgos climáticos que enfrenta la actividad agropecuaria en las zonas altoandinas, particularmente en el sur.

e. La desertificación, constituye un problema significativo en el país. La extrema aridez de la Costa y la semiaridez y subhumedad de la Sierra, compromete el 38% del territorio nacional.

· Región Piura

El departamento de Piura presenta un clima árido tropical, que se caracteriza por ser muy seco con una precipitación total anual de 102.9 mm y una humedad relativa promedio anual de 76%. Piura tiene una temperatura promedio anual, una temperatura máxima anual y una temperatura mínima promedio anual que han mostrado variaciones ascendentes y descendentes durante el periodo de 1999 a 2010, pero con una tendencia ascendente. En el cuadro siguiente se puede observar los indicadores climatológicos de Piura durante el periodo 2000-2010.

**Cuadro III. 6: Piura: Indicadores climatológicos, 2000-2010**

Indicador	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Temperatura promedio anual (grados)	24.1	23.8	24.7	24.5	24.5	24.1	24.8	24.0	24.8	24.8	24.2
Temperatura máxima anual (grados)	30.4	29.7	30.7	30.8	31.1	30.5	30.8	30.3	30.0	30.6	30.3
Temperatura mínima promedio anual (grados centígrados)	19.3	19.3	20.0	19.4	19.4	19.1	19.9	19.0	19.9	20.3	19.3
Humedad relativa Promedio Anual	69	67	67	72	72	69	70	74	71	75	76
Presión Atmosférica Promedio Anual	1016.2	1016.2	1015.9	1014.8	1016.3	1016.6	-	1011.4	1011.5	1010.9	1010.9
Precipitación total anual (milímetros)	72.8	209.1	275.5	40.1	19.4	23.7	59.4	14.3	193.5	82.8	102.9
Dirección y velocidad promedio anual del viento (metros por hora)	S-3	S-3	S-2	S-2	S-3	-	S-2	S-3	S-2	S-2	S-2
Horas de sol (Horas)	2344.1	2384.9	2493.1	-	2775.2	2656.5	2543.9	2599.6	2172.1	-	2414.2

S: Sur

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

Según el estudio del SENAMHI (2005), los escenarios A2 y B2 del IPCC, que son los más utilizados para las proyecciones del cambio climático, resaltan que la variable TSM (temperatura superficial del mar) tendrá incrementos significativos entre los años 2005 y 2050, a diferencia de su evolución durante el periodo 1990 a 2004. En el caso del escenario A2, el incremento de TSM se encontrará en el rango de 0.8 a 1.2°C y el incremento mínimo sería entre 0.2 y 0.3°C; y en el B2, el incremento promedio estaría entre 0.6 y 0.8°C y el incremento mínimo sería de 0.4°C. Por otro lado, según el índice de oscilación Sur (IOS), referente a los eventos de El Niño y La Niña, se ha estimado la predominancia de condiciones atmosféricas frías en la costa, incremento de vientos, inviernos más fríos y veranos menos cálidos. Debido a que el indicador IOS no guarda relación a la TSM, se ha

concluido que el IOS indicaría cambio climático en los patrones de circulación atmosférica que no estarían relacionados a La Niña necesariamente.

Uno de los escenarios indica que la intensidad de los Niños futuros no variará y permanecerá sin cambios en todo el periodo, y los tres restantes indican de los Niños incrementarán su intensidad, pero no hay uniformidad en su recurrencia en que puede darse esta intensidad. Así se prevé la ocurrencia de El Niño durante el periodo de 2009 a 2015 que sería similar al de 1982/83.

Difícilmente, se pueden sacar conclusiones exactas, dada la incertidumbre que rodea el cambio climático. Sin embargo, se puede decir que en la región de Piura el cambio climático exacerba los peligros y generará cada vez más desastres asociados a fenómenos hidrometeorológicos (SENAMHI, 2005). Un buen ejemplo de los impactos que genera el clima, se puede observar en épocas en que se produce un Fenómeno El Niño. Aunque este es un evento extremo, puede ser un buen indicador de los impactos. Estos impactos pueden ser positivos y negativos. Entre los impactos positivos se encuentran: Incremento del volumen de agua, en 10 veces (equivalente a 10 reservorios Poechos); regeneración natural del bosque (seco y húmedo) y el desarrollo intensivo de una agricultura temporal, que favorece la economía familiar; recarga de acuíferos en la zona baja de las cuencas (Chira y Piura); y la introducción e incremento de volumen de nuevas especies marinas.

En cuanto a los impactos negativos, se observan: lluvias intensas e inusuales en la costa y sierra del Perú y Piura; colapso de diques de defensas ribereñas en los valles del Chira y Bajo Piura; inundaciones de áreas agrícolas y urbanas; generación y expansión de plagas y enfermedades que afectan cultivos; ruptura de infraestructura vial y energética que interrumpe el servicio de transporte de carga y mercancías, entre otras. Estos impactos generaron pérdidas económicas estimadas en US\$ 350 Millones (como ejemplo de lo que el FEN '97/'98 ocasionó) y fluctuaciones súbitas en el PBI sectorial y disminución en su participación regional.

De acuerdo al Gobierno regional de Piura, los escenarios climáticos futuros en la Región Piura prevén una mayor variabilidad climática, es decir, un incremento en la recurrencia del FEN y de sequías. Esto significará lluvias más intensas (avenidas, desbordes, inundaciones, deslizamientos, huaycos), un incremento de la temperatura superficial del mar (cambios en la biomasa marina), y sequías (deficiencia hídrica: cultivos, generación hidroeléctrica y agua potable). Del mismo modo, en el largo plazo, se espera que se produzcan cambios en la temperatura media (máximas y mínimas) y un incremento del nivel medio del mar (Gobierno Regional Piura, 2010).

- Región Junín

La región de Junín presenta climas y microclimas variados, desde el frío glaciar de alta montaña en las cumbres nevadas con temperaturas que oscilan en el día entre los 10°C y bajo los 0°C, a un clima tropical de selva alta y baja, con días muy calurosos y noches frescas, con temperaturas que oscilan entre los 13°C y 36°C.

En el año 2010, la región registró una temperatura máxima promedio anual de 20.98 °C, una temperatura media promedio anual de 12.75 °C y una temperatura mínima promedio anual de 4.5° C. La temperatura promedio anual desde 1997 al 2010 ha presentado un aumento

de 0.4 °C. En el cuadro siguiente se puede observar el comportamiento en el tiempo de los principales indicadores climatológicos.

**Cuadro III. 7: Junín: Indicadores climatológicos, 2000-2010**

Indicador		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Horas de sol	Hrs	2608	2593	2508		2614	2830	2658	2676		2513	2586
Humedad relativa promedio anual	%	62	65	66	64	63.4	61	63.4	62	60	67	64.5
Presión atmosférica promedio anual	Mili bar	688	688	689	...	688	688	688	688	688	688	688
Temperatura máxima promedio anual	°C		19.5	19.7	20.1	20	20.6	19.7	20.2	19.9	20	21
Temperatura mínima promedio anual	°C		4.7	5.2		4.7	4.2	4.5	4.7	4.2	4.9	4.5
Temperatura promedio anual	°C	12	12	12.3	12.2	12.2	12.4	12	12.4	12.1	12.4	12.8
Precipitación total anual	mm	676	828	814	801	618	522	620	556	494	735	606

Fuente: Sistema de Información Regional para la Toma de Decisiones (INEI, s.f.)

En lo referido a los escenarios climáticos futuros estimados para la cuenca del río Mantaro se estimó para el año 2050: un aumento de 1,3°C y 1g/kg en temperatura y humedad específica, respectivamente, y una disminución de 6% en la humedad relativa en la cuenca durante los meses lluviosos, de diciembre a febrero. Asimismo, las precipitaciones disminuirían en 10%, 19% y 14% en las zonas norte, centro y sur de la cuenca, respectivamente.

Asimismo, a partir del escenario de emisiones A1B, los escenarios de cambio climático elaborados por el SENAMHI en el 2007 estimaron que para finales de siglo se esperaría un incremento sostenido a lo largo del año del orden de 3.0 a 3.5 °C en el sector norte y de 2.3° a 3.4° C, en los sectores centro y sur de la cuenca. Se infirió que la tasa incremental de la temperatura máxima tendría un promedio de 0.2 a 0.28° C por década. El rango de cambio para la temperatura mínima para fines de siglo es de 2.0 a 3.0 °C, con una mayor incidencia en el sector sur de la cuenca durante la primavera. De igual manera, un centro de incremento se ubica en Yauli y Jauja. En verano se esperan incrementos en el sector sur de 5 a 10 % de las precipitaciones comparado con el clima actual, y de reducciones de 5 a 16% en el norte y centro de la cuenca. En otoño, se espera un cambio similar pero en menor

grado. En invierno, no hay variaciones importantes, excepto por encima de los 4000 msnm del sector norte donde se espera una reducción de lluvias del 35%. En primavera, se proyecta un incremento generalizado en toda la cuenca del 3 al 14%.

- Región Lima

Los impactos del cambio climático se sienten no solo en las regiones montañosas, sino también en las grandes zonas de aglomeración urbana, las cuales se caracterizan por su enorme demanda de recursos de agua. La ciudad de Lima es un ejemplo de ello. Lima, como capital del Perú, concentra una población de aproximadamente 8 millones de habitantes y es considerada una de las megaciudades de América Latina. La escasa precipitación anual (9 mm) hace que se use agua principalmente del río Rímac para abastecer a la ciudad. Uno de los problemas es que este río, con origen en la región de los Andes, es de régimen irregular durante el año. Una parte del agua potable proviene también de acuíferos, llegándose a presentar problemas de sobreutilización de agua subterránea.

La población de la ciudad de Lima está distribuida en barrios jóvenes e informales, ubicados en zonas periféricas. Si bien el crecimiento poblacional ha tendido a estabilizarse debajo, alrededor del 1.2% anualmente, la migración de personas de estratos socioeconómicos más bajos genera una presión por suministros adecuados de electricidad, agua y saneamiento.

Debido a los factores climáticos, meteorológicos, oceanográficos, hidrográficos, orográficos y biológicos el ámbito de la Región Lima, presenta una variedad climática, la que se subdivide según la clasificación de W. Köppen en: Clima de estepa (lluvias escasas en verano), Clima de desierto (prácticamente sin lluvias), Clima de estepa (lluvias en el invierno), Clima frío-boreal (seco en invierno, con temperatura media superior a +10°C, por lo menos durante cuatro meses), Clima de tundra seca de alta montaña (con temperatura media del mes más cálido superior a 0°C) y, Clima de Nieve perpetuo de alta montaña (con temperatura de todos los meses, inferior a 0°C). Los dos primeros corresponden a un clima semicálido muy seco o desértico, con esporádicas precipitaciones (aproximadamente de 150 mm/año), frecuentemente comprende la costa hasta los 2,000 m.s.n.m. y determina su carácter árido. El tercero es característico de un clima templado sub-húmedo, propio de sierra, situado entre los 1,000 a 3,000 m.s.n.m, con temperaturas alrededor de los 20 °C y precipitaciones entre los 500 y 1,200 mm/año. El cuarto corresponde a un clima frío, propio de los valles interandinos que comprende los 3,000 y 4,000 m.s.n.m, con precipitaciones promedio de 700 mm/año y temperatura promedio de 12° C., con ocurrencia de heladas durante el invierno. El antepenúltimo se caracteriza por presentar un clima frígido o de puna, situado entre los 4,000 y 5,000 m.s.n.m., con precipitaciones promedio de 700 mm/año y temperaturas promedio de 6° C., sus veranos son lluviosos y los inviernos secos. El último comprende el clima gélido, dado a partir de los 5,000 m.s.n.m., con temperaturas debajo de los 0° C., es un clima propio de altas cumbres con nieves perpetuas. Debido a la variedad de pisos altitudinales que va desde 0 a 6617 m.s.n.m., las nueve provincias de la Región comprenden diferentes tipos climáticos (Gobierno Regional de Lima, 2008).

Los poblados que se sitúan por encima de los 3500 msnm son comúnmente expuestos a las denominadas heladas. Centros poblados dedicados al cultivo papa, quinua y en general productos alto andinos son los más expuestos a estos fenómenos, donde las temporadas frías duran varias semanas alcanzándose temperaturas de varios grados bajo cero durante



días enteros. Lo dramático de estos fenómenos es que afecta a la población más pobre, la gran mayoría de personas carece de electricidad y sus atuendos no están diseñados para soportar temperaturas.

Los recursos hídricos están situados en la vertiente hidrográfica del Pacífico, conforman parte de trece cuencas, una sub-cuenca y seis inter-cuencas, dentro de las cuales las más importantes son de los ríos: Rímac, Chillón y Lurín.

Dentro de los fenómenos naturales más recurrentes se tienen los deslizamientos (Huaycos) y aluviones. Por ejemplo, en la provincia de Huarochirí, existen 33 Municipalidades Distritales que informaron tener fenómenos naturales más frecuentes, entre los que se destacan las heladas y las lluvias fuertes.

Lamentablemente, no se cuenta con estudios de escenarios climáticos para la Región Lima, como es el caso de las dos regiones antes expuestas, por lo tanto, no se puede establecer con certeza los impactos que se producirán en esta región.

En general, los eventos climáticos mencionados en las tres regiones bajo estudio, generan impactos en la población y en la base productiva del país, en mayor o menor medida, por ello, se requiere implementar acciones de adaptación que permitan reducir los impactos de estos eventos y si es posible, eliminarlos. Para tener medidas adecuadas de adaptación será necesario conocer en mapas detalle la situación de los recursos hídricos en cada una de las regiones bajo estudio.

### 3.2.4. Descripción del sector por región

La identificación de las tecnologías de adaptación al cambio climático para los recursos hídricos se realizará en función de dos usos principales: agricultura y consumo humano. El cuadro siguiente muestra los aspectos particulares de cada región respecto de su relación con la problemática de los recursos hídricos para los usos más relevantes.

**Cuadro III. 8: Usos principales del recurso hídrico por región priorizada e impactos**

Sectores	Recursos Hídricos		
	Piura	Lima	Junín
Agricultura	Zona agroindustrial costera Zona agrícola de sierra	Pequeña agricultura de costa	Zona agrícola de sierra
Impacto	Limitación de la producción agrícola y pecuaria (menos cultivos y cosechas al año) Reducción de productividad de cultivos		
Consumo Humano	Ciudad capital sobre 500 mil habitantes Otras ciudades intermedias	Ciudad capital sobre 8 millones de habitantes	Ciudades de 150 mil habitantes Centros poblados
Impacto	Mayores costos para proveer a las ciudades de fuentes alternativas de agua (trasvases, reservorios). Genera la necesidad del reuso de agua (tratamiento)		

Fuente: Elaboración propia.

En la presente sección se realizará una descripción de las principales características del uso de los recursos hídricos en las tres regiones bajo estudio, y en particular sobre los usos antes mencionados.

#### · Región Piura

La región Piura tiene dos cuencas principales: la del río Chira y del río Piura. La cuenca del río Chira es binacional, ya que comprende sectores de Ecuador y el Perú. Cuenta con una extensión total de 17 940 Km<sup>2</sup>, donde el 41% se encuentra en Ecuador y el 59% en el Perú que equivale a 10 535 Km<sup>2</sup>. En el caso de la cuenca del río Piura, esta tiene una extensión mayor (10 872.09 Km<sup>2</sup>); sin embargo, presenta un caudal anual menor de 37.2 m<sup>3</sup>/s. El Cuadro III.4 permite observar los parámetros geomorfológicos de la cuenca de Chira y Piura.

**Cuadro III. 9: Parámetros geomorfológicos de las cuencas de Chira y Piura**

PARÁMETROS	MEDIDA	CUENCAS	
		CHIRA	PIURA
Área de la cuenca	Km <sup>2</sup>	10535.0	10872.09
Perímetro de la cuenca	Km.	880.9	655.44
Índice de Compacidad	Adimensional	1.84	1.76
Índice de pendiente de la Cuenca	Adimensional	0.09	0.07
Altura media de la cuenca	Mts.	845.8	477.8
Coficiente de Masividad	M/Km <sup>2</sup>	0.07	0.04
Coficiente Orográfico	M <sup>2</sup> /Km <sup>2</sup>	62.2	18.7
Frecuencia o Densidad de ríos	Ríos/Km <sup>2</sup>	0.31	0.16
Densidad de Drenaje	Km/Km <sup>2</sup>	0.65	0.33
Extensión media de Escurrimiento Superficial	Km <sup>2</sup> /Km	0.39	0.75
Índice de torrencialidad	Ríos/Km <sup>2</sup>	0.14	0.08
Pendiente media del río Principal	%	0.33	0.06
Pendiente media de la cuenca	%	23.23	19.04
Longitud del río Principal	Km	304.16	233.6
Precipitación media areal	Mm.	846.8	623.2
Caudal anual de la cuenca	m <sup>3</sup> /s	99.3	37.2
Altitud media	m.s.n.m	1171	465

Fuente: SENAMHI (2011) y (s.f.).

La cuenca del río Chira y Piura presentan un caudal mensual mayor entre los meses de febrero y julio, y un caudal anual ascendente y descendente durante el periodo de 2005 a 2010. Cabe resaltar que la cuenca del río Piura cuenta con un caudal anual mucho menor al de la cuenca del río Chira durante este periodo. Así, esta cuenca se encuentra en una situación de estrés hídrico al ofrecer entre 1 000 y 1 699 m<sup>3</sup> de agua por persona anualmente, mientras que la cuenca del río Chira tiene una oferta hídrica alta que varía entre 5 000 y 9 999 m<sup>3</sup> de agua por

persona anualmente. El Cuadro III.5 permite observar el caudal mensual del río Piura y Chira de 2005 a 2010, y el Mapa A.1 del Anexo 5 permite observar la oferta hídrica anual per cápita en la región hidrográfica del Pacífico.

**Cuadro III. 10: Región Piura: Masa Mensual del río Piura y Chira, según estaciones, 2005 – 2010 (MMC)**

Río	Estación	Total	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
<b>2005</b>														
Chira	El Ciruelo	2,322.4	95.2	297.3	837.2	385.0	169.7	150.0	75.7	51.5	52.3	56.0	63.0	89.5
Chira	Puente Sullana	977.5	45.0	31.0	446.3	151.7	65.2	43.9	39.2	44.4	39.0	28.4	24.5	18.9
Chira	Ardilla	2,288.3	70.9	283.2	843.5	410.8	183.4	146.6	78.8	51.7	41.3	37.5	58.9	81.7
Macará	Puente Internacional	656.8	29.1	91.2	215.4	85.0	48.0	61.4	25.1	16.3	17.4	18.7	20.3	28.9
<b>2006</b>														
Chira	El Ciruelo	4,059.9	171.2	733.1	1,072.9	816.8	265.6	220.7	156.2	126.6	99.4	93.6	114.5	189.3
Chira	Puente Sullana	2,796.8	22.3	593.3	1,103.7	735.7	66.6	38.2	41.7	43.9	34.1	35.9	31.4	50.0
Chira	Ardilla	4,091.9	158.6	896.9	1,387.6	1,093.3	238.3	168.3	95.0	10.9	8.6	8.1	9.9	16.4
Macará	Puente Internacional	929.3	48.7	141.0	250.6	173.4	42.3	47.3	44.8	36.3	28.4	26.8	35.6	54.1
Piura	Puente Sánchez Cerro	795.8	-	108.7	418.5	231.6	32.0	1.9	2.0	0.4	0.1	-	0.1	0.5
<b>2007</b>														
Chira	El Ciruelo	2,310.9	204.2	188.9	342.1	374.4	237.9	228.4	116.9	116.5	97.0	96.6	180.2	127.8
Chira	Puente Sullana	589.5	66.7	37.1	24.8	124.2	63.1	114.3	45.1	31.2	21.3	22.0	20.4	19.3
Chira	Ardilla	2,129.7	161.5	153.5	417.2	403.0	222.1	222.7	81.8	95.6	70.2	63.5	139.8	98.8
Macará	Puente Internacional	778.0	58.6	68.9	131.2	128.8	87.0	67.8	38.2	40.9	33.2	32.2	54.0	37.2
Piura	Puente Sánchez Cerro	111.7	0.4	0.1	9.8	28.3	9.6	52.8	5.8	0.7	1.7	1.0	0.7	0.8
<b>2008</b>														
Chira	El Ciruelo	6,991.3	227.8	1,156.2	1,550.1	1,417.3	678.5	438.1	383.6	300.6	225.9	191.5	215.7	206.0
Macará	Puente Internacional	2,379.3	91.0	292.6	494.8	590.4	280.4	145.4	129.4	73.5	80.3	78.2	75.7	47.6
Quiroz	Paraje Grande	924.0	20.0	167.0	214.5	260.5	112.1	51.1	37.7	13.2	7.9	8.6	18.1	13.3
Piura	Tambogrande	3,518.1	-	619.4	1,067.5	1,100.8	306.8	192.2	118.6	69.9	13.9	9.9	11.1	8.0
Piura	Puente Sánchez Cerro	3,605.5	3.3	759.8	1,184.9	1,080.0	270.7	155.3	122.7	13.8	0.8	1.5	9.7	3.0
Piura	Puente Nacará	2,656.8	12.1	657.4	860.2	670.0	209.1	128.6	78.8	26.3	6.7	2.3	3.2	2.1
<b>2009</b>														
Chira	Ardilla	6,982.6	639.4	1,312.0	2,073.9	1,179.1	602.7	301.5	281.6	174.9	118.5	108.2	78.2	112.6
Macará	Puente Internacional	2,465.0	206.3	398.5	622.8	434.1	273.5	127.7	115.1	91.4	49.8	45.1	41.9	58.8
Quiroz	Paraje Grande	1,765.0	246.9	250.0	347.0	262.3	121.7	97.7	118.6	88.0	70.6	62.0	45.3	54.9
Piura	Tambogrande	1,599.4	168.4	495.0	558.1	233.8	144.1	...	...	...	...	...	...	...
Piura	Puente Sánchez Cerro	2,057.5	197.8	503.3	578.7	293.5	156.1	166.2	102.4	47.0	5.7	1.8	2.7	2.3
Piura	Puente Nacará	1,665.0	170.3	500.5	567.6	231.1	133.2	39.6	16.2	3.0	0.1	-	-	3.4
<b>2010</b>														
Macará	Puente Internacional	1,073.1	65.1	170.2	157.4	185.0	141.9	75.7	61.1	34.0	45.6	38.6	42.2	56.3
Quiroz	Paraje Grande	351.8	15.3	37.4	79.3	83.6	65.0	24.5	10.1	8.4	8.7	8.1	8.2	3.2
Chira	El Ciruelo	2,576.8	171.5	462.1	378.0	397.9	359.1	195.4	142.4	110.1	103.3	80.2	89.2	87.6
Chira	Ardilla	2,657.3	137.5	398.4	560.8	614.4	360.3	186.8	101.6	77.0	70.5	37.3	49.2	63.5
Piura	Puente Nacará	861.2	15.1	181.3	278.5	259.8	95.6	22.9	6.0	2.0	-	-	-	-
Piura	Tambogrande	1,057.5	14.7	254.3	329.5	321.4	112.6	21.3	3.7	-	-	-	-	-
Piura	Puente Sánchez Cerro	1,071.6	18.0	230.0	316.7	275.2	141.9	87.8	2.0	-	-	-	-	-

Fuente: INEI (2011).

La cuenca del río Chira y Piura se subdividen en 11 y 9 subcuencas respectivamente, las cuales se pueden observar en Cuadro III.6, así como las provincias que comprende cada cuenca. La distribución geográfica de las cuencas se puede observar en el Mapa A.2, ubicado en el Anexo 5.

**Cuadro III. 11: Región Piura: Subcuencas y provincias recorridas, según cuenca**

Cuencas	Subcuencas	Provincias que recorre
Chira	Chira Alto	Paíta Talara Sullana Piura Ayabaca
	Chira 2	
	Chira Medio	
	Chira 3	
	Chira 4	
	Chira 5	
	Chira 6	
	Chira 7	
	Chira 8	
	Chira 9	
	Chira Bajo	
Piura	Alto Piura	Sechura Paíta Piura Sullana Morropón Huancabamba Ayabaca
	Bigote	
	Corrales	
	Unidad	
	Medio Alto Piura	
	Medio Piura	
	Medio Bajo Piura	
	San Francisco	
	Bajo Piura	

Fuente: Elaboración propia según datos de ANA (2010).

### *Agua para uso Agrícola*

Según el Informe de Desarrollo Humano de 2009, entre el 90 y 95% del agua disponible total en las cuencas del río Chira y Piura, es utilizada para la actividad agrícola. Así, la región Piura cuenta con 244 360 hectáreas dedicadas a esta actividad, las cuales se encuentran repartidas en bajo riego (176 969 hectáreas) y en seco (67 391 hectáreas). Por otro lado, se cuenta con 872 718 hectáreas destinadas a pastos naturales manejados y no manejados, montes y bosques y otras clases de tierras. La provincia de Sullana cuenta con la mayor porción de superficie dedicada a la actividad agrícola (77.98%<sup>12</sup>), seguida por Ayabaca (29.84%<sup>13</sup>), Huancabamba (23.92%<sup>14</sup>), Piura (15.82%<sup>15</sup>) y Morropón (14.69%<sup>16</sup>). La provincia que cuenta

<sup>12</sup> Dato calculados según datos de INEI (2011).

<sup>13</sup> Dato calculados según datos de INEI (2011).

<sup>14</sup> Dato calculados según datos de INEI (2011).

<sup>15</sup> Dato calculados según datos de INEI (2011).

<sup>16</sup> Dato calculados según datos de INEI (2011).

con menor superficie dedicada a la agricultura es Talara con un 2%<sup>17</sup> (ver Cuadro III.7 y Mapa A.3 en el Anexo 5).

**Cuadro III. 12: Región Piura: Superficie agrícola bajo riego y seco y superficie no agrícola por clase de tierras, según provincia, 1994**

Provincia	Total 1/	Superficie agrícola			Superficie no agrícola					
		Total	Bajo riego	En seco	Total	Pastos Naturales			Montes y Bosques	Otra Clase de Tierras
						Total	Manejados	No Manejados		
Total	1 117 079	244 360	176 969	67 391	872 718	488 961	31 315	457 646	189 745	194 012
Piura	148 010	38 660	38 650	11	109 349	8 946	716	8 230	28 522	71 882
Ayabaca	347 521	72 911	35 616	37 295	274 610	199 938	14 054	185 884	51 040	23 632
Huancabamba	217 493	58 446	33 042	25 405	159 046	126 520	12 181	114 339	23 544	8 983
Morropón	219 202	35 900	31 264	4 637	183 301	118 416	3 240	115 176	32 169	32 717
Paita	25 240	9 892	9 870	22	15 348	496	30	466	3 485	11 367
Sullana	102 175	190 555	19 052	3	83 120	18 219	1 069	17 150	47 712	17 189
Talara	36 297	57	52	5	36 241	15 424	4	15 421	2 043	18 774
Sechura	21 140	9 437	9 423	14	11 703	1 002	22	981	1 230	9 470

1/ No incluye a las unidades agropecuarias abandonadas ni a las que sin tener tierras sólo conducen especies pecuarias.

Fuente: Instituto de Estadística e Informática (INEI)- III Censo Nacional Agropecuario 1994

Fuente: INEI (2011)

Los principales cultivos de la región Piura son el algodón rama (5 032 toneladas en el 2010) en el subsector agrícola industrial, arroz cáscara (499 845 toneladas) con respecto a cereales, camote (28 316 toneladas) y papa (18 338 toneladas) en lo que respecta a tubérculos, alfalfa (4 754 toneladas) en la producción de pastos, coco (1 245 toneladas) en el subsector de frutas, cebolla (14 955 toneladas) de las hortalizas y grano seco de frijol (4 038 toneladas) de las menestras y legumbres.

<sup>17</sup> Dato calculados según datos de INEI (2011).

**Cuadro III. 13: Región Piura: Producción agropecuaria, según principales productos, 2000 – 2010 (Toneladas métricas)**

Principales productos	Producción agrícola										
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>Subsector agrícola industriales</b>											
Algodón rama	41 236	25 115	10 591	14 168	28 936	31 294	35 162	40 369	21 974	9 057	5 032
Cacao	42	126	31	120	150	149	157	214	120	150	189
Café	2 408	1 891	1 591	3 376	3 093	2 079	2 621	2 186	2 929	3 079	2 390
Marigold	22.744	12.735	3.100	18.936	1.872	6.876	4.440	2.060	4.331	4.450	1.377
<b>Cereales</b>											
Arroz cáscara	232 567	259 021	350 416	368 598	255 417	426 374	359 254	402 128	529 837	520 671	499 845
Cebada grano	811	819	767	571	251	450	486	418	498	567	607
Maíz amarillo duro	53 844	54 051	63 342	58 184	64 768	51 413	76 324	63 777	61 381	67 136	76 139
Maíz amiláceo	11 300	11 909	10 726	14 420	8 877	11 586	15 069	15 710	14 229	17 502	13 201
Trigo	5 500	7 473	7 887	1 180	4 654	7 148	8 448	8 104	8 947	10 675	11 089
<b>Tubérculos</b>											
Camote	3 746	1 222	5 796	5 933	3 008	11 781	32 159	22 830	17 820	26 846	28 316
Oca	1 201	818	673	1 082	295	848	949	954	632	596	422
Olluco	1 062	933	679	723	353	1 018	925	1 118	758	776	638
Papa	10 548	8 601	9 164	9 198	9 054	12 563	16 163	15 125	13 619	18 930	18 338
Yuca	12.552	11.589	7.081	4.681	5.222	8.540	6.708	5.885	6.411	8.032	8633.0
<b>Pastos</b>											
Alfalfa	2 453	4 251	3 220	4 525	4 059	2 413	3 530	4 583	3 751	2 358	4 754
<b>Frutas</b>											
Coco	2 930	2 343	2 771	1 765	1 724	2 230	1 497	1 887	1 414	927	1 245
Limón	133.923	121.816	139.533	155.067	122.328	138.085	156.631	170.325	145.812	111.366	141.404
Mango	65.375	93.513	122.556	125.400	205.269	170.324	248.205	233.773	227.810	115.658	359.580
Naranja	1.717	2.336	3.391	2.362	2.999	2.207	2.561	3.059	1.807	2.269	2.007
Palta	954	645	698	958	1 064	784	795	1 194	1 097	1 559	1 901
Papaya	3 533	1 365	557	608	943	937	2 002	1 457	1 495	1 487	3 595
Plátano	167.431	198.306	187.697	171.849	168.481	190.581	233.467	252.740	233.813	247.240	262.378
<b>Hortalizas</b>											
Ajo	216	141	95	251	125	542	112	289	205	193	251
Cebolla	4 732	2 648	2 177	1 592	1 944	4 151	4 404	10 506	6 058	9 432	14 955
Espárrago	1 247	1 210	542	480	20	-	-	-	-	-	330
Maíz choclo	544	40	627	797	378	1 700	567	2 750	1 956	2 230	1 831
Tomate	2 177	908	1 386	1 177	1 276	1 050	1 566	1 743	852	1 207	3 247
<b>Menestras y Legumbres</b>											
Frijol grano seco	2 087	2 223	2 622	2 166	1 221	2 374	2 607	2 877	2 206	4 015	4 038
Arveja grano seco	1 411	1 553	1 625	1 667	2 132	2 633	3 427	2 756	2 641	4 695	3 980
Haba grano seco	171	112	138	150	342	342	664	449	450	507	409

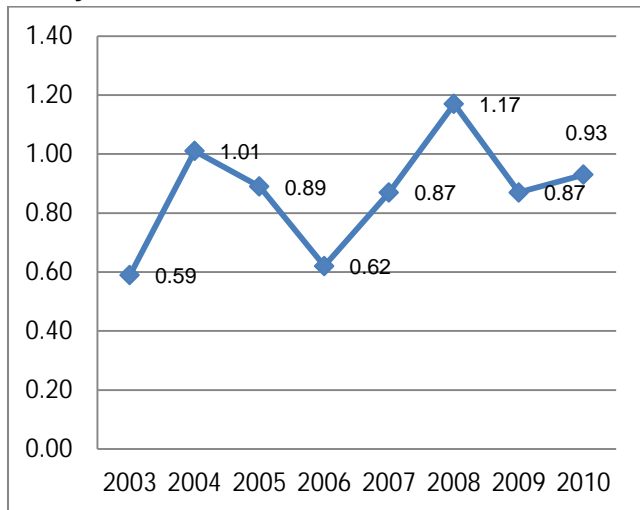
1/Peso de animales en pie

Fuente: Ministerio de Agricultura - Dirección Regional de Agricultura - piura

Fuente: INEI (2011).

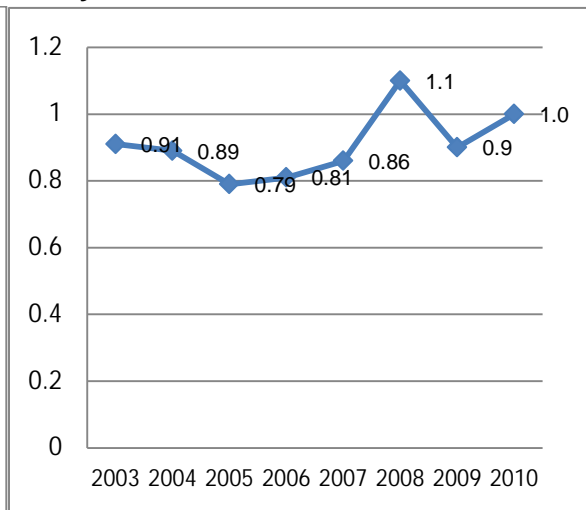
En los siguientes gráficos se puede observar la variación de los precios y de la producción del arroz cáscara, y maíz amarillo duro, que son dos de los principales cultivos de Piura. El arroz en particular, se produce bajo el sistema de inundación lo cual implica que es muy intensivo en agua.

**Gráfico III. 1: Región Piura: Precio al por mayor del Arroz cáscara, 2003 – 2010**



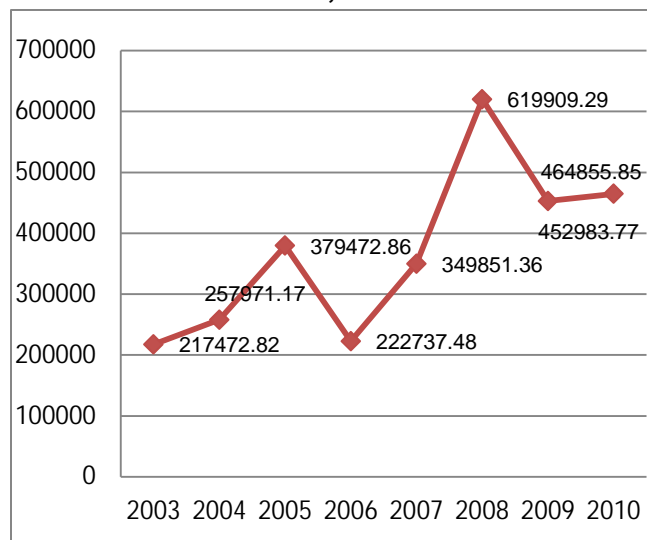
Fuente: Elaboración propia según datos del INEI (2011).

**Gráfico III. 2: Región Piura: Precio al por mayor de Maíz amarillo duro, 2003 – 2010**



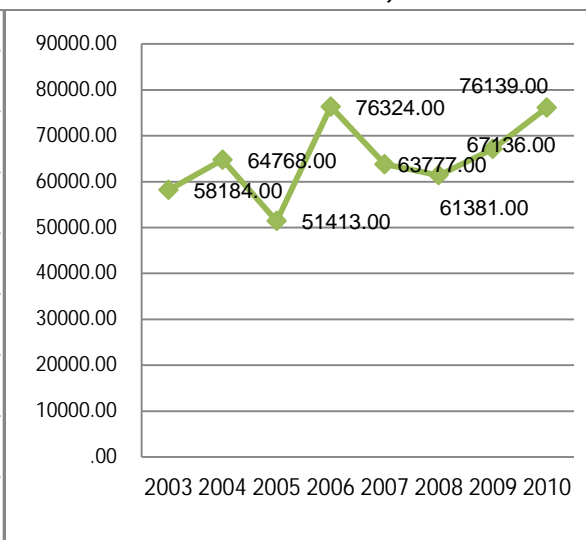
Fuente: Elaboración propia según datos del INEI (2011).

**Gráfico III. 3: Región Piura: Producción de Arroz cáscara, 2003 – 2010**



Fuente: Elaboración propia según datos del INEI (2011).

**Gráfico III. 4: Región Piura: Producción de Maíz amarillo duro, 2003 – 2010**



Fuente: Elaboración propia según datos del INEI (2011).

### Agua potable y saneamiento

En la región Piura opera la empresa EPS GRAU S.A., la cual brinda servicio de producción y distribución de agua potable; recolección, tratamiento y disposición del alcantarillado sanitario y pluvial y, el servicio de disposición sanitaria de excretas, sistema de letrinas y fosas séptica. A excepción del año 2009, los últimos años registran un incremento sostenido de la población servida con agua potable.

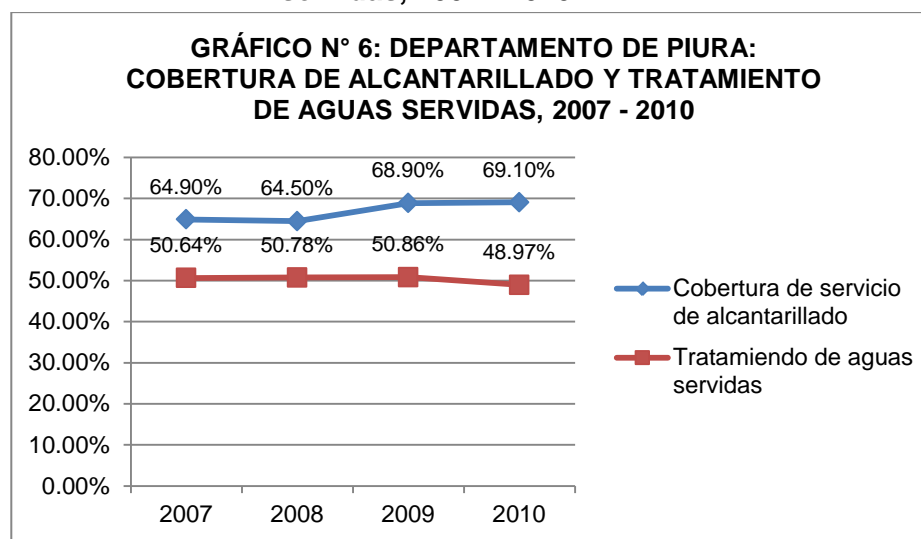
**Cuadro III. 14: Región Piura: Población servida de agua potable, 2001-2010**

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Piura	740,021	763,381	768,601	795,412	820,075	726,746	732,504
Tasa Crecimiento (%)		3,2	0,7	3,5	3,1	-11,4	0,8

Fuente: INEI (2011)

En el 2010, el 48.97% (17 144 543 m<sup>3</sup> de 35 013 415) de las aguas residuales fueron tratadas y la cobertura de alcantarilla a nivel departamental ascendió a un 69.1% (695 407 habitantes de 1 006 988).

**Gráfico III. 5: Región Piura: Cobertura de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas, 2007 - 2010**



Fuente: SUNASS (2011)

En resumen, las actividades de adaptación al cambio climático tendrán impactos positivos porque evitarán las pérdidas de la actividad productiva (agricultura fundamentalmente) y los problemas de salud vinculados a una mala disposición en el servicio de agua potable.



## Región Junín

Los ríos de la región Junín forman parte del sistema hidrográfico de la vertiente del Atlántico. Las cuencas con mayor extensión dentro de la región Junín son la del Río Mantaro y la del Río Perené que ocupan el 33.5% y 35.9% del territorio de la región, respectivamente. Ambos ríos pertenecen al subsistema de drenaje del río Ucayali. En el cuadro siguiente y en el Mapa A.4 en el Anexo 5, se puede observar la extensión de dichas cuencas.

**Cuadro III. 15: Región Junín: Cuencas Hidrográficas y superficie en la región**

	Superficie (Has)	%
Cuenca Anapati	155383.09	3.479222477
Cuenca Cutivireni	276016.56	6.180357332
Cuenca Mantaro	1489534.1	33.35253869
Cuenca Perené	1602842.91	35.88966521
Cuenca Poyeni	66386.37	1.486474176
Cuenca Urubamba	5931.29	0.13280903
Intercuenca 49951	199596.65	4.469219597
Intercuenca 49953	183013.91	4.097911228
Intercuenca 49955	387567.18	8.678115771
Intercuenca 49957	2595.97	0.058127028
Intercuenca 49959	97161.12	2.175559468
	4466029.15	100

Fuente: (Gobierno Regional de Junín, 2009)

La cuenca del Río Perené se ubica al noreste de la cuenca del Río Mantaro y ocupa las regiones de Junín y Pasco con un área total de 18254 km<sup>2</sup>, de los cuales el 88% se encuentra en la región Junín. La cuenca del río Mantaro está localizada en la zona centro del Perú y tiene un área total de 34 363 km<sup>2</sup>, ocupando las regiones de Lima, Pasco, Junín, Huancavelica y Ayacucho. El 57.8% de su extensión total se encuentra en la región Junín.

La cuenca del río Mantaro es de gran importancia por ser la principal fuente generadora de energía eléctrica para el país, y porque la producción agrícola del valle provee de alimentos a Lima. En el cuadro siguiente se puede observar la distribución de la población de la cuenca del Mantaro por regiones.

**Cuadro III. 16: Cuenca del Mantaro: Población del área de la Cuenca del Mantaro por regiones**

Región	Total
Ayacucho	619338
Huancavelica	447054
Junín	1091619
Pasco	266764
Total	2424775

Fuente: (ANA, 2010)

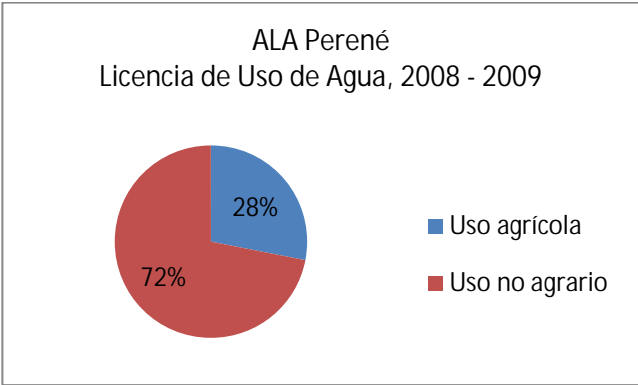
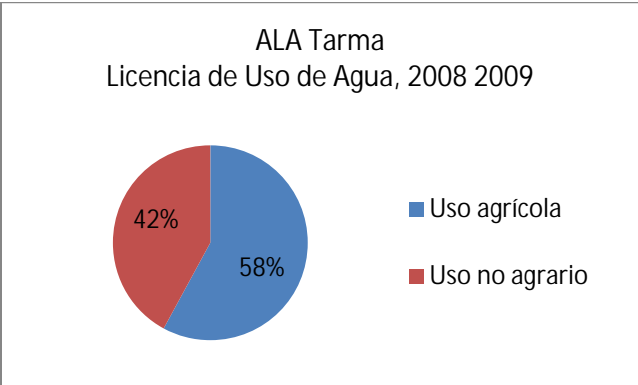
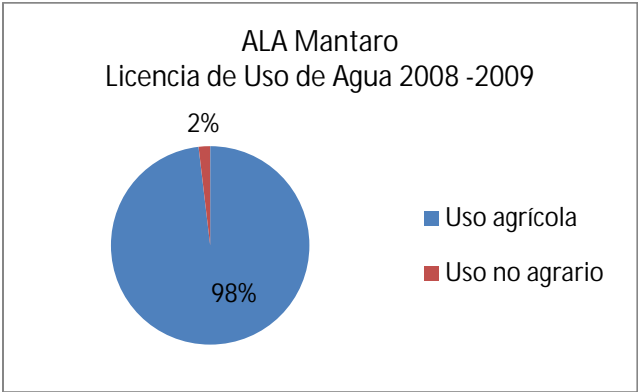
El Río Mantaro nace en el Lago Junín y posee un recorrido en sentido norte – sureste, desde su nacimiento hasta Izcuchaca y Mayoc y desde allí se dirige hacia el este y luego al norte, formando la península de Tayacaja. El caudal del Río Mantaro depende de las precipitaciones en toda la cuenca, del nivel del Lago Junín, y de las lagunas que en su mayoría están ubicadas sobre los 4000 msnm y son de origen glaciar.

Las Autoridades Administrativas del Agua (AAA) son las encargadas de la gestión de los recursos hídricos en las regiones. Las AAA tienen ámbitos que pueden estar integrados por una o más cuencas adyacentes con características similares aunque estas demarcaciones pueden incluso ocupar varias regiones. A su vez, las AAA están conformadas por las Administraciones Locales del Agua (ALA) y a través de ellas, se otorgan permisos de la Autoridad Nacional del Agua, para hacer uso del agua superficial. En la región Junín funcionan tres Administradoras Locales del Agua: la ALA “Perené”, la ALA “Mantaro” y la ALA “Tarma”.

#### *Agua para uso Agrícola*

En el gráfico siguiente se puede observar la distribución por usos de los permisos registrados en el año 2009 para cada una de las tres ALA mencionadas. Se observa que para el ámbito de la ALA Tarma y Mantaro los permisos para uso agrícola son predominantes. Por otro lado, en la ALA Perené, el uso agrícola no presenta el mayor valor, aunque es sólo superado por los permisos para uso poblacional. Además, se puede apreciar que la ALA Mantaro registra el mayor número de licencias alcanzando el valor de 19 993, donde el 98% es destinado a uso agrícola.

**Gráfico III. 6: Región Junín: Licencias de agua para uso agrícola por ALA**



Elaboración propia, (ANA, 2009b)

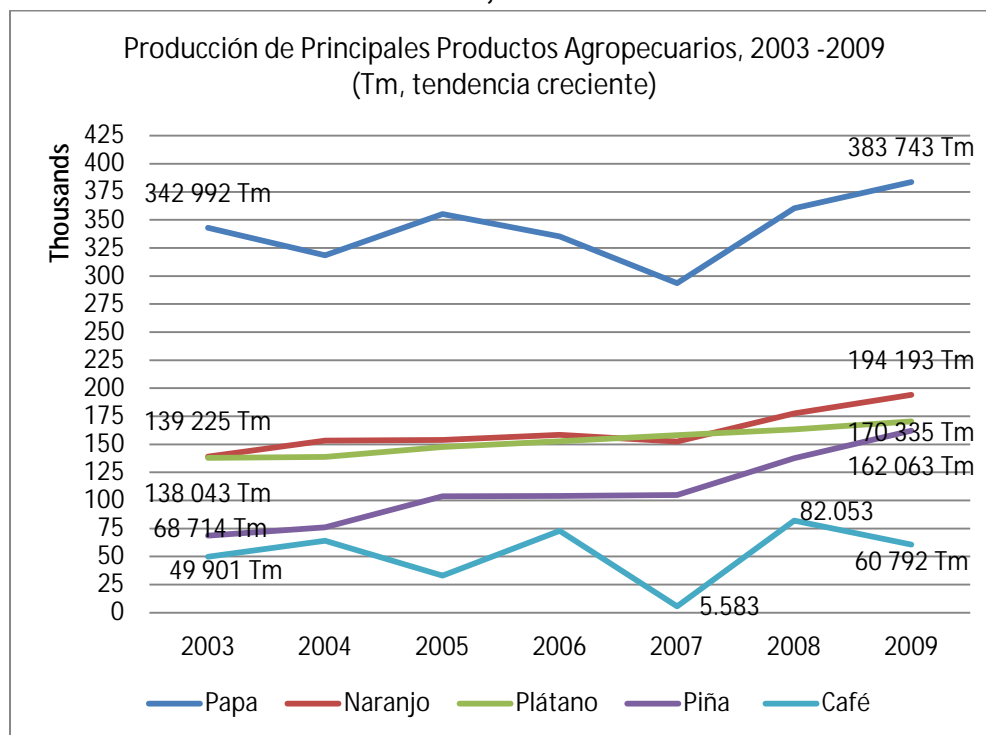
La principal actividad de la población es la agricultura que ocupa a más de la cuarta parte de la PEA<sup>18</sup>, superando al resto de actividades. Las provincias de Satipo, Concepción,

<sup>18</sup> Según Censo del 2007, citado del Resumen de Información demográfica y económica (CIUP, 2012)

Chupaca y Chanchamayo, presentan la mayor cantidad de PEA dedicada a esta actividad<sup>19</sup>.

Los principales productos agropecuarios de la región según el tamaño de su producción en toneladas<sup>20</sup> métricas son los siguientes: papa (383743), naranjo (194193), plátano (170335), piña (162063), choclo (77051), café (60792) y zanahoria (60322). Estos productos también son los que han presentado mayores variaciones (en Tm) en su producción desde el 2003 al 2009 tanto crecientes como decrecientes.

**Gráfico III. 7: Región Junín: Principales Productos Agropecuarios con tendencia creciente, 2003 -2009**



Elaboración propia, (INEI, 2010b)

### Agua potable y saneamiento

Junín cuenta con cinco empresas prestadoras de servicios: EPS Selva Central S.A., EPS Sierra Central S.R.L., EPS Mantaro S.A., SEDAM Huancayo S.A. y EMPASA Yauli que es la de menor tamaño con 3011 conexiones.

<sup>19</sup> Según Censo del 2007, citado del Resumen de Información demográfica y económica (CIUP, 2012)

<sup>20</sup> En Tm para el año 2009

La Empresa de Servicios de Agua Potable y alcantarillado Municipal de Huancayo - SEDAM Huancayo S.A. es la de mayor tamaño pues tiene 62613 conexiones. En el Cuadro III.11 se pueden observar los valores de los indicadores de cobertura de servicios de abastecimiento, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas para las cinco EPS de la región.

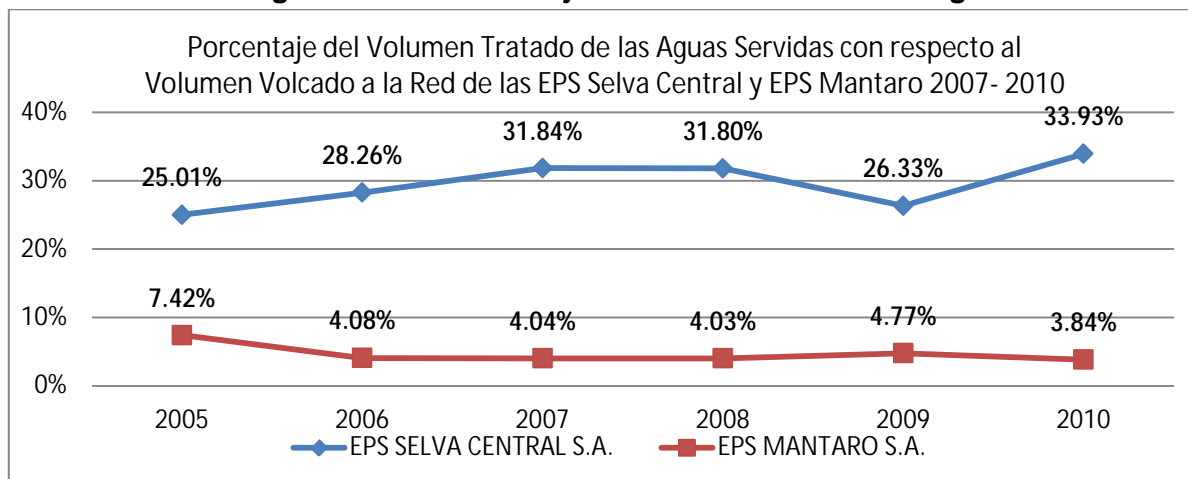
**Cuadro III. 17: Región Junín: Indicadores de Cobertura de las EPS en el año 2010**

	Cobertura de Agua Potable	Cobertura de Alcantarillado	Tratamiento de Aguas Servidas	Tamaño de EPS	Conexiones
EPS SELVA CENTRAL S.A.	84.50%	67.30%	33.93%	Mediana	19837
EPS SIERRA CENTRAL S.R.L.	75.00%	70.40%	0.00%	Pequeña	9170
EPS MANTARO S.A.	99.00%	73.40%	3.84%	Mediana	15262
SEDAM HUANCAYO S.A.	86.30%	79.20%	0.00%	Grande	62613
EMSAPA YAULI	93.30%	77.30%	0.00%	Pequeña	3011

Fuente: (SUNASS, 2011)

Con respecto al volumen de aguas servidas tratadas, únicamente la EPS Mantaro S.A. y EPS Selva Central S.A. han registrado esta actividad a la SUNASS. En el gráfico siguiente se presenta los valores de cobertura de tratamiento de aguas servidas para estas empresas desde el 2005 al 2010. Se puede observar que la EPS Selva Central en el 2010 ha tratado el 33.93 % del volumen volcado a la red, alcanzando su valor máximo en los últimos 6 años.

**Gráfico III. 8: Región Junín: Porcentaje de Volumen Tratado de Aguas Servidas**



Fuente: (SUNASS, 2011)

Comparando la cobertura de alcantarillado de las EPS presentada en el año 2009 con la del año 2010, se observa un aumento en la mayoría de los casos. Sin embargo SEDAM Huancayo S.A. presenta una disminución de 17 % de la cobertura.

· **Región Lima**

La región Lima cuenta con 12 cuencas hidrográficas. La cuenca del río Rímac es la más importante y se encuentra ubicada en su mayor extensión en la región Lima y en menor proporción en la región Junín. Esta se origina en los deshielos del nevado Uco, a 5100 m.s.n.m, y comprende 9 subcuencas: Bajo río Rímac, Qda. Jicamarca, Jicamarca – Santa Eulalia, Santa Eulalia – Parac, Qda. Parac, Parac – Alto río Rímac, Alto río Rímac y Río Blanco.

**Cuadro III. 18: Región Lima: Cuencas hidrográficas**

CUENCAS	ÁREA
Cuenca del Río Cañete	6017
Cuenca del Río Chancay Huaral	3046
Cuenca del Río Chilca	779
Cuenca del Río Chillón (parte media y alta)	2211
Cuenca del Río Fortaleza	2341
Cuenca del Río Huaura	4311
Cuenca del Río Lurín (parte media y alta)	1634
Cuenca del Río Mala	2320
Cuenca del Río Omas	1111
Cuenca del Río Pativilca	4577
Cuenca del Río Rímac (parte media y alta)	3503.95
Cuenca del Río Supe	1016

Fuente: Dirección Regional de Agricultura Lima (2008).

La cuenca del río Chancay – Huaral abarca la provincia de Huaral y parte de la provincia de Lima. Presenta un clima que varía desde árido y semi cálido a pluvial y gélido. Además, cuenta con 6 subcuencas tributarias: Vichaycocha, Baños, Carac, Añasmayo, Huataya y Orcón.

La cuenca del río Chillón se origina en laguna de Chonta a 4850 msnm en la cordillera de la viuda, tiene una distancia total de 126 km y presenta una pendiente promedio de 3.85%. Además, cuenta con un clima que varía entre semi cálido muy seco a frío o boreal.

La cuenca del río Cañete nace en la laguna Ticllacocha, ubicada al pie de las cordilleras de Ticlla y Pichahuearto a una altitud de 4 429 m.s.n.m. Esta cuenta con subcuencas: Tanta (Cuenca Alta), Alis, Laraos, Huantán, Aucampi, Cakra, Tupe, Huangascar y Media. El Mapa A.4 permite observar la cuenca del río Cañete.

### Agua para uso Agrícola

La región Lima cuenta con una superficie de 180 922.6 hectáreas, donde el 93.76% se encuentra bajo riego y el 6.24% en seco. En los casos de Barranca, Huaral y Huaura, la superficie agrícola se encuentra en su totalidad bajo riego.

**Cuadro III. 19: Región Lima: Superficie agrícola bajo riego y seco y superficie no agrícola por clase de tierras, según provincia, 1994**

Provincia	Total 1/	Superficie agrícola					Superficie no agrícola			
		Total	Bajo riego	%	En seco	%	Total	Pastos Naturales	Montes y Bosques	Otras Tierras
Departamento de Lima	2115586.50	194427.70	183136.20	94.19	11.291.2	5.81				
Ambito Regional Lima	2075553.00	180922.60	169631.10	93.76	11291.20	6.24	1894630.83	1310303.10	44901.66	539426.07
Barranca	38273.80	26199.90	26199.90	100.00	.00	.00	12073.97	490.43	7550.04	4033.50
Cajatambo	91127.20	5662.80	4759.40	84.05	903.40	15.95	85464.51	71999.47	130.09	13334.95
Canta	136133.70	5169.50	4626.50	89.50	543.00	10.50	130964.21	100449.20	401.06	30113.95
Cañete	157580.80	38908.60	38425.70	98.76	482.90	1.24	118672.22	583.09	221.70	117867.43
Huaral	239024.40	27063.90	27063.90	100.00	.00	.00	211960.48	120371.53	10586.91	81002.04
Huachipaico	470403.90	15344.30	11078.70	72.20	4265.60	27.80	455059.57	336644.94	16885.49	101529.14
Huaura	296849.20	40305.90	40305.50	100.00	.00	.00	256543.67	140672.60	1967.08	113903.99
Oyon	140695.20	6339.40	4967.20	78.35	1372.20	21.65	134355.76	101444.87	2064.99	30845.90
Yauyos	505464.80	15928.30	12204.30	76.62	3724.10	23.38	489536.44	437646.97	5094.30	46795.17

1/ Se refiere a la superficie potencialmente utilizable

Fuente: Estadísticas de la Unidad Agraria Departamental de Lima

Fuente: Dirección Regional de Agricultura Lima (2008).

Los principales cultivos de la región Lima son: el cultivo de alfalfa, camote, caña de azúcar, maíz amarillo duro, mandarina, manzana y papa.

**Cuadro III. 20: Región Lima: Producción agropecuaria, según principales productos, 2000 – 2010 (Toneladas métricas)**

PRINCIPALES PRODUCTOS	Producción agrícola										
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ajo	7383	7802	6375	5605	7076	6049	8672	4557	4301	4937	579
Alfalfa	545184	505195	496457	481268	467138	468647	475330	480606	481335	487315	453060
Arveja grano verde	6160	6506	5499	4969	5530	4553	6305	5583	6175	5515	5793
Camote	173353	168380	144617	120308	125519	115766	100969	102998	99767	135493	136857
Caña de Azúcar	1512668	1552892	1526517	1648729	1712938	1545207	1591248	1681884	1641862	1560444	1293061
Cebolla	27232	29959	20316	20929	25317	26901	37588	34011	41234	40644	49396
Frijol Grano verde	2294	2107	2362	2622	2741	3002	4623	3067	4641	5682	3365
Haba grano verde	4368	4410	4588	3055	2488	3023	3984	4113	4980	4253	4253
Maíz Amarillo Duro	175597	223515	222497	211458	205035	194102	167495	213803	244217	251363	268119
Maíz choclo	32904	36958	27470	37797	42080	32142	27443	30564	41202	35716	34709
Mandarina	61113	62780	65986	97556	99415	102825	108467	113382	112565	86536	127490
Manzana	135873	117373	103854	114714	128899	122460	121254	122522	124140	126014	132838
Naranja	38600	57226	51230	51494	54736	57825	56126	50343	50839	34749	35661
Palta	23378	29179	27393	29559	31184	33293	35179	37791	38832	43598	46317
Papa	119236	119133	140902	126649	222738	180634	174154	182882	208008	173395	249495
Tomate	138530	110806	47101	45330	37492	37517	34195	33860	47648	48261	42527
Yuca	33799	32495	40716	35767	27909	25246	30707	26334	21554	41750	45334
Algodón Rama	20166	25125	28425	25967	30169	26330	28118	21372	16372	6797	3311

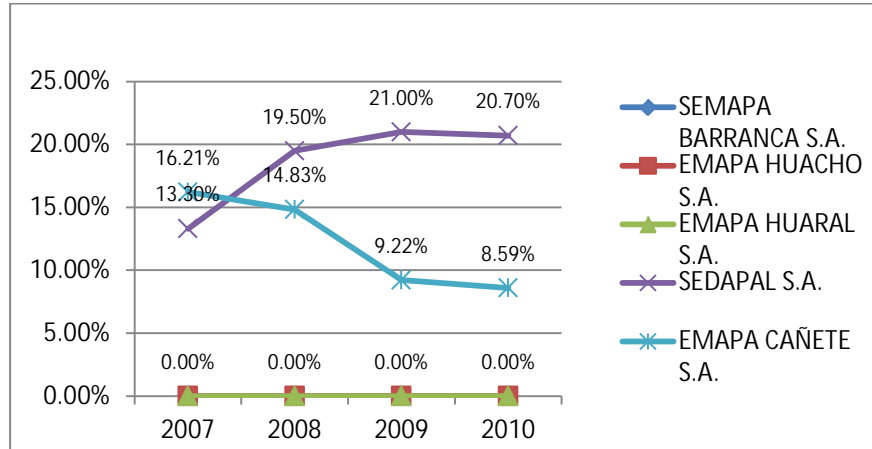
Fuente: Elaboración propia según la base de datos de la OEEE, MINAG (2011).

### *Agua potable y saneamiento*

En la región Lima, hay cinco empresas prestadoras de servicios de saneamiento, de las cuales solo SEDAPAL y EMAPA CAÑETE dan tratamiento a las aguas residuales. En el caso de SEDAPAL, está ha aumentado el porcentaje de tratamiento de aguas residuales de 2007 a 2010, mientras que en EMAPA CAÑETE ha caído.



**Gráfico III. 9: Región Lima: Tratamiento de Aguas Residuales, según EPS, 2007 - 2010**



Fuente: Elaboración propia según datos de SUNASS (2011).

Con respecto a la cobertura de agua potable, las cinco EPS brindan una cobertura de agua potable mayor al 65% de la población urbana. En cuanto a la cobertura de alcantarillado es mayor al 55%, donde la EPS que brinda la mayor cobertura es EMAPA HUACHO. SEDAPAL que es la EPS más grande en el país, brinda una cobertura de alcantarillado de 80.1%.

Al 2011 la Municipalidad de Lima contaba con 5 plantas de tratamiento y usa las aguas tratadas (con una capacidad de producción conjunta de 339,085 m<sup>3</sup> /año) para el riego de áreas verdes en los intercambios viales (aproximadamente 18 Ha). La diversidad de los diferentes distritos en Lima conduce a que existan soluciones diferentes para cada distrito (por ejemplo, para tecnologías de tratamiento de aguas residuales). Por lo tanto, deben encontrarse soluciones apropiadas para las condiciones locales, las cuales, al mismo tiempo, contribuyan también a una estrategia general óptima de la gestión del agua.

## IV. Tecnologías prioritarias para la adaptación al cambio climático: Recursos Hídricos

### 4.1 Identificación y clasificación de lista larga de tecnologías

La adaptación en el sector de recursos hídricos ofrece muchas oportunidades para lo que se conoce como “acciones de las cuales no hay que lamentarse” (*no regrets options*), debido a que éstas generarían beneficios sociales y económicos netos independientemente de si se produce o no el impacto del cambio climático (ANA, 2010) (Elliot, et.al., 2011). Es decir, este tipo de acciones genera impactos positivos de cualquier modo, como por ejemplo, en la mejora de la salud de la población, en la reducción de la contaminación o eventualmente en la mejora de la eficiencia productiva que reduce costos.

Existen diversas formas de ordenar las tecnologías, una de ellas es la de Elliot, et.al. (2001) que menciona 6 tipologías con 11 tecnologías que pueden ser parte de más de un tipo de acción de adaptación.

**Cuadro IV. 1: Tipologías de medidas de adaptación relacionada a recursos hídricos**

Tipologías	Tecnologías
Diversificación de oferta hídrica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desalinización</li> <li>- Recolección de agua de lluvias (micro y pequeños reservorios)</li> <li>- Recolección de agua de neblina</li> <li>- Reuso de agua</li> <li>- Apoyo post construcción para sistemas de agua basados en la gestión comunitaria</li> </ul>
Recarga de acuíferos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recolección de agua de lluvias (micro y pequeños reservorios)</li> <li>- Recolección de agua de techos</li> <li>- Reuso de agua</li> </ul>
Preparación para eventos climáticos extremos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protección de pozos ante inundaciones</li> <li>- Apoyo post construcción para sistemas de agua basados en la gestión comunitaria</li> <li>- Planes de Seguridad de agua</li> <li>- Incremento de resistencia de pozos protegidos</li> </ul>
Resistencia a la degradación de la calidad de agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desalinización</li> <li>- Tratamiento de agua domiciliario y almacenamiento</li> <li>- Incremento de resistencia de pozos protegidos</li> <li>- Detección y reparación de tuberías de agua (contaminación)</li> <li>- Apoyo post construcción para sistemas de agua basados en la gestión comunitaria</li> <li>- Recolección de agua de techos</li> <li>- Reuso de agua</li> <li>- Planes de Seguridad de agua</li> </ul>

Tipologías	Tecnologías
Conservación de agua	- Artefactos para un uso eficiente del agua - Detección y reparación de tuberías de aguas (fugas)
Control y captura de agua de lluvias intensas	- Recolección de agua de lluvias (micro y pequeños reservorios) - Recolección de agua de techos

Fuente: Elliot, et.al. (2001)

Para el caso de estudio, consideraremos las siguientes 5 tipologías escogidas sobre la base de la vulnerabilidad de las regiones y sectores analizados. Las tipologías son las siguientes:

- **Diversificación de la oferta de agua:** como se mencionó en el capítulo anterior, los escenarios de cambio climático para el Perú estiman que existirá mayor variabilidad en las precipitaciones en algunas zonas, así como sequías más frecuentes y prolongadas en otras zonas. Los patrones de cambio aún son variados y existe diversas opiniones respecto a que si el cambio climático hará que efectos como el Fenómeno de El Niño (FEN) sea más recurrente e intenso en los próximos años. A este escenario, se agrega el hecho que el derretimiento de glaciares ocasionará una reducción del volumen de agua en un futuro no muy lejano, especialmente en ríos de la vertiente del Pacífico. Todos estos impactos hacen necesario que diversifique la oferta de agua como una manera de adaptarse al cambio climático.

La diversificación de la oferta de agua ocurre a diferentes escalas, desde grandes proyectos de trasvases y represas, que pueden satisfacer necesidades de una gran cantidad de población, hasta intervenciones a nivel de cada hogar. La cosecha de agua es una denominación usada para la recolección y almacenamiento de agua para el abastecimiento doméstico o para la producción de cultivos. La fuente de agua siempre es de origen local, como puede ser la escorrentía superficial de las lluvias, el caudal de un pequeño arroyo, un canal, un manantial, o una combinación de estas fuentes. Como fuera, todas dependen – directa o indirectamente– de un mismo proceso: la escorrentía y concentración de aguas de lluvia.

Tecnologías incluidas:

- Desalinización
- Cosecha del agua de lluvia: micro y pequeños reservorios
- Cosecha de agua de neblina: Paneles atrapanieblas
- Cosecha de agua de lluvia de techos

La aplicación de estas tecnologías permitirá que el poblador logre tener fuente de agua complementaria a la del agua superficial para usos diversos. De este modo,

el impacto del cambio climático se verá reducido. La adecuación de cada una de estas tecnologías dependerá del tipo de poblador (rural y urbano) y de las condiciones del entorno.

Algunas de las tecnologías mencionadas dentro de esta tipología están siendo implementadas en diversos programas y proyectos de Agrorural, en proyectos especiales del sector agricultura y en proyectos de ONGs. Sin embargo, estas tecnologías no están estandarizadas, es decir, no existe un paquete tecnológico que pueda ser utilizado por las regiones.

- **Recarga del acuífero:** El agua del subsuelo constituye una solución en aquellas zonas de escasez de agua superficial en algunas épocas del año. Sin embargo, el uso indiscriminado de agua del subsuelo hace que estas reservas se agoten y ponen en peligro las actividades productivas que dependen de este insumo. En este sentido, la recarga de los acuíferos está siendo considerada una actividad muy popular en nuestro país, e incluso ha sido una práctica ancestral en las zonas andinas.

Tecnologías incluidas:

- Zanjas de infiltración y AMUNAS
- Micro represas

Este tipo de tecnología beneficiará principalmente a pobladores rurales en el largo plazo, dado que su característica fundamental es generar reservas de agua. Además, promueve que el recurso hídrico sea utilizado de forma más eficiente, no dejando que se desperdicie en la superficie. De esta manera, el poblador rural podrá tener mejores cosechas y sus ingresos no se verán afectados por efectos del cambio climático.

Existen actualmente proyectos en zonas rurales que aplican estas tecnologías. Al igual que es caso anterior, la sistematización de experiencias en la aplicación de estas tecnologías no se encuentra disponible y tampoco existe los paquetes tecnológicos de las mismas. Además, las AMUNAS, por ejemplo, son prácticas ancestrales de muchas comunidades rurales, las cuales no han sido recogidas para establecerlas como paquetes tecnológicos.

- **Preparación para eventos extremos - FEN:** La intensificación de eventos como El Niño y La Niña ocasionados por los efectos del calentamiento global y, en general, la variabilidad climática puede afectar de manera sustancial algunas zonas del país, como es el caso de Piura. Las tecnologías pueden disminuir la vulnerabilidad a estos eventos extremos.

Tecnologías incluidas:

- Pozos tubulares para oferta doméstica de agua

- Mejora en la resistencia de pozos a inundaciones

Estas tecnologías permiten que los pobladores se protejan de eventos extremos que podría ocasionar pérdida de la inversión realizada en infraestructura para riego. En este sentido estas tecnologías son preventivas y evitan costos futuros, lo que se convierte en beneficios para los pobladores.

- **Resistencia a la degradación de la calidad de agua:** El cambio climático puede exacerbar la contaminación de agua debido al incremento de la temperatura del agua, o a las precipitaciones intensas que provocan avalanchas de lodo y todo tipo de materiales orgánicos e inorgánicos.

Tecnologías incluidas:

- Desalinización
- Tratamiento de agua en el hogar y almacenamiento seguro
- Tratamiento de agua y reuso

Las tecnologías presentadas reducen los impactos negativos de una externalidad negativa, como es la contaminación de agua, dado sus impactos en la salud. Por lo tanto, al igual que el caso anterior, son tecnologías que previenen impactos adversos y, en ese sentido, son beneficiosas para la población.

Las tecnologías sobre tratamiento de aguas servidas han sido las más trabajadas como paquetes tecnológicos, debido fundamentalmente, a que existe un mercado comercial para las mismas. En este sentido, la tarea pendiente es estandarizar el uso de las tecnologías disponibles a las condiciones del entorno (ciudades grandes, pequeñas y/o rurales).

- **Conservación de agua:** El consumo de agua generalmente se incrementa cuando un país se desarrolla, sin embargo, el consumo per cápita de agua podría reducirse si se utiliza el recurso más eficientemente. Lo mismo se aplica a las industrias que utilizan el agua como parte de su proceso productivo. En este caso, las tecnologías se acercan más a cambios en los procesos productivos.

Tecnologías incluidas:

- Uso de aparatos domésticos eficientes en agua: inodoros, caños, etc.
- Detección y reparación de los sistemas de tuberías extradomiciliarios
- Cambios en procesos productivos para uso y reuso más eficiente del agua (producción más limpia)

Si bien este tipo de tecnología no tiene una relación directa con el cambio climático, constituyen elementos complementarios que permiten una mejora en la

eficiencia del uso del recurso, y por lo tanto, en el largo plazo tendrá efectos positivos en todos los pobladores.

Las tecnologías antes mencionadas guardan relación con la vulnerabilidad de cada una de las regiones bajo estudio, mencionadas en extenso en las secciones 3.2.2, 3.2.3 y 3.2.4.

A continuación se presenta la lista de tecnologías seleccionadas para el análisis considerando las características generales de cada una de ellas.

**Cuadro IV. 2: Tecnología 1: Desalinización**

<b>Nombre de la tecnología</b>	Desalinización (osmosis inversa)
<b>Sector</b>	Vivienda - consumo humano
<b>Subsector</b>	Oferta de agua: diversificación de fuentes
<b>Descripción general del funcionamiento de la tecnología</b>	Incluye la remoción del cloruro de sodio y otros constituyentes del agua de mar. Dos resultados se logran con este mecanismo: agua pura y alta concentración de residuos quemados. Los dos métodos principales para la desalinización son el proceso térmico y el proceso de membranas.
<b>Impactos</b>	
Contribución al desarrollo sustentable: - Prioridades de desarrollo social - Prioridades desarrollo económico - Prioridades de desarrollo ambiental	Si bien el producto final (agua para consumo) es importante como fuente alternativa de agua, el proceso productivo de la desalinización requiere de gran cantidad de energía, que contribuye con las emisiones de GEI. Además, puede generar impactos ambientales adversos por los desechos (sales) del proceso productivo. Constituye una solución a necesidades de agua en zonas costeras alejadas.
<b>Mercado potencial</b>	Acceso a una oferta de agua para consumo humano, comercial e industrial.
<b>Costos</b>	
<b>Costos de capital</b>	Los costos varían mucho dependiendo del lugar. Algunos costos de mayor relevancia son: el costo de la energía, la escala o tamaño de la planta, y el contenido de sal de la fuente de agua. Osmosis inversa: \$0.26 – 0.54/m <sup>3</sup> para plantas que producen entre 5,000 y 60,000m <sup>3</sup> /día; y \$0.78-

	1.33/m3 para plantas que producen menos de 1,000 m3/día.
<b>Costos de O&amp;M</b>	N.D.
<b>Algunas experiencias</b>	SEDAPAL: Planta desalinizadora de agua de mar para abastecer de agua potable al sur de Lima, con 150 millones de dólares de inversión. La planta atenderá a los distritos de Pucusana, Santa María del Mar, Punta Hermosa, Punta Negra, San Bartola, Lurín y Pachacamac.

### Cuadro IV. 3: Tecnología 2: Reservorios y sistemas de riego

<b>Nombre de la tecnología</b>	Micro represas
<b>Sector</b>	Agricultura tradicional
<b>Subsector</b>	Oferta hídrica: Mediante la cosecha del agua de lluvia y de escorrentía, almacenándola en reservorios rústicos y construcción de zanjas de infiltración como sistema complementario.
<b>Descripción general del funcionamiento de la tecnología</b>	Las micro represas son depósitos o reservorios de agua que se construyen aprovechando la depresión natural del suelo o lagunas naturales, levantando un dique de tierra compactada que permite contener el agua excedente del período de lluvias y almacenarla para su posterior uso mediante técnicas de riego en los períodos de mayor escasez. Adicionalmente, se puede lograr una lenta infiltración de agua favoreciendo la recarga de acuíferos.
<b>Impactos</b>	
Contribución al desarrollo sustentable: - Prioridades de desarrollo social - Prioridades desarrollo económico - Prioridades de desarrollo ambiental	El incremento de la oferta de agua permite aumentar la cantidad y rendimiento de cultivos y pastos (con irrigación). Mejora los niveles de organización social en torno al manejo del recurso. Conserva las especies de flora y fauna, mejora los impactos generados por el sobrepastoreo y los suelos, en general.
<b>Mercado potencial</b>	Posible de realizar en condiciones específicas: (i) características topográficas y fisiográficas de las microcuencas, (ii) hidrología y (iii) aspecto social organizativo. Son sistemas de fácil construcción, su adaptabilidad a la agricultura familiar en zonas de ladera, su potencial de

	incrementar la seguridad alimentaria y la obtención de ventajas de mercado.
<b>Costos</b>	
<b>Costos de capital</b>	<p>La opción de utilizar geomembranas (lámina de plástico) para la impermeabilización de reservorios en suelos muy arenosos/pedregosos, incrementa sustancialmente el costo del sistema, pero sigue siendo bastante más económica en comparación con reservorios de concreto.</p> <p>Costo de inversión aprox. S/ 20,500 para una capacidad de 1300 m<sup>3</sup>, reservorio revestido con geomembranas.</p> <p>Costo de inversión aprox. S/. 8,500 para una capacidad de 1300 m<sup>3</sup>, reservorio en tierra compactada.</p> <p>Los costos deben considerar también los sistemas de aducción y red de riego, que llegarn a S/. 1,900 adicionales aproximadamente.</p>
<b>Costos de O&amp;M</b>	N.D: costos bastante bajos.
<b>Algunas experiencias</b>	<p>Macroregión sur (Arequipa, Moquegua y Puno), zonas alto andinas.</p> <p>La cosecha de agua y particularmente la introducción de sistemas de riego predial regulados por micro reservorios son lideradas por el Instituto Cuencas, entre otros con apoyo técnico de la cooperación técnica alemana en Cajamarca.</p>

**Cuadro IV. 4: Tecnología 3: Paneles atrapanieblas**

<b>Nombre de la tecnología</b>	Paneles atrapanieblas
<b>Sector</b>	Agricultura /consumo humano
<b>Subsector</b>	Oferta de agua
<b>Descripción general del funcionamiento de la tecnología</b>	<p>Los paneles atrapanieblas son mallas de polipropileno sostenidas por un palo en cada extremo y colocadas en dirección perpendicular al viento dominante y pueden tener aproximadamente cuatro metros de alto por ocho de ancho. A medida que soplan los vientos, la niebla pasa por la zona, y la que choca contra las redes se queda allí atrapada y es escurrida hacia abajo.</p> <p>Luego el agua escurre por cañerías hasta tanques y piletas que juntas pueden almacenar hasta 95 mil litros de agua. En un buen</p>



	día de niebla, se pueden llegar a juntar 568 litros de agua. Se pueden sembrar árboles también que actúan luego como atrapanieblas naturales.
<b>Impactos</b>	
Contribución al desarrollo sustentable: - Prioridades de desarrollo social - Prioridades desarrollo económico - Prioridades de desarrollo ambiental	La agricultura puede ser una alternativa económica cuando se aprovecha el agua de la neblina para el riego y así se crea puestos de trabajo cerca de los hogares. La vinculación de los atrapanieblas con un ingreso económico, motiva a la población a mantener los mismos en funcionamiento. Entre otros beneficios se tiene la reducción del riesgo de deslizamientos de suelo y piedras, en caso de producirse lluvias excepcionales de verano en la costa central; la protección de un ecosistema en vías de extinción; la contribución al crecimiento de la ciudad en forma ordenada y planificada.
<b>Mercado potencial</b>	Amplio mercado porque no se requiere de mucha inversión.
<b>Costos</b>	
<b>Costos de capital</b>	Costos muy reducidos, básicamente la malla de polipropileno. Luego se puede utilizar un marco de palos y unos recipientes para recibir el agua. Cada panel tiene un costo de S/. 100 y puede captar unos 5 metros cúbicos de agua.
<b>Costos de O&amp;M</b>	Costo muy reducido.
<b>Algunas experiencias</b>	Proyecto desierto verde en Villa María del Triunfo. Paneles atrapanieblas en San Miguel (Costa Verde). Alrededor de Lima hay aproximadamente 3.500 - 4.000 ha de Lomas.

**Cuadro IV. 5: Tecnología 4: Cosecha de agua de lluvia en techos**

<b>Nombre de la tecnología</b>	Captura de agua de lluvia de los techos
<b>Sector</b>	Consumo Humano y uso en viviendas
<b>Subsector</b>	Oferta de agua

<p align="center"><b>Descripción general del funcionamiento de la tecnología</b></p>	<p>La cosecha de agua pluvial se refiere a estructuras que conducen el agua -por medio de canaletas- a un filtro para su almacenamiento y uso posterior. Cualquier superficie adecuada de techos, como tejas, láminas o plásticos (pero no asbesto) pueden ser ocupadas para interceptar el flujo del agua y proveer de una fuente segura de este líquido. La conducción de los escurrimientos a los cuerpos de almacenaje se efectúa por medio de canalones en techos, tuberías de lámina y/o PVC y canaletas con o sin rejillas en los pisos.</p> <p>El agua de lluvia generalmente alcanza los estándares de agua potable si el sistema está bien diseñado y mantenido.</p>
<b>Impactos</b>	
<p>Contribución al desarrollo sustentable:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prioridades de desarrollo social</li> <li>- Prioridades desarrollo económico</li> <li>- Prioridades de desarrollo ambiental</li> </ul>	<p>Representa una solución local que puede ser fácilmente adoptada y adaptada.</p> <p>El agua de lluvia es un recurso gratuito y fácil de mantener. Se puede utilizar en actividades que no requieran de su consumo.</p> <p>Fomenta la cultura de la conservación.</p> <p>Reduce la utilización de energía y de químicos necesarios para tratar el agua de lluvia en la ciudad.</p>
<p align="center"><b>Mercado potencial</b></p>	<p>Las áreas expuestas a la lluvia son mayoritariamente impermeables (techos y estacionamientos), por lo que la captación se puede realizar con inversiones relativamente pequeñas.</p>
<b>Costos</b>	
<p align="center"><b>Costos de capital</b></p>	<p>Además de la instalación de canaletas y filtro, el costo más fuerte se relaciona directamente con el tamaño del tanque de almacenamiento.</p>
<p align="center"><b>Costos de O&amp;M</b></p>	<p>N.D.</p>
<p align="center"><b>Algunas experiencias</b></p>	<p>En países como Inglaterra, Alemania, Japón o Singapur, el agua de la lluvia se aprovecha en edificios que cuentan con el sistema de recolección, para después utilizarla en los baños o en el combate a incendios, lo cual representa un ahorro del 15% del recurso.</p>

**Cuadro IV. 6: Tecnología 5: Tratamiento de Aguas Residuales**

Nombre de la tecnología	Tratamiento o reuso de aguas residuales
Sector	Usos no potables
Subsector	Oferta de agua
<p align="center"><b>Descripción general del funcionamiento de la tecnología</b></p>	<p>Consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente del uso humano.</p> <p>El proceso usual del tratamiento de aguas residuales domésticas puede dividirse en las siguientes etapas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pretratamiento,</li> <li>• tratamiento primario o físico,</li> <li>• tratamiento secundario o biológico y</li> <li>• tratamiento terciario que implica una cloración</li> </ul> <p>Para el tratamiento secundario, los procesos aeróbicos más frecuentemente utilizados son las lagunas aireadas y los lodos activados. Los procesos anaeróbicos que consiste en una serie de procesos microbiológicos que ocurren dentro de un recipiente hermético, que realizan la digestión de la materia orgánica con producción de metano. Pueden intervenir diferentes tipos de microorganismos, pero es desarrollado principalmente por bacterias. Ejemplos de tratamientos anaeróbicos son los tanques sépticos y los reactores anaerobios que tratan el agua en un sistema sin luz, oxígeno ni movimiento.</p>
<b>Impactos</b>	
<p>Contribución al desarrollo sustentable:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prioridades de desarrollo social</li> <li>- Prioridades desarrollo económico</li> <li>- Prioridades de desarrollo ambiental</li> </ul>	<p>El tratamiento de aguas residuales evita la contaminación del mar u otros cuerpos receptores, eliminando los focos de contaminación, por lo que tiene un efecto positivo en materia ambiental. Por otro lado, al poder reutilizar el agua permite que otras actividades económicas puedan ser factibles y algunas sean más rentables; impactando positivamente en el bienestar de la población.</p>

<p style="text-align: center;"><b>Mercado potencial</b></p>	<p>Según los datos presentados por SUNASS en la Conferencia Peruana de Saneamiento-PERUSAN 2008, realizado a fines de ese año, el inventario tecnológico del sector saneamiento indica que existen actualmente en Perú:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 132 Lagunas</li> <li>• 5 Filtros Percoladores</li> <li>• Lodos Activados</li> <li>• Tanques Imhoff</li> <li>• 1 RAFA (UASB)</li> </ul>
<b>Costos</b>	
<p style="text-align: center;"><b>Costos de capital</b></p>	<p>Las inversiones varían según el tipo de tratamiento seleccionado, caudal, área a utilizar, entre otros.</p> <p>La planta de tratamiento de La Chira con un caudal de 11 m<sup>3</sup>/seg y que tiene un proceso anaeróbico tiene un costo de inversión de S/. 157 millones.</p> <p>La planta de tratamiento de Puente Piedra, con un caudal de 422 x 103 con tecnología de lodos activados y aireación tiene un costo de S/.16.8 millones.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Costos de O&amp;M</b></p>	<p>N.D.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Algunas experiencias</b></p>	<p>Las EPS que cuentan con plantas de tratamiento de agua residuales, que reciben el 100% de los desagües producidos en sus respectivos sistemas son: EMAPISCO S.A., SEMAPACH S.A. y EPS MOQUEGUA S.R.LTDA.</p> <p>En Lima y Callo, la recolección y tratamiento está a cargo de SEDAPAL a través de la red de alcantarillado y plantas de tratamiento. SEDAPAL maneja alrededor de 19 plantas con capacidad de tratamiento.</p>

**Cuadro IV. 7: Tecnología 6: Zanjas de infiltración**

<p style="text-align: center;"><b>Nombre de la tecnología</b></p>	<p>Zanjas de infiltración</p>
<p style="text-align: center;"><b>Sector</b></p>	<p>Agricultura</p>
<p style="text-align: center;"><b>Subsector</b></p>	<p>Oferta de agua</p>

<p><b>Descripción general del funcionamiento de la tecnología</b></p>	<p>Las zanjas de infiltración son un tipo de obras alternativas de drenaje, usadas para captar parcial o totalmente el escurrimiento superficial. El fin es disminuir el caudal máximo y volumen total de escorrentía, recargar la napa subterránea y mejorar la calidad del efluente.</p> <p>Por ejemplo, una zanja de infiltración de sección trapezoidal puede tener las siguientes dimensiones de 0.50 base mayor X 0.40 base menor X 0.40 de altura, por 10 m de largo, distanciados por tabiques de 0.50 m. Esta capta en promedio de 1 a 1.2 m<sup>3</sup> de agua, en 1,000 m.</p> <p>Lo que resulta en que 1.0 ha de Zanja de Infiltración puede captar hasta de 180 a 200 m<sup>3</sup> de agua/ha.</p>
<b>Impactos</b>	
<p>Contribución al desarrollo sustentable:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prioridades de desarrollo social</li> <li>- Prioridades desarrollo económico</li> <li>- Prioridades de desarrollo ambiental</li> </ul>	<p>Permite recuperar suelos que de otro modo serían improductivos, impactando positivamente en los ingresos familiares.</p> <p>Además, las zanjas se realizan con faenas comunales, lo cual permite también la cohesión social.</p>
<p><b>Mercado potencial</b></p>	<p>La técnica es conocida y normalmente se realiza en comunidades rurales a través del trabajo comunal.</p>
<b>Costos</b>	
<p><b>Costos de capital</b></p>	<p>Alrededor de S/. 2 200 por hectárea para las zanjas de infiltración, incluyendo el valor de la mano de obra comunal (Comunidad de Ayas, Junín).</p>
<p><b>Costos de O&amp;M</b></p>	<p>N.D.</p>
<p><b>Algunas experiencias</b></p>	<p>La experiencia de Manejo de Recursos Naturales en las prácticas de Conservación de suelos para la Producción Agropecuaria, fue iniciado por el PROGRAMA NACIONAL DE MANEJO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS Y CONSERVACION DE SUELOS, PRONAMACHS, desde los años 1998 en Jullicunca Microcuenca Pallcca, en 1999 en Cuyuni Microcuenca Ccatcca alta y el año 2000 en Ccarhuayo Microcuenca Aaccasi, en el Marco del Proyecto Manejo de Recursos Naturales para el Alivio a la Pobreza en la Sierra JBIC-II.</p>

**Cuadro IV. 8: Tecnología 7: Recarga de acuíferos o AMUNAS**

<b>Nombre de la tecnología</b>	AMUNAS, sistema hidro-geocultural de recarga artificial de acuíferos
<b>Sector</b>	Agricultura tradicional
<b>Subsector</b>	Oferta hídrica: sistema de recarga de acuíferos de origen prehispánico que permite alargar, en el tiempo, la descarga del agua que fluye en manantiales.
<b>Descripción general del funcionamiento de la tecnología</b>	Las aguas de lluvia y las de escorrentía son captadas en las partes altas de la montañas, donde la ocurrencia de lluvias es mayor, recurriendo a varios procedimientos para su infiltración, entre estos destacan: demorar mediante diques rústicos el descenso de las aguas que discurren por las pequeñas quebradas, llevando el agua por pequeños canales llamados acequias amunadoras, a la parte media de las montañas donde existen sitios de roca fisurada o fracturada o para extenderla hacia pequeños embalses o reservorios construidos.
<b>Impactos</b>	
Contribución al desarrollo sustentable: - Prioridades de desarrollo social - Prioridades desarrollo económico - Prioridades de desarrollo ambiental	La recarga de acuíferos permite que la actividad agrícola pueda ser más rentable, al disponer de agua de forma permanente. Por lo que genera beneficios a los pobladores de zonas rurales. Asimismo, expresa un grado de resiliencia social ante riesgos de eventos estacionales extremos (lluvias y sequías), así como ante los efectos del cambio climático.
<b>Mercado potencial</b>	Consiste en una práctica ancestral.
<b>Costos</b>	
<b>Costos de capital</b>	En el caso de las amunas, se trata de una técnica cuya eficacia ya ha sido comprobada por los campesinos de la sierra alta de Lima. El costo se basa en los jornales de la comunidad.
<b>Costos de O&amp;M</b>	N.D.
<b>Algunas experiencias</b>	Existen este tipo de tecnologías en el Valle de Santa Eulalia y la Comunidad Campesina de Paccho (valle de Huaura).

**Cuadro IV. 9: Tecnología 8: Pozos tubulares para oferta doméstica de agua**

<b>Nombre de la tecnología</b>	Pozos tubulares para oferta doméstica de agua
<b>Sector</b>	Vivienda en zona rural /Agricultura
<b>Subsector</b>	Eventos extremos
<b>Descripción general del funcionamiento de la tecnología</b>	<p>Consiste en unos tubos angostos impulsado en una zona de rodamiento de agua de la sub superficie. Se utiliza la fuerza o una bomba automática para traer el agua a la superficie.</p> <p>Estos pozos tienen pequeños diámetros, llevan un forro de tubería de acero, fierro apropiado o por lo menos de otro material impermeable (PVC), las uniones de los tubos del forro se hacen con acoples roscados, el diámetro del forro será suficiente para colocar el cilindro de la bomba de mano con la tubería de impulsión, el cilindro irá a una profundidad adecuada para que la bomba no pierda su poder de succión.</p>
<b>Impactos</b>	
<p>Contribución al desarrollo sustentable:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prioridades de desarrollo social</li> <li>- Prioridades desarrollo económico</li> <li>- Prioridades de desarrollo ambiental</li> </ul>	Constituye casi la única alternativa ante sequías, logrando evitar costos económicos a la población vulnerable. Sin embargo, sin una adecuada regulación puede generar el agotamiento de la napa freática.
<b>Mercado potencial</b>	Existe mercado para todos los insumos necesarios para esta tecnología.
<b>Costos</b>	
<b>Costos de capital</b>	Los costos varían considerablemente dependiendo de varios factores.
<b>Costos de O&amp;M</b>	N.D.
<b>Algunas experiencias</b>	Inventario de aguas subterráneas en Mala (MINAG). Usuarios de pozos (SUNASS)

**Cuadro IV. 10: Tecnología 9: Mejora en la resistencia de pozos a inundaciones**

<b>Nombre de la tecnología</b>	Protección contra inundaciones
<b>Sector</b>	Agricultura
<b>Subsector</b>	Protección contra eventos extremos
<b>Descripción general del funcionamiento de la tecnología</b>	Incluye una infraestructura de concreto para aislar la superficie del agua de la entrada del pozo. Un recinto hermético que esté de 1 a 3 metros por encima de la superficie y prevenga la contaminación y un método de acceder al agua pero que cierre al siguiente usuario.
<b>Impactos</b>	
Contribución al desarrollo sustentable: - Prioridades de desarrollo social - Prioridades desarrollo económico - Prioridades de desarrollo ambiental	Evita la contaminación de las fuentes de agua, sobretodo en un evento extremo donde el recurso se torna escaso.
<b>Mercado potencial</b>	Los equipos e insumos necesarios están disponibles en el mercado.
<b>Costos</b>	
<b>Costos de capital</b>	N.D.
<b>Costos de O&amp;M</b>	N.D.
<b>Algunas experiencias</b>	N.D.



**Cuadro IV. 11: Tecnología 10: Tratamiento de agua en el hogar y almacenamiento seguro**

<b>Nombre de la tecnología</b>	Tratamiento doméstico del agua
<b>Sector</b>	Consumo humano
<b>Subsector</b>	Prevención de la contaminación
<b>Descripción general del funcionamiento de la tecnología</b>	Algunos de los sistemas domésticos para el tratamiento de agua utilizados más frecuentemente en los países en vías de desarrollo son la cloración, la filtración, la desinfección solar, la filtración/cloración combinadas, y la floculación/cloración combinadas.
<b>Impactos</b>	
Contribución al desarrollo sustentable: - Prioridades de desarrollo social - Prioridades desarrollo económico - Prioridades de desarrollo ambiental	Este tipo de acciones evitan la contaminación del agua, y por lo tanto evita también posibles enfermedades.
<b>Mercado potencial</b>	Existe un mercado formado de empresas que proveen de los distintos tipos de tratamiento para agua, el más común de estos productos son los filtros.
<b>Costos</b>	
<b>Costos de capital</b>	Los costos varían dependiendo del sistema a utilizar. Inclusive depende del tipo de producto utilizado.
<b>Costos de O&amp;M</b>	N.D.
<b>Algunas experiencias</b>	Mercados nacionales.

**Cuadro IV. 12: Tecnología 11: Uso de aparatos domésticos eficientes en agua**

<b>Nombre de la tecnología</b>	Aparatos domésticos ahorradores de agua
<b>Sector</b>	Consumo humano y de vivienda
<b>Subsector</b>	Eficiencia en uso de agua
<b>Descripción general del funcionamiento de la tecnología</b>	Incluye la transferencia tecnológica de los países desarrollados a través de productos que hacen un uso más eficiente del agua. Los artefactos domésticos más comunes que ahorran agua son las lavadoras de ropa, lavadora de platos, inodoros, duchas y caños de agua.
<b>Impactos</b>	
Contribución al desarrollo sustentable: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prioridades de desarrollo social</li> <li>- Prioridades desarrollo económico</li> <li>- Prioridades de desarrollo ambiental</li> </ul>	Reduce el volumen de agua utilizada por habitante, por lo tanto, es una mejora en la eficiencia. Fomenta la cultura de la conservación. Permite desarrollar un mercado de productos con mayor valor agregado y ambientalmente amigable.
<b>Mercado potencial</b>	Existe un mercado establecido de venta de artefactos domésticos ahorradores de agua. Generalmente el precio de los mismos es más alto.
<b>Costos</b>	
<b>Costos de capital</b>	N.D.
<b>Costos de O&amp;M</b>	N.D.
<b>Algunas experiencias</b>	Mercado de electrodomésticos a nivel nacional.

**Cuadro IV. 13: Tecnología 12: Detección y reparación de los sistemas de tuberías extradomiciliarios**

<b>Nombre de la tecnología</b>	Detección, reparación de sistemas de tuberías extradomiciliarias
<b>Sector</b>	Consumo humano
<b>Subsector</b>	Uso eficiente de agua
<b>Descripción general del funcionamiento de la tecnología</b>	<p>La gestión, detección y reparación de pequeñas pérdidas en el sistema de distribución de agua son funciones críticas del sistema de operación y mantenimiento. Una fuga pequeña de cuatro litros por minuto puede continuar por años antes de ser notada, resultando en una pérdida de más de dos millones de litros al año.</p> <p>Esto incluye nuevas tecnologías para la detección de fugas de agua (acústicos, seguimiento químico, y métodos mecánicos); y para la reparación de fugas. Además, las conexiones individuales permiten también detectar fugas de manera rápida.</p>
<b>Impactos</b>	
<p>Contribución al desarrollo sustentable:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prioridades de desarrollo social</li> <li>- Prioridades desarrollo económico</li> <li>- Prioridades de desarrollo ambiental</li> </ul>	Permite un uso más eficiente del recurso hídrico y evita pérdidas económicas como consecuencia de fugas de agua. Fomenta la cultura de la conservación.
<b>Mercado potencial</b>	Existe un sector que provee el servicio de micro medición y que son los encargados de identificar las fugas. Además, el mercado provee los sistemas necesarios para la detección y reparación de fugas.
<b>Costos</b>	
<b>Costos de capital</b>	N.D.
<b>Costos de O&amp;M</b>	N.D.
<b>Algunas experiencias</b>	SEDAPAL. EPS

**Cuadro IV. 14: Tecnología 13: Cambio en procesos productivos para uso y reuso más eficiente del agua.**

<b>Nombre de la tecnología</b>	Procesos de producción más limpia
<b>Sector</b>	Industrias
<b>Subsector</b>	Uso eficiente de agua
<b>Descripción general del funcionamiento de la tecnología</b>	Se incluye una serie de modificaciones de procesos productivos que permiten un uso más eficiente del recurso agua e incluso la posibilidad del reuso de la misma.
<b>Impactos</b>	
Contribución al desarrollo sustentable: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prioridades de desarrollo social</li> <li>- Prioridades desarrollo económico</li> <li>- Prioridades de desarrollo ambiental</li> </ul>	Mejora la eficiencia productiva y la rentabilidad de las empresas al reducir los costos, por el menor uso del recurso agua. Permite la disponibilidad del agua para otros usos. Fomenta la conservación del agua.
<b>Mercado potencial</b>	
<b>Costos</b>	
<b>Costos de capital</b>	Depende del proceso productivo.
<b>Costos de O&amp;M</b>	N.D.
<b>Algunas experiencias</b>	Industria de alimentos, industria de bebidas

**Cuadro IV. 15: Tecnología 14: Generador de agua atmosférica**

Nombre de la tecnología	Generador de Agua Atmosférica / Atmospheric Water Generator (AWG)
Sector	Consumo humano, agricultura
Subsector	Oferta de agua: diversificación de fuentes
Descripción general del funcionamiento de la tecnología	<p>Extrae el agua de la humedad atmosférica a través de un proceso de enfriamiento y condensación, que puede usar los procesos naturales de cambios de temperatura o puede utilizar energía adicional para mayores rendimientos.</p> <p>Existen varias tecnologías relacionadas: de enfriamiento y condensación, disecación y el Airdrop. Ésta última ha sido reconocida por su simplicidad y utilidad, consiste en captar agua del aire, condensarla bajo tierra y devolverla a los cultivos.</p>
Impactos	
<p>Contribución al desarrollo sustentable:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prioridades de desarrollo social</li> <li>- Prioridades desarrollo económico</li> <li>- Prioridades de desarrollo ambiental</li> </ul>	Puede ser aprovechada tanto para consumo humano como para la agricultura y reducir la dependencia a otras fuentes de abastecimiento, generando ahorro en costos.
Mercado potencial	Agricultores, población
Costos	
Costos de capital	Desde un bajo costo. El costo efectividad de los generadores depende en el tipo de tecnología, en la capacidad de la máquina, en la humedad local, las condiciones de temperatura, el costo del suministro de energía.
Costos de O&M	Bajo costo.

**Cuadro IV. 16: Tecnología 15: Terrazas**

Nombre de la tecnología	Sistema de terrazas
Sector	Agricultura
Subsector	Uso eficiente de agua
Descripción general del funcionamiento de la tecnología	Las terrazas son estructuras constituidas por un terraplén plano o semiplano y un muro vertical o casi vertical. Permiten transformar las laderas en una serie de escalones o gradas para hacerlas cultivables. Es un medio mecánico tradicional para controlar la erosión de los suelos. Permite incrementar la infiltración, almacenar agua, reducir el riesgo de helada, etc. En el Perú, las terrazas más elaboradas son las terrazas de banco que se utilizan en pendientes superiores a 20% y generalmente se ubican entre los 300 y 4200 msnm.
Impactos	
Contribución al desarrollo sustentable: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prioridades de desarrollo social</li> <li>- Prioridades desarrollo económico</li> <li>- Prioridades de desarrollo ambiental</li> </ul>	Este sistema de producción agrícola posibilita un mejor manejo de los impactos del Cambio Climático, por mejora en el manejo del recurso hídrico, disponibilidad de agua limpia para uso agroecológico. Además, permite incrementar la productividad y variedad de cultivos para mejorar la alimentación y combatir la pobreza, especialmente en zonas andinas. Facilita, la experimentación y domesticación de plantas, evita la erosión de los suelos de laderas. Son sistemas tradicionales y de alto valor cultural, que fortalece la cooperación y organización social a través del trabajo comunitario.
Mercado potencial	Existen mercados locales de abastecimiento de insumos necesarios para la construcción de andenes.
Costos	
Costos de capital	La mano de obra constituye el mayor costo, las herramientas y maquinarias por lo general son propiedad del productor. Para un caso en Puno, se requirió 2499 jornales/ha para la construcción de terrazas banco. Aunque la recuperación de andenes puede significar menores costos, como en un caso en la Provincia de Lima que significó 525 -790 jornales/ha.
Costos de O&M	Bajo costo.
Algunas experiencias	Proyecto Piloto "Recuperación de Andenes en la

	comunidad campesina Barrio Bajo de Matucana”, Provincia de Huarochirí.
--	---

**Cuadro IV. 17: Tecnología 15: Reforestación**

Nombre de la tecnología	Reforestación
Sector	Regulación del balance hidrológico
Subsector	Uso eficiente de agua
Descripción general del funcionamiento de la tecnología	<p>La reforestación es el repoblamiento o establecimiento de especies arbóreas o arbustivas, nativas o exóticas, con fines de producción, protección o provisión de servicios ambientales, sobre superficies forestales y de protección, que pueden o no haber tenido cobertura forestal.<sup>21</sup></p> <p>La reforestación significa un cambio de uso de tierra y por lo tanto influye sobre las características hidrológicas. Tanto el tipo de especie como el estado de desarrollo de las plantaciones presentan diferentes consumos de agua por lo que las alteraciones al balance hídrico pueden resultar beneficiosas o perjudiciales. Ante esta incertidumbre, es necesario realizar evaluaciones para predecir los efectos de la reforestación y garantizar que estos sean positivos, ya que no siempre logra recuperar las condiciones hidrológicas originales.</p> <p>La reforestación bien planificada puede representar la recuperación de los servicios ambientales que proveen los bosques. Por ejemplo, la regulación de la escorrentía, protección de los suelos ante la erosión, recarga de acuíferos, mejora de la calidad de agua, entre otros beneficios.</p> <p>Una gestión adecuada del uso del suelo y un buen diseño puede aportar agua de buena calidad a la zona.</p>
Impactos	
<p>Contribución al desarrollo sustentable:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prioridades de desarrollo social</li> <li>- Prioridades desarrollo económico</li> <li>- Prioridades de desarrollo ambiental</li> </ul>	<p>Las actividades de reforestación ocupan grandes extensiones de terreno por lo que suelen ser esfuerzos del sector público o inversiones privadas. Requiere de un nivel de participación alto. Además, de los servicios ambientales antes mencionados, puede crear beneficios</p>

<sup>21</sup> Decreto Supremo N° 003-2005-AG

	adicionales como educación ambiental, recreación, captura de CO <sub>2</sub> y generación de empleos.
Mercado potencial	Gobiernos locales, Sector privado (responsabilidad socio-ambiental)
Costos	
Costos de capital	Los costos varían dependiendo del lugar a reforestar, especie del árbol, magnitud del proyecto, nivel de gestión participativa, entre otros factores. Un caso de escala nacional es la “Campaña Nacional de Reforestación” liderada por el MINAM donde se invirtió 333 millones de soles en 5 años <sup>22</sup> de proyecto para la siembra de 222 millones de árboles (eucalipto, pino, molle, colle, tara, etc.) en 18 regiones del país.
Costos de O&M	Los costos de O&M varían principalmente por la disponibilidad de recursos humanos y de recursos hídricos.
Algunas experiencias	MINAG, a través de Agrorural está ejecutando la Campaña Nacional de Reforestación para la Adaptación al Cambio Climático 2011-2012. Una de las actividades iniciales con las comunidades altoandinas de Lambayeque fue la instalación del “Vivero Forestal de Alta Tecnología” en abril del 2012 que proveerá plántones para forestación y reforestación en la zona.

## 4.2 Priorización de las tecnologías

De acuerdo a la metodología presentada en el capítulo I y sobre la base de la lista de tecnologías presentada en la sección anterior, se realizó la priorización de las tecnologías en cada una de las regiones. A continuación, los resultados obtenidos.

### 4.2.1. Tecnologías en la Región Piura

En la región Piura, los asistentes al taller asignaron una ponderación de 25%, 25% y 50% a cada uno de los criterios de establecidos: contribución al desarrollo, vulnerabilidad y

<sup>22</sup> Hasta Mayo del 2011.



adaptación, y costo económico. De acuerdo a ello, se procedió a priorizar cada uno de las tecnologías, que habían sido discutidas previamente. Los resultados se pueden apreciar en el cuadro siguiente.

Se puede observar que no figuran el total de tecnologías debido a que algunas de ellas no eran apropiadas para el ámbito (rural o urbano) o para la región, en particular. En el ámbito rural, la tecnología de atrapanieblas obtuvo mayor puntaje, seguida de la tecnología de captura de agua de lluvia de los techos. En el ámbito urbano, se priorizó también la tecnología de captura de agua de lluvia de los techos y en segundo lugar, la tecnología de almacenamiento seguro de agua en viviendas. Por lo que se puede observar de los resultados, al parecer el tema de agua para consumo humano es muy sensible en la población.

**Cuadro IV. 18: Piura: Resultados tecnologías priorizadas**

PONDERACIÓN	25%	25%	50%	TOTAL	NIVEL DE IMPORTANCIA
TECNOLOGÍAS	Contribución al Desarrollo	V&A	Costo Económico		
<b>ÁMBITO RURAL</b>					
TECNOLOGÍA 2: Reservorios rústicos o micro reservas	40.0	42.0	38.0	39.5	Media
TECNOLOGÍA 3: Atrapa Nieblas	40.0	44.0	41.0	41.5	Alta
TECNOLOGÍA 4: Cosecha de agua de lluvias de los techos	39.7	42.0	41.0	40.9	Alta
TECNOLOGÍA 6: Zanjas de infiltración	38.7	42.0	37.0	38.7	Media
TECNOLOGÍA 7: Recarga de Acuíferos	30.0	30.0	28.0	29.0	Media
TECNOLOGÍA 8: Pozos tubulares para oferta doméstica de agua	35.3	31.0	32.0	32.6	Media
TECNOLOGÍA 9: Mejora en la resistencia de pozos a inundaciones	34.3	36.0	33.0	34.1	Media
TECNOLOGÍA 10: Tratamiento de agua en el hogar y almacenamiento seguro	38.7	37.0	34.0	35.9	Media
TECNOLOGÍA 11: Uso de aparatos domésticos eficientes en agua	37.3	35.0	31.0	33.6	Media
<b>ÁMBITO URBANO</b>					
TECNOLOGÍA 1: Desalinización	33.7	34.0	22.0	27.9	Baja
TECNOLOGÍA 4: Cosecha de agua de lluvias de los techos	39.7	42.0	41.0	40.9	Alta
TECNOLOGÍA 5: Tratamiento de Aguas Residuales	41.0	40.0	25.0	32.8	Media
TECNOLOGÍA 8: Pozos tubulares para oferta doméstica de agua	35.3	31.0	32.0	32.6	Media
TECNOLOGÍA 10: Tratamiento de agua en el hogar y almacenamiento seguro	38.7	37.0	34.0	35.9	Media
TECNOLOGÍA 11: Uso de aparatos domésticos eficientes en agua	37.3	35.0	31.0	33.6	Media
TECNOLOGÍA 12: Detección y reparación de los sistemas de tuberías extradomiciliarios	34.0	34.0	26.0	30.0	Media

#### 4.2.2. Tecnologías en la Región Junín

En la región Junín, los participantes del taller asignaron a los tres criterios establecidos las siguientes ponderaciones: 60%,20% y 20% a la contribución al desarrollo, vulnerabilidad y adaptación y costos económicos, respectivamente. De acuerdo a estos ponderadores, se procedió priorizar cada tecnología, obteniéndose los resultados que se muestran en el siguiente cuadro, distinguiendo por ámbito rural y urbano.

Del mismo modo que en el caso anterior, los participantes escogieron de la lista de tecnologías propuesta aquellas que consideraban más relevantes para la región y para el ámbito de aplicación. En el ámbito rural, se priorizó la tecnología de reservorios y sistemas de riego asociados; mientras que en el ámbito urbano se priorizó el tratamiento de aguas residuales, sin duda, un problema ambiental muy importante para la región.

**Cuadro IV. 19: Junín: Resultados de tecnologías priorizadas**

PONDERACIÓN	60%	20%	20%	TOTAL	NIVEL DE IMPORTANCIA
TECNOLOGÍAS	Contribución al Desarrollo	V&A	Costo Económico		
<b>ÁMBITO RURAL</b>					
TECNOLOGÍA 2: Reservorios rústicos o microrepresas	50.3	52.0	44.0	49.4	Alta
TECNOLOGÍA 3: Atrapa nieblas	31.3	34.0	48.0	35.2	Media
TECNOLOGÍA 4: Cosecha de agua de lluvia de los techos	32.0	34.0	44.0	34.8	Media
TECNOLOGÍA 6: Zanjas de infiltración	43.0	46.0	41.0	43.2	Media
TECNOLOGÍA 7: Recarga de Acuíferos o amunas	31.7	34.0	31.0	32.0	Baja
TECNOLOGÍA 8: Pozo Tubulares para oferta doméstica de agua	34.0	28.0	34.0	32.8	Media
TECNOLOGÍA 10: Tratamiento de agua en el hogar y almacenamiento seguro	35.3	29.0	30.0	33.0	Media
TECNOLOGÍA 11: Aparatos domésticos eficientes en agua	40.3	40.0	42.0	40.6	Media
<b>ÁMBITO URBANO</b>					
TECNOLOGÍA 4: Cosecha de agua de lluvia de los techos	31.3	35.0	38.0	33.4	Media
TECNOLOGÍA 5: Tratamiento de Aguas Residuales	51.0	48.0	29.0	46.0	Alta
TECNOLOGÍA 8: Pozo Tubulares para oferta doméstica de agua	27.0	33.0	27.0	28.2	Baja
TECNOLOGÍA 10: Tratamiento de agua en el hogar y almacenamiento seguro	39.3	34.0	37.0	37.8	Media
TECNOLOGÍA 11: Aparatos domésticos eficientes en agua	31.3	32.0	29.0	31.0	Baja
TECNOLOGÍA 12: Detección y Reparación de Tuberías Extra domiciliarias	43.0	39.0	33.0	40.2	Media
TECNOLOGÍA 13: Cambio en procesos productivos para uso y reuso más eficiente del agua	37.0 <sup>106</sup>	37.0	30.0	35.6	Media

### 4.2.3. Tecnologías en la Región Lima

El cuadro siguiente muestra los resultados para la región Lima.

**Cuadro IV. 20: Lima: Resultados de tecnologías priorizadas**

PONDERACIÓN	50%	30%	20%	TOTAL	NIVEL DE IMPORTANCIA
TECNOLOGÍAS	Contribución al Desarrollo	V&A	Costo Económico		
<b>ÁMBITO RURAL</b>					
TECNOLOGÍA 2: Reservorios rústicos o micro reservas	25.3	26.0	22.0	24.9	Alta
TECNOLOGÍA 4: Cosecha de agua de lluvias de los techos	17.0	17.0	24.0	18.4	Media
TECNOLOGÍA 5: Tratamiento de Aguas Residuales	25.3	23.0	17.0	23.0	Media
TECNOLOGÍA 6: Zanjas de infiltración	21.7	22.0	23.0	22.0	Media
TECNOLOGÍA 7: Recarga de Acuíferos	22.3	21.0	22.0	21.9	Media
TECNOLOGÍA 10: Tratamiento de agua en el hogar y almacenamiento seguro	22.0	20.0	23.0	21.6	Media
TECNOLOGIA 14: Generación de Agua Atmosférica	11.7	11.0	12.0	11.5	Baja
TECNOLOGÍA 15: Andenes y terrazas continuas	26.7	27.0	19.0	25.2	Alta
TECNOLOGÍA 16: Conservación de bosques y reforestación	26.7	24.0	21.0	24.7	Alta
TECNOLOGÍA 17: Protección de ojos de agua	25.0	19.0	22.0	22.6	Media
<b>ÁMBITO URBANO</b>					
TECNOLOGÍA 1: Desalinización	22.3	19.0	14.0	19.7	Media
TECNOLOGÍA 3: Atrapa Nieblas	19.7	21.0	26.0	21.3	Media
TECNOLOGÍA 4: Cosecha de agua de lluvias de los techos	15.3	13.0	22.0	16.0	Baja
TECNOLOGÍA 5: Tratamiento de Aguas Residuales	26.3	25.0	16.0	23.9	Alta
TECNOLOGÍA 8: Pozos tubulares para oferta doméstica de agua	21.3	18.0	19.0	19.9	Media
TECNOLOGÍA 9: Mejora en la resistencia de pozos a inundaciones	20.0	19.0	22.0	20.1	Media
TECNOLOGÍA 10: Tratamiento de agua en el hogar y almacenamiento seguro	24.0	22.0	22.0	23.0	Media
TECNOLOGÍA 11: Uso de aparatos domésticos eficientes en agua	25.7	22.0	18.0	23.0	Alta
TECNOLOGÍA 12: Detección y Reparación de Tuberías Extra domiciliarias	25.0	24.0	16.0	22.9	Media
TECNOLOGÍA 13: Cambio en procesos productivos para uso y reuso más eficiente del agua	25.3	22.0	17.0	22.7	Media
TECNOLOGIA 14: Generación de Agua Atmosférica	17.3	17.0	18.0	17.4	Media

Se puede observar que los participantes ponderaron los criterios de contribución al desarrollo, vulnerabilidad y adaptación y costo económico en 50%, 30% y 20% respectivamente. Los resultados de la priorización en el ámbito rural arrojaron que la tecnología de terrazas y reservorios eran las más relevantes; mientras que en el ámbito urbano, el tratamiento de aguas residuales fue la más relevante.

En resumen, las tecnologías priorizadas en cada una de las tres regiones, en los ámbitos rural y urbano son las mencionadas en el cuadro siguiente. Por ello, en la siguiente sección se realizará un análisis detallado sobre las cinco tecnologías priorizadas.

**Cuadro IV. 21: Resumen de tecnologías priorizadas en cada región por ámbito**

RECURSOS HÍDRICOS: RESUMEN DE TECNOLOGÍAS PRIORIZADAS POR REGIÓN			
REGIÓN	NOMBRE DE TECNOLOGÍA	ÁMBITO	PUNTAJE
Piura	TECNOLOGÍA 3: Atrapa Nieblas	Rural	41.50
	TECNOLOGÍA 4: Cosecha de agua de lluvias de los techos	Urbano	40.92
Junín	TECNOLOGÍA 2: Reservorios rústicos o microrepresas	Rural	49.40
	TECNOLOGÍA 5: Tratamiento de Aguas Residuales	Urbano	46.00
Lima	TECNOLOGÍA 15: Andenes y terrazas continuas	Rural	25.23
	TECNOLOGÍA 2: Reservorios rústicos o micro reservas	Rural	24.87
	TECNOLOGÍA 5: Tratamiento de Aguas Residuales	Urbano	23.87

### 4.3 Evaluación de las tecnologías priorizadas

En la presente sección se realizará una presentación detallada sobre las cinco tecnologías priorizadas en las tres regiones bajo estudio. Si bien las tecnologías pueden ser clasificadas de acuerdo a la escala y a la disponibilidad del recurso hídrico, como se muestra en el cuadro siguiente, la evaluación detallada de cada tecnología expresará, de manera más específica, las diversas condiciones para la aplicación de la tecnología.

**Cuadro IV. 22: Tecnologías de acuerdo a escala de aplicación y disponibilidad para recursos hídricos**

Sector	Subsector	Tecnología	Escala de aplicación (P pequeña; M mediana; G grande)	Disponibilidad (C corto; M mediano; L largo plazo)
Agricultura	Oferta de agua	Cosecha del agua de lluvia: micro y pequeños reservorios	P, M	C,M
		Cosecha de agua de neblina: Paneles atrapanieblas	M	M
		Desalinización	G	M, L
	Recarga de acuíferos	Zanjas de infiltración, amunas	P,M	C, M
		Microrepresas	P	C
Vivienda	Oferta de agua	Desalinización	G	M, L
		Cosecha de agua de lluvia de techos	P	C
		Pozos tubulares para oferta doméstica de agua	P, M	C,M
	Preparación frente a eventos extremos	Mejora en la resistencia de pozos a inundaciones	M	M
	Eficiencia de uso del agua	Uso de aparatos domésticos eficientes en agua: inodoros, caños	P,M	C, M
		Detección y reparación de los sistemas de tuberías extradomiciliarios	P, M	C,M
	Resistencia a la degradación de agua	Tratamiento de agua en el hogar y almacenamiento seguro	P,M	C,M
Industria	Oferta de agua	Tratamiento de agua no potable para diversos usos	M,G	M, L
	Eficiencia en uso de agua	Cambio en procesos productivos	P, M	M

Fuente: Elaboración propia

Cabe precisar que a pesar que originalmente se pensó en incluir tecnologías limpias principalmente utilizadas por el sector industrial manufacturero, estas no se incluyeron porque eran muy específicas para algunas industrias y por lo tanto, no eran conocidas a profundidad por los participantes.

#### 4.3.1. Tecnología 1: Reservorios y sistema de riego

La tecnología de reservorios y sistema de riego asociado ha sido seleccionada como prioritaria para el área rural de la región de Junín.

##### a. Casos base

La evaluación de esta tecnología se basa en dos casos de estudio que proveen experiencia suficiente como para poder realizar una estandarización de la misma. Las características generales de cada uno de los casos se presentan en los siguientes cuadros. En ambos casos se trata de reservorios rústicos, de dimensiones pequeñas, que pueden estar dentro de las parcelas, pero también ser compartidos por las comunidades. Los casos base de estudio incluyen más elementos que los propiamente vinculados a la tecnología de reservorios y sistema de riego, incluyen también capacitación, mejora en las técnicas de producción, organización de la comunidad, entre otros.

<b>Nombre del Estudio de Caso</b>	Sistemas de riego predial regulados con micro-reservorios en Cajamarca
<b>Objetivo General</b>	Mejorar la capacidad de regulación del agua a través de la implementación de sistemas de riego predial regulados con micro-reservorios.
<b>Objetivos Específicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar sistemas de riego predial regulados con micro-reservorios para asegurar la disponibilidad de agua en forma oportuna y cantidades conocidas.</li> <li>• Planificar y ordenar el uso de los recursos hídricos.</li> </ul>
<b>Plazo de ejecución (señalar etapas, si aplica)</b>	Proyectos desarrollados desde el 2003. A la fecha la propuesta tecnológica se sigue promoviendo por el Instituto Cuencas
<b>Entidad que financia</b>	Son varias las instituciones que han apoyado, en diferente medida, con recursos financieros a los proyectos como la Welthungerhilfe, Fondoempleo, el Programa Promoción del Desarrollo Rural Andino - Rurandes y la Minera Yanacocha, entre otras. Además, en algunos casos las familias beneficiarias han cubierto un porcentaje menor de los costos.
<b>Entidad que ejecuta</b>	Instituto Cuencas
<b>Entidad que promueve</b>	Instituto Cuencas
<b>Entidad del gobierno</b>	Gobierno Regional de Cajamarca, Municipalidades Provinciales de

<b>nacional, regional y/o local que participa directamente en el proceso.</b>	Cajamarca, Cajabamba y San Marcos.
<b>Principales resultados</b>	Hasta enero del 2011, se habían instalado aproximadamente 800 sistemas de riego distribuidos en las provincias de Cajabamba, San Marcos y Cajamarca de los cuales 615 <sup>23</sup> se ejecutaron mediante proyectos del Instituto Cuencas. En el año 2005, se comprobó que el 80% de los sistemas implementados se encontraban en funcionamiento. <sup>24</sup>
<b>BREVE DESCRIPCIÓN DEL CASO</b>	
<p>El presente caso de estudio, describe la experiencia de los sistemas de riego predial regulados con Micro-reservorios en la región de Cajamarca desarrollados por el Instituto Cuencas desde el 2003. El Instituto Cuencas desarrolló una propuesta tecnológica que permite aprovechar el agua que escurre por las laderas en época de lluvia y contar con una mayor disponibilidad de agua durante todo el año. La tecnología consiste en un sistema de riego presurizado regulado por micro-reservorio (entre 800 m3 y 3500 m3) que es construido dentro de un predio familiar para abastecer de agua en volúmenes conocidos y de manera oportuna y, de este modo también, facilitar la planificación de los recursos hídricos. Estos proyectos fueron implementados a altitudes variables (entre 2000 y 4000 msnm) con una precipitación media anual de 800 mm.</p> <p>La experiencia del Instituto Cuencas en la implementación de estos sistemas se inicia en el año 2003 con la construcción de los primeros micro-reservorios en los distritos de Condebamba y Baños del Inca. Estos primeros resultados demostraron los beneficios de la propuesta tecnológica, lo que permitió obtener financiamiento para iniciar la masificación de los sistemas en la región.<sup>25</sup></p> <p>Hasta enero del 2011, se habían instalado aproximadamente 800 sistemas de riego distribuidos en las provincias de Cajabamba, San Marcos y Cajamarca de los cuales 615<sup>26</sup> se ejecutaron mediante proyectos del Instituto Cuencas.</p>	

<b>Nombre del Estudio de Caso</b>	Instalación de Riego Tecnificado en la Subcuenca del Río Shullcas
<b>Objetivo General</b>	Incorporar 190 Has de tierras nuevas a la agricultura intensiva bajo riego tecnificado
<b>Objetivos Específicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejoramiento de la captación del manante Moradayo</li> <li>• Construcción de reservorios nocturnos (almacenan agua de noche para su uso durante el día)</li> <li>• Optimizar el uso racional y sostenido del agua</li> <li>• Constituir un comité de regantes responsable de la programación en el manejo de la operación y mantenimiento del sistema de riego</li> </ul>
<b>Plazo de ejecución</b>	En ejecución

<sup>23</sup> Gobierno Regional de Cajamarca; Instituto Cuencas; PDRS-GIZ. (2011)

<sup>24</sup> GTZ Sutainet. (2008)

<sup>25</sup> GTZ Sutainet. (2008)

<sup>26</sup> Gobierno Regional de Cajamarca; Instituto Cuencas; PDRS-GIZ. (2011)

<b>Entidad que financia</b>	Banco Mundial (S/. 422,243.63) y AgroRural (S/. 984,079.37)
<b>Entidad que ejecuta</b>	Agrorural – Dirección Regional de Agricultura Junín
<b>Entidad que promueve</b>	Proyecto de Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales (PRAA)
<b>Entidad del gobierno nacional, regional y/o local que participa directamente en el proceso.</b>	Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural (Agrorural) - Ministerio de Agricultura
<b>Principales resultados</b>	El avance físico de la obra fue del 70% <sup>27</sup> en abril del 2011
<b>BREVE DESCRIPCIÓN DEL CASO</b>	
<p>En la región Junín, una iniciativa en ejecución es el proyecto de "Instalación de Riego Tecnificado en la Subcuenca del Río Shullcas" del Proyecto de Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales (PRAA), cuyo objetivo es incorporar 190 Has de tierras nuevas a la agricultura intensiva bajo riego presurizado para beneficiar a 347 familias de agricultores.</p> <p>El proyecto incluye el mejoramiento de la captación del manante Moradayo, construcción de reservorios nocturnos en Vilcacoto, Cochas Chico, Cochas Grande y Pacchapampa, para atender a 31 Ha. en Cochas Grande, 31 Ha en Cochas Chico, 18 Ha en Pacchapampa, 110 Has. en Vilcacoto, además de optimizar el uso racional y sostenido del agua, constituyendo un comité de regantes responsable de la programación en el manejo de la operación y mantenimiento del sistema de riego al concluir su ejecución.</p> <p>Además, un componente importante en la capacitación a través de la experiencia demostrativa, para que los beneficiarios fortalezcan los conocimientos en la operatividad y mantenimiento de la infraestructura que se vienen construyendo.</p> <p>La ejecución de la obra demanda un presupuesto total de S/. 1 406 323.00 y se realiza con presupuesto del Banco Mundial (S/. 422,243.63) y el aporte de AgroRural (S/. 984 079.37). En abril del 2011 el avance físico de la obra fue del 70%.<sup>28</sup></p>	

## **b. Tecnología estandarizada: Reservorios de tierra compactada y sistema de riego por aspersión**

En esta sección, se tomarán algunos elementos de las experiencias antes mencionadas y se detallará la tecnología de manera estandarizada.

### *i) Descripción técnica*

<sup>27</sup> (Ministerio de Agricultura, 2011)

<sup>28</sup> (Ministerio de Agricultura, 2011)

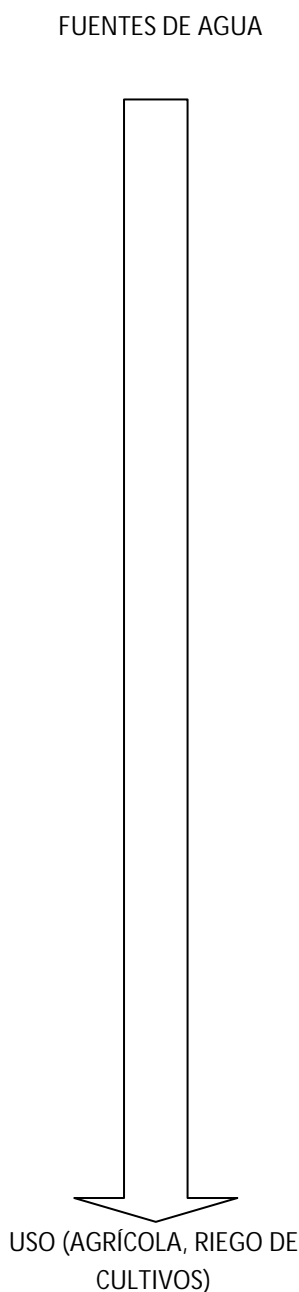


Los reservorios y sistemas de riego es una tecnología compuesta por varias técnicas y métodos para captar y almacenar el agua de fuentes locales y controlar su distribución para ser usada de manera planificada en el riego de los cultivos. Esta tecnología incluye las siguientes partes:

- captación, conducción, almacenamiento del agua
- reservorio de tierra compactada
- red de riego por aspersión

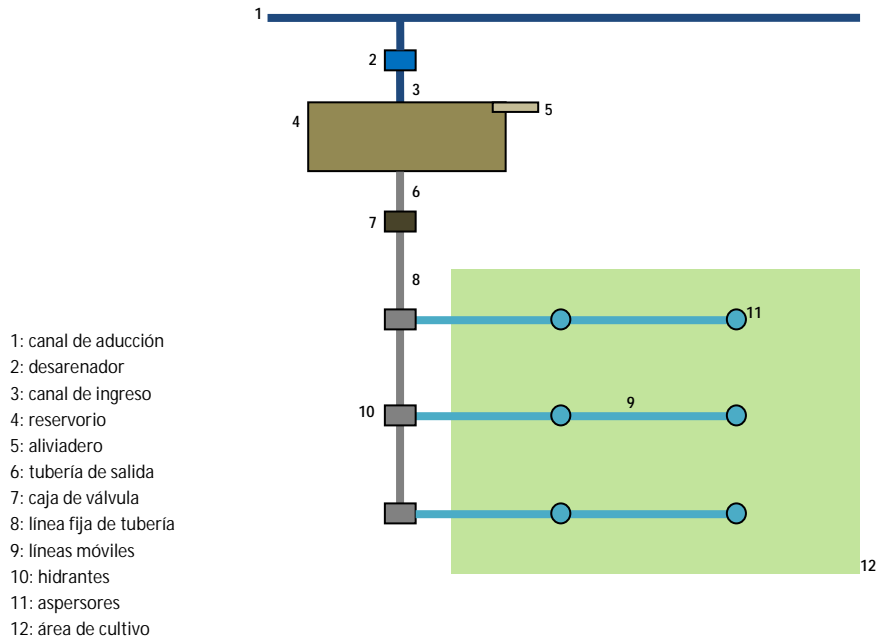
Estas tres partes están relacionadas con los tres principales componentes del sistema: aducción, almacenamiento (reservorio, en este caso reservorio de tierra compactada) y riego (en este caso, por aspersión), estos tres componentes coexisten de manera dependiente y secuencial, y serán explicados con mayor detalle más adelante. En general, el sistema se puede describir como se presenta en las Ilustraciones IV.1 y IV.II.

## Ilustración IV. 1: Diagrama del flujo del agua en un sistema de reservorio y riego



- a. **Canal de aducción:** Permite captar y conducir el agua al reservorio desde las fuentes de agua.
- b. **Desarenador:** Retiene los sedimentos gruesos en suspensión del agua para evitar que entren al reservorio
- c. **Canal de ingreso:** Permite y controla el ingreso del agua al reservorio.
- d. **Aliviadero:** Permite evacuar los excesos de agua eventuales que ingresan al reservorio. Se construye en la corona del dique en la zona más estable.
- e. **Vaso del micro-reservorio:** Estructura principal del sistema, permite el almacenamiento y regulación del volumen de agua. Se ubica en la parte alta del terreno. Sirve como cámara de carga que da presión para el funcionamiento de la red de riego, se impermeabiliza para evitar filtraciones.
- f. **Tubería de salida:** Conduce el agua desde el reservorio hasta la caja de válvula. Es de PVC y se ubica en la parte inferior del dique.
- g. **Caja de válvula:** Está hecha de concreto y contiene la llave principal que controla (abre o corta) el flujo de agua desde el reservorio a la red de riego.
- h. **Línea fija de tubería principal:** Es una línea matriz de tuberías, generalmente de PVC, q.
- i. **Hidrantes:** Son artefactos que permiten la conexión de la red de tubería fija con las líneas móviles de riego y detienen o permiten el flujo de agua.
- j. **Línea móvil de riego:** Conduce el agua desde el hidrante a las partes del terreno que se requiere regar. Se constituye por mangueras, elevadores y aspersores.
- k. **Aspersores:** Dispositivos que emiten agua a los cultivos en forma de rocío.

## Ilustración IV. 2: Esquema del Sistema de Riego por Aspersión y Regulación de Agua por Reservorios



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se realiza una descripción de los componentes del sistema mencionado.

**Aducción:** Implica la conducción de la misma desde el lugar o el área de captación al lugar de almacenamiento (reservorio). Según el punto donde se inicia la captación, se pueden presentar las siguientes formas de aducción:

- Escorrentía superficial directa que discurre de manera difusa de acuerdo a la morfología de la ladera y se concentra y almacena en depresiones naturales de terrenos.
- Construcción de zanjas o canales colectores que interceptan el escurrimiento del agua de las laderas
- Aprovechamiento de aguas de drenaje a través de las cunetas de un camino
- Captación y conducción de aguas provenientes de filtraciones y manantiales
- Derivación de turnos desde canales de riego, donde cada usuario aprovecha durante un tiempo determinado un volumen de agua determinado.
- Formas mixtas de aducción que combinan varias formas de captación.

**Almacenamiento regulado por Reservorio de Tierra Compactada:** En general, un reservorio es una estructura que embalsa y almacena el agua en un volumen determinado para ser usada posteriormente de manera controlada. Está conformado por el canal de

ingreso, el aliviadero, el vaso del reservorio (componente principal a veces llamado sólo reservorio) y la tubería de salida.

En este caso, los taludes del vaso son de tierra compactada y pueden ser impermeabilizados con arcilla, geomembrana o concreto. El reservorio puede tener tamaños variables, dependiendo del número de beneficiarios, pero se le denomina micro reservorio a los reservorios que tienen entre 800 y 3500 metros cúbicos<sup>29</sup>.

Red de riego por Aspersión: El riego por aspersión consiste en un sistema que emite el agua en forma de rocío sobre los cultivos para simular la lluvia, de manera controlada usando la presión del agua (por gravedad o bombeo). Está compuesto por aspersores, red de tuberías, mangueras, hidrantes, etc. Aunque el elemento característico de este tipo de riego son los aspersores.

#### Construcción del sistema

Como se mencionó, el vaso del reservorio suele ser la parte central del sistema una de las razones es que requiere la mayor cantidad de recursos (mano de obra, maquinaria, financiamiento). Como referencia podemos analizar la experiencia del Instituto Cuencas que desde el año 2003 viene desarrollando y promoviendo sistemas de riego predial regulados con micro reservorio en Cajamarca y desde esa fecha hasta enero del 2011 han instalado aproximadamente 615 sistemas de riego<sup>30</sup>.

El reservorio se construye siempre en la parte superior del terreno para garantizar la suficiente presión de agua. El Instituto Cuencas recomienda contar con al menos una hectárea de superficie de suelos estables (ver cuadro IV.23), con pendientes no mayores a 15% y con una profundidad de suelo de al menos un metro y medio que permita tener un vaso semienterrado<sup>31</sup>.

**Cuadro IV. 23: Área requerida para el emplazamiento del micro reservorio**

<b>Área requerida para el emplazamiento del micro reservorio</b>	
Volumen de diseño del micro-reservorio (m <sup>3</sup> )	Área de emplazamiento (m <sup>2</sup> )
1.000	1.300
1.300	1.525

<sup>29</sup> De acuerdo a la experiencia del Instituto Cuencas en Cajamarca (Gobierno Regional de Cajamarca; Instituto Cuencas; PDRS-GIZ, 2011)

<sup>30</sup> (Gobierno Regional de Cajamarca; Instituto Cuencas; PDRS-GIZ, 2011)

<sup>31</sup> (Gobierno Regional de Cajamarca; Instituto Cuencas; PDRS-GIZ, 2011)

1.500	1.675
2.000	2.050
2.500	2.400
3.000	2.750

Fuente: Elaboración por Gobierno Regional de Cajamarca; Instituto Cuencas; PDRS-GIZ (2011) con datos de referencia del Instituto Cuencas para micro reservorios con altura máxima de 3 m, ancho de coronamiento de 1,5 m y pendiente del terreno de 15%.

El vaso se construye mediante la excavación, formación y compactación de un dique. Se utilizan tractores o retroexcavadoras, así como mano de obra equipada con herramientas manuales. Para evitar que el agua se infiltre en exceso, se impermeabiliza el interior del vaso con arcilla, geomembrana o concreto.

En el acceso del agua se instala el desarenador y el canal de ingreso. En la corona del dique se construye el aliviadero y en la parte inferior se instala la tubería de salida que se conecta a la caja de válvula y ésta a la red de riego hasta los aspersores. Las tuberías suelen ser de PVC o mangueras, y los aspersores pueden ser comprados o hechos artesanalmente. La operación del sistema de riego con aspersores no requiere de mucho esfuerzo y permite riego frecuentes y con eficiencia en el uso del agua, lo que incrementa las áreas agrícolas.

Si se requiere realizar un reservorio más grande para el beneficio de varios predios se pueden usar un sistema de trabajo comunitario como la minga, como se experimentó también en Cajamarca. La ampliación de un pozo sería muy costosa y difícil si el vaso estuviera hecho de concreto.

#### *ii) Análisis económico*

Los costos de inversión para un micro reservorio se diferencian principalmente por el tamaño del reservorio y el tipo de impermeabilización. La experiencia en Cajamarca demostró la efectividad de la impermeabilización con arcilla en los micro reservorios, lo que resulta la opción más económica de las tres. En suelos arenosos se debe considerar la impermeabilización con geomembrana, que, aunque incrementa el costo de inversión, éste resulta aún mucho menor en comparación con el de los reservorios de concreto (ver cuadros IV.24 y IV.25).

**Cuadro IV. 24: Costo de inversión del sistema, en función del tipo de construcción y volumen de almacenamiento de agua**

Tipo de sistema	Costo de inversión en el sistema (Nuevos Soles)	
	Capacidad 1 300 m3	Capacidad 2 000 m3
Sistema con micro reservorio en tierra compactada (impermeabilizado mediante sedimentación natural)	8 500	11 200
Sistema con micro reservorio en tierra, impermeabilizado con arcilla de cantera	9 400	12 500
Sistema con reservorio impermeabilizado mediante geomembrana	20 500	31 500
Sistema con reservorio de concreto armado	200 000	320 000

Fuente: Citado por Gobierno Regional de Cajamarca; Instituto Cuencas; PDRS-GIZ (2011) extraído del Análisis comparativo de costos de inversión sobre una muestra de sistemas implementados, realizado por Juan Ravines y Emerson Sánchez, tesis de la UNC, con apoyo del Instituto Cuencas y GTZ /PDRS (octubre/noviembre 2009). Evidentemente, los costos totales y su distribución sobre los componentes varían para cada caso, de acuerdo a las características del sistema.

**Cuadro IV. 25: Distribución aproximada de los costos de inversión en el sistema**

Componente de sistema		Costo aproximado (Nuevos Soles)	
		Capacidad 1 300 m3	Capacidad 2 000 m3
Aducción	Canal de aducción	600	600
	Desarenador		
	Canal de ingreso y cámara de apoyo		
Reservorio	Micro reservorio	7 500	10 600
	Aliviadero		
	Impermeabilización con arcilla de cantera		
Red de riego	Caja de válvula	1 300	1 300
	Matriz de distribución		
	Hidrantes, aspersores, etc.		
COSTO TOTAL		9 400	12 500

Fuente: Instituto de Cuencas. Datos actualizados a partir de cálculos realizados en el 2008.

En la región Junín, una iniciativa en ejecución es el proyecto de "Instalación de Riego Tecnificado en la Subcuenca del Río Shullcas" del Proyecto de Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales (PRAA) cuyo objetivo es incorporar 190 Has de tierras nuevas a la agricultura intensiva bajo riego presurizado para beneficiar a 347 familias de agricultores, lo que incluye el mejoramiento de la captación del manante Moradayo, construcción de reservorios nocturnos para atender las 190 has establecidas. La obra demanda un presupuesto de S/. 1 406 323.00 para su ejecución y en abril del 2011 el avance físico de la obra fue del 70%.<sup>32</sup>

#### 4.3.2. Tecnología 2: Sistema de terrazas

La tecnología de sistemas de terrazas ha sido seleccionada para el área rural de la región Lima.

##### a. Casos base

Los casos base que se presentan a continuación brindan información complementaria para la evaluación de esta tecnología priorizada. Se presentan a continuación tres casos, dos de ellos de recuperación de andenes y uno de construcción de terrazas de formación lenta. Se destaca la iniciativa del Ministerio de Agricultura para desarrollar un Programa Nacional de Recuperación de Andenes que permitirá restaurar los andenes ubicados en dieciocho regiones del país, incluyendo la región Lima.

<b>Nombre del Estudio de Caso</b>	Proyecto Piloto "Recuperación de Andenes en la comunidad campesina Barrio Bajo de Matucana" en el marco del Programa de Recuperación de Andenes del Ministerio de Agricultura.
<b>Objetivo General</b>	Evaluación de terrazas o andenes en la comunidad campesina Barrio Bajo de Matucana en la Región Lima como parte del Programa de Recuperación de Andenes del Ministerio de Agricultura.
<b>Objetivos Específicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconstruir andenes</li> <li>• Evaluar la factibilidad técnica</li> <li>• Manuales operativos y de gestión validados y replicables</li> </ul>
<b>Plazo de ejecución (señalar etapas, si aplica)</b>	En ejecución
<b>Entidad que financia</b>	AGRO RURAL (Ministerio de Agricultura), Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

<sup>32</sup> (Ministerio de Agricultura, 2011)

<b>Entidad que ejecuta</b>	AGRO RURAL (Ministerio de Agricultura)
<b>Entidad que promueve</b>	Ministerio de Agricultura
<b>Entidad del gobierno nacional, regional y/o local que participa directamente en el proceso.</b>	Ministerio de Agricultura, Comunidad Barrio Bajo de Matucana, Municipalidad Provincial de Huarochirí
<b>Principales resultados</b>	No publicados
<b>BREVE DESCRIPCIÓN DEL CASO</b>	
<p>El Proyecto Piloto de “Recuperación de Andenes en la comunidad campesina Barrio Bajo de Matucana” forma parte de los esfuerzos del Ministerio de Agricultura para obtener la factibilidad técnica de un Proyecto de Inversión Pública para la implementación de un Programa Nacional de Reconstrucción de Andenes en la Sierra del Perú. Este programa nacional es desarrollado por AGRO RURAL y tiene como objetivos ampliar la frontera agrícola en aproximadamente 300 mil hectáreas en 18 regiones del país y generar un millón de nuevos empleos en los próximos cinco años, mediante la rehabilitación y siembra de tierras de cultivos en andenes. Para ello, se estima una inversión de US\$ 100 millones. Se planea extender las evaluaciones técnicas en las regiones de en las regiones de Puno, Tacna, Moquegua, Arequipa, Apurímac, Ayacucho, Huancavelica, Cusco, Lima, Junín y Amazonas.</p> <p>El proyecto piloto tiene como principal objetivo evaluar las terrazas en la comunidad campesina de Barrio Bajo de Matucana, en la provincia de Huarochirí de la región Lima, e incluye la recuperación de 150 hectáreas de andenes que beneficiarían a 240 comuneros. El proyecto demandará una inversión de S/. 1.5 millones, con contribuciones del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Agro Rural, la municipalidad de provincial de Huarochirí, y los miembros de las comunidades campesinas beneficiadas.</p> <p>A la fecha, el mencionado proyecto se encuentra en ejecución. La Municipalidad Provincial de Huarochirí, Agro Rural, la Comunidad de Barrio Bajo de Matucana han firmado convenios de cooperación para poner en marcha las actividades.</p>	



<b>Nombre del Estudio de Caso</b>	Programa de Infraestructura Agrícola Tradicional en las regiones de Apurímac y Ayacucho de la Asociación Andina Cusichaca.
<b>Objetivo General</b>	Desarrollo de un modelo práctico y social para la reintroducción de sistemas de irrigación y terrazas y gestión de recursos para mejorar los medios de vida de las comunidades de montaña.
<b>Objetivos Específicos</b>	Las actividades de desarrollo de la Infraestructura tradicional de agricultura incluyen los siguientes objetivos: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Realizar estudios de factibilidad para la restauración de canales, reservorios, y terrazas</li> <li>· Capacitación y actividades de intercambio de experiencias</li> <li>· Rehabilitación de 6 canales, 3 reservorios y 100 hectáreas de andenes</li> <li>· Elaborar inventarios de andenes</li> </ul>
<b>Plazo de ejecución (señalar etapas, si aplica)</b>	Finalizado. 1 de febrero de 2003 al 31 de Julio 2007
<b>Entidad que financia</b>	The Cusichaca Trust
<b>Entidad que ejecuta</b>	Asociación Andina Cusichaca
<b>Entidad que promueve</b>	Asociación Andina Cusichaca
<b>Entidad del gobierno nacional, regional y/o local que participa directamente en el proceso.</b>	PRONAMCHS, INRENA, MINCETUR (nacional). DIRCETUR Ayacucho y Apurímac (regional). SENASA (provincial). Municipalidades Distritales (Apurímac: Pampachiri, Pomacocha, Tumay Huaraca y Sañayca, Ayacucho: Larcaay, Soras, Carmen Salcedo, Chipao, Cabana Sur y Aucara)
<b>Principales resultados</b>	Rehabilitación de 116 hectáreas de andenes beneficiando a 1356 familias.  Rehabilitación de 6 canales con un total de 4.55 km de longitud que irrigan aproximadamente 128.60 Ha de terrazas y benefician a 242 familias  Rehabilitaron 3 reservorios (cochas)
<b>BREVE DESCRIPCIÓN DEL CASO</b> El Programa de Infraestructura Agrícola Tradicional desarrollado en las regiones de Apurímac y Ayacucho por la Asociación Andina Cusichaca, forma parte de los esfuerzos de la organización para desarrollar un modelo práctico y social para la reintroducción de sistemas de irrigación y terrazas y gestión de recursos para mejorar los medios de vida de las comunidades de montaña en	

el Perú.

El programa mencionado se enfoca principalmente en la rehabilitación de sistemas agrícolas ancestrales: canales, reservorios de piedra y terrazas. En el periodo del 2003 al 2007, el programa rehabilitó 116 hectáreas de andenes beneficiando directamente a 1356 familias, 6 canales con una longitud total de 4.55 km para irrigar aproximadamente 128.60 hectáreas de terrazas beneficiando a 242 familias, y 3 cochas de 950 m<sup>3</sup>. El trabajo fue realizado en los distritos Pampachiri, Pomacocha, Tumay Huaraca, Sañayca en Apurímac y en los distritos de Larcay, Soras, Carmen Salcedo, Chipao, Cabana Sur y Aucara en Ayacucho.

Aproximadamente, el 70% de las terrazas recuperadas están ubicadas en el Valle de Sondoco (Andamarca y Chipao), esto se debe a que la demanda es mayor en estas localidades donde la población tiene la tradición de mantener y conservar las terrazas, y por lo tanto se requiere de menor inversión al encontrar las terrazas en mejores condiciones. En general, los costos se mantuvieron bajo gracias a que se aprovechó los materiales disponibles y mano de obra local.

El proyecto también incluyó la participación del Instituto Nacional de Cultura (INC) ya que integró la rehabilitación de las estructuras con investigaciones arqueológicas.

<b>Nombre del Estudio de Caso</b>	Instalación de sistemas agroforestales con terrazas de formación lenta en laderas de la microcuenca La Encañada, Cajamarca
<b>Objetivo General</b>	Promoción de agroforestería en la microcuenca La Encañada, Cajamarca
<b>Objetivos Específicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Desarrollar sistemas agroforestales</li> <li>· Construir terrazas de formación lenta</li> <li>· Evitar la erosión del suelo</li> <li>· Proteger los cultivos de las heladas</li> <li>· Aumentar la rentabilidad y rendimientos de las parcelas</li> </ul>
<b>Plazo de ejecución (señalar etapas, si aplica)</b>	Desde 1981
<b>Entidad que financia</b>	Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos PRONAMACHCS
<b>Entidad que ejecuta</b>	PRONAMACHCS
<b>Entidad que promueve</b>	PRONAMACHCS
<b>Entidad del gobierno nacional, regional y/o local que participa directamente en el proceso.</b>	PRONAMACHCS
<b>Principales resultados<sup>33</sup></b>	3112 hectáreas de terrazas de formación lenta 518 hectáreas con sistemas de agroforestería Incremento de los rendimientos en los cultivos
<b>BREVE DESCRIPCIÓN DEL CASO</b>	
<p>El Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos – PRONAMACHCS, a partir de 1981, inició las actividades de soporte técnico y financiero en la microcuenca La Encañada en Cajamarca. PRONAMACHCS promovió la instalación de sistemas agroforestales con terrazas de formación lenta con los objetivos de conservar los suelos ante la erosión, ganar áreas agrícolas y aumentar la producción de los cultivos, y de este modo beneficiar a los 26 caseríos de la microcuenca.</p> <p>Las terrazas de formación lenta se han construido principalmente a través de faenas comunales o mingas. Se han utilizado predominantemente barreras vivas prefiriéndose las especies forestales nativas con buenas cualidades para retener el suelo y que brinden beneficios adicionales como madera y frutos, esta consideración ha generado una mayor rentabilidad económica a los proyectos.</p>	

<sup>33</sup> Estos resultados no representan únicamente a los esfuerzos de PRONAMACHCS en la región.

En el año 2003<sup>34</sup> se registró un total 3112 hectáreas (20% de la superficie de la microcuenca) con terrazas de formación lenta, sin embargo, sólo en 518 hectáreas se habían instalado sistemas de agroforestería.

Se ha calculado que el costo de inversión para la construcción de la terraza (incluyendo mano de obra) asciende a \$ 350<sup>35</sup> por hectárea y el costo de instalación del componente forestal asciende a \$ 234.2 por hectárea<sup>36</sup>.

Los beneficios de estos sistemas agroforestales con terrazas de formación lenta en comparación con un sistema no agroforestal, han sido evaluados por el Centro Internacional de la Papa<sup>37</sup> y se ha encontrado una mayor rentabilidad económica en los sistemas agroforestales.

## **b. Tecnología estandarizada**

### *i) Descripción Técnica*

Los sistemas de terrazas están formados por un conjunto de terrazas próximas que se extienden en las laderas y constituyen una tecnología principalmente orientada para la conservación de los suelos para su aprovechamiento agrícola. Las terrazas son estructuras conformadas principalmente por un terraplén plano o semiplano y un muro vertical o casi vertical que transforman las laderas en una serie de escalones o gradas para hacerlas cultivables. La tecnología incluye también un sistema de canales que distribuya el agua en terreno agrícola ganado por las terrazas. Los sistemas de terrazas permiten controlar la erosión hídrica, incrementar la infiltración, almacenar el agua en el suelo, reducir el riesgo de helada, etc.

Existen varios tipos de terrazas, pero se evaluarán las terrazas de formación lenta y las terrazas banco o andenes.

#### Terrazas de formación lenta

Este tipo de terrazas se forman por efecto del arrastre y acumulación de sedimentos de manera progresiva y lenta. Los sedimentos son interceptados por barreras físicas que se ubican orientadas por las curvas de nivel, transversales a la pendiente del terreno. Se forma un espacio entre dos barreras continuas, que constituye el terreno para cultivar. Son construidas en terrenos con baja pendiente (menores a 30%), pero con suficiente suelo para el terraplén.

Construcción: Para construir este tipo de terrazas, se excavan zanjas de infiltración siguiendo la orientación de las curvas de nivel. El ancho y profundidad de las zanjas dependen de la profundidad y tipo de suelo, así como de la pendiente y la intensidad de las precipitaciones. Sobre el lado superior de la zanja se construye una barrera que puede ser de piedra, tierra, champas, plantas o combinación de ellas, también se suele usar

<sup>34</sup> Citado por (Arica & Yanggen, 2005)

<sup>35</sup> (Yanggen, Antle, & Quiroz, 2003)

<sup>36</sup> (Arica & Yanggen, 2005)

<sup>37</sup> (Arica & Yanggen, 2005)

parte de la tierra excavada. En dicha barrera se recomienda sembrar plantas de crecimiento denso y de preferencia perennes. Como la formación de la terraza es lenta, no se requiere construir un muro o barrera completamente, sino conforme se acumulen los sedimentos y se forme la plataforma. En cada campaña agrícola, apenas se rellena una parte se puede construir otro tramo de barrera, hasta que se termine de formar la terraza por completo.

### Terrazas banco

Consisten en un terraplén con muros de contención hechos artificialmente, principalmente con piedras. El muro de mayor longitud recorre la curva de nivel de la ladera y los otros dos van paralelos con la dirección de la máxima pendiente en los extremos del andén. Se caracterizan porque su construcción requiere grandes cantidades de mano de obra y esfuerzo en un plazo menor de tiempo que las terrazas de formación lenta. Las terrazas tipo banco o andenes son las más elaboradas y están diseñadas para terrenos con pendientes mayores a 20%.

Las terrazas banco tienen los siguientes componentes<sup>38</sup>:

- 1) *Terraplén de terrazas*: Se refiere a la terraza propiamente dicha, excluyendo los muros y otras obras de infraestructura, que constituye la plataforma sobre la cual se extiende el terreno cultivable. Las pendientes de la plataforma deben ser casi planas para reducir la velocidad del flujo de agua y favorecer la infiltración. El ancho o distancia entre las terrazas varía de acuerdo a la pendiente, tipo de suelo, cantidad de precipitaciones y los cultivos. Por lo general, se encuentran andenes cuya longitud oscila entre 4 y 100 metros, y tienen de 1.5 a 20 metros de ancho<sup>39</sup>. El terraplén se constituye por tres estratos: el fondo es una capa de piedras grandes, en el medio se ubica el ripio o la grava y la capa superficial es de tierra agrícola. Esta estratificación permite un mejor drenaje y una mayor estabilidad del terraplén.
- 2) *Muros de contención*: Son las barreras físicas que dan estructura a la terraza, conteniendo la tierra y delimitando el área cultivable. Los muros están contruidos principalmente con material rocoso. Mantienen una ligera inclinación hacia adentro (entre 5 y 15 %). La altura de los muros depende del tipo de material a usar, del suelo, pendiente de la ladera, entre otras cosas. Esta altura suele variar entre 0.5 a 3 metros pero requiere de una profundidad de cimentación de 0.3 a 0.35 metros.
- 3) *Acequias y canales de riego*: Son canales que interceptan el agua que escurre en la parte alta del terreno. Estos canales conducen el agua hasta las terrazas, la cual pasa de un andén a otro en caída vertical. El agua se distribuye en cada terraza

---

<sup>38</sup> (Gómez, Prado, Carrasco, Ferradas, & Carbonel, 2011)

<sup>39</sup> (Blossiers, Deza, León, & Samamé, 2000)

por medio de compuertas de piedra que dosifican la cantidad que ingresa a cada plataforma.

- 4) *Canales de desagüe*: Conducen el agua que drena del sistema de terrazas hacia las partes bajas del terreno donde no hay peligro de erosión.
- 5) *Caminos*: Los caminos permiten el acceso y tránsito en el área del sistema y por lo general son de piedra. En su diseño, debe considerarse el flujo del agua y evitar que éste discurra por ellos, aunque en época de lluvia, los caminos pueden servir de drenaje.

Construcción: Las terrazas bancos, por las características y componentes antes descritos, requieren de mayores cantidades de trabajo y recursos que las terrazas de formación lenta. Para iniciar su construcción, se trazan las curvas de nivel que delimitan el ancho deseado de las terrazas. Se abren zanjas donde se construyen los muros, colocando grandes piedras entrecruzadas de tal forma que los muros sean estables y puedan contener el material interior de la terraza. La terraza se debe rellenar con los tres estratos antes descritos, colocando la mayor cantidad posible de tierra agrícola en la parte superior. Luego de nivelar el terraplén se trazan sobre él los surcos para una buena distribución del agua en los cultivos. Es recomendable evaluar el funcionamiento de la terraza haciendo riegos de prueba.

#### Rehabilitación de andenes:

Los sistemas de terrazas son una tecnología tradicional que ha sido desarrollada en el Perú por la cultura andina y perfeccionada por casi 3000 años<sup>40</sup>, principalmente en forma de andenería. En el año 1982 se estimó una extensión aproximada de un millón de hectáreas de andenes en el Perú con un 75% correspondiente a andenería en desuso<sup>41</sup>. Según los resultados de los inventarios realizados por la ONERN<sup>42</sup>, Lima es la región donde se encuentra la mayor superficie de andenes (77 815 ha de un total de 152 375 ha evaluadas), principalmente en las provincias de Rímac, Huara y Cañete que en conjunto representaron el 60 % de la superficie de terrazas evaluadas de la región.

Considerando la gran cantidad de andenería sin uso en la región Lima, la rehabilitación de dichos andenes representa una alternativa conveniente de inversión. La principal ventaja de la rehabilitación de andenes es que reduce los costos de construcción considerablemente especialmente en lo que respecta al movimiento de tierras. Además, genera beneficios culturales al rescatar y dar valor a los saberes tradicionales de las poblaciones locales.

#### *iii) Análisis Económico*

---

<sup>40</sup> (Blossiers, Deza, León, & Samamé, 2000)

<sup>41</sup> Citado por (Masson, 1993) refiriéndose al trabajo del autor *Tecnología Apropia* (1982). Datos estimados en base a los resultados obtenidos por la ONERN.

<sup>42</sup> Inventarios realizados por la ONERN hasta 1989, datos citados por (Masson, 1993)

En general, los costos de construcción o rehabilitación de terrazas registran valores muy variables dependiendo de las condiciones particulares en las que se desarrollan. Los principales factores que determinan los costos de inversión en la construcción o la rehabilitación de terrazas son los siguientes:

- Estado de conservación de las terrazas (no aplica si se construye una nueva terraza)
- Disponibilidad de materiales
- Disponibilidad de mano de obra
- Entorno y condiciones ambientales

Los costos de recuperación de andenes suelen ser menores que los de construcción de una nueva terraza banco pues se aprovecha la estructura ya instalada y no se requiere de mucho trabajo de excavación. Las terrazas mejor conservadas requieren de menor inversión. En los Cuadro IV. 26 y IV. 27 se pueden observar y comparar datos calculados con respecto a los costos para la construcción y rehabilitación de andenes en la Comunidad Campesina de Coporaque - Cailloma (Arequipa).

**Cuadro IV. 26: Análisis de costos unitarios para la construcción de una hectárea de andén (construcción al 100%)**

Especificaciones Técnicas	Especificaciones técnicas: Suelo con S = 22 % Textura de suelo: Franco arcilloso Roca: Arenisca, distancia de acarreo 100 m Profundidad de suelo: 0.35 m		
Actividades	Cantidad	Costo total (Dólares Americanos)	Distribución de costos (%)
Trabajos preliminares Limpieza, trazo y replanteo	2875 m (longitud)	57.50	0.88%
Excavación de terraplén	5000 m <sup>3</sup>	2800.00	43.08%
Excavación de zanjas de cimentación	500 m <sup>3</sup>	285.00	4.38%
Voladura de roca	250 m <sup>3</sup>	487.50	7.50%
Preparación y acarreo de piedra	700 m <sup>3</sup>	259.00	3.98%
Selección y acarreo de material filtrante	1800 m <sup>3</sup>	630.00	9.69%
Construcción de muro de piedra	750 m <sup>3</sup>	405.00	6.23%

Relleno y compactación de terraplén	2500 m3	1400.00	21.54%
Construcción de acequias de riego	1500 m (longitud)	75.00	1.15%
Construcción de caminos peatonales	150 m (longitud)	20.00	0.31%
Construcción de escaleras	500 ml	81.00	1.25%
TOTAL		6500	100.00%

Fuente: Elaborado por TECNIDES, 1994 citado por (Blossiers, Deza, León, & Samamé, 2000).

**Cuadro IV. 27: Análisis de costos unitarios para la construcción de una hectárea de andén (Rehabilitación del 50 %)**

Actividades	Costo total (Dólares Americanos)	Distribución de costos (%)
Especificaciones técnicas: Rehabilitación del 50% de la estructura Suelo tipo Franco arcilloso, altura de muro 2.1 m Recursos propios de la zona		
Trabajos preliminares Limpieza, trazo y replanteo	20.10	0.92%
Excavación de terraplén	153.90	7.01%
Excavación de zanjas de cimentación		
Voladura de roca		
Preparación y carreo de piedra	129.00	5.87%
Selección y acarreo de material filtrante	525.00	23.91%
Construcción de muro de piedra	405.00	18.44%
Relleno y compactación de terraplén	840.00	38.25%
Construcción de acequias de riego	62.00	2.82%
Construcción de caminos peatonales	10.00	0.46%
Construcción de escaleras	51.00	2.32%
TOTAL	2200	100.00 %

Fuente: Adaptado de TECNIDES, 1994 citado por (Blossiers, Deza, León, & Samamé, 2000).



El Cuadro IV. 28 detalla los costos de construcción de una hectárea de andén en las condiciones señaladas y en él se observa que el total asciende a US\$ 6 500 y que el 43 % corresponde a la actividad de excavación de terraplén. Mientras que para el caso de rehabilitación de andén, el costo de excavación de terraplén sumado con los costos de excavación de zanjas de cimentación y de voladura de roca representa sólo el 7% del costo total, el cual asciende a US\$ 2 200.

Para el año 1996 se estimó que el costo para la recuperación de una hectárea de andén en la región Lima era de US\$ 1990. Este valor tampoco se encuentra muy alejado del costo de inversión registrado para las experiencias desarrolladas en San Pedro de Casta (Lima) por Luis Masson en 1984, el cual fue de US\$ 1 750 por hectárea<sup>43</sup>.

**Cuadro IV. 28: Costos de reconstrucción de una hectárea de andenes**

	Total m <sup>3</sup>	No. De jornales	Costo Unitario US\$/m3	Gasto US\$	%
Acopio de piedras	800	266	0.82	652	21.8
Reconstrucción de muros	774	357	1.23	948	31.7
Excavación, relleno y nivelación de la plataforma	1410	360	0.61	882	29.5
Costo total	3014	1013		2482	
Gastos generales				508	17
Presupuesto total /ha (US\$)				1990	100

Fuente: Elaborado por Gónzales de Olarte & Trivelli (1999) sobre la base de Gonzales de Olarte (1989). Los jornales proviene del Ministerio de Agricultura, "Estadística agraria mensual", 1996.

La construcción de terrazas de formación lenta comparada con la de las terrazas banco tiene menores requerimientos tanto técnicos como financieros. Un estudio que evaluó la experiencia de PRONAMACHCS en la micro cuenca de La Encañada, indicó que los costos de inversión para la construcción de una terraza de formación lenta ascendían aproximadamente a US\$ 350 y que el mantenimiento anual variaba entre US\$ 51 y 86, pero incluyendo el componente forestal, los costos de inversión ascienden a US\$ 535.5 y los de mantenimiento aumentan en aproximadamente US\$ 40 anuales adicionales.<sup>44</sup>

<sup>43</sup> Citado por (Blossiers, Deza, León, & Samamé, 2000)

<sup>44</sup> (Arica & Yanggen, 2005)

### 4.3.3. Tecnología 3: Paneles captadores de agua de niebla

La tecnología de paneles captadores de nieblas, conocidos también como atrapanieblas, fue seleccionada en la región Piura para el área rural. Es una tecnología que permite aprovechar el agua contenida en la niebla o neblina<sup>45</sup>, sobre todo orientada a lugares donde la disponibilidad de agua por otras fuentes es limitada y donde se reúnan las condiciones climáticas y geográficas que garanticen la provisión de agua a través de niebla o neblina. Es una tecnología de requerimientos técnicos sencillos y flexibles que permite mantener los costos bajos. Por ello, representa una posible solución a la escasez de agua en poblaciones pobres y marginales.

#### a. Caso base<sup>46</sup>

A continuación se presenta un caso base que describe a una de las primeras iniciativas en el Perú de captación de agua de niebla o neblina, realizada en las lomas costeras de la región de Arequipa, que por su cercanía al mar, altitud y topografía presentan nieblas y neblinas frecuentes. En este caso, el agua captada fue destinada al riego para la reforestación y restauración del ecosistema.

<b>Nombre del Estudio de Caso</b>	Cosecha del agua de nieblas en Lomas de Arequipa
<b>Objetivo General</b>	Captación de agua de niebla a través de atrapanieblas en Lomas de Mejía y Lomas de Atiquipa para la restauración de los ecosistemas.
<b>Objetivos Específicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluación de la tecnología</li> <li>• Construcción de atrapanieblas</li> <li>• Recuperación de los ecosistemas de lomas</li> </ul>
<b>Plazo de ejecución (señalar etapas, si aplica)</b>	Desde 1995
<b>Entidad que financia</b>	Comunidad Campesina de Atiquipa, Instituto de Ciencias y Gestión Ambiental ICIGA (Ex IRECA) de la Universidad nacional San Agustín de Arequipa (UNSA) y Global Environment Facility (GEF)
<b>Entidad que ejecuta</b>	Instituto de Ciencias y Gestión Ambiental ICIGA (Ex IRECA) de la Universidad nacional San Agustín de Arequipa (UNSA)

<sup>45</sup> Ambos son fenómenos hidrometeorológicos que se presentan como nubes cercanas a la superficie del suelo y se diferencian entre sí por su visibilidad. La niebla tiene una visibilidad entre 1 a 10 km y la neblina tiene una visibilidad menor a 1 km. La neblina tiene mayor contenido de agua humedad que la niebla.

<sup>46</sup> La información del caso fue obtenida de (González & Torres, 2009)

<b>Entidad que promueve</b>	Instituto de Ciencias y Gestión Ambiental ICIGA (Ex IRECA) de la Universidad nacional San Agustín de Arequipa (UNSA)
<b>Entidad del gobierno nacional, regional y/o local que participa directamente en el proceso.</b>	Autoridad Nacional del Ambiente (Consejo Nacional del Ambiente), Municipalidad Distrital de Atiquipa
<b>Principales resultados<sup>47</sup></b>	En las Lomas de Mejía: se instalaron 20 atrapanieblas y dos estanques. El rendimiento promedio de agua captada obtenido desde 1995 al 2003 fue de 6.7 L/m <sup>2</sup> /día.  En las Lomas de Atiquipa: se instalaron 28 atrapanieblas y 4 estanques. El rendimiento promedio obtenido de una evaluación realizada en 1996-97 y 2002- 2006, fue de 21.5 L/m <sup>2</sup> /día.
<b>BREVE DESCRIPCIÓN DEL CASO</b>	
<p>El Instituto de Ciencias y Gestión Ambiental (Ex IRECA ahora ICIGA) de la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa (UNSA) viene impulsando la cosecha de agua de nieblas en la región Arequipa desde el año 1995 cuando iniciaron las actividades de investigación de la tecnología en las Lomas de Mejía y las Lomas de Atiquipa. A partir de los resultados obtenidos, se comprobó el potencial de esta fuente alternativa de agua en dichas lomas, en particular en las Lomas de Atiquipa donde la captación de agua de niebla registrada fue mayor. Desde entonces, el ICIGA y la Comunidad Campesina de Atiquipa siguen desarrollando esta tecnología, sobre todo para obtener agua para la reforestación y la restauración de las lomas de Atiquipa. Incluso se recibió apoyo de la entonces Consejo Nacional del Ambiente<sup>48</sup> y financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés) a través del proyecto de "Recuperación y Uso sostenible de los ecosistemas costeros de las Lomas de Atiquipa y Taimara, por Gestión Comunal (PER/01/G35)" iniciado en el 2000, donde se incluyó la instalación de paneles atrapanieblas.</p> <p>Al año 2009<sup>49</sup>, en las Lomas de Mejía se habían instalado 20 atrapanieblas y construido dos estanques de almacenamiento. El rendimiento promedio obtenido desde 1995 al 2003 fue de 6.7 L/m<sup>2</sup>/día de agua captada<sup>50</sup>. Por otro lado, para el mismo año, en las Lomas de Atiquipa se habían instalado 28 atrapanieblas y 4 estanques de almacenamiento. En este caso, el rendimiento promedio obtenido de una evaluación realizada en 1996-97 y 2002-2006, fue de 21.5 L/m<sup>2</sup>/día. Esta captación se tradujo a un aumento del 20% de la cantidad de agua disponible para riego, lo que permitió reforestar aproximadamente de 400 Ha según los resultados publicados al 2009.</p> <p>Se utilizaron atrapanieblas de 4 m de alto y 12 m de largo, cuyo valor osciló entre 700 y 1000 dólares cada uno. Un sistema de conducción y almacenamiento, con un estanque de aproximadamente 500 m<sup>3</sup> de capacidad costaba alrededor de 5 000 dólares. Los neblinómetros usados para la evaluación previa de la niebla costaron entre 60 y 70 dólares.</p>	

<sup>47</sup> Resultados citados por (González & Torres, 2009)

<sup>48</sup> Ahora Ministerio del Ambiente

<sup>49</sup> Resultados citados por (González & Torres, 2009)

<sup>50</sup> Volumen de agua captada por el sistema (L) por superficie del elemento captador (m<sup>2</sup>) por Tiempo (día)

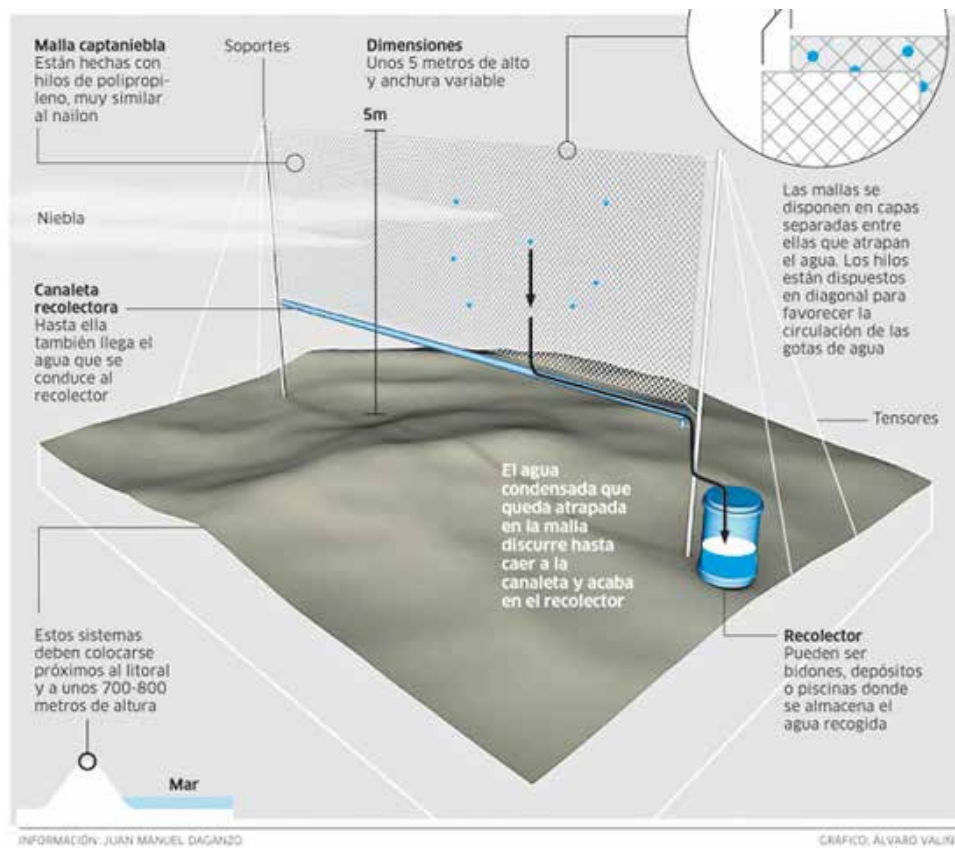
## b. Tecnología estandarizada

### i) Descripción Técnica

La captación de agua de niebla o neblina (en adelante usaremos sólo el término niebla, aunque no son lo mismo) se realiza a través de paneles captadores de niebla conocidos como atrapanieblas. Se considera que los bosques funcionan como atrapanieblas *naturales* pues capturan y retienen el agua de la niebla al ser interceptada por los árboles. Sin embargo, la tecnología estandarizada que se describe en esta sección corresponde a los atrapanieblas conformados por paneles captadores *artificiales*.

Estos paneles consisten en una malla sostenida en los extremos por postes y se mantienen en una posición fija y vertical, con una orientación perpendicular a la dirección del viento. De este modo, el viento atraviesa la malla transportando la niebla y el agua se condensa en los hilos de la malla formando gotas de agua de mayor tamaño que por gravedad se deslizan hacia la parte inferior donde se recogen por una canaleta que conduce el agua a un depósito de almacenamiento o a una tubería matriz. Esta tecnología permite aprovechar la niebla como fuente alternativa de agua en zonas áridas, para ser usada para riego o para usos domésticos.

**Ilustración IV. 3: Componentes del Panel Captador de Niebla o Atrapanieblas**



Fuente: Alvaro Valiño

Los paneles captadores de niebla tienen cuatro componentes: 1) estructura de soporte, 2) elemento de captación (malla), 3) canaleta colectora y de drenaje y 4) depósito de almacenamiento.

- 1) *Estructura de soporte*: Es la estructura que sostiene la malla y mantiene el sistema en una posición estable y resistente a los vientos. Está conformada por postes, cables de sostén y anclajes. Los postes pueden ser de acero inoxidable, madera, bambú, entre otros y se suele utilizar uno a cada extremo de la malla. Los cables sostén y anclajes ayudan a que la malla y los postes se mantengan estables.
- 2) *Elemento de captación*: es aquella superficie que intercepta la niebla y por contacto captura el agua contenida en ella. Este elemento puede ser una malla de nylon, polietileno, polipropileno u otros materiales que cumplan con las siguientes condiciones:
  - Permita la circulación de la niebla y deje pasar la luz suficiente.
  - De material resistente
  - Permita la condensación del agua sobre ella
  - No altere las condiciones

El polipropileno es un material de fácil adquisición pues se utiliza con frecuencia en diferentes ámbitos, por ejemplo para hacer sombra en una zona de trabajo. La más comúnmente usada en los paneles es la malla de polipropileno denominada Raschel.

- 3) *Canaleta colectora y drenaje*: se localizan en la parte inferior de la malla para recibir el agua que escurre de ella y conducirla a un lugar de almacenamiento o a un sistema de tuberías. Esta canaleta se instala por debajo del límite inferior de la malla siguiendo su orientación con una ligera pendiente para que escurra el agua con facilidad. Puede estar hecha de plástico (se pueden usar tubos PVC, mangueras, tejas, etc.).
- 4) *Depósito de almacenamiento*<sup>51</sup>: Es un depósito donde se almacena el agua captada por el sistema y desde el cual se conduce al punto de consumo. Los depósitos de almacenamiento pueden ser de diferentes materiales y tamaños, dependiendo de la disponibilidad de recursos y los requerimientos particulares. Pueden estar hechos de plástico, resina poliéster, ladrillos, piedras u otros materiales.

### Prospección de nieblas:

La producción de agua depende en gran medida de las características de la nubosidad en el área de interés, por lo tanto una fase previa a la construcción de los paneles es la prospección de nieblas. La prospección de nieblas tiene como objetivo determinar los puntos donde se capta el mayor volumen de agua. Para medir la captación periódica del agua se utilizan

---

<sup>51</sup> Este componente puede ser precedido por un sistema de tubería o puede ser omitido en algunos casos.

neblinómetros (atrapanieblas estandarizados de 1m<sup>2</sup> con malla Raschel de 35% de sombra<sup>52</sup>) dispuestos a diversas alturas. Además, para completar la evaluación se deben medir las siguientes variables: la dirección preferencial y velocidad del viento, dirección preferencial, frecuencia de la niebla con mayor potencial hídrico, entre otras. La evaluación de los resultados obtenidos permitirá conocer la variación temporal de la niebla y su distribución espacial. Esta información dará las pautas para el diseño y construcción de los paneles.

Se puede prever que los atrapanieblas captan más agua en zonas costeras o montañosas donde la fuerza del viento favorece la captación. Es más conveniente cuando los vientos persisten en una sola dirección. Se debe evitar que haya obstáculos antes del lugar de captación que afecten la dirección del viento.

### Diseño y Construcción:

Esta tecnología no requiere de conocimientos técnicos especializados, ni personal altamente calificado para su construcción. Además, existen varias opciones de materiales que flexibilizan su diseño y hacen que se adapte con mayor facilidad al presupuesto disponible.

Los paneles pueden estar dispuestos como módulos individuales o múltiples (compuestos por varias mallas continuas sostenidas por postes intermedios comunes) dependiendo de los requerimientos del proyecto. El principal criterio para seleccionar el número y tipo de módulos a construir es la topográfica del terreno.

Durante la construcción es importante asegurar la estabilidad de la estructura de soporte y tensionar adecuadamente la malla, de tal modo que se eviten pérdidas de agua por la fuerza del viento o que la malla se quiebre por exceso de tensión. Así mismo, se debe tener cuidado en que no se pierda agua en las canaletas colectoras.

La tecnología de atrapanieblas formar parte de un proceso más amplio que incluye estudios previos de evaluación de la niebla, construcción e instalación de atrapanieblas, construcción de sistemas de almacenamiento e instalación de sistemas de distribución. Es por ello que se requieren de tecnologías complementarias y adicionales al atrapanieblas (como sistemas de tuberías, tanques de almacenamiento) que garanticen que el agua captada llegue a los usuarios y satisfaga sus necesidades específicas.

### Calidad del agua:

La calidad del agua captada va a depender de la composición del agua en la nube, el material del atrapanieblas y la composición química de la deposición seca sobre el atrapanieblas<sup>53</sup>. La evaluación de la calidad del agua de niebla se debe realizar en forma continua. Los elementos y características que se sugieren analizar periódicamente son: pH, dureza, turbidez, conductividad y presencia de metales pesados, principalmente Pb, Sn, Cr, Cu, As, Fe y Mn.

---

<sup>52</sup> Calidad de la malla para hacer sombra expresada en porcentaje de luz obstaculizada por la malla

<sup>53</sup> (González & Torres, 2009)

También se debe analizar la presencia microbiológica que es favorecida por las condiciones de humedad en las que funciona el sistema.

<b>Nombre del Estudio de Caso</b>	Tesis de Maestría "Aprovechamiento potencial del agua de lluvia: Caso subregión del Altomayo" (Casas Luna, S.)
<b>Objetivo General</b>	Determinar la oferta hídrica generada por la precipitación (agua de lluvia) y consecuentemente analizar las posibilidades de uso y aprovechamiento sostenible del recurso hídrico en la Sub Región del Alto Mayo.
<b>Objetivos Específicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la oferta hídrica</li> <li>• Analizar posibilidad de uso</li> <li>• Evaluar la aplicación del Sistema de Captación de Agua de Pluvial en Techos (SCAPT)</li> </ul>
<b>Plazo de ejecución (señalar etapas, si aplica)</b>	Estudio sustentado en el 2008
<b>Entidad del gobierno nacional, regional y/o local que participa directamente en el proceso.</b>	Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)
<b>Principales resultados</b>	<p>Se halló que para áreas de techos de 25, 50, 75, 100 y 125 m<sup>2</sup>, se obtuvo que la producción diaria de agua de lluvia oscilaba entre 12.41 a 121.88 de litros por persona.</p> <p>El estudio concluyó que sí era factible implementar Sistemas de Captación de Agua Pluvial en Techos en la zona.</p>
<b>BREVE DESCRIPCIÓN DEL CASO</b>	
<p>La presente descripción hace referencia a la información obtenida del estudio realizado en el marco de la tesis de maestría titulada "Aprovechamiento potencial del agua de lluvia: Caso subregión del Altomayo" (Casas, 2008), cuyo objetivo principal fue determinar la oferta hídrica generada por la precipitación (agua de lluvia) y consecuentemente analizar las posibilidades de uso y aprovechamiento sostenible del recurso hídrico en la Sub-Región del Alto Mayo (Región San Martín).</p> <p>Según se detalla en el estudio, la Sub Región Alto Mayo es una zona de alta precipitación (1720.9 mm) pero con duración, intensidades y frecuencias muy variables. La distribución poblacional en la zona está dispersa en casi todo el territorio y se estima que existen aproximadamente 400 asentamientos poblacionales rurales que carecen de sistemas de abastecimiento de agua potable. Las principales fuentes hídricas para obtener agua potable provienen de aguas superficiales y abastecen en mayor medida a las zonas urbanas. En general, se encuentran problemas en el abastecimiento de agua potable tanto en calidad, cantidad como en cobertura de servicio, además de los costos para acceder al servicio.</p> <p>Ante esta demanda de agua insatisfecha, que se presenta sobretudo en el ámbito rural, tras analizar estadísticamente los datos pluviométricos para evaluar la oferta hídrica de agua pluvial, estudio concluyo que sí era posible la aplicación de Sistemas de Captación de Agua Pluvial en</p>	



Techos (SCAPT). Se obtuvo que en áreas captación de 25, 50, 75, 100 y 125 m<sup>2</sup>, la producción diaria de agua de lluvia en litros por persona varía entre 12.41 a 121.88, lo que comprobó que esta tecnología puede ser una alternativa de aprovechamiento de agua para la Cuenca del Alto Mayo.

### *ii) Análisis Económico*

La calidad de los materiales, la distancia desde donde se transportan los mismos, la disposición y ubicación de los paneles, la distancia entre puntos de captación y lugares de uso, todos son factores que afectan los costos de implementación de la tecnología.

Según la OPS<sup>54</sup>, uno de los mayores costos corresponde a la tubería que conduce el agua del panel de captación al tanque de almacenamiento que se ubica en el centro poblado, esta distancia puede ser larga ya que los atrapanieblas se suelen ubicar en la parte más alta evitando obstáculos para no interferir la captación de la neblina. La OPS también menciona que los gastos de operación y mantenimiento son relativamente bajos comparados a otras tecnologías.

En la experiencia de Atiquipa, se utilizaron atrapanieblas de 48 m<sup>2</sup> y los costos unitarios oscilaron entre 700 y 1000 dólares. Un sistema de conducción y almacenamiento, con un estanque de aproximadamente 500 m<sup>3</sup> de capacidad costó alrededor de 5 000 dólares. Por último, los neblinómetros usados para los estudios del potencial de captación de agua costaron entre 60 y 70 dólares.

Sin embargo, cabe concluir que los costos de construcción de atrapanieblas dependen principalmente de la selección de los materiales a usar y dada la diversidad en las opciones de materiales, los costos suelen ser muy variables.

#### **4.3.4. Tecnología 4: Captación de agua de lluvia en techos**

Esta tecnología fue considerada de prioridad alta en la región Piura para el área urbana. La captación de agua de lluvia en techos se desarrolla en lugares con alta o media precipitación donde no se dispone de agua en cantidad o calidad suficientes. Esta tecnología utiliza los techos de las viviendas para captar el agua pluvial para ser usada por los habitantes de dichas viviendas.

---

<sup>54</sup> (Organización Panamericana de la Salud, 2005)

**a. Casos base<sup>55</sup>**

<b>Nombre del Estudio de Caso</b>	Tesis de Maestría “Aprovechamiento potencial del agua de lluvia: Caso subregión del Altomayo” (Casas Luna, S.)
<b>Objetivo General</b>	Determinar la oferta hídrica generada por la precipitación (agua de lluvia) y consecuentemente analizar las posibilidades de uso y aprovechamiento sostenible del recurso hídrico en la Sub Región del Alto Mayo
<b>Objetivos Específicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la oferta hídrica</li> <li>• Analizar posibilidad de uso</li> <li>• Evaluar la aplicación del Sistema de Captación de Agua de Pluvial en Techos (SCAPT)</li> </ul>
<b>Plazo de ejecución (señalar etapas, si aplica)</b>	Estudio sustentado en el 2008
<b>Entidad del gobierno nacional, regional y/o local que participa directamente en el proceso.</b>	Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM)
<b>Principales resultados</b>	<p>Se halló que para áreas de techos de 25, 50, 75, 100 y 125 m<sup>2</sup>, se obtuvo que la producción diaria de agua de lluvia oscilaba entre 12.41 a 121.88 de litros por persona.</p> <p>El estudio concluyó que sí era factible implementar Sistemas de Captación de Agua Pluvial en Techos en la zona.</p>
<p><b>BREVE DESCRIPCIÓN DEL CASO</b></p> <p>La presente descripción hace referencia a la información obtenida del estudio realizado en el marco de la tesis de maestría titulada “Aprovechamiento potencial del agua de lluvia: Caso subregión del Altomayo” (Casas, 2008), cuyo objetivo principal fue determinar la oferta hídrica generada por la precipitación (agua de lluvia) y consecuentemente analizar las posibilidades de uso y aprovechamiento sostenible del recurso hídrico en la Sub-Región del Alto Mayo (Región San Martín).</p> <p>Según se detalla en el estudio, la Sub Región Alto Mayo es una zona de alta precipitación (1720.9 mm) pero con duración, intensidades y frecuencias muy variables. La distribución poblacional en la zona está dispersa en casi todo el territorio y se estima que existen aproximadamente 400 asentamientos poblacionales rurales que carecen de sistemas de abastecimiento de agua potable. Las principales fuentes hídricas para obtener agua potable provienen de aguas superficiales y abastecen en mayor medida a las zonas urbanas. En general, se encuentran problemas en el abastecimiento de agua potable tanto en calidad, cantidad como en cobertura de servicio, además de los costos para acceder al servicio.</p> <p>Ante esta demanda de agua insatisfecha, que se presenta sobretudo en el ámbito rural, tras analizar estadísticamente los datos pluviométricos para evaluar la oferta hídrica de agua pluvial,</p>	

<sup>55</sup> Información obtenida del estudio de “Aprovechamiento potencial del agua de lluvia: Caso subregión del Altomayo” (Casas, 2008)

estudio concluyo que sí era posible la aplicación de Sistemas de Captación de Agua Pluvial en Techos (SCAPT). Se obtuvo que en áreas captación de 25, 50, 75, 100 y 125 m<sup>2</sup>, la producción diaria de agua de lluvia en litros por persona varía entre 12.41 a 121.88, lo que comprobó que esta tecnología puede ser una alternativa de aprovechamiento de agua para la Cuenca del Alto Mayo.

## **b. Tecnología estandarizada**

### *i) Descripción Técnica*

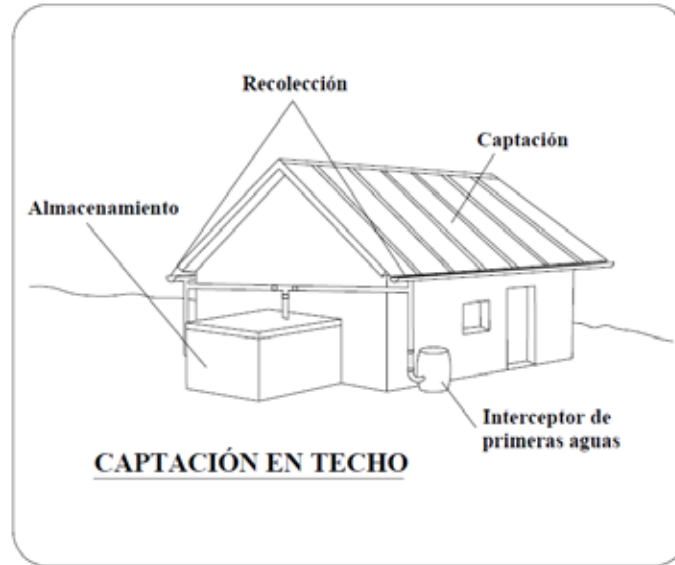
La precipitación pluvial o lluvia es una fuente de agua que puede ser aprovechada de manera directa a través de tecnologías de cosecha de agua que intercepten y almacenen el agua de la lluvia antes de que ésta se infiltre o escurra por la superficie como ocurre de manera natural. Una de estas tecnologías es el Sistema de Captación de Agua Pluvial por Techos (SCAPT) que utiliza la superficie de los techos de las viviendas (u otras construcciones) para captar el agua de la lluvia y luego almacenarla para abastecer a las familias propietarias.

Esta tecnología consiste en cuatro elementos: captación, recolección y conducción, interceptor y almacenamiento.

- a. Captación: Superficie conformada por el techo de la vivienda sobre el cual la lluvia descarga el agua y ésta es captada favoreciendo el escurrimiento hacia las canaletas de recolección.
- b. Recolección y conducción: Conjunto de canaletas que recolectan el agua de lluvia captada y la conducen hacia el interceptor.
- c. Interceptor: Dispositivo que recibe y almacena las primeras aguas captadas que contienen impurezas correspondientes al lavado del techo. El interceptor impide que esta agua ingrese al tanque de almacenamiento donde sería una fuente de contaminación del agua a usar.
- d. Almacenamiento: Se refiere al depósito donde se acumula y conserva el agua de lluvia captada y desde donde se abastece a los usuarios.

Además el SCAPT requiere también de tuberías que conecten los elementos del sistema. En la Ilustración 1 se presentan un esquema del SCAPT. Más adelante se darán más detalles técnicos sobre su diseño.

#### Ilustración IV. 4: Sistema de Captación de Agua Pluvial en Techos



Este sistema representa una solución ante la escasez de agua en zonas donde la oferta de agua pluvial sea suficiente para abastecer una demanda de agua no menor a 20 litros diarios por familia, de ser menor la inversión en esta tecnología no es recomendable<sup>56</sup>.

El agua de la lluvia es por lo general de alta calidad. Dado que la tecnología es instalada en el mismo lugar de consumo los riesgos de contaminación del agua se reducen. Sin embargo, luego de ser captada por los techos requiere de un tratamiento previo simple antes de ser destinada a fines domésticos y a consumo humano directo. Esta agua puede ser usada para satisfacer las necesidades básicas elementales pero no se recomienda para el aseo personal o lavado de ropa<sup>57</sup>.

#### Cálculo del Volumen del Tanque de Almacenamiento

Siguiendo el método de *Cálculo del Volumen del Tanque de Almacenamiento* descrito en la Guía de diseño para captación del agua de lluvia (Organización Panamericana de la Salud, 2004), durante el diseño del SCAPT para determinar el volumen del tanque de almacenamiento y seleccionar el techo a utilizar, se requiere información de la precipitación mensual de por lo menos los 10 últimos años, y conocer el número de usuarios, el tipo de material y el coeficiente de escurrimiento del techo, y la demanda agua por persona, para con estos datos realizar los siguientes cálculos y evaluaciones:

*Precipitación promedio mensual* (mm/mes, litros/m<sup>2</sup>/mes) con los datos de precipitación promedio de cada mes durante los últimos 10 a 15 años se calcula la precipitación promedio mensual de cada uno de los doce meses del año.

<sup>56</sup> (Organización Panamericana de la Salud, 2004)

<sup>57</sup> (Organización Panamericana de la Salud, 2004)

*Demanda mensual de agua*; es el volumen total expresado en m<sup>3</sup> que se requiere de agua para satisfacer al total de usuarios del sistema en un mes determinado. Se calcula multiplicando la dotación de agua diaria por persona por el número de días del mes analizado y el número de usuarios del sistema.

*Oferta mensual de agua de lluvia*: es el volumen que puede ser captado por la superficie de captación con determinada área (m<sup>2</sup>) y de acuerdo al material y su coeficiente de escorrentía. Se expresa en m<sup>3</sup> y se calcula al multiplicar la precipitación promedio mensual por el coeficiente de escorrentía y por el área de captación.

*Volumen del tanque de abastecimiento*; el tamaño del tanque de abastecimiento se obtiene a partir de la evaluación de la demanda mensual de agua y oferta mensual de agua de lluvia. Comenzando por el mes de mayor precipitación se calcula los acumulados de la oferta y la demanda mes a mes y luego se calcula la diferencia acumulativa entre la oferta y demanda de cada mes. En ningún mes, esta diferencia debería ser menor a cero. De ser así, se debe considerar otra opción de techo, ya sea con mayor área o con mayor coeficiente de escorrentía, para que aumente el valor de la oferta de agua. El volumen del tanque de almacenamiento corresponde al volumen de la mayor diferencia acumulativa obtenida.

#### Construcción y diseño del sistema

A continuación se describen las principales consideraciones durante el diseño y la construcción del SCAPT. Se puede encontrar la descripción detallada de los parámetros técnicos en la Hoja de Divulgación Técnica N°28 Captación de agua de lluvia para consumo humano: especificaciones técnicas de la OPS.

##### Captación:

La superficie de captación conformada por el techo de la vivienda debe tener una pendiente no menor a 5 %<sup>58</sup> que permite el escurrimiento del agua hacia las canaletas de recolección. El techo puede estar hecho de plancha metálicas, tejas de arcilla, paja, madera, etc. Cada material tiene diferente coeficiente de escorrentía, lo que afectará el valor de agua que puede ser captada por el techo.

**Cuadro IV. 29: Coeficientes de escorrentía según el tipo de material**

Coeficientes de escorrentía	
Calamina metálica	0.90
Madera	0.80 - 0.90
Paja	0.60 – 0.70

Fuente: (Organización Panamericana de la Salud, 2003)

<sup>58</sup> (Organización Panamericana de la Salud, 2003)

### Recolección:

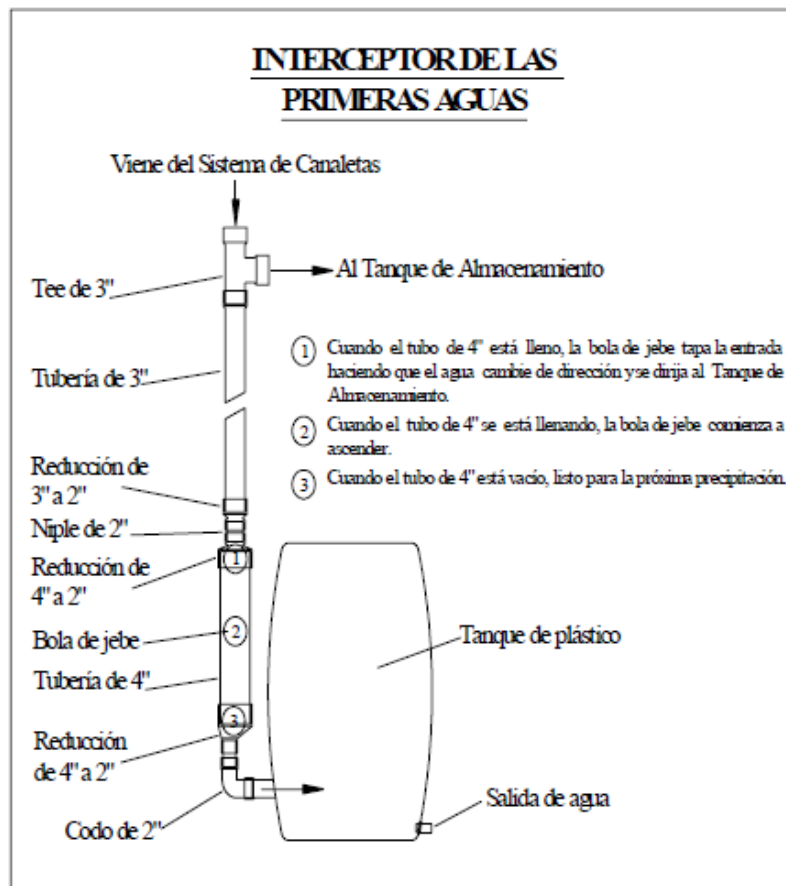
Las canaletas que recolectan el agua se adosan fuertemente a los bordes más bajos de los techos y evitando las pérdidas de agua. Se recomienda un ancho mínimo de canaleta de 75 mm y máximo de 150 mm y la velocidad de agua en ellas no debe superar los 1 m/s. El material de las canaletas debe ser liviano y resistente, y que se acople entre sí con facilidad para reducir fugas. Se puede utilizar PVC, metálicas galvanizadas, bambú o cualquier otro material que no altere la calidad físico-química del agua recolectada.

### Interceptor:

El interceptor de las primeras aguas debe tener un volumen que capte el agua del lavado del techo (o primeras aguas), este valor se estima en 1 litro de agua por m<sup>2</sup> de superficie techo. El agua del lavado puede ser distribuida en más de un interceptor pero a cada uno le correspondería un área diferente de captación.

El interceptor tiene un dispositivo de cierre automático en la parte superior que permite que el agua siga fluyendo por el sistema cuando las primeras aguas hayan llenado el interceptor. En el fondo debe tener una salida para drenar el agua.

### **Ilustración IV. 5: Descripción gráfica de un interceptor de las primeras aguas**



Fuente: (Organización Panamericana de la Salud, 2004)

### Almacenamiento

El volumen del depósito o tanque de almacenamiento se determina a partir de la demanda de agua, de la intensidad de las precipitaciones y del área de captación como se señaló anteriormente. El volumen de diseño del tanque de almacenamiento será igual al 110% del volumen calculado.

El tanque puede estar enterrado, apoyado o elevado y debe contar con una tapa sanitaria, una salida de drenaje, un grifo, un rebose y un ingreso del agua de lluvia captada que se localiza en la parte superior del tanque. En el interior, el depósito debe ser impermeable y se debe evitar que el agua contenida entre en contacto con el exterior para cuidar la calidad del agua. Se recomienda que el sistema de almacenamiento tenga una base de losa.

### Tratamiento

Antes de un consumo humano directo, el agua debe recibir un tratamiento. Para remover las partículas remanentes no retenidas por el interceptor se pueden utilizar filtros de arena en el lugar de extracción del agua y para desinfectar el agua puede aplicarse la cloración. Otros tratamientos pueden ser: ozonificación, luz ultravioleta, plata coloidal o simplemente hervir el agua.

#### *ii) Análisis Económico*

Los componentes que representan la mayor inversión en el sistema son la superficie de captación (techo) y el depósito de almacenamiento (tanque). Las dimensiones de estos elementos dependen de la precipitación y demanda de agua que en ningún caso debe ser inferior a 20 litros de agua diarios por familia.

Además esta tecnología presenta las siguientes ventajas que se reflejan en menores costos de inversión: la mano de obra y los materiales se pueden conseguir localmente, no hay grandes distancias desde la captación al uso del agua, y la instalación, el mantenimiento y operación no requiere de conocimientos técnicos especializados.

Por todo lo expuesto, el costo de la tecnología varía principalmente por las dimensiones del techo y del tanque. Sin embargo, cabe considerar que en zonas de lluvia el techo suele estar ya instalado y su costo puede ser suprimido o reducido. De acuerdo a lo señalado por la OPS en el 2005, la instalación de un SCAPT completo para una familia de seis personas con una dotación de 13 litros de agua diarios tiene la siguiente estructura de costos (Cuadro IV.30):

**Cuadro IV. 30: Estructura de costos para una dotación de 13 lts/hab/día.**

Area del techo (m <sup>2</sup> )	Volumen del tanque (m <sup>3</sup> )	Costos en (US\$)		
		Techo	Tanque	Total
60	15.63	600	781	1381.50
65	15.22	650	761	1411.00

Fuente: (Organización Panamericana de la Salud, 2005)

Por otro lado, cuando se asumió una dotación mínima por familia de 20 litros diarios y sin considerar la instalación del techo, los costos del sistema se redujeron tal como se detalla en Cuadro IV. 31.

**Cuadro IV. 31: Costos estructura básica de implementación para una dotación de 20 litros/familia/día**

Area del techo (m <sup>2</sup> )	Volumen del tanque (m <sup>3</sup> )	Costos en (US\$)		
		Techo	Tanque	Total
65	15.22/4	---	195.25	209

Fuente: (Organización Panamericana de la Salud, 2005)

Además, la OPS también indicó que para los accesorios adicionales se estima un costo aproximado del 10% del costo correspondiente al techo y al tanque.

#### **4.3.5. Tecnología 5: Plantas de tratamiento de aguas residuales**

El tratamiento de aguas residuales obtuvo prioridad alta en las regiones de Lima y Junín para el área de residencia urbana. El tratamiento de aguas residuales abarca un conjunto de medidas para mejorar la calidad del agua. Incluye tecnologías que implican en su desarrollo diversas operaciones físicas, procesos químicos y/o biológicos que eliminan o reducen la carga contaminante en el agua. Los procesos biológicos permiten eliminar la materia orgánica biodegradable en el tratamiento de aguas residuales.

##### **a. Casos base**

El caso base que se presenta a continuación, representa los resultados obtenidos a partir de un estudio elaborado en el 2008 para inventariar algunas experiencias de tratamiento y uso de aguas residuales en la región Lima Metropolitana y Callao. Por lo tanto, este caso base no representa un proyecto en particular, sino un conjunto de proyectos.

Nombre del Estudio de	Inventario de Experiencias de Tratamiento y uso de agua residuales,
-----------------------	---



<b>Caso</b>	en el marco del estudio “Panorama de Experiencias de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales en Lima Metropolitana y Callao” <sup>59</sup> .
<b>Objetivo General</b>	Identificar las principales experiencias de tratamiento y uso de aguas residuales para agricultura urbana y reverdecimiento en la Ciudad de Lima.
<b>Objetivos Específicos</b>	Describir las experiencias Construcción participativa de lista de experiencias Elaboración del primer listado de experiencias
<b>Plazo de ejecución (señalar etapas, si aplica)</b>	Resultados presentados 2008
<b>Entidad que financia</b>	Directorate General for International Cooperation (DGIS), Netherlands Ministry for Foreign Affairs (Holanda) y el International Development Research Centre – IDRC (Canadá).
<b>Entidad que promueve</b>	IPES Promoción del Desarrollo Sostenible, Fundación Ruaf
<b>Entidad que ejecuta</b>	IPES Promoción del Desarrollo Sostenible, Fundación Ruaf
<b>Entidad del gobierno nacional, regional y/o local que participa directamente en el proceso.</b>	Ministerio de Vivienda
<b>Principales resultados</b>	El principal resultado relacionado con tecnologías de tratamiento de aguas residuales es el siguiente: de los 34 casos que incluían tratamiento, 10 casos correspondían a lagunas de estabilización, 10 a lagunas aireadas y 8 a lodos activados, con una cobertura de riego de 111, 276 y 115 hectáreas, respectivamente.

En el tercer capítulo de este estudio se presenta un inventario con 37 experiencias de tratamiento y uso de aguas residuales, elaborado a partir de información secundaria que permite describir sus principales características: ubicación geográfica, ámbito de desarrollo, tamaño de la experiencia, actores involucrados, tipo de tecnología, costos, etc. Se indica que no representa un estudio exhaustivo sino una primera aproximación a la situación de las aguas residuales en la ciudad de Lima, incluyendo el Callao.

Los 37 casos inventariados utilizan en total un caudal aproximado de 1 478 L/s de aguas residuales domésticas que provienen de alrededor 575 000 habitantes y de más de 115 000 viviendas. El 99%

<sup>59</sup> (Moscós & Alfaro, 2008)

de los 1 131 l/s de agua residual tratada (34 casos) tiene un tratamiento secundario. Los tipos de tecnología más empleados fueron: lagunas de estabilización (10 casos), lagunas aireadas (10 casos), lodos activados (8 casos). En los siguientes párrafos se presentan los resultados obtenidos con respecto a estas tecnologías.

Sobre las lagunas de estabilización se identificó que diez plantas con lagunas facultativas primarias y secundarias tratan 387 l/s (34% de 1 478 L/s tratados). Todos estos sistemas están operativos, a pesar de su antigüedad (en algunos casos superan los 30 años) aunque no trabajan en óptimas condiciones. Seis de estas plantas son operadas por SEDAPAL y otras cuatro por el Ministerio de Defensa, el Colegio La Inmaculada, el Centro Poblado de Nievería en Huachipa y la Universidad Nacional de Ingeniería.

Con respecto a las lagunas aireadas se reporta que cinco plantas construidas en los últimos 10 años tratan 550 L/s. Estas plantas consisten en un sistema combinado de lagunas aireadas seguidas de lagunas de maduración. Dos de ellas fueron construidas por SEDAPAL en San Juan de Miraflores y Villa El Salvador (Huascar), reemplazando lagunas de estabilización. Otras plantas de lagunas aireadas privadas se encuentran en los clubes de Golf de Lima y La Planicie, que tienen un sistema de lagunas aireadas y facultativas. Existe además otras plantas no consideradas en el estudio como la planta en San Bartolo y Carapongo.

Se *identificaron* ocho plantas con procesos de lodos o fangos activados para tratar 178 L/s de agua y regar principalmente las áreas verdes dentro de la ciudad. Entre ellas, la Planta de Puente de Piedra, operada por SEDAPAL para tratar 137 l/s que son utilizados parcialmente para actividades agrícolas. SEDAPAL tiene una planta que trata un litro por segundo para regar los jardines de dicha empresa. La Municipalidad de Villa María del Triunfo también instaló una planta que trata 2 L/s de agua para atender su biohuerto. En el cementerio Los Jardines de la Paz se encuentra una planta de lodos activados de más de 15 años que trata 5.25 L/s de agua. En Surco también se encuentra instalada una planta que da tratamiento al agua del canal Surco para regar 50 hectáreas de parques y jardines. Villa El Salvador y Carabayllo también cuentan con pequeñas plantas de lodos activados para regar áreas verdes.

## **b. Tecnología estandarizada**

### *i) Descripción Técnica*

La presente descripción desarrolla el tema de tratamiento de aguas residuales de manera panorámica para luego introducir al tema de los procesos biológicos y finalizar con la descripción de tres tecnologías de tratamiento biológico destacadas: estanques de estabilización, lagunas aireadas y procesos de fangos o lodos activados, orientadas principalmente a eliminar la materia orgánica biodegradable contenida en las aguas residuales.

Las aguas residuales se pueden definir como residuos líquidos o aguas portadoras de residuos. Se generan cuando el agua es contaminada durante sus diferentes usos y por lo tanto, al ser considerada un agua de menor calidad es desechada.

Dado que es un agua de baja calidad, su reutilización o proximidad puede afectar la salud humana, es por ello que el agua residual debe ser evacuada, tratada y eliminada en condiciones adecuadas. Además, debe evitarse que contamine los cuerpos de agua o el medio

en donde en última instancia son descargadas respetando la legislación y normas de calidad ambiental, que establecen los niveles de eliminación de las sustancias contaminantes en ellas.

Las aguas residuales pueden seguir procesos naturales de autodepuración, sin embargo, cuando las concentraciones de sustancias extrañas llegan a niveles contaminantes, se requiere aplicar un tratamiento para que el agua residual cumpla con las normas establecidas de calidad de agua antes de su descarga. Incluso se puede mejorar la calidad del agua residual hasta transformarla en un agua útil para otros usos como riego de áreas verdes.

A las instalaciones donde se implementan el sistema de tratamiento de aguas residuales se les conoce como Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Los Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de PTAR de acuerdo a la legislación en Perú son descritos en la Tabla N° 1.

**Cuadro IV. 32: Límites Máximos Permisibles para los Efluentes del PTAR**

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
Ph	Unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

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

Las aguas residuales tienen una naturaleza cambiante, pues ella depende de los usos de donde provienen, los cuales cambian junto con las tendencias de las actividades humanas que con el tiempo se vuelven más complejas y diversas. Cada año aparecen nuevos compuestos sintetizados por la industria. Las propiedades físicas y los constituyentes químicos y biológicos describen la composición de las aguas residuales (Tabla N° 2).

**Cuadro IV. 33: Propiedades físicas y constituyentes químicos y biológicos del agua residual**

Propiedades físicas	Color, olor, sólidos, temperatura
Constituyentes Químicos Orgánicos	Carbohidratos, grasa animales, aceites y grasa, pesticidas, fenoles, proteínas, contaminantes

	prioritarios, agentes tensoactivos, compuestos orgánicos volátiles, etc.
Constituyentes Químicos Inorgánicos	Alcalinidad, cloruros, metales pesados, nitrógeno, pH, Fósforo, contaminantes prioritarios, azufre
Constituyentes Químicos Gases	Sulfuro de Hidrógeno, metano, oxígeno
Constituyentes Biológicos	Animales, plantas, protistas, virus

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro IV. 34 se describen de manera general algunos contaminantes que son importantes atender durante el tratamiento de las aguas residuales.

**Cuadro IV. 34: Contaminantes de importancia en el tratamiento de agua residual**

Contaminante	Razón de la importancia
Sólidos en suspensión	Los sólidos en suspensión pueden dar lugar al desarrollo de depósitos de fango y de condiciones anaerobias cuando se vierte agua residual sin tratar al entorno acuático.
Materia orgánica biodegradable	Compuesta principalmente por proteínas, carbohidratos, grasas animales, la materia orgánica biodegradable; se mide, en la mayoría de las ocasiones, en función de la DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) y la DQO (Demanda química de oxígeno). Si se descargan al entorno sin tratar su estabilización biológica puede llevar al agotamiento de los recursos naturales de oxígeno y al desarrollo de condiciones sépticas
Patógenos	Pueden transmitirse enfermedades contagiosas por medio de los organismos patógenos presentes en el agua residual.
Nutrientes	Tanto el nitrógeno como el fósforo, junto con el carbono, son nutrientes esenciales para el crecimiento. Cuando se vierten al entorno acuático, estos nutrientes pueden favorecer el crecimiento de una vida acuática no deseada. Cuando se vierten al terreno en cantidades excesivas, también pueden provocar la contaminación del agua subterránea.
Contaminantes prioritarios	Son compuestos orgánicos o inorgánicos determinados en base a su carcinogenicidad, mutagenicidad, teratogenicidad o toxicidad aguda conocida o sospechada. Muchos de esos compuestos se hallan presentes en el agua

	residual.
Materia orgánica refractaria	Esta materia orgánica tiende a resistir los métodos convencionales de tratamiento. Ejemplos típicos son los agentes tensoactivos, los fenoles y los pesticidas agrícolas.
Metales pesados	Los metales pesados son frecuentemente añadidos al agua residual en el curso de ciertas actividades comerciales e industriales y puede ser necesario eliminarlos si se pretende reutilizar el agua residual.
Sólidos inorgánicos disueltos	Los constituyentes inorgánicos tales como el calcio, sodio, y los sulfatos se añaden al agua de suministro como consecuencia del uso del agua, y es posible que se deban eliminar si se va a reutilizar el agua residual.

Fuente: (Metcalf & Eddy, 1995)

Para implementar una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales se debe realizar un cuidadoso diseño, que en primera instancia, deba establecer el nivel de eliminación de contaminantes deseado o requerido antes de reutilizar o verter al ambiente el agua efluente. Se recomienda seguir un estudio que entre otras cosas debe evaluar los siguientes aspectos:

- caudal
- carga contaminante
- destino del efluente (uso o disposición)
- área disponible para la instalación
- otros factores técnicos
- factores ambientales
- factores económicos
- factores sociales

El sistema de tratamiento está constituido por operaciones y procesos unitarios que se combinan entre sí. Las operaciones unitarias son aquellos métodos de tratamiento en los que predominan los fenómenos físicos. Por otro lado, los procesos unitarios son los métodos de tratamiento donde predominan los procesos biológicos o químicos. Ambos, operaciones y procesos unitarios se hallan presentes de distintas formas en las distintas etapas de tratamiento.

Dado las diversas opciones de procesos y operaciones unitarias que se presentan para cada etapa del sistema de tratamiento de aguas residuales, y los requerimientos específicos de diseño el PTAR resultante suele ser específico para su caso.

El proceso de tratamiento de aguas residuales se puede dividir en las siguientes etapas: pre-tratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario o convencional, tratamiento terciario o avanzado y tratamiento de lodos o fangos. Aunque estos términos en algunos casos son sólo

referenciales, pues muchos procesos y operaciones se repiten en varias de estas clasificaciones. Se recomienda que el diseño parta de un estudio de procesos y operaciones unitarias necesarias para alcanzar el nivel de tratamiento adecuado.

*Pre-tratamiento:* El Pre-tratamiento es un proceso de eliminación de la materia contenida en las aguas residuales cuya presencia podría provocar problemas en el funcionamiento y mantenimiento de los siguientes procesos y operaciones del sistema de tratamiento. Por lo general, se trata de material grueso y sólido, aunque también incluye aceites y grasas. Ejemplos de pre-tratamiento son: desbaste a través de rejillas, dilaceración para eliminar sólidos gruesos y trapos, flotación para eliminar grasa y aceites, desarenado para la eliminar materia en suspensión gruesa que puede causar obstrucciones en los equipos y un desgaste excesivo de los mismos, etc.

*Tratamiento Primario:* El tratamiento primario consiste en la eliminación de una parte de los sólidos en suspensión y de la materia orgánica del agua residual, a través de operaciones físicas como la sedimentación y el tamizado. El efluente resultante suele tener alto contenido de materia orgánica y DBO alta por lo que casi siempre es sometido a un tratamiento secundario posterior.

*Tratamiento Secundario o Convencional:* El tratamiento secundario o convencional está orientado a eliminar los sólidos en suspensión y los compuestos orgánicos biodegradables a través de la combinación de diferentes procesos que incluyen el tratamiento biológico. El tratamiento secundario puede consistir en fangos activados, reactores de lecho fijo, sistemas de lagunaje y sedimentación.

*Tratamiento Terciario o Avanzado:* El tratamiento avanzado se puede definir como el tratamiento que se les da a las aguas residuales después del tratamiento secundario para alcanzar un nivel de calidad más exigente, como es el caso de las aguas que se desean reutilizar. El tratamiento está orientado a eliminar compuestos tóxicos, excedentes de materia orgánica, sólidos en suspensión, entre otros y para tal fin puede incluir procesos u operaciones unitarias como coagulación, floculación, sedimentación, seguida de filtración y carbono activado. También se pueden emplear métodos de intercambio iónico o la osmosis inversa para eliminar determinados iones o reducir sólidos disueltos.

*Tratamiento de lodos, fangos:* Los lodos o fangos se generan como subproducto de los procesos y operaciones en los tratamientos antes mencionados. Estos fangos representan una potencial fuente de contaminación ambiental pues contienen las sustancias extraídas del agua residual como contaminantes patógenos y requieren de un tratamiento especial que incluye: operaciones preliminares, espesamiento, estabilización, acondicionamiento, desinfección deshidratación, secado térmico, reducción térmica y evacuación final.

## Operaciones físicas, procesos químicos y procesos biológicos en el tratamiento de aguas residuales

A medida que las actividades humanas aumentan en complejidad y variedad, y que las normas de calidad son cada vez más exigentes, se hace necesario intensificar la investigación sobre estos métodos y hallar nuevos métodos que satisfagan los nuevos requerimientos. Sin embargo, existe ya una gama diversa de opciones en cuanto a operaciones y procesos unitarios para el tratamiento de aguas residuales, algunas aplicaciones de operaciones físicas y procesos químicos pueden encontrarse en los cuadros siguientes.

**Cuadro IV. 35: Aplicaciones de las operaciones físicas unitarias en el tratamiento de aguas residuales**

Operación	Aplicación
Medición de caudal	Control y seguimiento de procesos, informes de descargas.
Desbaste	Eliminación de sólidos gruesos y sedimentables por intercepción (retención en superficie).
Dilaceración	Trituración de sólidos gruesos hasta conseguir un tamaño más o menos uniforme.
Homogeneización del caudal	Homogeneización del caudal y de las cargas de DBO y de sólidos en suspensión.
Mezclado	Mesclado de productos químicos y gases con el agua residual, mantenimiento de los sólidos en suspensión.
Floculación	Provoca la agregación de pequeñas partículas aumentando el tamaño de las mismas, para mejorar su eliminación por sedimentación por gravedad.
Sedimentación	Eliminación de sólidos sedimentables y espesado de fangos.
Flotación	Eliminación de los sólidos en suspensión finamente divididos y de partículas con densidades cercanas a la del agua. También espesa los fangos biológicos.
Filtración	Eliminación de los sólidos en suspensión residuales presentes después del tratamiento químico o biológico.
Microtamizado	Mismas funciones que la filtración. También la eliminación de las algas de los flujos de las lagunas de estabilización.

Transferencia de gases	Adición y eliminación de gases.
Volatilización y arrastre de gases	Emisión de compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles del agua residual.

Fuente: (Metcalf & Eddy, 1995)

**Cuadro IV. 36: Aplicaciones de los procesos químicos unitarios en el tratamiento de aguas residuales**

Proceso	Aplicación
Precipitación química	Eliminación de fósforo y mejora de la eliminación de sólidos en suspensión en las instalaciones de sedimentación primaria empleadas en tratamientos fisicoquímicos.
Adsorción	Eliminación de materia orgánica no eliminada con métodos convencionales de tratamiento químico y biológico. También se emplea para declorar el agua residual antes de su vertido final.
Desinfección	Destrucción selectiva de organismos causantes de enfermedades (puede realizarse de diversas maneras).
Desinfección con cloro	Destrucción selectiva de organismos causantes de enfermedades. Puede realizarse de diversas maneras. Por ejemplo con: cloro, dióxido de cloro, cloruro de bromo, ozono y luz ultravioleta. El cloro es el producto químico más utilizado.
Decloración	Eliminación del cloro combinado residual total remanente después de la cloración (puede realizarse de diversas maneras).
Otros	Para alcanzar objetivos específicos en el tratamiento de las aguas residuales, se pueden emplear otros compuestos químicos.

Fuente: (Metcalf & Eddy, 1995)

Procesos biológicos de tratamiento: Como se ha explicado antes, los procesos biológicos de tratamiento son procesos unitarios que consisten en la eliminación de los contaminantes a través de la actividad biológica. Estos procesos por lo general se encuentran dentro del tratamiento secundario y se enfocan principalmente en la eliminación de sustancias orgánicas biodegradables. Por lo tanto, son considerados procesos importantes y necesarios en el tratamiento de aguas residuales con alto contenido de materia orgánica como las aguas residuales domésticas. Además, suelen ser la característica más resaltante de una PTAR, por



lo que muchas veces las PTAR son clasificadas según el tipo de procesos biológicos que llevan a cabo.

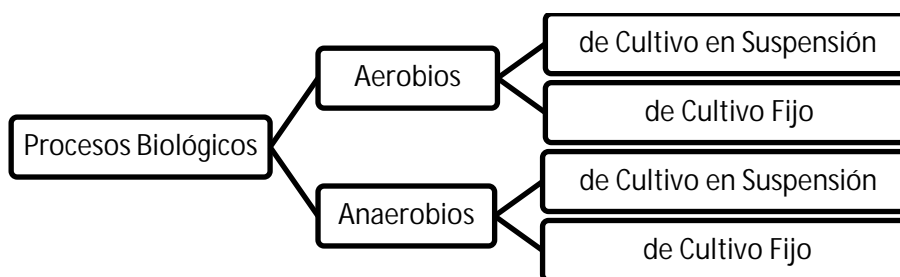
Es por ello que se ha considerado desarrollar con mayor detalle este tipo de procesos. Más adelante, se describirán también tres tipos de tratamiento biológico representativos: procesos de fangos activados, lagunas de estabilización y lagunas aireadas.

En general, el tratamiento biológico consiste en el control de microorganismos y su medio ambiente con el fin de obtener condiciones óptimas para su crecimiento. Las principales aplicaciones de estos procesos incluyen no sólo la eliminación de materia orgánica carbonosa de agua residual<sup>60</sup> - medida como Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), carbono orgánico total (COT) o Demanda Química de Oxígeno (DQO) – si no también a procesos de nitrificación, desnitrificación, eliminación de fósforos y estabilización de fangos.

Los procesos biológicos se clasifican como se describe a continuación y se esquematizan en la ilustración N° 1. Además, en la ilustración siguiente podemos encontrar algunos de los principales procesos biológicos para el tratamiento de aguas residuales.

- Procesos Aerobios: procesos que se dan en presencia de oxígeno
- Procesos Anaerobios: procesos que dan en ausencia de oxígeno. Los procesos anóxicos son proceso anaerobios.
- Procesos de Cultivo en Suspensión: procesos en los que los microorganismos responsables del tratamiento se mantienen en suspensión dentro del líquido.
- Procesos de Cultivo fijo: procesos en los que los microorganismos responsables del tratamiento están fijados en un medio inerte.

**Ilustración IV. 6: Clasificación se los procesos biológicos en el tratamiento de aguas residuales**



Fuente: Elaboración propia

<sup>60</sup> La eliminación de la materia orgánica carbonosa es la conversión biológica de la materia carbonosa en tejido celular y en diversos productos gaseosos.

**Cuadro IV. 37: Principales procesos biológicos utilizados en el tratamiento del agua residual**

Tipo	Nombre común	Aplicación
Procesos Aerobios		
Cultivo en suspensión	Proceso de fangos activados	Eliminación de la DBO carbonosa (nitrificación)
	Nitrificación de cultivos en suspensión	Nitrificación
	Lagunas aireadas	Eliminación de la DBO carbonosa (nitrificación)
	Digestión aerobia	Estabilización, eliminación de la DBO carbonosa
Cultivo fijo	Filtros percoladores	Eliminación de la DBO carbonosa, nitrificación
	Filtros desbaste	Eliminación de la DBO carbonosa
	Sistemas biológicos rotativos de contacto (RBC)	Eliminación de la DBO carbonosa (nitrificación)
	Reactores de lecho compacto	Eliminación de la DBO carbonosa (nitrificación)
Procesos combinados (cultivo fijo y cultivo en suspensión)	Biofiltros activados	Eliminación de la DBO carbonosa (nitrificación)
Procesos anóxicos		
Cultivos en suspensión	Desnitrificación con cultivo en suspensión	Desnitrificación
Cultivos fijos	Desnitrificación de película fija	Desnitrificación
Procesos anaerobios		
Cultivos de suspensión	Digestión anaerobia	Estabilización, eliminación de la DBO carbonosa
	Proceso anaerobio de contacto	Eliminación de la DBO carbonosa
	Manto de fango anaerobio de flujo ascendente	Eliminación de la DBO carbonosa
Cultivo fijo	Filtro anaerobio	Eliminación de la DBO carbonosa, estabilización de residuos (desnitrificación)
	Lecho expandido	Eliminación de la DBO carbonosa, estabilización de residuos
Procesos anaerobios, anóxicos, aerobios combinados		
Cultivo de suspensión	Procesos de una o varias etapas, múltiples procesos patentados	Eliminación de la DBO carbonosa, nitrificación, desnitrificación y

Tipo	Nombre común	Aplicación
		eliminación de fósforo
Procesos combinados	Procesos de una o varias etapas	Eliminación de la DBO carbonosa, nitrificación, desnitrificación y eliminación de fósforo
Procesos en estanques	Lagunas aerobias	Eliminación de la DBO carbonosa
	Estanques de maduración (terciarios)	Eliminación de la DBO carbonosa (nitrificación)
	Estanques facultativos	Eliminación de la DBO carbonosa
	Estanques anaerobios	Eliminación de la DBO carbonosa (estabilización de residuos)

Fuente: (Metcalf & Eddy, 1995)

En el año 2008, se presentaron los resultados de un inventario de experiencias de reuso de aguas residuales (en su mayoría tratadas) en actividades productivas y/o recreativas en el Callao y en Lima Metropolitana<sup>61</sup>. Se identificaron en total 37 casos donde en el 77% del área irrigada correspondía a actividades productivas (agricultura, acuicultura) y el sólo el 23 % correspondía a actividades recreativas (áreas verdes, campos deportivos, etc.) aunque con mayor número de casos.

Cabe señalar que el 83% de los casos para actividades productivas se encuentran en el ámbito periurbano, mientras que el 65% de casos para actividades recreativas se localizan en el ámbito intra-urbano.

Independientemente del destino del agua efluente, las tecnologías más recurrentes en el inventario fueron: lagunas aireadas, lagunas de estabilización y lodos activados, tal como se puede apreciar en el Cuadro IV. 34, que no considera los tres casos donde no se realiza tratamiento alguno.

**Cuadro IV. 38: Tecnologías de tratamiento de aguas residuales**

Tecnología	Cantidad	Porcentaje	Ha	Porcentaje
Laguna de estabilización	10	29.4	111	21.5
Laguna aireada	10	29.4	276	53.4
Lodos activados	8	23.5	115	22.2
Humedal artificial	4	11.8	3	0.6
Filtro percolador	2	5.9	12	2.3
Total	34	100	517	100

Fuente: (Moscosos & Alfaro, 2008)

<sup>61</sup> (Moscosos & Alfaro, 2008)



### *b) Lagunas Aireadas*

Las lagunas aireadas o estanques aireados son un tratamiento biológico aerobio con cultivos en suspensión. Se desarrollan como estanques donde se deposita el agua residual y, mediante aireadores de superficie o difusores, se oxigena el contenido para promover la oxidación bacteriana. Estos dispositivos crean una turbulencia que mantiene la materia en suspensión. El proceso que se da lugar en estos estanques es similar al de fangos activados, donde se mantiene una aireación prolongada dependiendo de las condiciones del depósito. Para lograr los niveles de tratamiento deseados, se suele utilizar varias lagunas aireadas que son complementadas con instalación de sedimentación e incorporando recirculación de sólidos biológicos.

En los sistemas de lagunas aireadas es posible llevar a cabo la nitrificación que depende del diseño y de las condiciones de funcionamiento del sistema así como de la temperatura del agua residual. Cuando la temperatura es mayor, y menor sea la carga, mayor es el grado de nitrificación alcanzable.

La calidad del efluente de este proceso es inferior al de fangos activados y en las lagunas aireadas no hay recirculación de lodos<sup>62</sup>.

### *c) Lagunas o Estanques de estabilización*

Las lagunas (o estanques) de estabilización representan un conjunto de procesos de tratamiento biológico que se llevan a cabo en lagunas o estanques tanto en presencia como en ausencia de oxígeno combinando cultivos bacterianos fijos y en suspensión. De acuerdo a la presencia de oxígeno, se clasifican en lagunas: aerobias, de maduración, facultativas y anaerobias.

*Estanques de estabilización anaerobias:* Estos estanques consisten en depósitos de poca profundidad excavados en el terreno que mantiene condiciones aerobias para que bacterias y algas en suspensión metabolicen el contenido orgánico. El oxígeno penetra por difusión atmosférica pero también se puede utilizar bombas o aireadores de superficie para optimizar las condiciones.

*Estanques de estabilización de maduración (terciarios):* Los estanques de estabilización de maduración se utilizan para dar tratamiento a efluentes secundarios y para la nitrificación estacional. El proceso es aerobio con un cultivo en suspensión, el oxígeno es suministrado por aireación superficial al estanque que contiene algas, las cuales realizan respiración endógena de los sólidos biológicos residuales y la conversión del amoníaco en nitrato mediante. Se recomiendan tiempos de retención de 18 a 20 días mínimo para conseguir la respiración endógena completa de los sólidos residuales.

*Estanques de estabilización facultativos:* Los estanques facultativos combinan bacterias facultativas, anaerobias y aerobias. Estas lagunas están conformadas

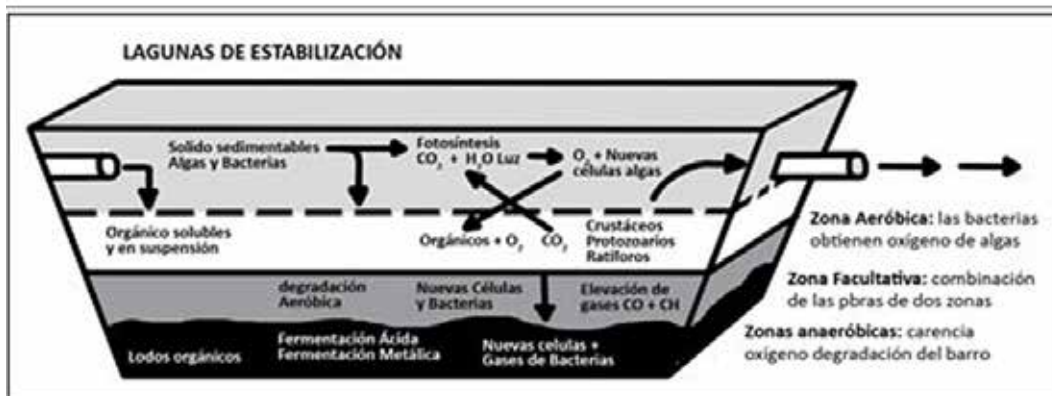
---

<sup>62</sup> (FONAM, 2010)

por tres zonas: 1) zona superficial con bacterias aerobias algas en una relación simbiótica; 2) zona inferior anaerobia en la que se descomponen activamente los sólidos acumulados por acción de las bacterias anaeróbicas; y 3) Zona intermedia parcialmente aerobia y anaerobias, donde la descomposición de la materia orgánica la realiza las facultativas<sup>63</sup>. Los estanques son excavados en el terreno y alimentados de agua residual sometida previamente a un desbaste o con el efluente de un tratamiento primario. La sedimentación de sólidos de mayor tamaño genera un lodo. Las bacterias aerobias utilizan el oxígeno generado por las algas para oxidar los materiales sólidos y coloidales. El dióxido de carbono producido es utilizado por las algas. En la capa de lodo, la descomposición anaerobia produce  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  y  $\text{CH}_4$  que a su vez ascienden y son oxidados por las bacterias anaerobias o se liberan a la atmósfera. La presencia de oxígeno en la capa superior se consigue por algas o aireadores de superficie. La ventaja de usar aireadores es que se puede aplicar mayor carga orgánica.

*Anaerobios:* Los estanques anaerobios están destinados a agua de alto contenido orgánico y alta concentración de sólidos. Consiste en un estanque profundo excavado en el terreno dotado de sistema de conducciones de entrada y salida. Pueden tener más de 9 metros de profundidad con el fin de conservar la energía calorífica y mantener las condiciones anaerobias. La materia a tratar sedimenta en el fondo del estanque. Sólo en la parte más cercana a la superficie las condiciones no son anaerobias. La estabilización es producto de procesos de precipitación y de conversión anaerobia de materia orgánica en  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  y toro gases, ácidos orgánicos y tejido celular.

**Ilustración IV. 8: Representación de una laguna de estabilización facultativa**



Fuente: (Organización Panamericana de la Salud)

<sup>63</sup> (Metcalf & Eddy, 1995)

ii) *Análisis Económico*

Este análisis económico se basa en los resultados obtenidos por el estudio Panorama de experiencias de tratamiento y uso de aguas residuales en Callao y Lima Metropolitana, mencionado con anterioridad. El estudio logró obtener información de 11 plantas de tratamiento sobre sus costos de inversión y estimó los costos de tratamiento a partir de los gastos anuales de operación y mantenimiento.

En el Cuadro IV. 39 se presentan los costos de inversión obtenidos para 11 casos con diferentes tecnologías de tratamiento biológico. Se puede observar que los casos que presentan mayores costos son las plantas de San Juan de Miraflores (182 US\$/hab) y Huáscar en Villa El Salvador (246 US\$/hab), ambas implementan la misma tecnología de lagunas aireadas.

**Cuadro IV. 39: Costo de inversión de algunas plantas de tratamiento de Lima**

Tecnología / Planta	Caudal tratados (L/s)	Población de aporte	Inversión (US\$)	Costo de inversión (US\$/hab)
Lagunas de estabilización	23.10	9257	175000	19
Colegio Inmaculada	15	5838	36000	6
Huachipa (Imhoff + reservorio)	0.6	500	14000	28
UNITRAR (RAFA + Lagunas)	7.5	2919	125000	43
Lagunas aireadas	497	193427	37000000	191
San Juan de Miraflores	424	165016	30000000	182
Huáscar	73	28411	7000000	246
Lodos Activados	28.75	11189	780000	70
Alameda de la Solidaridad	6	2335	80000	34
Jardines de la Paz	5.25	2043	100000	49
Surco	15.50	6811	600000	88
Humadales artificiales	3.2	1468	50300	34
Oasis de Villa	3	1168	119000	10
Nievería (Acuasan)	0.2	300	38400	128
Filtros percoladores	2	778	10000	13
Costa Verde - Miraflores	2	778	10000	13

Fuente: (Moscós & Alfaro, 2008)

Además, el mismo estudio realizó las estimaciones de costos de tratamiento y de la relación costo beneficio que se presentan en los cuadros siguientes.

**Cuadro IV. 40: Costo de tratamiento en algunas plantas de Lima**

Tecnología / Planta	Caudal tratados (L/s)	Población de aporte	Operación y mantenimiento (US\$)	Costo de tratamiento (US\$/hab)
Lagunas de estabilización	23.10	9257	36650	0.05
Colegio Inmaculada	15	5838	16800	0.04
Huachipa (Imhoff + reservorio)	0.6	500	1100	0.06
UNITRAR (RAFA + Lagunas)	7.5	2919	18750	0.08
Lagunas aireadas	497	193427	780000	0.05
San Juan de Miraflores	424	165016	640000	0.05
Huáscar	73	28411	140000	0.06
Lodos Activados	28.75	11189	34440	0.10
Alameda de la Solidaridad	6	2335	11440	0.06
Jardines de la Paz	5.25	2043	23000	0.14
Humedales artificiales	5.2	2246	3567	0.02
Oquendo	2	778	1450	0.02
Oasis de Villa	3	1168	2063	0.02
Nievería (Acuasan)	0.2	300	54*	0.01
Filtros percoladores	2	778	7500	0.12
Costa Verde - Miraflores	2	778	7500	0.12

Fuente: (Moscosos & Alfaro, 2008). (\*) La Operación y Mantenimiento son asumidos por las propias familias.

**Cuadro IV. 41: Relación beneficio/costo del agua residual tratada en algunas plantas de Lima**

Tecnología / Planta	Costo de tratamiento (US\$/m <sup>3</sup> )	Precio* (US\$/m <sup>2</sup> )	Relación B/C (US\$)	Utilidad potencial (US\$/año)
Lagunas de estabilización	0.05	0.16	3.18	
Colegio Inmaculada	0.04	0.16	4.51	58666
Huachipa (Imhoff + reservorio)	0.06	0.16	2.75	1927
UNITRAR (RAFA + Lagunas)	0.08	0.16	2.02	19093
Lagunas aireadas	0.05	0.16	3.22	
San Juan de Miraflores	0.05	0.16	3.34	1499402
Huáscar	0.06	0.16	2.63	228340



Lodos Activados	0.10	0.16	1.65	
Alameda de la Solidaridad	0.06	0.16	2.65	18835
Jardines de la Paz	0.14	0.16	1.15	3490
Humedales artificiales	0.02	0.16	7.36	
Oquendo	0.02	0.16	6.96	8642
Oasis de Villa	0.02	0.16	7.34	13074
Nievería (Acuasan)	0.01	0.16	18.69	955
Filtros percoladores	0.12	0.16	1.35	
Costa Verde - Miraflores	0.12	0.16	1.35	2592

Fuente: (Moscosos & Alfaro, 2008). (\*) Precio de referencia de US\$ 0.16 en UNITRAR

## V. Identificación y Análisis de Barreras

El proceso de identificación de las barreras se ha realizado según lo mencionado en la parte metodológica de este documento realizando entrevistas individuales semi estructurados y también, a través de los diferentes talleres realizados en las tres regiones bajo estudio. El análisis de barreras mencionado en el Manual (PNUD, 2010), Anexo 13, ha sido incorporado con algunas adiciones, como las categorías de barreras. Además, las barreras específicas por tecnologías han sido incorporadas como parte del Plan de Acción, dado que se considera que son éstas las que deben levantarse para lograr la implementación de las mismas en las diversas regiones bajo estudio.

### 5.1 Barreras comunes

La identificación de barreras para la aplicación de las tecnologías mencionadas es muy variada y depende del contexto de la zona donde se aplica. Sin embargo, en términos generales se puede establecer unas barreras comunes a varias tecnologías, que están clasificadas en las siguientes siete categorías:

- **Económico y financiero:** Se relaciona con los costos de capital, los costos de operación y mantenimiento, la falta de acceso al financiamiento, el alto costo del capital, y otros factores que hacen que las tecnologías no sean económicamente viables. Las limitaciones financieras pueden ser una limitante importante cuando se trata de tecnologías de gran escala, como es el caso del tratamiento de las aguas residuales. Además, existe desconocimiento de las instituciones financieras sobre las medidas de adaptación al cambio climático y su rentabilidad, como para ser incorporadas a las carteras de proyectos.
- **Fallas de mercado/distorsiones:** Incluye los problemas en la oferta de las tecnologías, o en la falta de incentivo para promover un mercado sin distorsión para tales tecnologías. La información incompleta es un ejemplo de una falla de mercado. Existen dos tipos de información que al no estar disponibles, constituyen barreras a la implementación de tecnologías para la adaptación al cambio climático. La primera, se refiere a la difusión de información sobre la tecnología específica, que si bien existe, no está disponible para los que la necesitan. De otro lado, existe otro tipo de información que, generalmente, no está disponible como por ejemplo una base de datos de los acuíferos y su profundidad.
- **Político:** Se refiere a los obstáculos relacionados a las inadecuadas las normas para la promoción de los programas de tecnologías para la adaptación al CC. Muchas veces estos aspectos significan tener un apoyo político en términos de dar prioridad para la acciones de programas y proyectos. En el caso de los recursos hídricos, se han establecido programas específicos, como el de reconstrucción de andenes, pero no tienen el peso político necesario.

- **Social:** Se refiere a la falta de comprensión de las necesidades locales o a la falta de comprensión de las tecnologías y de la organización social. Muchas de las tecnologías presentadas requieren de una organización social comprometida con las acciones. Muchas veces existe una debilidad de las organizaciones sociales y por lo tanto, se hace difícil la asignación de tareas conjuntas para implementar la tecnología propuesta, como reservorios, por ejemplo. Además, algunos de los actores principales de los sectores mencionados no tienen conciencia de los efectos del cambio climático y por ello, no ven con interés la aplicación de tecnologías.
- **Ambiental:** Se refiere a que algunas tecnologías pueden tener impactos ambientales no deseados, como por ejemplo la desalinización, que si bien permite tener mayor disponibilidad de agua, produce también desechos que pueden afectar los sistemas costeros. Otro tipo de tecnologías también puede implicar el uso de combustibles fósiles y por lo tanto, puede ser potenciales emisores de GEI.
- **Legal e Institucional:** Referido a las normas y el cumplimiento de las leyes y las instituciones involucradas en el sector. En el caso de los recursos hídricos, si bien existe una reciente nueva Ley de Aguas, aspectos relacionados a las tecnologías requieren de algunas otras normas específicas que promuevan su uso.
- **Capacidades Humanas:** Se refiere a la falta de capacidades para incluir las tecnologías en los proyectos o para evaluar la rentabilidad de las tecnologías. En este aspecto, se requiere con particular relevancia la capacitación a los funcionarios públicos de gobiernos regionales y locales en tecnologías para la adaptación al cambio climático.

## 5.2 Barreras específicas a las tecnologías priorizadas

Las barreras específicas relacionadas a cada una de las cinco tecnologías priorizadas se presentan en la siguiente matriz, además que son la base para la elaboración de las matrices del Plan de Acción en la siguiente sección.

**Cuadro V.1: Barreras por tipo de tecnología**

Barreras/ Tecnologías	Reservorios rústicos y sistema de riego	Sistema de Terrazas	Paneles captadores de niebla	Tratamiento de aguas residuales	Captadores de agua de lluvia de techos
<b>Económico /Financiero</b>	<p>Requerimiento de financiamiento para comunidades andinas</p> <p>No existen incentivos para realizar proyectos de adaptación al CC por parte de GOREs</p>	Magnitud de la inversión requiere líneas de financiamiento	Requerimiento de inversión es pequeño pero no hay fondos disponibles	<p>Requerimiento de la inversión es significativo, en función del tamaño de planta</p> <p>Fondos de financiamiento para proyectos</p>	Sistemas simples, pero no presentes en el diseño de viviendas (créditos)
<b>Fallas de mercado</b>	<p>Falta estandarizar la tecnología (paquete tecnológico).</p> <p>No hay visión de negocio que permita proveer la tecnología</p> <p>Falta difusión de la tecnología de manera masiva</p>	<p>Existen muchas formas de utilizar las terrazas, no hay estandarización.</p> <p>Difusión de la tecnología es escasa.</p>	No hay información sistematizada sobre la tecnología	<p>Construcción y suministros de plantas de tratamiento son complejos</p> <p>No hay un mercado nacional desarrollado</p> <p>Difusión del uso de la tecnología de tratamiento es pequeña</p>	<p>No hay parámetros sobre la tecnología según tipo de vivienda</p> <p>No se difunde el sistema</p>
<b>Político</b>	No hay un Programa Nacional para el establecimiento de la tecnología	Apoyo político al Programa de recuperación de Andenes es reducido	Falta incorporar este tipo de tecnología en programas sociales	Mayor apoyo político para el reuso de las aguas servidas	No se incorpora tecnologías en programas sociales
<b>Social</b>	Falta saber con exactitud la demanda para esta tecnología	Requiere la organización social fuerte para el manejo	Organización social débil no permite implementación	Sensibilización de la población	No se sabe los usos del agua

	Adopción de tecnología toma tiempo  Manejo de cuencas	de la tecnología  Procesos de adopción y apropiación de la tecnología suele tomar tiempo	No se conocen herramientas de gestión del recurso	No se conocen los impactos directos de no tratar las aguas residuales  Organizaciones sociales no tienen conocimiento de las tecnologías	
<b>Ambiental</b>	Faltan estudios técnicos para localizar los reservorios  Investigación insuficiente de materiales para impermeabilizar los reservorios	No hay cuantificación del impacto ambiental (positivo) de la aplicación de la tecnología		No hay información sobre impactos en poblaciones urbanas medianas y pequeñas	Información limitada sobre zonas donde la tecnología es más apropiada
<b>Legal/ institucional</b>	No hay coordinación entre sectores para la promoción de la tecnología				
<b>Capacidades</b>	No se tiene fuentes de información disponible sobre la tecnología  No hay análisis de impactos económicos del uso de la tecnología	Falta de conocimiento técnico para la construcción de terrazas  No hay conocimiento para hacer un análisis económico de la tecnología y sus impactos	Autoridades regionales y locales no conocen la tecnología	Información limitada sobre costos y beneficios de tratamiento de aguas ante diversos métodos	Autoridades regionales y funcionarios de proyectos no conocen la tecnología

## VI. Estrategia y Plan de Acción para las tecnologías Priorizadas

En esta sección se presenta las acciones e ideas de proyectos que se podrían implementar como consecuencia de la identificación de barreras para la implementación de las tecnologías, relacionadas a los recursos hídricos en las tres regiones bajo estudio.

### 6.1 Antecedentes

El Perú es un país que viene creciendo a tasas por encima del 6% en los últimos diez años, por ello se espera que el mayor crecimiento proyectado del PBI genere una mayor reducción de pobreza, de tal forma que al 2015 se llegue a un nivel promedio de 20.0%.

No obstante, para lograr que el crecimiento del PBI se mantenga, el MEF cuenta con una serie lineamientos de política económica, mencionados en el capítulo II, y entre los que se encuentra la mejora de la productividad y competitividad de la economía del país. Este lineamiento supone enfrentarse a una serie de retos, en particular, resulta importante que se haya incluido como tal, el *diseñar acciones de sostenibilidad ambiental* dentro del Marco Macroeconómico Multianual del MEF (MEF, 2012), ya que ello demuestra la relevancia del tema ambiental para el desarrollo económico del país. En este contexto, se hace necesario conocer y evaluar los efectos del cambio climático en el crecimiento y desarrollo del país.

Los impactos del cambio climático, percibidos a través de la exacerbación de los eventos climáticos así como la mayor variabilidad climática, puede afectar la tasa de crecimiento del país, dado su impacto negativo en las condiciones de infraestructura, actividades productivas, entre otros.

En el año 2003, al ser aprobada la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC), se determinaron once líneas estratégicas de acción y se constituyó como el marco de todas las políticas y actividades relacionadas con el cambio climático que se desarrollen en el Perú. Entre las dos líneas principales de acción se tiene: (i) La reducción de los impactos adversos al cambio climático, a través de estudios integrados de vulnerabilidad y adaptación, que identificarán zonas y/o sectores vulnerables en el país, donde se implementarán proyectos de adaptación; y (ii) El control de las emisiones de contaminantes locales y de gases de efecto invernadero (GEI), a través de programas de energías renovables y de eficiencia energética en los diversos sectores productivos. El proceso de elaboración de la ENCC involucró la participación de múltiples sectores e instituciones del sector público y de la sociedad civil.

En el año 2008, se creó el Ministerio del Ambiente (MINAM), el cual estableció una Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos – DGCCDRH. Este órgano del MINAM ha sido el directamente encargado de realizar las acciones tendientes a la mitigación de GEI y a poner en marcha medidas de adaptación en diversos ámbitos.

En cuanto al recurso hídrico se puede decir que el Perú es uno de los países privilegiados en términos de disponibilidad de agua, debido a que pertenece a la cuenca hidrográfica del Amazonas, sin embargo, la concentración de la población (demanda) está asentada en la vertiente del Pacífico, donde solo está disponible el 2.2% del recurso. De otro lado, los ríos que discurren en la vertiente del Pacífico son alimentados por los glaciares tropicales, de los cuales el Perú tiene aproximadamente el 71% del total mundial, por lo que la disposición de agua es altamente sensible al clima. En la actualidad, el cambio climático está alterando el régimen de precipitaciones, desencadenando sequías e inundaciones, mientras que los glaciares, fuente importante de este recurso en el país, están siendo altamente amenazados por el aumento de la temperatura global.

En cuanto al uso del recurso hídrico, el sector agricultura es el que registra el 80% del consumo, seguido por el consumo humano, 12.2%. Es por ello, que se han tomado estos dos usos como los relevantes para el análisis de tecnologías, en cada una de las regiones.

En la última década, diferentes sectores económicos han venido impulsando iniciativas aisladas de desarrollo que promueven directa o indirectamente la adaptación al cambio climático relacionado al recurso hídrico, y que se encuentran en diversas etapas de implementación. En el sector agrícola, se han realizado obras que permitan un abastecimiento permanente del recurso además de promover el uso más eficiente del agua. En el sector de agua potable y saneamiento, se están implementando procesos que permitan la mayor eficiencia en la distribución y se está promoviendo una cultura del agua entre la población. Por el lado de saneamiento, se está promoviendo a nivel regional y local el reuso de aguas servidas, como una forma de ser más eficiente ante la escasez.

Además, en los últimos años, se ha producido un profundo cambio en el marco institucional peruano con respecto a los recursos hídricos. La Ley de Recursos Hídricos (Ley 29338) promulgada en marzo del 2009, y su Reglamento, enero del 2010, establecen un nuevo marco político, normativo e institucional respecto de este recurso natural estratégico, así como una serie de mecanismos modernos para la gestión de sus diversos usos. Estos cambios ofrecen un contexto mucho más propicio para la implementación de tecnologías que tengan como objetivo reducir la vulnerabilidad de la población frente al impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos.

## **6.2 Marcos habilitantes para el desarrollo de la estrategia**

La estrategia para la implementación de tecnologías de adaptación al cambio climático en el sector de recursos hídricos requiere de un marco habilitante (ciertas condiciones) para su implementación. Estas son las siguientes:

- Conocimiento de las implicancias del Cambio Climático en el proceso de desarrollo del país. Las autoridades nacionales, regionales y locales tienen que tomar conciencia de la relevancia que tiene el tema del CC en el futuro desarrollo de sus localidades y del

país, en general. Sin este conocimiento será difícil que se le dé prioridad a las acciones mencionadas.

- Reconocimiento de que las poblaciones más vulnerables son las más afectadas por los impactos del cambio climático, y por lo tanto, el establecimiento de tecnologías como las presentadas pueden ayudar a que tengan formas de hacer frente a los impactos. En este sentido, debe haber una voluntad política para que este tema sea transversalizado en todo tipo de proyectos.
- Considerar la ciencia, tecnología e innovación como un elemento central de mejora de la competitividad, pero también como un elemento central para la reducción de la vulnerabilidad al cambio climático. La incorporación de las tecnologías pueden ser consideradas acciones de adaptación al cambio climático y, en esa medida, constituir elementos de mejora y sostenibilidad.
- Reconocer a las tecnologías tradicionales como parte integrante del conjunto de tecnologías disponibles y susceptibles de ser difundidas. Ampliar el espectro de tecnologías a ser consideradas como tales a todas aquellas tradicionales o que provienen de conocimientos ancestrales.

Es importante mencionar, que en el caso peruano las tecnologías priorizadas no son totalmente nuevas y tampoco son “tecnologías duras”, es decir, aquellas que son comerciales vía paquetes tecnológicos. Por el contrario, las tecnologías priorizadas están siendo aplicadas en la actualidad por algunos usuarios, pero de manera muy artesanal y no capitaliza el conocimiento que existe en otras regiones. Además, éstas son tecnologías son más tradicionales y algunas de ellas son ancestrales, y por ello, no es necesaria la creación de un mercado comercial.

### **6.3 Plan de Acción para Recursos Hídricos**

Como ya se ha mencionado, el Plan de Acción (TAP) propuesto tiene por objetivo “Generar las condiciones para reducir y/o eliminar las barreras generales y específicas (por tecnología) identificadas, a fin de lograr que las tecnologías identificadas pueden implementarse y así contribuir a la adaptación al cambio climático en el sector de recursos hídricos”.

#### *Hitos*

Dados los lineamientos de Política Nacional establecidas por el MINAM, y las proyecciones de cambio climático trabajadas por la ENCC, un hito clave a considerar para el Plan de Acción de las Tecnologías será el lograr en el largo plazo la disponibilidad de agua para consumo humano y para las actividades productivas necesarias para el crecimiento sostenido del país.



En este sentido, como se mencionó anteriormente es necesario que se identifique la tecnología y se establezca el estado de la tecnología en referencia a si se encuentra en la etapa de desarrollo, o si está en la etapa de despliegue y difusión o en la etapa de comercialización. En cada una de las etapas se determinarán acciones específicas que permitan un desarrollo de la tecnología (ver matrices del Plan de Acción).

### *Barreras*

En el capítulo anterior se mencionó una serie de barreras para el desarrollo de las tecnologías. Estas fueron agrupadas en barreras: (i) económico financieras, (ii) fallas de mercados o distorsiones, (iii) políticas, (iv) social, (v) ambiental, (vi) legales/institucional y, (vii) capacidades.

Existen barreras comunes a todas las tecnologías. Estas fundamentalmente giran en torno a las políticas, como por ejemplo, la falta de apoyo político para la incorporación de las tecnologías como parte integrante de los programas sociales. Asimismo, se puede observar que el mercado comercial no existe para la mayoría de las tecnologías. Esto es consecuencia de que las tecnologías no se encuentran estandarizadas, ni hay estudios o información sobre la eficiencia de las mismas en términos económicos. En cuanto a las capacidades, es una barrera común la necesidad de mejorar los sistemas de información sobre tecnologías para que permita tomar mejores decisiones y se pueda también capacitar en aspectos técnicos a la población. Finalmente, es importante resaltar, que la organización social juega un rol importante para la implementación de las tecnologías, sobre todo en el ámbito rural.

## **6.3.1 Matriz de Plan de Acción**

En las siguientes páginas se presentan los cinco planes de acción correspondientes a las cinco tecnologías priorizadas en el sector recursos hídricos para la adaptación al cambio climático en las regiones de Lima, Piura y Junín.

Tomando en cuenta que en la sección 1.2.5 se detalla la metodología utilizada para la elaboración del Plan de Acción, las matrices presentadas están estructuradas de la siguiente manera:

- Cada una de las cinco matrices corresponde a una tecnología específica cuyo ámbito de aplicación es rural o urbano.
- Las matrices están subdivididas en acciones y subacciones (acciones más específicas) organizadas de acuerdo a las categorías establecidas en el análisis de barreras.
- Cada acción y sub acción está catalogada de acuerdo a la etapa en la que se encuentra actualmente: investigación y desarrollo (I+D), Depliege y Difusión (D) y Comercialización (C).

- Cada categoría y acción se encuentran priorizadas. Las categorías tienen prioridades del 1 (más alta) a 5 (más baja). Las acciones se encuentran priorizadas dentro de cada categoría, siendo 1 la más alta.
- La columna de Responsable indica las instituciones que deberían participar en la acción respectiva, siendo la primera institución mencionada la considerada líder.
- La columna de Plazos indica si la acción debe realizarse en el corto (1 año), mediano (3 años) o largo plazo (5 años a más).
- La columna de Indicadores presenta algunos ejemplos que podrían utilizarse para constatar la realización de la acción y el logro del objetivo.
- La columna final de Medios de Verificación presenta las fuentes donde se podrá encontrar los resultados de los indicadores mencionados en la columna previa.
- La penúltima fila de cada una de las matrices incluye el aspecto de adaptación del cambio climático al cual contribuye la implementación de la tecnología.
- La última fila, indica los beneficiarios directos de la implementación de la tecnología (población vulnerable).

Finalmente, debe tomarse en cuenta que cada una de las subacciones propuestas puede convertirse en un proyecto en sí misma, y por tanto, la inclusión de la prioridad, responsable, plazos, indicador y fuente de verificación puede ser la base para el desarrollo de propuestas de proyectos específicas. Como parte de este estudio se incluyen un número limitado de proyectos en relación con las categorías, acciones y subacciones priorizadas con nivel 1 y 2, pero será necesario que cada región pueda identificar las subacciones que deben convertirse en proyectos en el corto, mediano y largo plazo.

TECNOLOGÍA : Reservorios rústicos y sistema de riego – Ámbito rural										
No.	ACCIONES/SUB ACCIONES	ETAPA DE INNOVACIÓN			PRIORIDAD		RESPONSABLE	PLAZO	INDICADOR	FUENTES DE VERIFICACION
		I&D	D	C	Categoría	Acción				
	<b>Económico y Financiero</b>				<b>4</b>					
1	Promover mecanismos de financiamiento con enfoque de CC para comunidades andinas	X	X			1	Agrobanco, Cajas rurales de crédito	Mediano Plazo	Líneas de crédito disponibles, montos	Informes de Agrobanco y cajas rurales
1.a	Establecer fondos específicos para la implementación de tecnologías de reservorios en zonas rurales.		X				Agrobanco, Cajas rurales de crédito	Mediano Plazo	No. De fondos en operación, Uso de los fondos establecidos	Informes de gestión
1.b	Establecer líneas de crédito con tasas de interés promocionales para comunidades rurales que implementen sistemas de reservorios y sistemas de riego		X				Agrobanco, Cajas rurales de crédito	Mediano Plazo	No. De líneas promocionales por región	Informes de gestión y SBS
2	Promover la creación de incentivos para que los Gobiernos Regionales y Locales implementen medidas de adaptación al cambio climático		X			2	MEF, MINAG, MINAM	Largo Plazo	No. Incentivos creados y operativos	Reportes MEF y GR y GL
2.a	Evaluar la posibilidad de incluir en el FONIPREL y en Obras por Impuestos la temática de adaptación al cambio climático: Infraestructura de reservorios		X				MEF	Corto Plazo	Inclusión del tema como alternativa de trabajo de FONIPREL y Obras por Impuesto	Reporte de actualización de mecanismos

TECNOLOGÍA : Reservorios rústicos y sistema de riego – Ámbito rural										
No.	ACCIONES/SUB ACCIONES	ETAPA DE INNOVACIÓN			PRIORIDAD		RESPONSABLE	PLAZO	INDICADOR	FUENTES DE VERIFICACION
		I&D	D	C	Categoría	Acción				
2.b	Diseñar nuevos mecanismos de incentivos para la implementación de medidas de adaptación al cambio climático: Pago por servicios ambientales, entre otros		X				MEF, MINAG, MINAM	Largo Plazo	No. De incentivos creados	Oficialización de los incentivos (Resoluciones)
	<b>Fallas de Mercado</b>				<b>1</b>					
3	Estandarizar la tecnología de reservorios en un paquete tecnológico replicable	X				1	MINAG	Mediano Plazo	Paquete tecnológico	Reporte oficial
3.a	Incluir las experiencias de la implementación de la tecnología de reservorios en AGRORURAL y otras instituciones con el fin de tener un esquema común de ingeniería de reservorios replicable	X	X				MINAG (Agrorural), ONGs, ADMA, Instituto Cuencas, Expertos, CONCYTEC	Corto / Mediano Plazo	Paquete técnico	Reporte
3.b	Establecer un análisis económico y financiero de la inversión en la tecnología de reservorios		X				MINAG (Agrorural), ONGs, Expertos, MEF	Corto / Mediano Plazo	Aspecto económicos del paquete tecnológico	Reporte
3.c	Estimar los impactos de la implementación de la tecnología de reservorios en el bienestar de las poblaciones rurales.		X				MINAG (Agrorural), ONGs, Expertos, MEF, IDMA	Corto / Mediano Plazo	Impactos del paquete tecnológico	Reporte

TECNOLOGÍA : Reservorios rústicos y sistema de riego – Ámbito rural										
No.	ACCIONES/SUB ACCIONES	ETAPA DE INNOVACIÓN			PRIORIDAD		RESPONSABLE	PLAZO	INDICADOR	FUENTES DE VERIFICACION
		I&D	D	C	Categoría	Acción				
4	Fomentar los negocios que provean la tecnología de reservorios de manera integral			X		3	Agrorural, CONCYTEC	Mediano Plazo	Valor de las transacciones realizadas	Encuestas de mercado
4.a	Realizar estudios de mercado para evaluar la demanda de servicios tecnológicos para las comunidades rurales interesadas en implementar sistemas de reservorio y riego.			X			Agrorural, CONCYTEC	Corto Plazo	Estudios de mercado realizado	Informe
4.b	Estimar la oferta de proveedores de servicios para la implementación de reservorios y sistemas de riego			X			CONCYTEC	Mediano Plazo	Estudio de proveedores	Informe
5	Diseñar canales de difusión de la tecnología para reservorios en el ámbito rural					2	MINAG, CONCYTEC	Corto Plazo	No. De canales de difusión establecidos, No. De visitas al sitio web de difusión	Registro de participantes, materiales impresos

TECNOLOGÍA : Reservorios rústicos y sistema de riego – Ámbito rural										
No.	ACCIONES/SUB ACCIONES	ETAPA DE INNOVACIÓN			PRIORIDAD		RESPONSABLE	PLAZO	INDICADOR	FUENTES DE VERIFICACION
		I&D	D	C	Categoría	Acción				
5.a	Sistematizar y difundir las experiencias obtenidas con la implementación de reservorios y sistemas de riegos en principales comunidades rurales		X				MINAG, CONCYTEC, IDMA, Sierra Productiva, Agrorural	Corto Plazo	Conferencias, charlas y documentos de difusión	Registro de participantes, material impreso
5.b	Establecer canales de comunicación con Gobiernos regionales y locales para discutir las ventajas de la implementación de reservorios		X				MINAG, CONCYTEC, IDMA, Sierra Productiva, Agrorural	Corto Plazo	Conferencias y reuniones con GR y GL.	Registro de participantes en reuniones
	<b>Político</b>				<b>2</b>					
6	Establecer un Plan Nacional para el establecimiento de Reservorios rústicos como tecnología estandarizada en zonas rurales					1	MINAG	Corto Plazo	Norma oficial de creación del Programa	Documento legal
6.a	Promover la creación de un Programa Nacional de Reservorios y Sistemas de Riego con enfoque de adaptación al cambio climático en zonas rurales						MINAG, MINAM, ONGs	Corto Plazo	Norma oficial de creación del Programa	Documento legal
	<b>Social</b>				<b>5</b>					
7	Establecer las necesidades específicas de las comunidades altoandinas respecto a reservorios para almacenamiento del agua					1	Agrorural, CONCYTEC	Mediano Plazo	Cuantificación de necesidades	Estudio

TECNOLOGÍA : Reservorios rústicos y sistema de riego – Ámbito rural										
No.	ACCIONES/SUB ACCIONES	ETAPA DE INNOVACIÓN			PRIORIDAD		RESPONSABLE	PLAZO	INDICADOR	FUENTES DE VERIFICACION
		I&D	D	C	Categoría	Acción				
7.a	Estimar la demanda de reservorios por tipo y por región		X				Agrorural. CONCYTEC	Mediano Plazo	No. De reservorios por región y localidad	Estudio
7.b	Estimar los recursos financieros necesario para satisfacer la demanda		X				Agrorural, MEF	Mediano Plazo	Inversión estimada	Estudio
	<b>Ambiental</b>				<b>6</b>					
8	Establecer las características geográficas más apropiadas para la locación de reservorios en diversas regiones		X			2	MINAM, MINAG	Mediano Plazo	Mapa de características y riesgos	Estudio
8.a	Estudiar los suelos y condiciones geográficas y climáticas más apropiadas para la localización de reservorios.		X				MIANG, MINAM	Mediano Plazo	Mapa de ubicación de reservorios por región	Estudio
8.b	Establecer los riesgos de las infraestructuras de reservorios		X				MINAG	Mediano Plazo	Análisis de riego de la infraestructura	Estudio
9	Promover la investigación de nuevos materiales para la impermeabilización de reservorios		X			1	CONCYTEC, MINAG FINCYT	Mediano Plazo	No. De investigaciones en el tema	Reporte CONCYTEC y FINCYT
	<b>Legal e institucional</b>				<b>3</b>					

TECNOLOGÍA : Reservorios rústicos y sistema de riego – Ámbito rural										
No.	ACCIONES/SUB ACCIONES	ETAPA DE INNOVACIÓN			PRIORIDAD		RESPONSABLE	PLAZO	INDICADOR	FUENTES DE VERIFICACION
		I&D	D	C	Categoría	Acción				
10	Promover la coordinación intersectorial para el establecimiento del Programa Nacional de Reservorios y Sistemas de Riego		X			1	MINAG, MINAM, MIDIS	Corto Plazo	Acuerdo tomados en reuniones multisectoriales	Acta de reuniones
10.a	Implementar indicadores cuantitativos y cualitativos para la evaluación y seguimiento del programa de reservorios		X				MINAG	Mediano Plazo	Indicadores del Programa	Documento del Programa
10.b	Determinar programas conjuntos de trabajo entre sectores para incorporar la tecnologías de reservorios		X				MINAG, MINAM, MIDIS, otros	Corto Plazo	Acuerdos de reuniones	Acta de reuniones
	<b>Capacidades</b>				<b>7</b>					
11	Mejorar las capacidades de los funcionarios públicos de Gobiernos Regionales en tecnologías relacionadas a la adaptación al cambio climático		X			1	MINAG, MINAM, CONCYTEC, FINCYT, Universidades, GR y GL	Mediano / Largo Plazo	Capacitaciones realizadas, No. De funcionarios capacitados	Reporte de capacitaciones



TECNOLOGÍA : Reservorios rústicos y sistema de riego – Ámbito rural										
No.	ACCIONES/SUB ACCIONES	ETAPA DE INNOVACIÓN			PRIORIDAD		RESPONSABLE	PLAZO	INDICADOR	FUENTES DE VERIFICACION
		I&D	D	C	Categoría	Acción				
11.a	Dar a conocer las fuentes de información disponibles respecto a las tecnología de reservorios		X				MINAG, MINAM, CONCYTEC, FINCYT; Universidades, GR y GL	Corto Plazo	Fuentes de información detalladas	Verificación de recepción de fuentes, entradas a pág. Web
11.b	Capacitar en metodologías de análisis costo-beneficio para la elección de tecnologías apropiadas		X				MINAG, MINAM, CONCYTEC, FINCYT; Universidades, GR y GL	Corto Plazo	Capacitaciones realizadas, No. De funcionarios capacitados, No. De análisis realizados	Reporte
11.c	Capacitar en metodologías de análisis de impactos para poder estimar económicamente los beneficios de la aplicación de tecnologías.		X				MINAG, MINAM, CONCYTEC, FINCYT; Universidades, GR y GL	Mediano Plazo	Capacitaciones realizadas, No. De funcionarios capacitados, No. De análisis realizados	Reporte

TECNOLOGÍA : Reservorios rústicos y sistema de riego – Ámbito rural										
No.	ACCIONES/SUB ACCIONES	ETAPA DE INNOVACIÓN			PRIORIDAD		RESPONSABLE	PLAZO	INDICADOR	FUENTES DE VERIFICACION
		I&D	D	C	Categoría	Acción				
11.d	Capacitar a los funcionarios públicos en la elaboración de proyectos SNIP, de manera que se incluya el tema de reservorios como una medida de adaptación al cambio climático		X				MINAG, MINAM, CONCYTEC, FINCYT; Universidades, GR y GL	Mediano Plazo	Capacitaciones realizadas, No. De funcionarios capacitados, No. Proyectos SNIP realizados, presentados y aprobados	Reporte SNIP
<b>Adaptación al Cambio Climático:</b> Permite incrementar la oferta de agua y tener una disponibilidad permanente durante el año.										
<b>Beneficiarios:</b> Pobladores de comunidades rurales dedicados a actividades agrícolas y pecuarias.										

TECNOLOGÍA : Sistema de Terrazas – Ámbito rural										
No.	ACCIONES/SUB ACCIONES	ETAPA DE INNOVACIÓN			PRIORIDAD		RESPONSABLE	PLAZO	INDICADOR	FUENTES DE VERIFICACION
		I&D	D	C	Categoría	Acción				
	<b>Económico y Financiero</b>				<b>2</b>					
1	Establecer fondos específicos para el Programa Nacional de Recuperación de Andenes	X	X			1	Agrobanco, Cajas rurales de crédito	Mediano Plazo	Líneas de crédito disponibles, montos	Informes de Agrobanco y cajas rurales

## TECNOLOGÍA : Sistema de Terrazas – Ámbito rural

No.	ACCIONES/SUB ACCIONES	ETAPA DE INNOVACIÓN			PRIORIDAD		RESPONSABLE	PLAZO	INDICADOR	FUENTES DE VERIFICACION
		I&D	D	C	Categoría	Acción				
1.a	Creación de un fondo nacional para la recuperación de andenes que incluya fondos de la cooperación internacional	X	X				MEF, COFIDE, MINAG, banca Comercial	Mediano Plazo	No. De fondos en operación, Uso de los fondos establecidos	Informes de gestión
1.b	Establecer condiciones promocionales para el uso de fondos (plazos, tasas, años de gracia, entre otros)		X				MEF, COFIDE, banca comercial	Mediano Plazo	No. De líneas promocionales por región	Informes de gestión y SBS
	<b>Fallas de Mercado</b>				<b>3</b>					
<b>2</b>	<b>Estandarizar la tecnología de recuperación de andenes para su difusión</b>					<b>1</b>	<b>Agrorural, ONGs, Expertos, CONCYTEC</b>	<b>Largo Plazo</b>	<b>Paquete tecnológico completo</b>	<b>Reportes</b>
2.a	Establecer los tipos de terrazas más apropiados de acuerdo a las características físicas de la zona y a la población	X					IDMA, Agrorural, ONGs, CONYTEC	Corto / Mediano Plazo	Paquete técnico	Reporte
2.b	Establecer los cultivos apropiados para que la rentabilidad de los andenes sea positiva en cada región	X					IDMA, Agrorural, ONGs	Mediano / Largo Plazo	Aspecto económicos del paquete tecnológico	Reporte
2.c	Incorporar el conocimiento y experiencia sobre las terrazas de otras instituciones para complementar el Programa Nacional	X	X				IDMA, Agrorural, ONGs	Mediano Plazo	Paquete tecnológico	Reporte

## TECNOLOGÍA : Sistema de Terrazas – Ámbito rural

No.	ACCIONES/SUB ACCIONES	ETAPA DE INNOVACIÓN			PRIORIDAD		RESPONSABLE	PLAZO	INDICADOR	FUENTES DE VERIFICACION
		I&D	D	C	Categoría	Acción				
3	Establecer programas de difusión de la tecnología de terrazas		X			2	Agrorural, ONGs	Corto / Mediano Plazo	No. Canales de distribución establecidos	Registro de participantes y material de difusión
3.a	Establecer programas de difusión en comunidades altoandinas a través de diversos medios para analizar las ventajas y desventajas de las terrazas		X				Agrorural, IDMA, ONGs	Corto Plazo	Conferencias, charlas y documentos de difusión	Registro de participantes, material impreso
3.b	Realizar difusión de la tecnología entre funcionarios de los Gobiernos Regionales y Locales		X				Agrorural, MINAM, CONCYTEC	Mediano Plazo	Conferencias y reuniones con GR y GL.	Registro de participantes en reuniones
	<b>Político</b>				<b>4</b>					
4	Dar apoyo al Programa Nacional de Recuperación de Andenes del Ministerio de Agricultura para lograr ampliar su acción						MINAG, Poder Ejecutivo	Corto / Mediano Plazo	Mayor conocimiento del Programa	Documento de Evaluación
4.a	Conseguir recursos para ampliar los casos piloto de recuperación de andenes a regiones en la que ya exista experiencia		X				MINAG, MINAM, MEF	Mediano Plazo	No. De casos piloto establecidos en el Programa	Plan del Programa

## TECNOLOGÍA : Sistema de Terrazas – Ámbito rural

No.	ACCIONES/SUB ACCIONES	ETAPA DE INNOVACIÓN			PRIORIDAD		RESPONSABLE	PLAZO	INDICADOR	FUENTES DE VERIFICACION
		I&D	D	C	Categoría	Acción				
4.b	Difundir las ventajas del Programa y su contribución para la reducción de la vulnerabilidad en áreas rurales hacia otros sectores del Poder Ejecutivo y Legislativo		X				MINAG, MIDIS	Corto Plazo	No. De reuniones de coordinación y presentaciones	Registro de participantes a las reuniones
	<b>Social</b>				<b>1</b>					
5	Promover la organización social para un manejo adecuado de los sistemas de terrazas	X					MINAG	Corto Plazo	Organización conformadas, decisiones tomadas	Actas de asambleas comunales
5.a	Diseñar y establecer mecanismos para la toma de decisiones comunitarias en torno a los sistemas de terrazas	X					Agrorural, ONGs	Corto Plazo	Mecanismos de toma de decisión establecidos	Actas de asambleas
5.b	Diseñar y establecer mecanismos de rendición de cuentas para la implementación de los sistemas de terrazas	X					Agrorural, ONGs	Corto Plazo	Mecanismos de rendición de cuentas empleado	Actas de asambleas, reportes entregados
	<b>Ambiental</b>				<b>5</b>					
6	Identificar los impactos ambientales más relevantes de la tecnología de terrazas		X			<b>2</b>	MINAM, Agrorural	Mediano Plazo	Valor del impacto	Estudio de Valoración
6.a	Cuantificar el valor del impacto ambiental positivo de la implementación de la tecnología de terrazas.		X				MINAM	Mediano Plazo	Impacto ambientales y valor	Estudio de Valoración

## TECNOLOGÍA : Sistema de Terrazas – Ámbito rural

No.	ACCIONES/SUB ACCIONES	ETAPA DE INNOVACIÓN			PRIORIDAD		RESPONSABLE	PLAZO	INDICADOR	FUENTES DE VERIFICACION
		I&D	D	C	Categoría	Acción				
7	Promover la investigación sobre los sistemas de manejo de terrazas para un mejor uso del agua y suelo		X			1	Agrorural, Universidades, CONCYTEC, ONGs	Mediano Plazo	No. De investigaciones realizadas	Reporte
7.a	Sistematizar la investigación existente sobre los sistemas de terrazas y su implicancia en la eficiencia en el uso de agua y conservación de suelos		X				Agrorural, MINAM, CONCYTEC, ONGS, Universidades	Mediano Plazo	No. De investigaciones seleccionadas por temas	Reporte
7.b	Promover mayor investigación sobre el manejo de las terrazas para mejorar la rentabilidad de los sistemas		X				Agrorural, MINAM, CONCYTEC, ONGS, Universidades	Mediano Plazo	No. De opciones de manejo	Reporte
<b>Legal e institucional</b>					<b>7</b>					
8	Aplicar esquemas de supervisión y monitoreo al Programa de recuperación de andenes con el objetivo de recoger las lecciones aprendidas	X					MINAG, MINAM	Corto Plazo	Problemas identificados	Documento de evaluación periódica
8.a	Realizar evaluaciones periódicas al Programa de recuperación de andenes para identificar los obstáculos encontrados	X				1	MINAG, MINAM	Corto Plazo	Problemas identificados	Documento de evaluación periódica
<b>Capacidades</b>					<b>6</b>					

## TECNOLOGÍA : Sistema de Terrazas – Ámbito rural

No.	ACCIONES/SUB ACCIONES	ETAPA DE INNOVACIÓN			PRIORIDAD		RESPONSABLE	PLAZO	INDICADOR	FUENTES DE VERIFICACION
		I&D	D	C	Categoría	Acción				
9	Capacitar a las comunidades en el manejo de las terrazas	X					MINAG, CONCYTEC, MINAM	Corto / Mediano Plazo	No. De capacitados	Registro en talleres
9.a	Capacitar en las técnicas de construcción de andenes a los pobladores locales	X				1	MINAG, Agrorural	Corto / Mediano Plazo	No. De capacitados	Registro en talleres de capacitación
9.b	Capacitar en metodologías de análisis costo-beneficio para decidir sobre los cultivos a desarrollar	X				2	MINAG, Agrorural, Universidades	Corto / Mediano Plazo	No. De capacitados	Registro en talleres de capacitación
9.c	Capacitar en metodologías de análisis de impactos para poder estimar económicamente los beneficios de la aplicación de la tecnología	X				3	MINAG, Agrorural, Universidades, ONGS	Corto / Mediano Plazo	No. De capacitados	Registro en talleres de capacitación

**Adaptación al Cambio Climático:** Permite incrementar la oferta de agua, al utilizarla de manera más eficiente.

**Beneficiarios:** Pobladores de comunidades rurales dedicados a actividades agrícolas y pecuarias.

## TECNOLOGÍA : Paneles captadores de niebla (atrapanieblas) – Ámbito rural

No.	ACCIONES/SUB ACCIONES	ETAPA DE INNOVACIÓN			PRIORIDAD		RESPONSABLE	PLAZO	INDICADOR	FUENTES DE VERIFICACION
		I&D	D	C	Categoría	Acción				
	Económico y Financiero					2				

## TECNOLOGÍA : Paneles captadores de niebla (atrapanieblas) – Ámbito rural

No.	ACCIONES/SUB ACCIONES	ETAPA DE INNOVACIÓN			PRIORIDAD		RESPONSABLE	PLAZO	INDICADOR	FUENTES DE VERIFICACION
		I&D	D	C	Categoría	Acción				
1	Fondos resolventes para el financiamiento de proyectos rurales	X					MINAG, MEF, PRODUCE	Mediano Plazo	No. De fondos creados, montos	Memorias y reportes de instituciones financieras
1.a	Establecer fondos resolventes para la tecnología de atrapanieblas para proyectos productivos	X				1	MINAG, PRODUCE, MEF, Cajas Rurales	Mediano Plazo	Fondos utilizados, montos usados	Reportes
	<b>Fallas de Mercado</b>				<b>1</b>					
2	Estandarizar la tecnología de Atrapanieblas	X					CONCYTEC, MINAG	Corto y mediano Plazo		
2.a	Sistematizar las experiencias sobre la implementación de atrapanieblas	X				2	CONCYTEC; MINAG, MINAM	Corto y mediano Plazo	Paquete tecnológico	Reporte
2.b	Desarrollar el conocimiento sobre las zonas propicias para la instalación de la tecnología	X				1	SENAMHI	Corto Plazo	Mapa de zonas viables	Reporte
3	Establecer programas de difusión de la tecnologías para a adaptación al cambio climático		X				CONCYTEC; MINAG, MINAM	Corto y mediano Plazo	Materiales de difusión	Reportes y registro de participantes
3.a	Difundir la tecnología entre ONGs que tienen proyectos en zonas rurales		X			1	CONCYTEC; MINAG, MINAM	Corto y mediano Plazo	Material de difusión, conferencias, charlas	No. Registro en charlas y conferencias



## TECNOLOGÍA : Paneles captadores de niebla (atrapanieblas) – Ámbito rural

No.	ACCIONES/SUB ACCIONES	ETAPA DE INNOVACIÓN			PRIORIDAD		RESPONSABLE	PLAZO	INDICADOR	FUENTES DE VERIFICACION
		I&D	D	C	Categoría	Acción				
	<b>Político</b>				<b>6</b>					
4	Incorporar a la tecnología de Atrapanieblas en los Programas de los Sectores Sociales y Productivos, cuando sea apropiado		X				MINAM,MINAG, MIDIS, PRODUCE	Mediano Plazo	No de programas con incorporación de tecnología	Reporte
4.a	Dar información técnica a los funcionarios encargados de los programas sociales sobre la tecnología de atrapanieblas		X			1	MINAM,MINAG, MIDIS, PRODUCE	Mediano Plazo	No. Reuniones técnicas con sectores	Reporte
	<b>Social</b>				<b>3</b>					
5	Establecer las organizaciones sociales necesarias para el manejo de este sistema tecnológico	X					MINAG, PRODUCE	Mediano Plazo	No. De reuniones y talleres	Reporte
5.a	Apoyar la formación de organizaciones sociales para el mantenimiento y funcionamiento de la tecnología	X				1	MINAG, PRODUCE	Mediano Plazo	No de reuniones con organizaciones sociales y pobladores	Reporte
6.b	Promover el uso de herramientas de gestión para una adecuada toma de decisión para el uso de la tecnología	X				2	MINAG, PRODUCE	Mediano Plazo	Talleres realizados No de participantes por taller	Reporte
	<b>Ambiental</b>				<b>5</b>					

## TECNOLOGÍA : Paneles captadores de niebla (atrapanieblas) – Ámbito rural

No.	ACCIONES/SUB ACCIONES	ETAPA DE INNOVACIÓN			PRIORIDAD		RESPONSABLE	PLAZO	INDICADOR	FUENTES DE VERIFICACION
		I&D	D	C	Categoría	Acción				
7	Determinar el impacto ambiental de la implementación de la tecnología de atrapanieblas	X					MINAG, MINAM	Corto Plazo	Investigación	Estudio
7.a	Establecer impactos positivos y negativos de la tecnología	X				1	MINAG, MINAM	Corto Plazo	Investigación	Estudio
<b>Legal e institucional</b>					<b>4</b>					
8	Promover el uso de tecnologías en programas sociales cuando sea pertinente.	X	X				MINAG, MINAM, MEF	Mediano Plazo	Incentivos y regiones involucradas	Documento oficial
8.a	Establecer incentivos para que instituciones utilicen la tecnología en sus proyectos	X	X			1	MINAG, MINAM, MEF, otros sectores	Mediano Plazo	No de incentivos utilizados No de regiones involucradas	Documento oficial
<b>Capacidades</b>					<b>7</b>					
9	Capacitar a los funcionarios públicos sobre las tecnologías disponibles en materia de adaptación al cambio climático		X				MINAM, MINAG	Mediano Plazo	Talleres y conferencias realizadas	Registro de participantes
9.a	Capacitar a los funcionarios de programas sociales principalmente sobre la tecnología de Atrapanieblas		X			1	MINAM, MINAG, Municipios	Corto Plazo	No de talleres, Registro de participantes	Reportes

## TECNOLOGÍA : Paneles captadores de niebla (atrapanieblas) – Ámbito rural

No.	ACCIONES/SUB ACCIONES	ETAPA DE INNOVACIÓN			PRIORIDAD		RESPONSABLE	PLAZO	INDICADOR	FUENTES DE VERIFICACION
		I&D	D	C	Categoría	Acción				
9.b	Capacitar a los Gobiernos Regionales en la tecnología de atrapanieblas		X			2	MINAM, MINAG, Gobiernos Regionales	Corto Plazo	No de talleres, Registro de participantes	Reportes

**Adaptación al Cambio Climático:** Permite incrementar la oferta de agua, para uso doméstico principalmente o de pequeña y mediana escala.

**Beneficiarios:** Pobladores de comunidades rurales alejadas y con actividades económicas relativamente pequeñas y medianas.

## TECNOLOGÍA : Tratamiento de aguas residuales – Ámbito urbano

No.	ACCIONES/SUB ACCIONES	ETAPA DE INNOVACIÓN			PRIORIDAD		RESPONSABLE	PLAZO	INDICADOR	FUENTES DE VERIFICACION
		I&D	D	C	Categoría	Acción				
	<b>Económico y Financiero</b>				<b>1</b>					
1	Establecer fondos especiales para la promoción de la inversión en sistemas de tratamiento de aguas residuales a nivel nacional		X				MVCS, MINAM	Mediano Plazo	No. De fondos creados	Reporte SBS, MEF
1.a	Establecer asociaciones público-privadas para la inversión de tecnologías de tratamiento de aguas residuales a nivel nacional y regional		X	X		1	MVCS, MINAM, MEF	Mediano Plazo	No, de alianzas público-privadas formadas	Reporte

## TECNOLOGÍA : Tratamiento de aguas residuales – Ámbito urbano

No.	ACCIONES/SUB ACCIONES	ETAPA DE INNOVACIÓN			PRIORIDAD		RESPONSABLE	PLAZO	INDICADOR	FUENTES DE VERIFICACION
		I&D	D	C	Categoría	Acción				
1.b	Establecer líneas de crédito para la inversión en sistemas de tratamiento en el ámbito local		X			2	MVCS, MINAM	Corto Plazo	No. De líneas de crédito	Reporte SBS
2	Determinación de montos de inversión necesario para la implementación de tecnologías de tratamiento de aguas residuales		X	X			MVCS, MINAM, DIGESA	Mediano Plazo	Monto de inversión	Estudio
2.a	Determinar inversión para ciudades pequeñas de acuerdo a cada región		X	X		2	MVCS, MINAM, DIGESA, Municipalidades	Mediano Plazo	Inversión por habitante, Monto de inversión	Estudio
2.b	Determinar inversión para grandes ciudades de acuerdo a cada región		X	X		1	MVCS, MINAM, DIGESA, Municipalidades	Mediano Plazo	Inversión por habitante, Monto de inversión	Estudio
	<b>Fallas de Mercado</b>				<b>3</b>					
3	Identificar los mercados de suministros de los componentes de la tecnología			X			CONCYTEC, MINAM, DIGESA, MVCS	Corto Plazo	Determinación de oferta nacional e importada	Estudio
3.a	Establecer la oferta disponible de suministros para la construcción de Plantas de Tratamiento de aguas residuales			X		1	CONCYTEC, MINAM, DIGESA, MCVS	Corto Plazo	No. De empresas nacionales, oferta internacional	Estudio de mercado
4	Crear mercados para el uso de aguas tratadas			X			MCVS, DIGESA	Mediano Plazo	Determinación de la demanda	Estudio

## TECNOLOGÍA : Tratamiento de aguas residuales – Ámbito urbano

No.	ACCIONES/SUB ACCIONES	ETAPA DE INNOVACIÓN			PRIORIDAD		RESPONSABLE	PLAZO	INDICADOR	FUENTES DE VERIFICACION
		I&D	D	C	Categoría	Acción				
4.a	Estudio de mercado para determinar la demanda por el uso de agua tratada de acuerdo a nivel de tratamiento			X		1	MCVS, DIGESA	Mediano Plazo	Demanda estimada, características	Estudio de mercado
5	Crear programas de difusión de las tecnologías disponibles para tratamiento de aguas residuales		X				DIGESA, CONCYTEC, MINAM	Corto / Mediano Plazo	No. De programas establecidos	Participantes
5.a	Sistematizar y difundir las experiencias obtenidas con la implementación de plantas de tratamiento ciudades de tamaño diferente		X			1	DIGESA, CONCYTEC, MINAM	Corto / Mediano Plazo	Conferencias, charlas y documentos de difusión	Registro de participantes, material impreso
5.b	Establecer canales de comunicación con Gobiernos regionales y locales para discutir las ventajas de los distintos tipos de tecnologías para plantas de tratamiento		X			2	DIGESA, CONCYTEC, MINAM, Gob. Regionales, Gob. Locales	Corto / Mediano Plazo	Conferencias y reuniones con GR y GL.	Registro de participantes en reuniones
6	Establecer como prioridad el tratamiento y reuso de aguas servidas		X				MINAM, DIGESA, Gobiernos locales	Corto / Mediano Plazo	Ordenanza	Norma oficial
6.a	Establecer como prioridad el tratamiento y reuso de agua servidas en los municipios a nivel nacional		X			1	MINAM, DIGESA, Gobiernos locales	Corto / Mediano Plazo	Ordenanza	Norma oficial
<b>Social</b>						<b>5</b>				

## TECNOLOGÍA : Tratamiento de aguas residuales – Ámbito urbano

No.	ACCIONES/SUB ACCIONES	ETAPA DE INNOVACIÓN			PRIORIDAD		RESPONSABLE	PLAZO	INDICADOR	FUENTES DE VERIFICACION
		I&D	D	C	Categoría	Acción				
7	Establecer las necesidades específicas tratamiento de aguas residuales en las ciudades y áreas rurales		X				Gobiernos locales, MINAM	Corto / Mediano Plazo	Necesidades específicas de tratamiento	Estudio
7.a	Determinación de necesidades locales para el tratamiento de aguas residuales		X			1	Gobiernos Locales	Corto / Mediano Plazo	Volumen de tratamiento, actividades complementarias	Estudio
8	Sensibilizar a la población sobre la necesidad del tratamiento de aguas residuales		X				Gobiernos locales	Corto / Mediano Plazo	Charlas, conferencias	No. De participantes, No. De charlas
8.a	Difundir los beneficios del tratamiento de aguas servidas en la población		X			1	Gobiernos locales, DIGESA, MINAM	Corto / mediano Plazo	Charlas, conferencias	No. De participantes, No. De charlas
<b>Ambiental</b>					<b>4</b>					
9	Diagnosticar los impactos generados por la disposición inadecuada de las aguas servidas en localidades específicas						DIGESA, MINAM	Corto / Mediano Plazo	Identificación de impactos, magnitud	Estudio
9.a	Establecer los impactos ambientales negativos por la no tratamiento de aguas servidas		X			1	DIGESA, MINAM	Corto / Mediano Plazo	Identificación de impactos, magnitud	Estudio
<b>Legal e institucional</b>										
<b>N.A.</b>										
<b>Capacidades</b>					<b>6</b>					

## TECNOLOGÍA : Tratamiento de aguas residuales – Ámbito urbano

No.	ACCIONES/SUB ACCIONES	ETAPA DE INNOVACIÓN			PRIORIDAD		RESPONSABLE	PLAZO	INDICADOR	FUENTES DE VERIFICACION
		I&D	D	C	Categoría	Acción				
10	Mejorar las capacidades de los funcionarios públicos de Gobiernos Regionales y Locales en tecnologías de tratamiento de aguas residuales		X				MINAM, CONCYTEC, FINCYT; GR y GL	Mediano Plazo	Fuentes de información, capacitaciones	Reportes y materiales de capacitación
10.a	Dar a conocer las fuentes de información disponibles respecto a las tecnología de tratamiento de aguas residuales		X			1	MINAM, CONCYTEC, FINCYT; GR y GL	Corto Plazo	Fuentes de información detalladas	Verificación de recepción de fuentes, entradas a pág. Web
10.b	Capacitar en metodologías de análisis costo-beneficio para la elección de métodos apropiadas		X			2	MINAM, CONCYTEC, FINCYT; GR y GL	Mediano Plazo	Capacitaciones realizadas, No. De funcionarios capacitados, No. De análisis realizados	Reporte
10.c	Capacitar en metodologías de análisis de impactos para poder estimar económicamente los beneficios de la aplicación de tecnologías.		X			3	MINAM, CONCYTEC, FINCYT; GR y GL	Mediano Plazo	Capacitaciones realizadas, No. De funcionarios capacitados, No. De análisis realizados	Reporte

**Adaptación al Cambio Climático:** Permite incrementar la oferta de agua, al reutilizarla para usos específicos.

**Beneficiarios:** Pobladores del ámbito urbano (tanto ciudades grandes como pequeñas).

## TECNOLOGÍA : Captación de agua de lluvia por techos – Ámbito urbano

No.	ACCIONES/SUB ACCIONES	ETAPA DE INNOVACIÓN			PRIORIDAD		RESPONSABLE	PLAZO	INDICADOR	FUENTES DE VERIFICACION
		I&D	D	C	Categoría	Acción				
<b>Económico y Financiero</b>					<b>3</b>					
1	Asociar los créditos para vivienda con tecnologías		X				CONCYTEC, Instituciones financieras	Corto / Mediano Plazo	Líneas de crédito con tecnología asociada	Reportes
1.a	Asociar los créditos para mejora de la vivienda con tecnologías de cosecha de agua		X				CONCYTEC, Instituciones financieras	Corto / Mediano Plazo	Líneas de crédito para mejora de vivienda que incluye tecnología	Reportes
<b>Fallas de Mercado</b>					<b>1</b>					
2	Estandarizar la tecnología existente sobre captura de agua de lluvias en zonas urbanas		X	X			CONCYTEC, MVCS, ONGs	Corto / Mediano Plazo	Paquete tecnológico	Reporte
2.a	Incorporar el conocimiento y experiencia sobre los sistemas de cosecha de agua de lluvia en techos en otras experiencias nacionales e internacionales		X			1	CONCYTEC, MVCS, ONGS	Corto Plazo	Información sobre parámetros de la tecnología	Informe
2.b	Establecer los parámetros básicos de la tecnología según vivienda y uso del agua		X	X		2	CONCYTEC, MVCS	Corto / Mediano Plazo	Paquete tecnológico	Reporte



## TECNOLOGÍA : Captación de agua de lluvia por techos – Ámbito urbano

No.	ACCIONES/SUB ACCIONES	ETAPA DE INNOVACIÓN			PRIORIDAD		RESPONSABLE	PLAZO	INDICADOR	FUENTES DE VERIFICACION
		I&D	D	C	Categoría	Acción				
3	Establecer un programa de difusión de la tecnología		X				CONCYTEC, MCVS, MINAM, Municipios	Mediano Plazo	Asistencia al programa	Reporte
3.a	Dar a conocer la elaboración y funcionamiento del sistema		X			1	CONCYTEC, MCVS, MINAM, Municipios	Corto / Mediano Plazo	Charlas, conferencias y material didáctico	No. Charlas y de participantes, Material didáctico
3.b	Estimar los impactos positivos de su implementación		X			2	CONCYTEC, Municipios	Mediano Plazo	Estudio, encuestas	Reporte
	<b>Político</b>				<b>2</b>					
4	Incorporar a la tecnología de Cosecha de Lluvia de los techos en los Programas de los Sectores Sociales, cuando sea apropiado		X				CONCYTEC, MINAM, MVCS	Mediano Plazo	Incorporación en reglamentos	Reglamentos
4.a	Vinculación intersectorial para la incorporación de las tecnologías en programas sociales		X			1	CONCYTEC, MINAM, MVCS, Otros sectores	Mediano Plazo	Reuniones de coordinación	Reporte de reuniones y acuerdo
	<b>Social</b>				<b>4</b>					
5	Identificar los usos específicos del agua recuperada en poblaciones urbanas		X	X			MVCS, MINAM	Corto Plazo	Usos y volúmenes	Estudio
5.a	Establecer necesidades específicas para el uso de aguas recuperadas		X	X		1	MINAM, Municipios	Corto Plazo	Usos y volúmenes	Estudio

## TECNOLOGÍA : Captación de agua de lluvia por techos – Ámbito urbano

No.	ACCIONES/SUB ACCIONES	ETAPA DE INNOVACIÓN			PRIORIDAD		RESPONSABLE	PLAZO	INDICADOR	FUENTES DE VERIFICACION
		I&D	D	C	Categoría	Acción				
	<b>Ambiental</b>				<b>6</b>					
6	Determinar zonas apropiadas para la implementación de la tecnología de cosecha de agua de lluvia	X	X				MINAM, SENAMHI	Corto Plazo	Ubicación de zonas	Informe
6.a	Identificar zonas apropiadas de ámbito urbano propicias para el uso de la tecnología	X	X			1	MINAM, SENAMHI	Corto Plazo	Ubicación de zonas y rango de precipitaciones	Informe
	<b>Legal e institucional</b>									
	N.A.									
	<b>Capacidades</b>				<b>5</b>					
7	Capacitar a los funcionarios públicos sobre las tecnologías disponibles en materia de adaptación al cambio climático		X				CONCYTEC, SENAMHI, MINAM, MVCS	Mediano / Largo Plazo	Talleres y conferencias realizadas	Registro de participantes
7.a	Capacitar a los funcionarios de los Programas Sociales en la tecnología de cosecha de lluvia de los techos.		X			2	CONCYTEC, SENAMHI, MINAM, MVCS, Programas sociales (MIDIS)	Mediano / Largo Plazo	No de talleres, Registro de participantes	Reportes
7.b	Capacitar a los funcionarios de los municipios para que introduzcan el uso de tecnologías en sus proyectos de vivienda		X			1	CONCYTEC, SENAMHI, MINAM, MVCS, Municipios	Corto / Mediano Plazo	No de talleres, Registro de participantes	Reportes

## TECNOLOGÍA : Captación de agua de lluvia por techos – Ámbito urbano

No.	ACCIONES/SUB ACCIONES	ETAPA DE INNOVACIÓN			PRIORIDAD		RESPONSABLE	PLAZO	INDICADOR	FUENTES DE VERIFICACION
		I&D	D	C	Categoría	Acción				

**Adaptación al Cambio Climático:** Permite incrementar la oferta de agua, para uso doméstico.

**Beneficiarios:** Pobladores de áreas urbanas alejadas de los centros urbanos mayores, y que por lo tanto tienen restricciones para la disponibilidad del agua.

La implementación del TAP requerirá un esfuerzo de coordinación interinstitucional que deberá ser asumido y ejecutado por el MINAM, con el objetivo de convencer a los otros agentes participantes (responsables) de la importancia de promover las acciones identificadas.

### 6.3.2 Ideas de Proyectos

Sobre la base del Plan de Acción propuesto, se han elaborado algunas ideas de proyectos, con mayor detalle.

<b>Nombre del Proyecto</b>	<b>Mecanismos financieros para el aumento en la oferta de agua en el ámbito rural y urbano.</b>
Objetivo	Diseñar e implementar esquemas de financiamiento que faciliten la difusión e implementación de tecnologías que permitan incrementar la oferta de agua en el ámbito rural y urbano.
Beneficiarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>ü Directos: Población rural y urbana.</li> <li>ü Directos (dependiendo del tipo de instrumento): Gobiernos Locales.</li> </ul>
Tecnología que favorece	Dependiendo del ámbito: <ul style="list-style-type: none"> <li>ü Rural: Reservorios rústicos y sistemas de riego.</li> <li>ü Urbana: Plantas de Tratamiento de aguas residuales.</li> </ul>
Acciones y Subacciones, que deberá incluir.	Rural: <ul style="list-style-type: none"> <li>ü Económico financiero: 1a, 1b, 2a, 2b.</li> <li>ü Capacidades: 11a, 11b, 11c, 11d.</li> </ul> Urbano: <ul style="list-style-type: none"> <li>ü Económico financiero: 1a, 1b, 2a, 2b.</li> <li>ü Capacidades: 10a, 10b, 10c.</li> </ul>
Responsable	MINAG – MINAM – MEF (Económico) Concytec, Universidades, GR, GL. (Fortalecimiento de capacidades).
Plazo	<ul style="list-style-type: none"> <li>ü Diseño: Corto – Mediano Plazo</li> <li>ü Implementación: Mediano Plazo (rural) y Largo Plazo. (Urbano)</li> </ul>

<b>Nombre del Proyecto</b>	<b>Sistematización y difusión de tecnologías para el manejo eficiente del recursos hídricos en paquetes tecnológicos estandarizados</b>
Objetivo	Sistematización técnica, económica y ambiental de las tecnologías de reservorios rústicos, sistemas de riego y sistemas de terrazas, con el objetivo de diseñar paquetes tecnológicos estandarizados que puedan ser difundidos masivamente.
Beneficiarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>ü Directos: Población rural.</li> <li>ü Indirectos: Población en general (por aumento en la provisión de alimentos). Empresas que provean la tecnología empaquetada.</li> </ul>
Tecnología que favorece	<ul style="list-style-type: none"> <li>ü Rural: Reservorios rústicos, sistemas de riego y sistemas de terrazas.</li> </ul>
Acciones y Subacciones, que deberá incluir.	<p>Reservorios rústicos y sistemas de riego:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ü Fallas de mercado: 3a, 3b, 3c, 4a, 4b, 5a, 5b,</li> <li>ü Políticas: 6a,</li> <li>ü Ambiental: 8ª, 8b</li> </ul> <p>Sistemas de terrazas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ü Fallas de mercado: 2a, 2b, 2c, 3a, 3b,</li> <li>ü Políticas: 4a, 4b.</li> <li>ü Ambiental: 6a, 7a, 7b.</li> </ul>
Responsable	MINAG (Agrorural), MINAM, IDMA, ONGs, Concytec
Plazo	<ul style="list-style-type: none"> <li>ü Sistematización: Corto – Mediano Plazo</li> <li>ü Difusión: Mediano y Largo Plazo.</li> </ul>

<b>Nombre del Proyecto</b>	<b>Fortalecimiento de capacidades para la adopción de tecnologías para la recuperación de agua en el ámbito rural.</b>
Objetivo	Fortalecer las capacidades de las organizaciones sociales para el manejo técnico y la gestión de esquemas rústicos como el atrapa nieblas.
Beneficiarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>ü Directos: Organizaciones sociales (población rural).</li> </ul>
Tecnología que favorece	<ul style="list-style-type: none"> <li>ü Rural: Paneles captadores de niebla.</li> </ul>
Acciones y Subacciones, que deberá incluir.	<ul style="list-style-type: none"> <li>ü Social: 5a, 5b,</li> <li>ü Capacidades: 9a, 9b.</li> </ul>
Responsable	MINAG (Agrorural), MINAM, PRODUCE
Plazo	<ul style="list-style-type: none"> <li>ü Corto Plazo</li> </ul>

## VI. Conclusiones

El Perú es un país muy vulnerable al cambio climático, y esta vulnerabilidad es más intensa y preocupante dependiendo de la región, dada las características geográficas, climáticas y socioeconómicas propias de cada una. Un factor común, evidenciado en múltiples estudios realizados en el país ha determinado que la escasez del recurso hídrico será una fuente de conflictos sociales en el futuro, situación que se verá agravada en un entorno de clima cambiante. Es por ello, que una de las Políticas de Estado dentro del Acuerdo Nacional está referido a los recursos hídricos y que consta de quince compromisos que establecen el uso del recurso en armonía con el bien común, como un recurso natural renovable y vulnerable, e integrando valores sociales, culturales, económicos, políticos y ambientales. Esta prioridad ha sido recogida también por el Ministerio del Ambiente, en sus diversos instrumentos de planificación, dentro del que se encuentra la Estrategia Nacional de Cambio Climático.

Debido a la importancia de los recursos hídricos, es que la identificación y priorización de las tecnologías que permitan la adaptación al cambio climático en este sector ha sido el objetivo central de la presente investigación. Para poder realizar un trabajo específico se focalizó en los usos más relevantes del recurso hídrico, como son agricultura, consumo humano, en tres regiones del país: Piura (zona norte), Lima (ciudad capital) y Junín (zona centro). Cabe precisar que en estas regiones se hizo la diferenciación en dos ámbitos: rural y urbano, lo que permitió establecer las prioridades con mayor exactitud.

En los últimos años, se ha producido un profundo cambio en el marco institucional peruano con respecto a los recursos hídricos. La Ley de Recursos Hídricos (Ley 29338) promulgada en marzo del 2009, y su Reglamento, enero del 2010, establecen un nuevo marco político, normativo e institucional respecto de este recurso natural estratégico, así como una serie de mecanismos modernos para la gestión de sus diversos usos. Estos cambios ofrecen un contexto mucho más propicio para la implementación de tecnologías que tengan como objetivo reducir la vulnerabilidad de la población frente al impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos.

El Perú es uno de los países privilegiados en términos de disponibilidad de agua, debido a que pertenece a la cuenca hidrográfica del Amazonas, sin embargo, la concentración de la población (demanda) está asentada en la vertiente del Pacífico, donde solo está disponible el 2.2% del recurso. De otro lado, los ríos que discurren en la vertiente del Pacífico son alimentados por los glaciares tropicales, de los cuales el Perú tiene aproximadamente el 71% del total mundial, por lo que la disposición de agua es altamente sensible al clima. En la actualidad, el cambio climático está alterando el régimen de precipitaciones, desencadenando sequías e inundaciones, mientras que los glaciares, fuente importante de este recurso en el país, están siendo altamente amenazados por el aumento de la temperatura global.

En cuanto al uso del recurso hídrico, el sector agricultura es el que registra el 80% del consumo, seguido por el consumo humano, 12.2%. Es por ello, que se han tomado estos dos usos como los relevantes para el análisis de tecnologías, en cada una de las regiones.

En el caso Piura, los recursos hídricos son esenciales para la producción agrícola, tanto aquella que produce bienes para la exportación, como para la agricultura en zonas altas, más pequeña que produce para el mercado interno. En el caso de la zona norte, los impactos climáticos están asociados a eventos de lluvias intensas y cada vez más frecuentes, así como al aumento de la temperatura. Esta variabilidad de la oferta hídrica impacta directamente en la productividad de los cultivos, en el número de cosechas anuales y en la disponibilidad de agua para el consumo de la población.

En la región Junín, los recursos hídricos se ven impactados por la disminución de los glaciares que son los que abastecen los ríos, por ello los escenarios climáticos existentes establecen una futura disminución en la disponibilidad del recurso. Las actividades agrícolas en la región que dependen del recurso hídrico están dirigidas al abastecimiento del mercado interno y son la fuente de ingreso de comunidades campesinas y pequeños productores. Por lo tanto su impacto se concentra en la población más pobre. Asimismo, la disponibilidad de agua para consumo de la población se verá reducida por lo que es necesario garantizar el abastecimiento del agua y un uso eficiente en un esquema de alto crecimiento de la población en zonas urbanas.

En la región de Lima, en donde se encuentra la ciudad capital con más de ocho millones de habitantes y zonas urbanas periféricas en crecimiento, el uso del recurso hídrico para consumo poblacional es particularmente importante. Al encontrarse la ciudad de Lima en un desierto, las tres grandes cuencas que abastecen de agua a la región son imprescindibles para dicho abastecimiento. El cambio climático afectará la disponibilidad de agua debido al derretimiento de los glaciares que abastecen de agua a estos tres ríos, y al cambio en los regímenes de temperatura y de precipitaciones en las partes altas. La agricultura en la región, la constituyen básicamente cultivos para el abastecimiento del mercado interno de productores medianos y pequeños.

Para el estudio se consideró seis tipos de tecnologías: (i) aquellas que diversifican la oferta de agua; (ii) aquellas que recargan el acuífero; (iii) aquellas que son preventivas a eventos climáticos extremos; (iv) aquellas que evitan la degradación de la calidad de agua; (v) aquellas que conservan el agua, y (vi) aquellas que controlan y capturan de agua de lluvias intensas. En base de estas seis categorías se incluyeron un total de 17 tecnologías, las cuales se describieron en forma general y se identificaron algunos casos específicos de aplicación, tanto en el Perú como en otros lugares.

La priorización de las tecnologías en cada región se realizó distinguiendo el ámbito urbano y rural, siguiendo una metodología multicriterio sobre la base de su importancia en la promoción al desarrollo, el impacto en la reducción de la vulnerabilidad y los aspectos económicos de cada tecnología. Como consecuencia de la priorización se obtuvo el siguiente resultado:

RECURSOS HÍDRICOS: RESUMEN DE TECNOLOGÍAS PRIORIZADAS POR REGIÓN			
REGIÓN	NOMBRE DE TECNOLOGÍA	ÁMBITO	PUNTAJE
Piura	TECNOLOGÍA 3: Atrapa Nieblas	Rural	41.50
	TECNOLOGÍA 4: Cosecha de agua de lluvias de los techos	Urbano	40.92
Junín	TECNOLOGÍA 2: Reservorios rústicos o microrepresas	Rural	49.40
	TECNOLOGÍA 5: Tratamiento de Aguas Residuales	Urbano	46.00
Lima	TECNOLOGÍA 15: Andenes y terrazas continuas	Rural	25.23
	TECNOLOGÍA 2: Reservorios rústicos o micro reservas	Rural	24.87
	TECNOLOGÍA 5: Tratamiento de Aguas Residuales	Urbano	23.87

En el ámbito rural priorizaron tres tecnologías: reservorios rústicos, andenes o terrazas y atrapanieblas, mientras que en el ámbito urbano se seleccionaron tratamiento de aguas residuales y cosecha de agua de lluvia de los techos. Salvo el caso de las tecnologías de tratamiento de aguas residuales, el resto de tecnologías son no convencionales, en el sentido que no tienen mercados comerciales. Algunas de ellas, implica más que una tecnología propiamente dicha, un proceso de conocimiento tradicional de comunidades ancestrales que han sido recuperadas o mejoradas con el tiempo.

Cada una de las tecnologías priorizadas ha sido descrita en detalle y se han utilizado casos específicos de aplicación a partir de los cuales se ha hecho una estandarización de la tecnología. Además, se ha realizado un análisis económico de la tecnología, donde ha sido posible debido a la escasez de información sobre costos y beneficios.

Las principales barreras para la aplicación de las tecnologías priorizadas se pueden clasificar en siete tipos: (i) económico financieras; (ii) fallas de mercados o distorsiones; (iii) políticas; (iv) social; (v) ambiental; (vi) legales/institucional y; (vii) capacidades. Existen barreras comunes a todas las tecnologías. Estas fundamentalmente giran en torno a las políticas, como por ejemplo, la falta de apoyo político para la incorporación de las tecnologías como parte integrante de los programas sociales. Asimismo, se puede observar que el mercado comercial no existe para la mayoría de las tecnologías. Esto es consecuencia de que las tecnologías no se encuentran estandarizadas, ni hay estudios o información sobre la eficiencia de las mismas en términos económicos. En cuanto a las capacidades, es una barrera común la necesidad de mejorar los sistemas de información sobre tecnologías para que permita tomar mejores decisiones y se pueda también capacitar en aspectos técnicos a la población. Finalmente, es importante resaltar, que la organización social juega un rol importante para la implementación de las tecnologías, sobre todo en el ámbito rural.



La implementación de un Plan de Acción que permita que las tecnologías seleccionadas sean adoptadas de manera integral por la sociedad, requiere de ciertos condicionantes o marcos habilitantes. Un primer condicionante está relacionado con el conocimiento de las autoridades regionales y locales sobre las implicancias económicas del cambio climático. Sin ello, la priorización de las actividades planteadas en el Plan de Acción no será posible. Un segundo elemento es la transversalización del tema tecnológico en las políticas públicas de todos los sectores. En la medida que los más afectados son las poblaciones pobres, la implementación de tecnologías debe ser un elemento presente independientemente del sector. Finalmente, se considera importante utilizar el concepto más amplio de tecnologías, para poder incorporar aquellas que son tradicionales o que provienen de conocimientos ancestrales.

Finalmente, se ha elaborado un Plan de Acción para la implementación de las tecnologías priorizadas, en el cual se detallan actividades específicas, responsables, indicadores, métodos de verificación y se priorizan las actividades de corto, mediano y largo plazo. Algunas ideas de proyectos se precisan sobre la base del Plan de Acción. Queda en manos de las autoridades el generar los espacios de diálogo intersectorial y en los distintos niveles de gobierno para la implementación del mencionado Plan.

## Bibliografía

- ANA. (2009). *Demarcación y Delimitación de las Autoridades Administrativas del Agua*. Lima: ANA.
- ANA. (2009b). *Programación y Distribución de Agua 2008-09*. Lima: ANA.
- ANA. (2010). Estudios de máximas avenidas en las cuencas de la vertiente del Pacífico de la costa Norte. Lima: ANA.
- ANA. (2010). *Evaluación de los recursos Hídricos Superficiales en la Cuenca del Río Mantaro*. Lima: ANA.
- Arica, D., & Yanggen, D. (2005). *Análisis de la viabilidad económica y la adopción de la agroforestería*. Lima: Centro Internacional de la Papa.
- Blossiers, J., Deza, C., León, B., & Samamé, R. (2000). Agricultura de laderas a través de andenes, Perú. En *Manual de Captación y Aprovechamiento de Agua de Lluvia - Experiencias en América Latina* (págs. 195-215). Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- Boldt, J., Nygaard, I., Hansen, U., & Traerup, S. (2012). *Overcoming barriers to the Transfer and Difussion of Climate Techologies*. Denmark: UNEP RIS0 Centre.
- Casas, S. (2008). *Aprovechamiento potencial del agua de lluvia : caso sub-región Altomayo - San Martín*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- CONAM. (2005). Evaluación Local Integrada y estrategia de Adaptación al Cambio Climático en la cuenca del Río Piura . Lima: CONAM.
- FONAM. (2010). *Oportunidades de Mejoras Ambientales por el tratamiento de aguas residuales en el Perú*. Fondo Nacional del Ambiente.
- Gobierno Regional de Cajamarca; Instituto Cuencas; PDRS-GIZ. (2011). Sistema de reigo predial regulados por micro reservorios: cosecha de agua y producción segura. Manual técnico. Lima.
- Gobierno Regional de Junín. (2009). *Mapa Hidrográfico Junín*. Junín: Gobierno Regional de Junín.
- Gobierno Regional de Lima (2008). *Plan de Desarrollo Regional Concertado 2008-2021*. Lima: gobierno Regional de Lima.
- Gobierno Regional Piura (2010). *Región que gestiona el Riesgo y se adapta al Cambio Climático: Experiencias Gobierno Regional Piura*. Ponencia del Ing. Augusto Zegarra Peralta en Taller Internacional: Lecciones aprendidas en la Gestión del Riesgo en procesos de planificación e inversión para el desarrollo. Lima, 20-22 de julio 2010.

- Gobierno Regional de Piura. (2011). *Características geográficas y actividades productivas de la región Piura*. Obtenido de Región Piura: [www.regionpiura.gob.pe](http://www.regionpiura.gob.pe)
- Gómez, C., Prado, G., Carrasco, H., Ferradas, P., & Carbonel, D. M. (2011). *Tecnologías frente a la variabilidad climática*. Lima: Soluciones Prácticas.
- Gonzales de Olarte, E., & Trivelli, C. (1999). *Andenes y Desarrollo Sustentable*. CONDESAN / IEP.
- González, S., & Torres, J. (2009). Gestión ambiental de las tierras secas del sur del Perú: cosecha del agua de neblinas en lomas de Atiquipa. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental, Vol XXX, No.3*, 34-38.
- GTZ Sustainet. (2008). *Agricultura sostenible: una salida a la pobreza para la población rural de Perú y Bolivia*. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit.
- IGP. (2005). *Atlas Climático de precipitación y temperatura del aire de la Cuenca del Río Mantaro*. Lima: IGP.
- INEI. (2010). *Registro Nacional de Municipalidades 2010*. Lima: INEI.
- INEI. (2010b). *Compendio Estadístico de Junín, 2010*. Lima: INEI.
- INEI. (2011). *Piura Compendio Estadístico 2011*. Lima: INEI.
- Instituto para la Conservación y Desarrollo Sostenible Cuenca. (2008). Video sobre Sistemas de Riego Predial. (I. p. Cuencas, Ed.) Cajamarca, Perú: Instituto para la Conservación y Desarrollo Sostenible Cuenca. Recuperado el marzo de 2012, de <http://www.infoandina.org/node/27813>
- IPCC. (2007). *Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva: IPCC.
- Martos, D. (2007-2009). *Estudio sobre la captación pasiva de agua de niebla y su aplicabilidad*. España: Universidad de Sevilla.
- Masson, L. (1993). Contribución al conocimiento de los Andes. *Debate Agrario*.
- Metcalf, & Eddy. (1995). *Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, vertido y reutilización. Volumen I*. España.
- MINAM (2002). *Estrategia Nacional de Cambio Climático*. Lima MINAM.
- MINAM. (Junio de 2009). *Información de Cuencas Priorizadas*. Recuperado el Enero de 2012, de <http://cuencas.minam.gob.pe/cuencas/home/lista-de-cuencas/cuenca-del-mantaro/>
- MINAM. (2009). *Informe Anual de Residuos Sólidos Municipales en el Perú, Gestión 2008*. Lima: MINAM.
- MINAM (2009b), *Evaluación de la vulnerabilidad actual y futura del recurso hídrico frente a peligros climáticos y/o eventos extremos*. Lima: MINAM

- MINAM. (2010). *Informe Anual de Residuos Sólidos Municipales en el Perú, Gestión 2009*. Lima: MINAM.
- MINAM. (2011). *Lista oficial de Municipalidades Provinciales que cuentan con Planes Integrales de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos Aprobados*. Lima: MINAM.
- Ministerio de Agricultura. (07 de junio de 2011). *Sitio Web de Agro Rural*. Recuperado el marzo de 2012, de Noticias: <http://www.agrorural.gob.pe/noticias-agro-rural/noticias-agro-rural/avanza-proyecto-de-reservorio-canal-y-riego-tecnificado-en-sub-cuenca-del-shullcas.html>
- Ministerio de Agricultura. (20 de abril de 2011). *Sitio Web de Agro Rural*. Recuperado el marzo de 2012, de Noticias: <http://www.agrorural.gob.pe/noticias-agro-rural/noticias-agro-rural/supervisan-proyecto-de-riego-tecnificado-en-sub-cuenca-del-shullcas.html>
- Ministerio de Agricultura. (18 de noviembre de 2011). *Sitio Web del Ministerio de Agricultura*. Recuperado el marzo de 2012, de Notas de prensa : <http://www.minag.gob.pe/portal/notas-de-prensa/notas-de-prensa-2011/6083-minag-y-agrorural-lanzan-programa-de-recuperacion-de-andenes-para-ampliar-frontera-en-300-mil-hectareas>
- Ministerio de Agricultura. (2012). *Proyecto Recuperación de Andenes*. Recuperado el marzo de 2012, de Sitio Web de Agrorural: <http://www.agrorural.gob.pe/recuperacion-de-andenes/organizacion/proyecto-recuperacion-de-andenes.html>
- Ministerio de Agricultura. (2012). *Sitio Web de Agro Rural*. Recuperado el marzo de 2012, de Proyectos: Conservación de Suelos: [http://www.agrorural.gob.pe/conservacion-de-suelos/conservacion-de-suelos.html](http://www.agrorural.gob.pe/conservacion-de-suelos/conservacion-de-suelos/conservacion-de-suelos.html)
- Ministerio de Agricultura. (s.f.). *Manual*.
- Moscós, J., & Alfaro, T. (2008). *Panorama de Experiencias de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales en Lima Metropolitana y Callao*. Lima: IPES Promoción del Desarrollo Sostenible.
- Municipalidad Provincial de Piura. (2006). *Plan Integral Ambiental de Residuos Sólidos*. Piura: Municipalidad Provincial de Piura.
- Organización Panamericana de la Salud. (2003). *Captación de agua de lluvia para consumo humano: especificaciones técnicas HDT - N°28*. OPS.
- Organización Panamericana de la Salud. (2003). *Especificaciones técnicas - Captación de agua de lluvia para consumo humano*. Lima: OPS.
- Organización Panamericana de la Salud. (2004). *Guía de diseño para captación del agua de lluvia*. Lima: OPS.
- Organización Panamericana de la Salud. (2005). *Tecnologías para abastecimiento de agua en poblaciones dispersas*. Lima: OPS, COSUDE.

- Organización Panamericana de la Salud. (s.f.). *Guía de Orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades*. Recuperado en abril de 2012, de [http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/guialcalde/2sas/2-4sas.htm#2.4\\_\\_\\_\\_\\_Principales\\_sistemas\\_rurales\\_de\\_saneamiento](http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/guialcalde/2sas/2-4sas.htm#2.4_____Principales_sistemas_rurales_de_saneamiento)
- PNUD. (2010). *Informe sobre Desarrollo Humano Perú 2009. Por una densidad del Estado al servicio de la gente. Parte II*. Lima: PNUD.
- PNUD. (2010). *Manual para realiza una Evaluación de Necesidades en materia de tecnología para el cambio climático*. New York: PNUD.
- PNUMA (2007) *Global Environment Outlook GEO – 4, environment for development*. Malta.
- Programa Promoción del Desarrollo Rural Andino RURANDES. (2011). *Experiencias Exitosas para el desarrollo sostenible de las comunidades rurales andinas*. Lima: RURANDES.
- Sarar Transformación. (s.f.). *Cosecha de agua pluvial*. Sarar Transformación.
- SENAMHI (2009). *Escenarios Climáticos en la Cuenca del Río Mantaro para el año 2100*. Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático. Resumen Técnico. Lima: SENAMHI
- SENAMHI (2005). *Presentación de Escenarios Climáticos, Caso: Región Piura*. Lima: SENAMHI
- SENAMHI. (2011). *Boletín Estacional Mayo - Agosto 2011*. Lima: SENAMHI.
- SENAMHI. (s.f.). *Atlas Hidrológico de las cuencas de Chira y Piura ubicadas en el departameteo de Piura*. Lima: SENAMHI.
- SPDA (2012). Legislación Ambiental En: <http://www.legislacionambientalspda.org.pe>
- SUNASS. (2011). *Las EPS y su desarrollo*. Lima: SUNASS.
- SUNASS. (s.f.). *Las EPS y su desarrollo 2011*. Lima: SUNASS.
- The Cusichaca Trust. (2007). *Annex VI: Final Narrative Report. Final Report February 2003 to July 2007*. Perú: The Cusichaca Trust.
- Yanggen, D., Antle, J., & Quiroz, R. (2003). *Análisis Económico de los subsidios y la adopción sostenible de las tecnologías de conservación agrícolas: Un marco conceptual y un estudio de caso de las terrazas en los andes del Perú*. Lima: Centro Internacional de la Papa; Montana State University.

## Anexos

### Anexo 1: Agendas de talleres regionales

**Cuadro A. 1: Agenda del Taller Regional de Piura**

8:00am	Registro de Participantes
8:30am	<b>Presentación de los objetivos del estudio y del Taller</b>
9:00am	<b>Presentación del análisis de la Región Piura</b> a) Escenarios climáticos b) Tendencias regionales
9:30am	<b>Presentación general de tecnologías priorizadas por sectores priorizados</b> a) Recursos Hídricos b) Residuos Sólidos
10:20am	Refrigerio
10:50am	<b>Trabajo de Grupos</b> a) Presentación detallada de las tecnologías b) Análisis de criterios para la priorización de tecnologías c) Definición de la ponderación de criterios d) Proceso de Priorización de Tecnologías e) Discusión de casos de implementación de tecnologías en la región.
1:00pm	<b>Conclusiones del Taller</b> Evaluación del Taller Clausura

**Cuadro A. 2: Agenda del Taller Regional de Junín**

8:00 am	Registro de Participantes
8:30 am	<b>Presentación introductoria del MINAM</b>
8.40 am	<b>Presentación de los objetivos del estudio y del Taller</b>
9:00 am	<b>Presentación del análisis de la Región Junín</b> c) Escenarios climáticos d) Tendencias regionales
10:00 am	<b>Presentación general de Tecnologías por sectores priorizados</b> a) Recursos Hídricos b) Residuos Sólidos

10:45 am	Refrigerio
11:00 am	<b>Trabajo de Grupos – Primera Parte</b> f) Presentación detallada de las tecnologías g) Análisis de criterios para la priorización de tecnologías h) Definición de la ponderación de criterios
1:00 pm	<b>Almuerzo</b>
2:00 pm	<b>Trabajo de Grupos – Segunda Parte</b> Análisis multi-criterio para la priorización de tecnologías a) Evaluación de tecnologías Análisis de barreras e identificación de estudio de casos
4:00 p.m	<b>Conclusiones del Taller</b>

### **Cuadro A. 3: Agenda del Taller Regional de Lima**

8:00 am	Registro de Participantes
8:30 am	<b>Presentación introductoria del MINAM</b>
8.40 am	<b>Presentación de los objetivos del estudio y del Taller</b>
9:00 am	<b>Presentación del análisis de la Región Lima</b> e) Escenarios climáticos f) Tendencias regionales
10:00 am	<b>Presentación general de Tecnologías por sectores priorizados</b> a) Recursos Hídricos b) Residuos Sólidos
10:45 am	Refrigerio
11:00 am	<b>Trabajo de Grupos – Primera Parte</b> Análisis multi-criterio para la priorización de tecnologías i) Revisión del listado de tecnologías j) Discusión de criterios para priorización
1:00 pm	<b>Almuerzo</b>
2:00 pm	<b>Trabajo de Grupos – Segunda Parte</b> a) Análisis multi-criterio b) Análisis de barreras e identificación de estudios de casos
4.30 pm	c) Lineamientos para el Plan de Acción Café
4:45 pm	<b>Conclusiones del Taller</b>
5:00 pm	<b>Palabras de cierre</b>

## Anexo 2: Listas de participantes de talleres regionales

**Cuadro A. 4: Participantes del Taller de Expertos en la Región Piura**

PIURA: Participantes de grupo sobre Recursos Hídricos	
Nombre	Institución
Ana María Chávez	Universidad Privada de Piura
Carlos Enrique Brenner	Proyecto Especial Chira-Piura
Elsa Fung	Central Peruana de Servicios-CEPESER
Juan La Rosa	GORE PIURA -GIZ
Leonidas Silva Mechato	Junta de Usuarios del medio y bajo Piura
Manuel León	Proyecto Especial Chira-Piura
Ninell Janett Dedios	Centro de Investigación para el Desarrollo y Defensa del Medio Ambiente
Victor Javier Tocto Correa Carret	ALA - MEDIO BAJO PIURA
Walter Ramírez	Instituto de Gestión de Cuencas Hidrográficas
Víctor Herrera Bonilla	EPS GRAU
José Zeña Santamaria	C. Lucha contra la Desertificación
Elmer Llontop Carmona	
Fidel Jimenez García	Asoc. De Yachachiq - Solcode
Cirilo Coello Mandragón	Asociación de Yachachiq Solcode
Víctor Manuel Salinas Iparragul	Municipalidad Provincial de Paita

**Cuadro A. 5: Participantes del Taller de Expertos en la Región Junín**

JUNÍN: Participantes de grupo sobre Recursos Hídricos	
Nombre	Institución
Ventocilla Alderete	Agrorural
Giovanni Vargas	ANA - ALA Mantaro
Elimiano Sifuentes	ANA - ALA Tarma
Juan Sulca	CARE PERU
Manuel Jesús	Comisión de Regantes - Sapallanga
Julissa Jesús	Comité de Regantes - Sapallanga
John Poma	CUN°2 Huáchac - Manzanares
Eddy Rojas	DIRESA Junín - DESA
Clodozedo Briceño	DRA
Brett Carhuamaca	EPS Chupaca
Rosario Sedono	EPS Mantaro - Concepción
Rossi Chocce	GRJ - SGRNMA
Percy Flores	Grupo SEPAR



Arroyo Aliaga	IGP
Luis Herquinigo	Independiente
Rita Girón	INIA - Santa Ana
Néstor Gonzales	Municipalidad Provincial de Concepción
Jonhny Meher	Municipalidad Provincial de Huancayo
María Aranzamendi	PRT- PSI - OGZC - H
Moisés Vila	Tayacaja

**Cuadro A. 6: Participantes del Taller de Expertos en la Región Lima**

<b>LIMA: Participantes de grupo sobre Recursos Hídricos</b>	
<b>Nombre</b>	<b>Institución</b>
Louis Masson Meiss	PNUD FMAM
Gabriel Megía Duclós	IDMA
Beatriz Salvador Gutiérrez	UNMSM
Tito Libio Sánchez Rojas	GORE LIMA
Fernando Chiock Chang	ANA DCPRH
Ronald Guerrero San Martín	ALA CHILLÓN RÍMAC
Román Basilio Amdo	DRA LIMA
Santiago Valentín Sánchez	MINSA - DIGESA
Luis Metzger Terrazas	SENAMHI
Wilver Romero Urrutia	DIRESA CALLAO

### Anexo 3: Fichas de priorización

**Cuadro A. 1: Modelo de ficha de evaluación de tecnologías para el sector Recursos Hídricos (Adaptación)**

Ficha de Evaluación de Tecnologías	Recursos Hídricos		(Ámbito: Rural o Urbano)	(Región: Lima, Junín o Piura)	
	Contribución al desarrollo (...%)			V&A (...%)	Costo Económico (...%)
	Ambiental	Social	Económico	alta: 3, media: 2, baja: 1	alto costo: 1, mediano costo: 2, bajo costo: 3
TECNOLOGÍA 1: Desalinización					
TECNOLOGÍA 2: Reservorio rústicos y sistema de riego					
TECNOLOGÍA 3: Paneles atrapanieblas					
TECNOLOGÍA 4: Captación de agua de lluvia en techos					
TECNOLOGÍA 5: Tratamiento de Aguas Residuales					
TECNOLOGÍA 6: Zanjas de infiltración					
TECNOLOGÍA 7: Recarga de Acuíferos o amunas					
TECNOLOGÍA 8: Pozo Tubular para oferta doméstica de agua					

TECNOLOGÍA 9: Mejora en la resistencia de pozos a inundación					
TECNOLOGÍA 10: Tratamiento de agua en el hogar y almacenamiento seguro					
TECNOLOGÍA 11: Aparatos domésticos eficientes en agua					
TECNOLOGÍA 12: Detección y Reparación de Tuberías Extra domiciliarias					
TECNOLOGÍA 13: Cambio en procesos productivos para uso y reuso más eficiente del agua					
TECNOLOGÍA 14: Agua Atmosférica					
TECNOLOGÍA 15: Sistema de terrazas					
TECNOLOGÍA 16: Reforestación					
TECNOLOGÍA 17: Protección de ojos de agua					

## Anexo 4: Guía de preguntas semiestructuradas

### Cuadro A. 2: Guía de preguntas para entrevistas semiestructuradas

1. ¿Qué acciones está realizando su institución para adaptarse y/o mitigar el cambio climático?  
Descripción general.
2. ¿Qué tecnologías han evaluado y/o están aplicando para adaptarse y/o mitigar el cambio climático?  
¿Cuál ha sido el proceso de implementación de dichas tecnologías, de ser el caso?
3. ¿En su región el tema de cambio climático es considerado una prioridad? ¿Quién debería liderar la realización de acciones para dicha prioridad?
4. ¿Qué barreras han encontrado para implementar tecnologías (o medidas en general) para adaptarse y/o mitigar el cambio climático? (Las barreras pueden ser institucionales, de procesos, de participación, de costos, de capacidades técnicas, entre otros).
5. ¿Es el aspecto económico un elemento que limita la realización de acciones para la adaptación y/o la mitigación al cambio climático? ¿Por qué?
6. ¿Qué sugerencias daría para diseñar una Estrategia para la implementación de tecnologías para la adaptación y/o la mitigación al cambio climático?

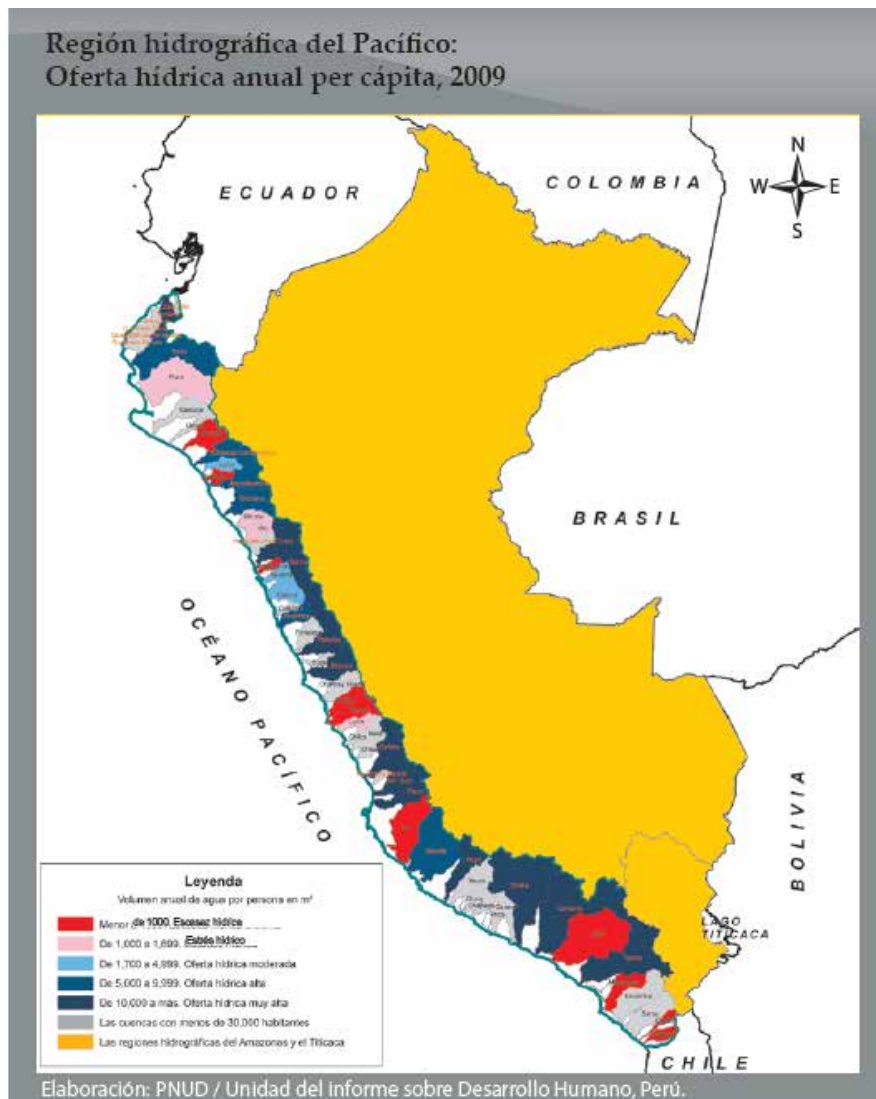
## Anexo 5: Listas de entrevistas

ENTREVISTAS REALIZADAS SOBRE RECURSOS HÍDRICOS				
REGIÓN	NOMBRE Y APELLIDO	INSTITUCIÓN	FECHA	LUGAR
PIURA	Walter Ramírez	Instituto de Gestión de Cuencas Hidrográficas	26 de enero de 2012	Jr. Libertad 875, Piura
	Carlos Enrique Brenner, Manuel León	Proyecto Especial Chira-Piura	27 de enero de 2012	Jr. Libertad 875, Piura
	Ana María Chávez	Universidad Privada de Piura	27 de enero de 2012	Av. Ramón Mugica 131, Urb. San Eduardo, Piura
	Vanessa Seminario Ing. Venezul	EPS Grau	27 de enero de 2012	Pozo Buenos Aires, Piura
JUNÍN	Yuri Galvez	Agrorural	09 de febrero de 2012	Calle Real 1138, Huancayo
	Carlos Taipe	Administración Local del Agua - Perené	09 de febrero de 2012	Calle Real 1138, Huancayo
	Dennis Edgar Hurtado	Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Municipal de Huancayo	10 de febrero de	Jr. Junin 987 Huancayo
	Moises Vila	Sierra Productiva	08 de febrero de 2012	Calle Real 1138, Huancayo

ENTREVISTAS REALIZADAS SOBRE RECURSOS HÍDRICOS				
REGIÓN	NOMBRE Y APELLIDO	INSTITUCIÓN	FECHA	LUGAR
LIMA	Marcos Alegre	Grupo GEA	7 de diciembre de 2011	Av. Chorrillos 150, Chorrillos, Lima
	Juan Torres	Soluciones Prácticas	17 de febrero de 2012	Av Jorge Chávez 275, Miraflores, Lima
	Gabriel Mejía	Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente	15 de marzo de 2012	Av. Boulevard 1048, San Borja, Lima

## Anexo 6: Mapas

Mapa A. 1: Región hidrográfica del Pacífico: Oferta hídrica anual per cápita, 2009



Fuente: PNUD (2010).

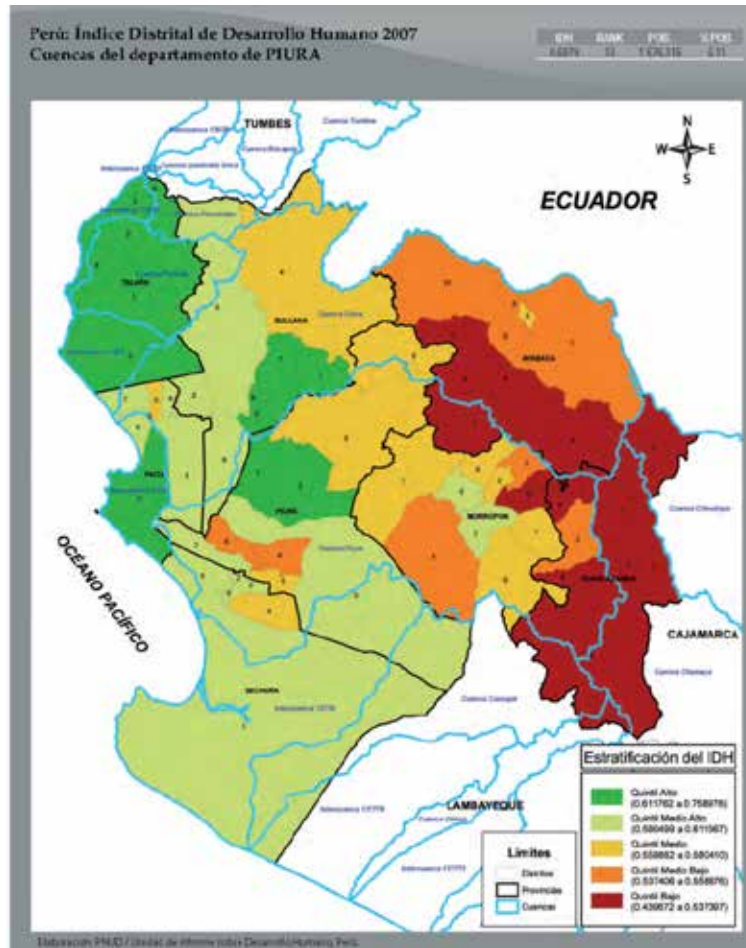
**Mapa A. 2: Región Piura: Cuencas hidrográficas**



Fuente: CONAM (2005).

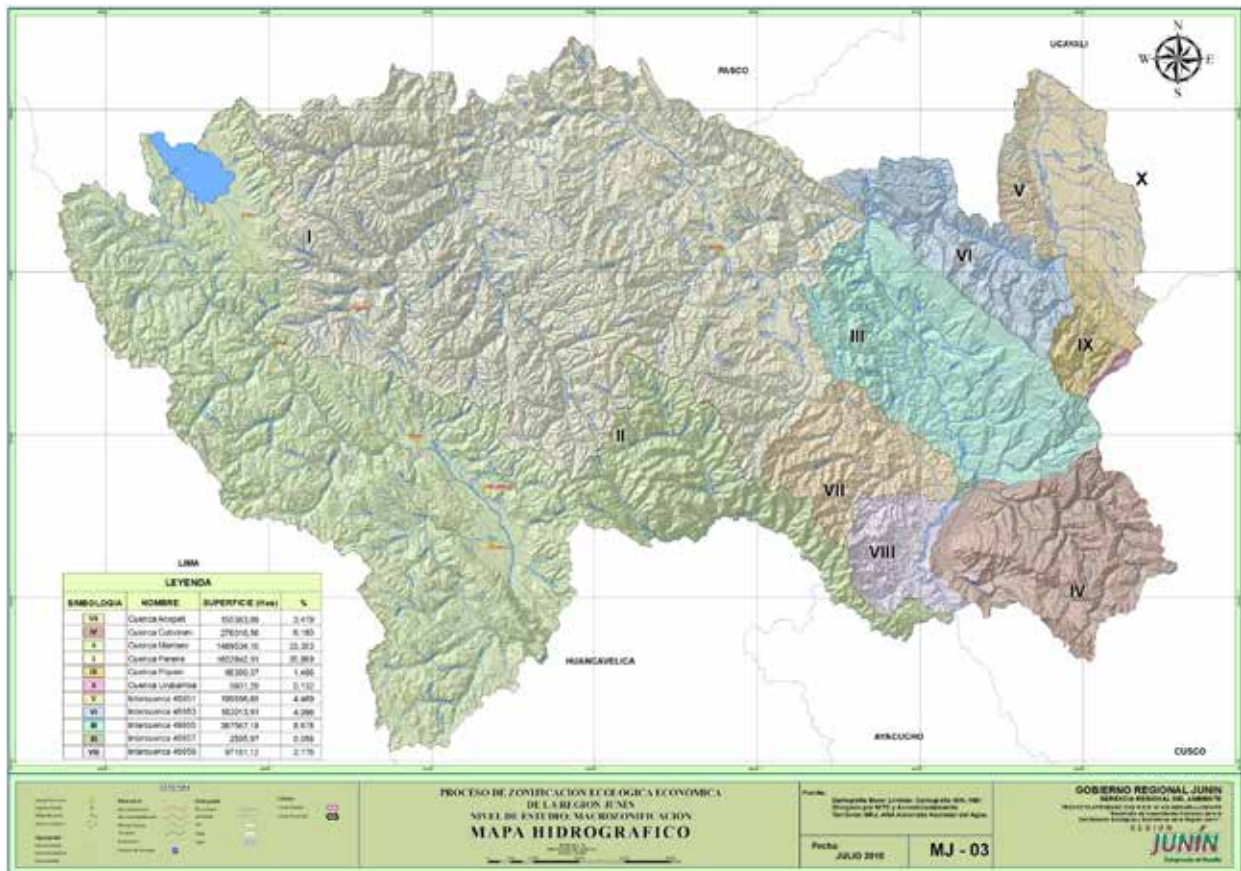


### Mapa A. 3: Región Piura: IDH y Cuencas hidrográficas



Fuente: PNUD (2010)

**Mapa A. 4: Región Junín: Cuencas hidrográficas**



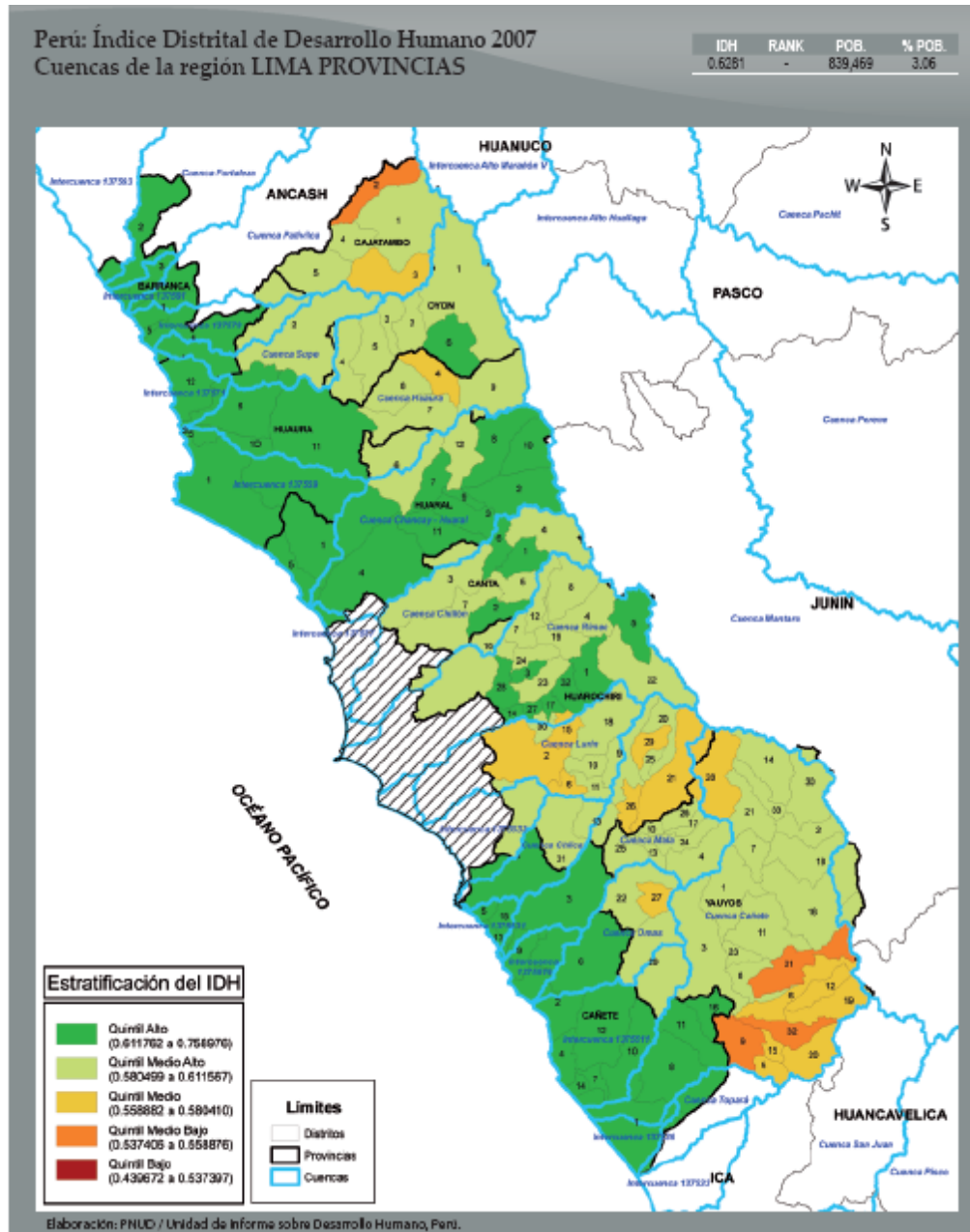
Fuente: (Gobierno Regional de Junín, 2009)

**Cuadro A. 3: Región Junín: Licencias de Uso de Agua por Tipo de Uso y Administración Local de Agua, 2008 – 2009**

	Agrícola	Poblacional	Industrial	Pesquero	Minero	Energético	Recreacional	Pecuario	Total
Mantaro	19561	241	11	79	30	11	0	0	19933
Tarma	186	115	8	5	2	5	0	0	321
Perené	112	246	6	7	2	12	13	1	399

Fuente: (ANA, 2009b)

Mapa A. 5: Cuencas de la región de Lima



Fuente: PNUD (2009)

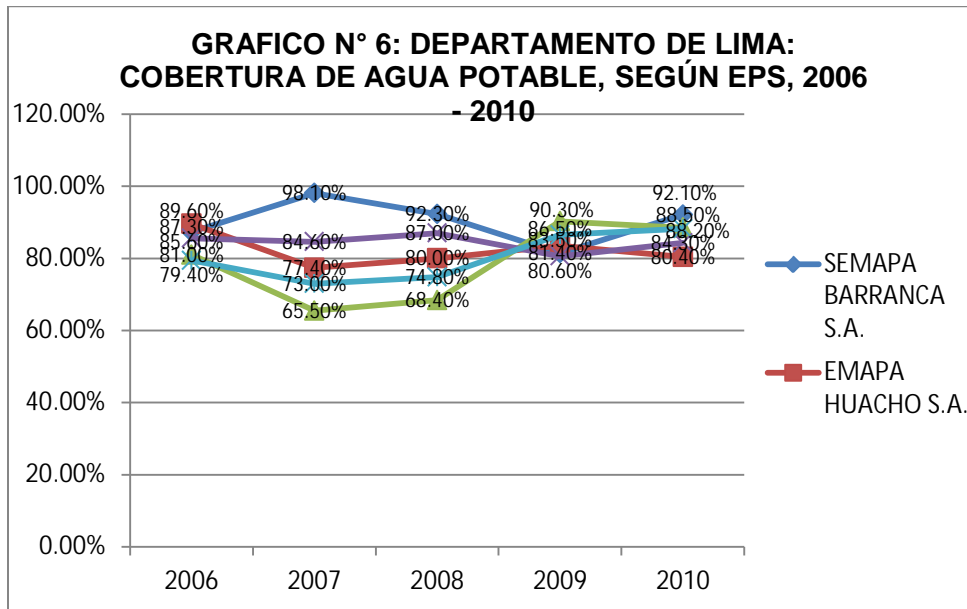
## Anexo 7: Información complementaria

**Cuadro A. 4: Región Junín: Licencias de Uso de Agua por Tipo de Uso y Administración Local de Agua, 2008 – 2009**

	Agrícola	Poblacional	Industrial	Pesquero	Minero	Energético	Recreacional	Pecuario	Total
Mantaro	19561	241	11	79	30	11	0	0	19933
Tarma	186	115	8	5	2	5	0	0	321
Perené	112	246	6	7	2	12	13	1	399

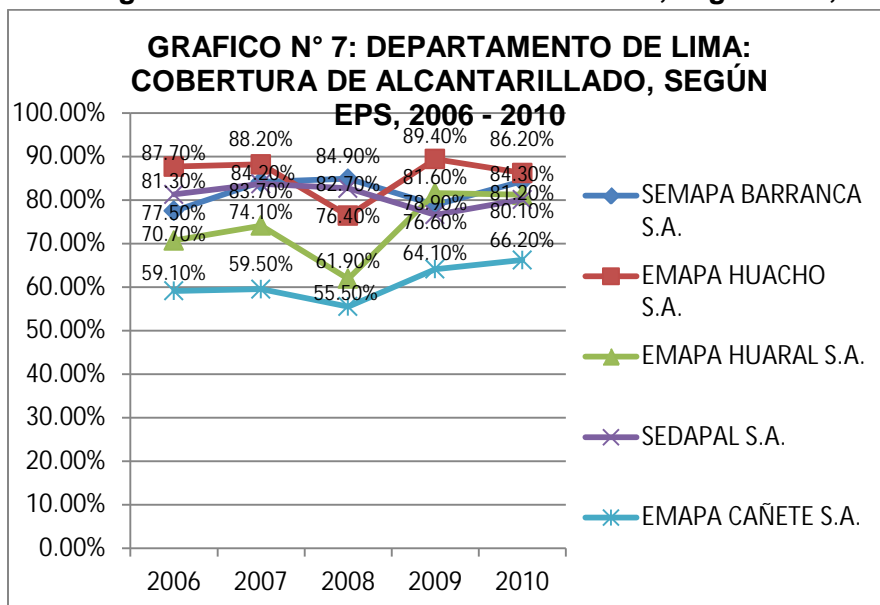
Fuente: (ANA, 2009b)

**Gráfico A. 1: Región Lima: Cobertura de Agua Potable, según EPS, 2006 - 2010**



Fuente: Elaboración propia según datos de SUNASS (2011).

**Gráfico A. 2: Región Lima: Cobertura de Alcantarillado, según EPS, 2006 - 2010**



Fuente: Elaboración propia según datos de SUNASS (2011).

## Anexo 8: Informe de los talleres regionales

### Documento de sistematización del proceso y los resultados de los talleres regionales

#### PRESENTACIÓN

En el marco de las actividades del Proyecto Evaluación de Necesidades Tecnológicas para el Cambio Climático en el Perú, se realizaron talleres regionales como parte del componente participativo del estudio. El objetivo de los talleres fue la priorización de las tecnologías propuestas y la identificación de barreras, para lo cual se convocó a los principales *stakeholders* de la región relacionados con los sectores de trabajo: recursos hídricos y residuos sólidos.

Los talleres se llevaron a cabo en las tres regiones seleccionadas por el estudio: Piura, Junín y Lima, realizados los días 26 de enero, 9 de Febrero y 1 de marzo del presente año, respectivamente.

Los principales resultados obtenidos de los talleres fueron la lista de tecnologías priorizadas para la región por sector y por tipo de área (urbano y rural) y las apreciaciones de los participantes sobre las barreras y factores de éxito en cada región.

Como registro, tanto del proceso como de los resultados de estas actividades, se elaboró un informe para cada taller. El presente documento integra los tres informes mencionados con sus respectivos anexos.

## Informe del Desarrollo del Taller en Piura

26 de enero de 2012

### I. INTRODUCCIÓN

El 26 de enero se realizó el primer Taller Regional del proyecto, realizado en la Región Piura en Hotel Los Portales. Se contó con la participación de 32 profesionales de diversas instituciones de la región, las cuales están detalladas en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 1: Instituciones participantes del Taller de Expertos en la Región Piura

	NOMBRE	INSTITUCIÓN
1	Alvaro Hernán Zegarra Pezo	Asociación Salud Educación Sobrevivir Tambogrande
2	Ana María Chávez	Universidad Privada de Piura
3	Carlos Enrique Brenner	Proyecto Especial Chira-Piura
4	Elsa Fung	Central Peruana de Servicios-CEPESER
5	Luis Eduardo Farias Medina	Municipalidad de Talara
6	Juan La Rosa	GORE PIURA -GIZ
7	Leonidas Silva Mechato	Junta de Usuarios del medio y bajo Piura
8	Manuel León	Proyecto Especial Chira-Piura
9	Ninell Janett Dedios	Centro de Investigación para el Desarrollo y Defensa del Medio Ambiente
10	Orlando Helguero	Asociación Salud Educación Sobrevivir Tambogrande
11	Ricardo Pineda	Centro de Investigación y Promoción del Campesino
12	Santiago Coronel Chávez	Universidad Nacional de Piura
13	Sonia Gonzalez	Ministerio del Ambiental - DGCCDRH
14	Victor Javier Tocto Correa Carret	ALA - MEDIO BAJO PIURA
15	Walter Ramirez	Instituto de Gestión de Cuencas Hidrográficas UNP
16	Wilfredo Rodriguez	Municipalidad Provincial de Piura
17	Jorge Luis Gomez	EPS GRAU

18	Víctor Herrera Bonilla	EPS GRAU
19	Jony Martín Arteaga Crisanta	GORE PIURA - Gerencia Regional de Recursos Naturales y Medio Ambiente
20	Ernesto Huaman Paitán	Municipalidad Provincial de Paita
21	Lorena Alarcón Ojeda	DIRESA
22	Eddy A. Leyva Villaconga	DIRESA
23	Roque Rojas Babilonia	Comisión Regional Piura CC/Comisión LCDS - Colegio de Biólogos
24	Floreano Flores Elizabeth	ONG Asociación para el Desarrollo ASIDH
25	Alfonso Arellano Delgado	ASIDH
26	José Zeña Santamaria	C. Lucha contra la Desertificación
27	Elmer Llontop Carmona	-
28	Luis Alberto Araujo Gutiérrez	Municipalidad Provincial de Piura
29	Gladys Romero de Chorie	Comunicadora Social
30	Fidel Jiménez García	Asoc. De Yachachiq - Solcode
31	Cirilo Coello Mandragón	Asociación de Yachachiq Solcode
32	Víctor Manuel Salinas Iparragul	Municipalidad Provincial de Paita

## II. DESARROLLO DEL TALLER

La agenda se cumplió de acuerdo con lo programado (ver anexo N° 1). En la parte correspondiente a los trabajos en grupo, fue necesario que uno de los grupos saliera de la sala de reuniones, porque ésta no tenía el tamaño necesario para permitir que dos grupos de 15 personas pudieran trabajar de manera simultánea.

### A. En el caso de Recursos Hídricos (17 participantes)

La discusión fue bastante larga, en relación con la importancia del cambio climático, pero es difícil centrar la discusión en el tema de tecnologías para transferencia. En muchos casos, el tema se centraba en la discusión sobre el cambio climático en general.

Uno de los comentarios más insistentes (aunque no mayoritario) fue que la división Recursos Hídricos – Adaptación y Residuos Sólidos – Mitigación no era válida, ya que ambos subsectores están relacionados con la Adaptación y la Mitigación, por lo que se debía trabajar como un todo. Se explicó la idea de que la separación es por razones metodológicas y para facilitar la evaluación.

En la revisión (bastante rápida, dado lo limitado del tiempo), surgieron diversos comentarios, que han sido complementados con las entrevistas.

#### A.1. Discusión sobre las tecnologías



Muchos especialistas no conocían a profundidad (algunos ni las conocían) las tecnologías propuestas. Algunos especialistas propusieron nuevas tecnologías y/o experiencias, además de complementar la información disponible de las tecnologías:

- Ü T1. Desalinización: Tomar en cuenta que requiere gran uso de energía y por tanto, tiene efectos negativos para el CC.
  - Existe una tesis de la UDEP sobre desalinización.
  - Está el caso de la Planta en el El Alto, que es un proyecto que fracasó.
  - Hay una experiencia de desalinización en las Monjas de Clausura en Sechura (poco factible conseguir la información).
  - Petrop Perú: la Planta de Talara tiene una planta desalinizadora.
  
- Ü T2. Reservorios rústicos o microrepresas: Tecnología conocida. Las experiencias del Instituto Cuencas son conocidas.
  
- Ü T3. Paneles atrapanieblas: Revisar la experiencia del Prof. Jiménez en Arequipa. Es una experiencia apoyada por TNC, que ya tiene como 7 – 8 años de aplicación. Es una sugerencia del MINAM y señalan que ya le habían dado la información a EG.
  
- Ü T4. Cosecha de Agua de Lluvia en techos: Existe una experiencia brasileña que se ha trabajado en las zonas altas, como parte de un sistema integrado (mayor información, MINAM, Sonia Gonzales). También está el caso, ASPADERUC en Cajamarca, que fue fundada por el ya fallecido Sr. Pablo Sanchez, Profesor Universitario.
  
- Ü T5: Tratamiento de Aguas Residuales: Aunque la EPS Grau trata el 48% del agua que recolecta, el estándar que alcanzar en calidad no es el establecido por las autoridades. Las Lagunas establecidas generan contaminación porque no se realiza el mantenimiento apropiado.
  - Nota: ¿Los ejemplos de costos de capital son reales o sólo son proyectos? Buscar mayor información.
  - Esta tecnología es importante para Ciudades Intermedias.
  - Existe el caso de la PTAR de EMAPE (Muni Lima), en el Puente Santa Anita, cuya agua se usa para regar jardines.
  - Barrera: Muchos trámites y autorizaciones.
  
- Ü T6: Zanjas de Infiltración:
  - La información de tamaño debe ser revisada porque no es exacta (los resultados del nivel de captación no corresponden).
  - Existe la experiencia en el Valle del Chira Piura.
  
- Ü T6b: Recarga de Acuíferos o AMUNAS.

- Solo desarrollado en zonas andinas (¿) y recibe el nombre de “corrección de torrentes” y se conoce más como “cosecha de agua”.
- Ü T7: Pozos Tubulares.
- Experiencia aplicable para el Alto Piura.
  - No siempre se cumplen las condiciones técnicas en la construcción.
  - La EPS utiliza este sistema (agua de acuífero).
  - Esta solución puede ser utilizada para la agricultura pero no para uso doméstico, ya que la calidad de agua es “muy dura”.
  - En el Alto Piura existe gran cantidad de pozos (1200?), que debido a que no se les hace mantenimiento, quedan en desuso (quizás existan 600 en estas condiciones), lo cual genera posibilidades de contaminación.
- Ü T8: Mejora en la resistencia de pozos a inundaciones:
- En el caso de los pozos construidos por el Programa “Agua para Todos”, todos los pozos se construyen así. El GORE y la EPS siguen esta normativa. Ejemplo; Pozo cerca del río Yapatera. No obstante, los pozos antiguos no han seguido esa política.
  - Existe el Proyecto PRISA del GORE con la Cooperación Japonesa, que construye pozos tubulares como parte de la política de reducción de Vulnerabilidad (Contacto, Aida Palacios, en el GORE).
  - El CIPCA tiene experiencias en pozos de este tipo.
- Ü T9: Tratamiento de agua en el hogar y almacenamiento seguro
- Se aplica en las construcciones privadas, como los tanques de edificios privados, que se revisan y limpian cada 6 meses.
  - En las AAHH no se tiene esta política, pese a que contribuye a reducir enfermedades.
- Ü T10: Uso de aparatos domésticos eficientes en agua
- Poco se aplica y no se conocen.
  - Por ejemplo, el caso de los sensores de agua en los colegios, son básicos porque los alumnos no perciben el costo real del agua y existe un gran desperdicio.
  - Se requiere mayor educación para la población sobre este tema, especialmente en lo que se refiere a hábitos de consumo.
- Ü T11: Detección y reparación de los sistemas de tuberías extradomiciliarias.
- EPS Grau cuenta con una Oficina de Control de Fugas, pero falta mayor apoyo para la implementación de funciones, ya que aún se pierde el 52% del agua que se provee.
  - En este caso, los participantes requieren mayores precisiones sobre la tecnología: ¿Qué es tecnología de detección acústica? Seguimiento químico? Métodos mecánicos (trazadores, medición de presiones)?
  - Se requiere mayor sensibilización, especialmente en las ciudades diferentes a la capital de región, sobre esta temática.
- Ü T12: Cambio en procesos productivos para uso y reuso más eficiente del agua.

- o El caso clásico es el de los agricultores, ya que muchos utilizan el riego por gravedad, en lugar de usar las alternativas más económicas (en la operación) como el riego por aspersión o el riego por goteo.
- o Revisar la legislación sobre la creación de un Programa de Riego Tecnificado (2006).
- o Ejemplo: Cuenca Hidrográfica del Chira. Con apoyo del ANA se está trabajando el Plan de Gestión, que incluye mejoras en tecnología.

#### A.2. Propuestas de nuevas tecnologías:

- i. Bolsones de Agua, desarrollado en Brasil e India y que es una tecnología manejada por Sr. Carlos Aguilar.
- ii. Sistema Descentralizado de Humedales Artificiales de Flujo Vertical. Proyecto desarrollado por UDEP – Israel. Información proporcionada en informe por parte de Ing. Chavez-UDEP, responsable del proyecto. Artículo publicado en la Revista IRAGER.
- iii. Uso del Páramo Andino: el Instituto de Montaña tiene experiencias concretas.

#### A.3. Elementos a considerar en la Estrategia:

- i. Analizar los inversores: Asociaciones Público Privados.
- ii. ¿Quién paga el costo del servicio? De eso dependerá la viabilidad económica de la aplicación de la tecnología.
- iii. Barreras: Muchos trámites para los permisos, como las PTAR.
- iv. Educación de la población en todos los temas relativos a manejo de agua: es una condición básica para lograr que cualquier tecnología funcione. Es un tema reiterativo señalado por todos los participantes, como una variable básica para lograr cambios de comportamiento en el largo plazo. Se requiere no sólo en la normativa vigente, en los hábitos de consumo, entre otros.

#### A.4. Resultados de la clasificación de las tecnologías según tipo de área:

La clasificación de las tecnologías según su aplicación en el ámbito rural y/urbano se dio expost al Taller Regional de Piura ya que se infirió que esta clasificación permite realizar un mejor análisis.

Cuadro N° 2: Clasificación de tecnologías de Recursos Hídricos según tipo de área

CLASIFICACIÓN DE TECNOLOGÍAS POR TIPO DE ÁREA	Rural	Urbano
TECNOLOGÍA 1: Desalinización		X
TECNOLOGÍA 2: Reservorios rústicos y sistemas de riego	X	

TECNOLOGÍA 3: Paneles atrapanieblas	X	
TECNOLOGÍA 4: Captación de agua de lluvia en techos	X	X
TECNOLOGÍA 5: Tratamiento de Aguas Residuales		X
TECNOLOGÍA 6: Zanjas de infiltración	X	
TECNOLOGÍA 7: Recarga de Acuíferos	X	
TECNOLOGÍA 8: Pozos tubulares para oferta doméstica de agua	X	X
TECNOLOGÍA 9: Mejora en la resistencia de pozos a inundaciones	X	
TECNOLOGÍA 10: Tratamiento de agua en el hogar y almacenamiento seguro	X	X
TECNOLOGÍA 11: Uso de aparatos domésticos eficientes en agua	X	X
TECNOLOGÍA 12: Detección y Reparación de Tuberías Extra domiciliarias		X
TECNOLOGÍA 13: Cambio en procesos productivos para uso y reuso más eficiente del agua	NO APLICA	
TECNOLOGIA 14: Generación de Agua Atmosférica	NO APLICA	
TECNOLOGÍA 15: Sistema de terrazas	NO APLICA	
TECNOLOGÍA 16: Reforestación	NO APLICA	
TECNOLOGÍA 17: Protección de ojos de agua	NO APLICA	

#### A.5. Resultados de la priorización:

El primer paso para la priorización fue la definición de las ponderaciones entre los tres criterios. Luego de una larga discusión sobre cuál de los tres criterios era el principal, se definió que el económico era el más importante y los otros eran igual de importantes, por lo que se asignó una ponderación de 50% al criterio económico y 25% a los otros dos.

Cuadro N° 3: Ponderación de los criterios de Recursos Hídricos

CRITERIOS DE EVALUACIÓN		PONDERACIÓN	
Contribución al Desarrollo	Ambiental	33%	25%
	Social	33%	
	Económico	33%	

Adaptación al Cambio Climático	25%
Costo económico	50%

Luego de ello se procedió a realizar la priorización de las tecnologías para elaborar un ranking. Debe mencionarse que la división Urbano / Rural que se presenta en este informe se hizo sobre la base de información secundaria y los resultados de los siguientes talleres (Junín y Lima), ya que Piura fue el primer taller y esa división no había sido considerada inicialmente.

Ahora bien, la clasificación de la “Importancia de la Tecnología” se realiza en los niveles de Alto=3, Media = 2 y Bajo =1, considerando las siguientes fórmulas:

$$\text{Bajo} \leq \text{Número de votantes} + \text{Rango} / 3$$

$$\text{Número de votantes} + \text{Rango} / 3 < \text{Medio} \leq \frac{2}{3} \text{Rango}$$

$$\text{Alto} > \text{Número de votantes} + \frac{2}{3} \text{Rango}$$

Donde se define:

$$\text{Rango} = (3 * \text{Número de votantes} - 1 * \text{Número de votantes} = 2\text{Nro votantes}),$$

que es la diferencia máxima que se puede obtener si todos los participantes votan **Alto** por la tecnología y si todos votan **Bajo** por la tecnología.

Así por ejemplo, en el caso de Recursos Hídricos para Piura, hubo 17 votantes.

Entonces, los límites para cada categoría se definen de la siguiente manera:

$$\text{Rango} \quad 3*17 - 1*17 = 34$$

$$\text{Bajo} < \quad 17 + (34/3) = 28$$

$$\text{Medio} < \quad 17 + (2/3*34) = 40 \text{ y mayor que } 28.1$$

$$\text{Alto} > \quad 40.1$$

De esta forma, las tecnologías priorizadas deberían ser aquellas calificadas como altas.

Cuadro N° 4: Priorización de las tecnologías de Recursos Hídricos para el área rural

PONDERACIÓN	25%	25%	50%	TOTAL	NIVEL DE IMPORTANCIA
TECNOLOGÍAS	Contribución al Desarrollo	V&A	Costo Económico		
<b>ÁMBITO RURAL</b>					
TECNOLOGÍA 2: Reservorios rústicos y sistemas de riego	40.0	42.0	38.0	39.5	Media
TECNOLOGÍA 3: Paneles atrapanieblas	40.0	44.0	41.0	41.5	Alta
TECNOLOGÍA 4: Captación de agua de lluvia en techos	39.7	42.0	41.0	40.9	Alta
TECNOLOGÍA 6: Zanjas de infiltración	38.7	42.0	37.0	38.7	Media
TECNOLOGÍA 7: Recarga de Acuíferos	30.0	30.0	28.0	29.0	Media
TECNOLOGÍA 8: Pozos tubulares para oferta doméstica de agua	35.3	31.0	32.0	32.6	Media
TECNOLOGÍA 9: Mejora en la resistencia de pozos a inundaciones	34.3	36.0	33.0	34.1	Media
TECNOLOGÍA 10: Tratamiento de agua en el hogar y almacenamiento seguro	38.7	37.0	34.0	35.9	Media
TECNOLOGÍA 11: Uso de aparatos domésticos eficientes en agua	37.3	35.0	31.0	33.6	Media

Como se observa, las tecnologías priorizadas en el área rural son Paneles atrapanieblas y Cosecha de Agua de Lluvias de los Techos.

En el ámbito urbano, los resultado son:

Cuadro N° 5: Priorización de las tecnologías de Recursos Hídricos para el área urbana

PONDERACIÓN	25%	25%	50%	TOTAL	NIVEL DE IMPORTANCIA
TECNOLOGÍAS	Contribución al Desarrollo	V&A	Costo Económico		
<b>ÁMBITO URBANO</b>					
TECNOLOGÍA 1: Desalinización	33.7	34.0	22.0	27.9	Baja
TECNOLOGÍA 4: Captación de agua de lluvia en techos	39.7	42.0	41.0	40.9	Alta
TECNOLOGÍA 5: Tratamiento de Aguas Residuales	41.0	40.0	25.0	32.8	Media
TECNOLOGÍA 8: Pozos tubulares para oferta doméstica de agua	35.3	31.0	32.0	32.6	Media
TECNOLOGÍA 10: Tratamiento de agua en el hogar y almacenamiento seguro	38.7	37.0	34.0	35.9	Media
TECNOLOGÍA 11: Uso de aparatos domésticos eficientes en agua	37.3	35.0	31.0	33.6	Media
TECNOLOGÍA 12: Detección y reparación de los sistemas de tuberías extradomiciliarios	34.0	34.0	26.0	30.0	Media

La tecnología priorizada es la de Captación de agua de lluvia en techos.

## **B. En el caso de Residuos Sólidos (13 participantes)**

En el grupo de expertos en residuos sólidos participaron representantes de las siguientes instituciones: Municipalidad Provincial de Piura, Municipalidad Provincial de Tarma, DIRESA, y otras instituciones.

El grupo de expertos interesados en el tema de residuos sólidos se reunieron en una zona aparte (diferente a la sala de plenaria) para el proceso de validación de las tecnologías para la mitigación al cambio climático. La discusión de las tecnologías relacionadas a este tema empezó a partir de un comentario de uno de los participantes que piensa que el sector de los residuos sólidos no es el sector que más emite contaminación de GEI y por lo tanto no debería ser la primera preocupación.

### **B.1 Discusión sobre las tecnologías**

Debido a que los participantes querían una mayor explicación de las tecnologías (cómo funcionan, sus características), se tomó el tiempo para revisar juntos la descripción de todas las tecnologías. Los comentarios que surgieron durante la revisión de las tecnologías fueron los siguientes:

- Ü T1. Relleno Sanitario: en este caso se está tomando en cuenta la descripción del relleno sanitario tal como está el material que tienen los participantes, es decir, como “el método de ingeniería para la disposición de los residuos sólidos en el suelo de tal forma que proteja el medio ambiente”. En otras palabras, este estudio está evaluando el relleno sanitario en su forma completa de sistema de disposición final y captación del biogás que contribuye a la reducción de las emisiones de GEI.
  - Mucha gente considera los botaderos como relleno sanitario y no ven la relación entre esa tecnología y la mitigación al cambio climático.
  - En Huacho se a contar con un relleno sanitario mecanizado a pesar de no contar con una gran población, esto se debe a que va a recibir residuos sólidos de otras localidades.
  
- Ü T2. Incineración: el concepto de incineración no era claro para todos, ciertas personas lo entendían como la práctica de quemar la basura en los barrios como disposición final o en los grandes campos de cultivos como abono. También, en este caso se tenía que referir a la descripción de la tecnología y luego dar más explicaciones y algunos ejemplos de su uso.
  
- Ü T4. Reciclaje: desde un inicio se vio a esta tecnología como la ideal ya la tecnología de relleno sanitario no la veían la más óptima. Esto se debía a que creían que previamente a la disposición final en un relleno, se debía reciclar todos los residuos posibles para un desarrollo sostenible.

## B.2 Propuestas de nuevas tecnologías:

Durante el taller no se propusieron nuevas tecnologías. Solo se recalcó que la disposición final de los residuos hospitalarios y otros residuos con posibilidades de propagar infección por su condición, deben pasar por el proceso de enclave, es decir, desinfección, antes de su disposición final para evitar la propagación de enfermedades.

## B.3 Resultados de la clasificación de las tecnologías de acuerdo al ámbito Rural o Urbano:

Como se explicado previamente, esta clasificación se realizó expost al taller:

Cuadro N° 6: Clasificación de tecnologías de Residuos Sólidos según tipo de área

CLASIFICACIÓN DE TECNOLOGÍAS POR TIPO DE ÁREA *	Rural	Urbano
---	-------	--------



TECNOLOGÍA 1: Relleno Sanitario	X1/	X
TECNOLOGÍA 2: Incineración		X
TECNOLOGÍA 3: Compostaje	X	X
TECNOLOGÍA 4: Reciclaje	X	X
TECNOLOGÍA 5: Digestión Anaeróbica	X	X
TECNOLOGÍA 6: Reactor Molecular Orgánico	NO APLICA	
TECNOLOGÍA 7: Proceso de minimización y segregación de Residuos Sólidos	NO APLICA	

1/La tecnología de relleno sanitario en el ámbito rural hace referencia al relleno sanitario manual.  
 \*La clasificación de las tecnologías según el ámbito rural y/o urbano se realizó ex-post al taller en la Región de Piura.

#### B.4 Resultados de la priorización:

Previamente a la priorización de las tecnologías, se procedió a realizar la ponderación de los criterios. Como había muchas puntuaciones diferentes, se hizo un promedio de las puntuaciones. Así, las ponderaciones finales fueron las siguientes:

Cuadro N° 7: Ponderación de los criterios de Residuos Sólidos

CRITERIOS DE EVALUACIÓN		PONDERACIÓN	
Contribución al Desarrollo	Ambiental	50%	29%
	Social	30%	
	Económico	20%	
Mitigación de GEI		34%	
Costo económico		38%	

Posteriormente, se realizó la priorización de las tecnologías. En el ámbito rural, se obtuvo a la tecnología de reciclaje como a la que se debe dar mayor importancia, y a las tecnologías de relleno sanitario manual, compostaje y digestión anaeróbica, importancia media.

Cuadro N° 8: Tecnologías priorizadas en Residuos Sólidos para el ámbito rural

PONDERACIÓN	29%	34%	38%	TOTAL	NIVEL DE
-------------	-----	-----	-----	-------	----------

TECNOLOGÍAS	Contribución al Desarrollo	V&A	Costo Económico		IMPORTANCIA
<b>ÁMBITO RURAL</b>					
TECNOLOGÍA 1: Relleno Sanitario	25.0	20.0	10.0	17.9	Media
TECNOLOGÍA 3: Compostaje	20.0	20.0	20.0	20.2	Media
TECNOLOGÍA 4: Reciclaje	30.0	20.0	20.0	23.1	Alta
TECNOLOGÍA 5: Digestión Anaeróbica	25.0	30.0	4.0	19.0	Media

Y en el ámbito urbano, se obtuvo a la tecnología de reciclaje como a la que se debe dar mayor importancia (cuyo proceso incluye la segregación desde la fuente hasta la venta para el reprocesamiento); seguida en importancia por la tecnología de relleno sanitario, compostaje y digestión anaeróbica; y con menor importancia, la tecnología de incineración.

Cuadro N° 9: Tecnologías priorizadas en Residuos Sólidos para el ámbito urbano

PONDERACIÓN	29%	34%	38%		
TECNOLOGÍAS	Contribución al Desarrollo	V&A	Costo Económico	TOTAL	NIVEL DE IMPORTANCIA
<b>ÁMBITO URBANO</b>					
TECNOLOGÍA 1: Relleno Sanitario	25.0	20.0	10.0	17.9	Media
TECNOLOGÍA 2: Incineración	13.0	10.0	10.0	11.0	Baja
TECNOLOGÍA 3: Compostaje	20.0	20.0	20.0	20.2	Media
TECNOLOGÍA 4: Reciclaje	30.0	20.0	20.0	23.1	Alta
TECNOLOGÍA 5: Digestión Anaeróbica	25.0	30.0	4.0	19.0	Media

### III. ACTIVIDADES EXPOST TALLER

En esta etapa, se procedió a realizar entrevistas con expertos claves identificados antes y durante el desarrollo del taller para obtener una mayor información sobre las tecnologías tratadas, así como de las barreras para implementarlas. Se realizaron entrevistas con los representantes de instituciones como DIRESA, Municipalidad Provincial de Talara, Municipalidad Provincial de Piura, EPS Grau, Universidad Privada de Piura, Proyecto Especial Chira-Piura y el Instituto de Gestión de Cuencas Hidrográficas (Ver Anexos N° 5 y 6).

Cabe resaltar que a partir de este taller, se optó por clasificar las tecnologías según su aplicación en el ámbito rural o urbano para un mejor análisis de las tecnologías para los talleres posteriores a realizarse en Junín y Lima. En el caso de Piura, se elaboró una clasificación de las tecnologías expost según el criterio de los especialistas. Además, tras la sintetización de los resultados de la evaluación de las tecnologías, se procedió a difundir los resultados de las tecnologías priorizadas a los especialistas participantes del taller, así como de las listas de las tecnologías propuestas para residuos sólidos y recursos hídricos, la presentación de Power Point y la lista de participantes del taller para que tengan conocimiento sobre los resultados de su participación.

#### **IV. RECOMENDACIONES GENERALES**

En esta sección se proponen algunas recomendaciones para el desarrollo de los talleres, en lo que se refiere a los aspectos técnicos y también en lo logístico.

##### **a) Aspectos Técnicos**

- Es necesario reforzar al inicio del taller que el objetivo está centrado en la discusión de tecnologías para transferencia.
- La participación de los profesionales fue muy interesada, pero como mencionaron, algunos desconocen las características de las tecnologías y por tanto, no pueden evaluarlas. Para ello las sugerencias son:
  - ü Enviar el documento con las tecnologías, una semana antes del evento, para que se puedan familiarizar con ellas.
  - ü En las presentaciones de plenaria, presentar una fotografía de cada tecnología, con un breve resumen de su funcionalidad y características, a todo el grupo en plenaria. Utilizar tiempo suficiente para explicar las ventajas y desventajas de cada tecnología, siendo lo más objetivos posibles.
- En relación con las Entrevistas Semiestructuradas, en el Anexo N°2 se propone una Guía de Preguntas que puede ser útil para la recopilación de información.
- En cuanto al proceso de priorización:

- ü En la evaluación de tecnologías, aunque se mencionó la variable geográfica, por un tema de tiempo no se consideró en la evaluación, ya que la priorización de tecnologías puede ser distinta, si se considera el ámbito urbano o rural. Se sugiere incluir este criterio en el análisis, para lo cual se sugiere primero dividir (con los participantes) las tecnologías en aquellas aplicables a áreas urbanas y rurales y luego hacer la priorización.
  - ü En relación con el criterio de Desarrollo los participantes señalaron que requieren mayor información sobre los Planes de Desarrollo.
  - ü En cuanto al criterio Económico, el análisis que se les debe pedir a los participantes debe ser del tipo “Costo – Efectividad” y no sólo Costo. Es decir, no debe valorar si la tecnología es “costosa o barata”, sino más bien, si la relación “costo – efectividad” es “muy buena” (mayor puntaje, 3), es decir, su rendimiento es muy bueno en relación con su costo o la relación es mala (bajo puntaje, 1).
- En relación con las nuevas tecnologías propuestas a lo largo del taller, es necesario decidir cuál va a ser el tratamiento para las mismas:
  - ü ¿se incluyen en la evaluación y la priorización?
  - ü ¿Se presentan como propuestas para analizar en futuros procesos de priorización, luego de una investigación técnica sobre sus ventajas y desventajas?

La sugerencia es la opción b) para evitar hacer evaluaciones apresuradas, sin mayor información. No obstante, dicha nueva tecnología debe ser discutida en el grupo, para recibir comentarios que permitan evaluar las percepciones (efectividad, conocimiento) sobre las mismas.

#### **b) Aspectos Logísticos**

- El taller, para un desarrollo apropiado requiere de por lo menos 8 horas de trabajo.
- Se sugiere tomar en cuenta el tamaño de las salas porque para los trabajos en grupo se requiere mayor espacio. En el caso de este taller, uno de los grupos salió de la sala de plenaria y fue a trabajar en el área de la piscina, que generó distracciones y limitó el avance del trabajo.
- Se requiere que alguien tome nota (diferente a quien dirige la reunión) de las intervenciones mientras se realiza el trabajo en grupo.
- En la numeración de tecnologías, para el caso de Recursos Hídricos, hacer notar que una de ellas es 6 y otra es 6b y no corresponde con el número de cuadro. Sugerencia: retirar el número de cuadro para no confundir.

# Informe del Desarrollo del Taller en Junín

09 de febrero de 2012

## I. INTRODUCCIÓN

El segundo Taller Regional del proyecto fue en la región Junín y se realizó el 09 de febrero del presente año en la ciudad de Huancayo. En este taller participaron 44 profesionales, representantes de diversas instituciones de la región Junín: Gobierno Regional, Municipalidades Provinciales y Locales, Ministerio de Salud, Ministerio de Agricultura, Ministerio del Ambiente, Institutos de Investigación, Sector Privado, Organizaciones No Gubernamentales, entre otros. La lista de participantes se detalla a continuación:

Cuadro N° 2: Instituciones participantes del Taller de Expertos en la Región Lima

	NOMBRE Y APELLIDOS	INSTITUCIÓN
1	Alejandro Guadalupe Guadalupe	Municipalidad Distrital de Hualhuas
2	Angela Daniela Merino Gutiérrez	Municipalidad Distrital de El Tambo
3	Arcangel Campos Paraguay	Municipalidad Provincial
4	Boris Vladimiro Huancapaza Huaman	Dirección Regional de Salud - Junín
5	Brett Helmer Canhuamaca Bejarano	Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento Mantaro S.A.
6	César Dávila Velis	Instituto Nacional de Investigación Agraria, Huancayo
7	Clodozedo Hilario Briceño	Dirección Regional Agraria Junín
8	David Pariona Paitán	Municipalidad de Andamarca
9	Denisse Santivañez Galarz	Municipalidad Provincial de Concepción
10	Eddy Luz Rojas Romero	Dirección Regional de Salud - Junín
11	Emiliano Sifuentes Minaya	Administración Local del Agua - Tarma
12	Esteban Godoy Mallma	Agrorural - Dirección Zonal Junín
13	Giovanni Vargas Coca	Administración Local de Agua Mantaro
14	Guillermo Solarzaro Quispe	SEPAR - Servicios Educativos Promoción y Apoyo Rural
15	Jacinto Arroyo	IGP - Huancayo
16	Jeanette Loyola Flores	MAR S.R.L.
17	Joel Yasin Vargas López	Municipalidad Provincial de Jauja

18	John Robert Poma Vilchez	Comisión de Riego Huachac Manzanares
19	Jonhny Vilchez Espejo	Municipalidad Provincial de Huancayo
20	Juan Carlos Sulca	CARE Perú - Huancayo
21	Juan Richard Carhuamaca	MAR S.R.L.
22	Juana Huayra Romero	Independiente
23	Julissa Jesús Simeón	Comité de Regantes Sapallanga
24	Kelly Jeremías Jimenez	Gobierno Regional Junin
25	Kely Catherine Carhuachuco Yaringaño	Municipalidad Provincial de Jauja
26	Luis Herquinigo Cárdenas	Consultoría
27	Luz Diana Juarez Morota	Dirección Regional de Salud - Junin
28	Manuel José Jesús Miranda	Comisión de Regantes Sapallanga
29	Manuel Peñaloza Estrada	Municipalidad Provincial de Satipo
30	Marcos Huamani Ramos	Independiente
31	María Aranzamendi Rodríguez	Programa Subsectorial Irrigaciones PSI
32	Mariela Huancaya Ruiz	Municipalidad Distrital de El Tambo
33	Miguel Angel Nuñez Urco	MAR S.R.L.
34	Miguel Cerrón	Municipalidad Distrital de El Tambo
35	Moises Vila Escobar	YACHACHIQ Sierra Productiva
36	Nestor Gonzales Santivañez	Municipalidad Provincial de Concepción
37	Percy Flores Chavez	SEPAR - Servicios Educativos Promoción y Apoyo Rural
38	Rita Carolina Girón Aguilar	Instituto Nacional de Investigación Agraria
39	Rocio Bonifacio Aliaga	Gobierno Regional Junin
40	Rosario Sedano Barreto	EPS Mantaro
41	Rosi Chocco Curo	Gobierno Regional de Junin SGRNMA
42	Rubén Rodríguez Zanabria	Municipalidad Provincial de Concepción
43	Ysolina Cleofé Ricse Chuquillanqui	Municipalidad Provincial de Huancayo
44	Yuri Galvez Gastelu	Agrorural - Dirección Zonal Junín

El objetivo del taller fue priorizar las tecnologías para la región e identificar las barreras para su implementación, así como recoger información adicional relevante para el estudio

## **II. DESARROLLO DEL TALLER**

El taller se desarrolló entre las 8 am y las 5 pm del día jueves, 9 de febrero en el Hotel Presidente (Huancayo). Fue facilitado por Elsa Galarza y Diderot Julien, con la asistencia de Paloma Oviedo, quienes forman parte del equipo del Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico. La Dirección General de Cambio Climático, Desertificación y Cambio Climático del Ministerio del Ambiente no pudo estar presente en el taller, sin embargo, el mensaje del Director General Eduardo Durand, fue transmitido por Elsa Galarza.

Se desarrollaron todas las actividades programadas en la agenda alcanzando los objetivos planteados (ver anexo N° 2).

En este taller, la mayoría de los asistentes tenía conocimientos generales del problema y experiencia en los temas relacionados, pero algunos no conocían bien los aspectos técnicos de las tecnologías, sobre todo en relación a Residuos Sólidos. Se manifestó mucho interés y preocupación en los temas tratados, y solicitaron la orientación de los ponentes reiteradas veces.

Los participantes se dividieron en dos grupos de trabajo: Recursos Hídricos y Residuos Sólidos, dividiendo la misma sala en dos espacios.

### **A. Grupo de Trabajo de Recursos Hídricos (19 votantes, 20 participantes)**

En el grupo de expertos en RRHH participaron representantes de las siguientes instituciones: Agrorural, ANA - ALA Mantaro, ANA - ALA Tarma, CARE PERU, Comisión de Regantes – Sapallanga, CU N°2 Huáchac – Manzanares, DIRESA Junín – DESA, DRA – DIA, EPS Chupaca, EPS Mantaro – Concepción, GORE JUNÍN, SEPAR, IGP, INIA, Municipalidad Provincial de Concepción, Municipalidad Provincial de Huancayo, etc.

#### **A.1. Discusión sobre tecnologías**

No se propusieron nuevas tecnologías, pero sí se descartaron de la lista las tecnologías 1, 9, y 14 (Desalinización, Mejora en la resistencia de pozos a inundaciones y Generación de agua atmosférica), por ser consideradas no aplicables para la región.

A continuación se detalla la principal información recogida de la discusión:

#### **Tecnología 2: Reservorios rústicos o micro-represas y sistemas de riego**

- Complemento en sistema de riego presurizados, (aspersión, goteo, micro-aspersión)

- Captación > entubar, reservorio > sistema de riego.
- 2% fines agrícolas
- 8 % fines ciudades
- 90% fines energéticos
- Priorización de riego por GORES y, alcaldes distritales.
- Uso de reguladores
- O+M: organizaciones fortalecidas / compromisos / sensibilización y reconocimiento (Derecho de agua)
- Obras de regulación (reservorios / lagunas)
- Fines agrícolas, población o energéticos
- Experiencias, Arequipa: Cuenca Rio San Juan de Chincha / Pisco / laguna Choclococha.  
Tarma: Huasi Huasi

### Tecnología 3: Paneles atrapanieblas

- Experimentación en la región. Apoyo en eólica de estiaje (IGP) traspaso de masas de aire complementario con proyectos de reforestación.

### Tecnología 4: Cosecha de agua de lluvia

- Actualmente no se utiliza > futuro escenario climático,
- Zona pampas (Cáritas)
- Requerimiento de espacio e inversión (energía)

### Tecnología 5: Tratamiento de aguas residuales

- Concepción: lodos activados, S/. 12 MM + Re-uso
- Tambo: Agua segura, Cochashico, tanque in off+ lecho secado (pequeñas comunidades)
- Hay experiencias distritales > dimensionamiento, estándares de calidad ambiental (agua reciclada?), re-uso como política regional
- Chupaca: Lagunas de oxidación.
- Importancia del agua tratada > organización de la población para uso adecuado del agua tratada. (autoridades locales)
- Programa agua para todos: diferentes tecnologías. O y M, Cobro a pobladores. Ministerio de Vivienda (Inversión), Municipios, JAS (instituciones y funciones para mantenimiento), institucionalidad.

### Tecnología 6: Zanjas de infiltración

- Micro cuenca de Schullcas: ubicación del terreno, clausura de zona, manejo sostenibilidad de experiencias: GORE, Gobiernos Locales, trabajo comunidades
- Tarma / Lomo Largo: Involucramiento de comunidades y dueños de terrenos
- Sierra verde (PRONAMACHS), experiencia de varios años de desarrollo
- Beneficios de parte alta y baja de cuencas
- Largo plazo y corto plazo O y M, beneficios. Visión de proyecto y no visión de sostenibilidad



### Tecnología 7: Amunas

- Identificar zonas de recarga es difícil y no se conocen
- Pavimentación en zonas evita la recarga natural de acuíferos (asfalto permanente)

### Tecnología 8: Pozos tubulares para oferta doméstica de agua

- SEDAM usa pozos en época de estiaje
- Uso doméstico, por el momento no hay pago. 18 pozos. Tendencia a futuro.
- Hoteles, colegios.
- Sierra Productiva, dos pozos tubulares

### Tecnología 10: Tratamiento de agua en el hogar y almacenamiento seguro

- Cuencas Schullcas, la cloración para uso domésticos,
- Distrito de Janjaill, la planificación de agua

### Tecnología 11: Uso de aparatos domésticos eficientes en agua

- Nivel comercial, industrial pero no domestico.

### Tecnología 12: Detección y Reparación de Tuberías Extra domiciliarias

- Proyecto Piloto en El Tambo: instalación de micro medidores > PRAA / SEDAM , zona estratégica. EPS Mantaro: ¿continuidad de servicios?

### Tecnología 13: Cambio en procesos productivos para uso y re-uso más eficiente del agua

- Textiles, camales.

## A.2. Resultados de la clasificación de las tecnologías de acuerdo al tipo de área

Cuadro N° 3: Clasificación de tecnologías de Recursos Hídricos por tipo de área

CLASIFICACIÓN DE TECNOLOGÍAS POR TIPO DE ÁREA	Rural	Urbano
TECNOLOGÍA 1: Desalinización	NO APLICA	
TECNOLOGÍA 2: Reservorios rústicos y sistemas de riego	X	
TECNOLOGÍA 3: Paneles atrapanieblas	X	
TECNOLOGÍA 4: Captación de agua de lluvia en techos	X	X
TECNOLOGÍA 5: Tratamiento de Aguas Residuales		X
TECNOLOGÍA 6: Zanjas de infiltración	X	
TECNOLOGÍA 7: Recarga de Acuíferos	X	
TECNOLOGÍA 8: Pozos tubulares para oferta doméstica de agua	X	X

TECNOLOGÍA 9: Mejora en la resistencia de pozos a inundaciones	NO APLICA	
TECNOLOGÍA 10: Tratamiento de agua en el hogar y almacenamiento seguro	X	X
TECNOLOGÍA 11: Uso de aparatos domésticos eficientes en agua	X	X
TECNOLOGÍA 12: Detección y Reparación de Tuberías Extra domiciliarias		X
TECNOLOGÍA 13: Cambio en procesos productivos para uso y reuso más eficiente del agua		X
TECNOLOGÍA 14: Generación de Agua Atmosférica	NO APLICA	
TECNOLOGÍA 15: Sistema de terrazas	NO APLICA	
TECNOLOGÍA 16: Reforestación	NO APLICA	
TECNOLOGÍA 17: Protección de ojos de agua	NO APLICA	

### A.3. Resultados de la priorización de tecnologías

El ejercicio de priorización de tecnologías comenzó con la definición de las ponderaciones entre los tres criterios. Se definió que el criterio de contribución al desarrollo era el más importante y se le asignó un peso del 60 %. El criterio de reducción de vulnerabilidad y contribución a la adaptación obtuvo un peso de 20% al igual que el criterio económico (costo-efectividad).

Cuadro N° 4: Ponderación de los criterios de Recursos Hídricos

CRITERIOS DE EVALUACIÓN		PONDERACIÓN	
Contribución al Desarrollo	Ambiental	33.3%	60%
	Social	33.3%	
	Económico	33.3%	
Adaptación al Cambio Climático		20%	
Costo económico		20%	

La clasificación de la "Importancia de la Tecnología" se realiza en los niveles de Alto=3, Media = 2 y Bajo =1, considerando las siguientes fórmulas:

$$\text{Bajo} \leq \frac{\text{Número de votantes} + \text{Rango}}{3}$$

$$\frac{\text{Número de votantes} + \text{Rango}}{3} < \text{Medio} \leq \frac{2}{3} \text{Rango}$$

$$\text{Alto} > \frac{2}{3} \text{Rango}$$

Donde se define:

$$\text{Rango} = (3 * \text{Número de votantes} - 1 * \text{Número de votantes} = 2\text{Nro votantes}),$$

El Rango es la diferencia máxima que se puede obtener si todos los participantes votan **Alto** por la tecnología y si todos votan **Bajo** por la tecnología.

Así por ejemplo, en el caso de Recursos Hídricos para Junín, hubo 19 votantes.

Entonces, los límites para cada categoría se definen de la siguiente manera:

Rango	$3*19 - 1*19 = 38$
Bajo <	Menor a , $19 + (38/3) = 32$
Medio <	Mayor a 32 y menor a 44, $19 + (2/3*38) = 44$
Alto >	Mayor a 44

De esta forma, las tecnologías priorizadas deberían ser aquellas calificadas como altas.

Como se observa en los cuadros N°3 y N°4, la tecnología priorizada en el área rural es "Tecnología 2: Reservorios rústicos o micro-represas" y en el área urbana, "Tecnología 5: Tratamiento de aguas residuales".

Cuadro N° 5: Priorización de tecnologías de Recursos Hídricos para el área rural

PONDERACIÓN	60%	20%	20%	TOTAL	NIVEL DE IMPORTANCIA
TECNOLOGÍAS	Contribución al Desarrollo	V&A	Costo Económico		
<b>ÁMBITO RURAL</b>					
TECNOLOGÍA 2: Reservorios rústicos o micro-represas (Rural)	50	52	44	49.4	Alta
TECNOLOGÍA 3: Paneles atrapanieblas (Rural)	31	34	48	35.2	Media
TECNOLOGÍA 4: Captación de agua de lluvia en techos (Rural)	32	34	44	34.8	Media
TECNOLOGÍA 6: Zanjas de infiltración (Rural)	43	46	41	43.2	Media
TECNOLOGÍA 7: Recarga de Acuíferos o amunas (Rural)	32	34	31	32	Baja

TECNOLOGÍA 8: Pozo Tubulares para oferta doméstica de agua (Rural)	34	28	34	32.8	Media
TECNOLOGÍA 10: Tratamiento de agua en el hogar y almacenamiento seguro (Rural)	35	29	30	33	Media
TECNOLOGÍA 11: Aparatos domésticos eficientes en agua (Rural)	40	40	42	40.6	Media

Cuadro N° 6: Priorización de tecnologías de Recursos Hídricos para el área urbana

PONDERACIÓN	60%	20%	20%	TOTAL	NIVEL DE IMPORTANCIA
TECNOLOGÍAS	Contribución al Desarrollo	V&A	Costo Económico		
<b>ÁMBITO URBANO</b>					
TECNOLOGÍA 4: Captación de agua de lluvia en techos (Urbano)	31.	35	38	33.4	Media
TECNOLOGÍA 5: Tratamiento de Aguas Residuales (Urbano)	51.	48	29	46	Alta
TECNOLOGÍA 8: Pozo Tubulares para oferta doméstica de agua (Urbano)	27	33	27	28.2	Baja
TECNOLOGÍA 10: Tratamiento de agua en el hogar y almacenamiento seguro (Urbano)	39	34	37	37.8	Media
TECNOLOGÍA 11: Aparatos domésticos eficientes en agua (Urbano)	31	32	29	31	Baja
TECNOLOGÍA 12: Detección y Reparación de Tuberías Extra	43	39	33	40.2	Media

domiciliarias (Urbano)					
TECNOLOGÍA 13: Cambio en procesos productivos para uso y reuso más eficiente del agua (Urbano)	37	37	30	35.6	Media

#### A.4. Identificación de Barreras

Luego de la priorización, se inició el ejercicio de identificación de barreras para la implementación de las tecnologías. La metodología fue una lluvia de ideas. Los resultados fueron los siguientes:

- Requiere de la aceptación de tecnologías por los usuarios (adopción, apropiación)
- Los procesos de adopción y apropiación suelen tomar más tiempo por el componente participativo.
- GORE ni Gobiernos Locales, no le dan la importancia al desarrollo agrario ni a tecnologías.
- Falta de compromiso del GORE (normas, existen, pero no se aplican)
- Falta de personal, poco presupuesto, falta de programación.
- No se realizan análisis Costo Beneficio de alternativas
- Se requiere la articulación de planes Nacionales, Regionales, Locales,
- Política de inversión pública que considere a la pequeña agricultura
- Proceso de consulta previa / presupuesto participativo
- Sostenibilidad de los proyectos: CAR, mesas de concertación no son efectivas. A nivel municipal no hay planes ambientales, agendas de largo plazo
- Consejo de cuencas, Plan de gestión de RRHH> ley de aguas, ley de proy. De riego tecnificado.

#### B. Grupo de Trabajo de Residuos Sólidos (11 votantes, 14 participantes)

En el grupo de expertos en RRSS participaron representantes de las siguientes instituciones: Municipalidad Distrital de El Tambo, Municipalidad Distrital Hualhuas, Municipalidad Provincial de Satipo, Municipalidad Provincial de Concepción, Municipalidad Provincial de Jauja, Municipalidad Provincial de Huancayo, INIA Huancayo, DIRESA – Junín y la Empresa Comercializadora MAR S.R.L.

En este grupo, la mayoría de participantes eran especialistas en residuos sólidos. Sin embargo, algunos manifestaron dudas sobre las tecnologías, no todas eran conocidas por todos y se generaron preguntas que fueron resueltas parcialmente por el expositor.

##### B.1. Discusión sobre tecnologías

En el caso de residuos sólidos, el enfoque es la gestión integral y se comprendió que las tecnologías forman parte de todo un sistema y que no son excluyentes.

Se resaltó el trabajo de la provincia de Concepción.

A continuación, se presentan la información recogida durante la discusión grupal.

#### Tecnología 1, 2 y 3: Relleno Sanitario Manual, Relleno Sanitario Semi-Mecanizado, Relleno Sanitario Mecanizado

La tecnología es considerada importante y necesaria, porque cada vez la generación de residuos es mayor y los residuos no son dispuestos adecuadamente.

No existe un marco de regulación que contemple el tema de emisiones de GEI.

El proceso de autorización de DIGESA incluye cumplir con requisitos técnicos y sanitarios que pueden resultar complicados y costosos. Aunque hay esfuerzos de las municipalidades por mejorar sus medidas sanitarias a veces no siguen los procesos de autorización. Si no se cumplen con las normas ni autorización de DIGESA, no es un relleno sanitario. En la región, todos son botaderos.

Por falta de conocimiento se suelen plantear soluciones fuera de la realidad. Los rellenos sanitarios se aplican en localidades con un volumen de determinado, y no en localidades pequeñas.

No es una tecnología de pequeña escala ni económica. Los estudios de impacto ambiental pueden costar hasta 90 000 soles. Es importante contar con financiamiento para su implementación, operación y mantenimiento, que por obligación asumen los gobiernos locales, por lo que es importante que la exigencia o aceptación de la población, y que las autoridades prioricen el tema.

En la región Junín se tiene un promedio de 5 a 6 proyectos de Rellenos Sanitarios. Huancayo tiene 3 proyectos aprobados, pero no se puede implementar porque no hay aceptación de la población.

#### Tecnología 4: Incineración

No es una práctica recomendable, aunque reduce el volumen.

#### Tecnología 5: Compostaje

Se mencionó que en Concepción están teniendo algunas iniciativas sobre el tema.

#### Tecnología 6: Reciclaje

Existe un mercado cada vez más activo del reciclaje en la región. Actualmente la empresa Turpan SA, participa de la cadena de acopio de cartón y esto ha permitido la reducción del cartón en la disposición final.

También la Provincia de Concepción trabaja con la comunidad el reciclaje y tiene una planta.

En algunos casos, se ha trabajado desde la voluntad política, para luego sacar autorizaciones.

En Chanchamayo se viene trabajando con los recicladores para que compren motos.

Es preferible tratar con empresas que ya tenga un sistema de recolección responsable que trabajar con recicladores informales.

#### Tecnología 7: Digestión Anaeróbica

Es una tecnología simple y aplicable en la región, con beneficios también respecto a la mitigación de GEI y generación de energía.

El Director Cesar Dávila (INIA) manifestó interés por desarrollar el tema de los residuos orgánicos de los establos y agrícolas, para contribuir con la mitigación de GEI y a su vez contribuir con el desarrollo agrario de la región.

#### Tecnología 8: Reactor Molecular Orgánico

Es una tecnología muy costosa, poco conocida. Puede tomarse en cuenta a largo plazo, para grandes ciudades.

### **B.2. Resultados de la clasificación de las tecnologías de acuerdo al tipo de área**

Se evaluaron las tecnologías, de acuerdo al ámbito donde podrían ser aplicadas (Rural o Urbano) y se obtuvieron los siguientes resultados:

**Cuadro N° 7: Clasificación de tecnologías de Residuos Sólidos por tipo de área**

<b>CLASIFICACIÓN DE TECNOLOGÍAS POR ÁMBITO</b>	<b>Rural</b>	<b>Urbano</b>
TECNOLOGÍA 1: Relleno Sanitario Manual	X	X
TECNOLOGÍA 2: Relleno Sanitario Semi-mecanizado		X
TECNOLOGÍA 3: Relleno Sanitario Mecanizado		X
TECNOLOGÍA 4: Incineración		X
TECNOLOGÍA 5: Compostaje	X	X
TECNOLOGÍA 6: Reciclaje	X	X
TECNOLOGÍA 7: Digestión Anaeróbica		X
TECNOLOGÍA 8: Reactor Molecular Orgánico		X
TECNOLOGÍA 9: Proceso de minimización y segregación de Residuos Sólidos	NO APLICA	

### **B.3. Resultados de la priorización de tecnologías**

Primero los participantes tenían que asignar un puntaje a los tres criterios de evaluación: contribución a las Prioridades de desarrollo del País, potencial de reducción del GEI (mitigación), costo económico de una inversión en tecnología. Los valores asignados fueron 50%, 25% y 25% respectivamente.

Cuadro N° 8: Ponderación de los criterios de Residuos Sólidos

CRITERIOS DE EVALUACIÓN		PONDERACIÓN	
Contribución al Desarrollo	Ambiental	50%	50%
	Social	40%	
	Económico	10%	
Adaptación al Cambio Climático		25%	
Costo económico		25%	

Los rangos para la evaluación de las tecnologías de Residuos Sólidos, fueron los siguientes:

Rango  $3*11 - 1*11 = 22$

Bajo < Menor a  $18, 11 + (22/3) = 18$

Medio < Mayor a 18 y menor a 44,  $11 + (2/3*22) = 26$

Alto > Mayor a 26

Posteriormente se procedió a la priorización individual. Se obtuvo que para el área rural la única tecnología con importancia alta es: "Tecnología 5: Compostaje", y para el área urbana las tecnologías con importancia alta son: "Tecnología 6: Reciclaje", "Tecnología 2: Relleno Sanitario Semi-mecanizado", "Tecnología 5: Compostaje" y "Tecnología 1: Relleno Sanitario Manual" (en orden de importancia).

Cuadro N° 9: Priorización de tecnologías de Residuos Sólidos para el área rural

PONDERACIÓN	50%	25%	25%	TOTAL	NIVEL DE IMPORTANCIA
TECNOLOGÍAS	Contribución al Desarrollo	GEI	Costo Económico		
<b>ÁMBITO RURAL</b>					
TECNOLOGÍA 1: Relleno Sanitario Manual	23.4	25.0	24.0	24.0	Media
TECNOLOGÍA 5: Compostaje	28.6	25.0	27.0	27.3	Alta



TECNOLOGÍA 6: Reciclaje	24.2	24.0	25.0	24.4	Media
-------------------------	------	------	------	------	-------

Cuadro N° 10: Priorización de tecnologías de Residuos Sólidos para el área urbana

PONDERACIÓN	50%	25%	25%	TOTAL	NIVEL DE IMPORTANCIA
TECNOLOGÍAS	Contribución al Desarrollo	GEI	Costo Económico		
<b>ÁMBITO URBANO</b>					
TECNOLOGÍA 1: Relleno Sanitario Manual	26.1	26.0	26.0	26.1	Alta
TECNOLOGÍA 2: Relleno Sanitario Semi-mecanizado	27.6	31.0	22.0	27.1	Alta
TECNOLOGÍA 3: Relleno Sanitario Mecanizado	25.7	25.0	14.0	22.6	Media
TECNOLOGÍA 4: Incineración	22.9	21.0	14.0	20.2	Media
TECNOLOGÍA 5: Compostaje	26.2	26.0	27.0	26.4	Alta
TECNOLOGÍA 6: Reciclaje	27.5	27.0	28.0	27.5	Alta
TECNOLOGÍA 7: Digestión Anaeróbica	21.9	21.0	14.0	19.7	Media
TECNOLOGÍA 8: Reactor Molecular Orgánico	28.2	29.0	12.0	24.4	Media

#### B.4. Identificación de Barreras

A través de una lluvia de ideas se identificaron las siguientes barreras:

- El tema está politizado en la región y se polarizan las posiciones.
- No hay canales de comunicación entre población y autoridades. Tampoco se coopera entre provincias. No hay transferencia de conocimientos.
- No hay voluntad ni liderazgo político en la región.
- Los ciudadanos perciben los rellenos sanitarios como algo que afectará su calidad de vida, pues tienen como referencia los botaderos que actualmente existen en la región. No conocen las consecuencias de una inadecuada disposición final. Hay desinformación y mala información.

- Es necesario una educación ambiental, sensibilización, concientización eficaz que genere cambio social.
- No hay capacidades técnicas suficientes. Es necesario tener conocimientos técnicos y gerenciales para implementar un sistema de gestión eficaz, que planifique, que evalúe riesgos y elija las mejores opciones.
- DIGESA supervisa, pero no ofrece suficiente soporte técnico a las municipalidades. Se percibe a DIGESA como un agente obstaculizador.
- El financiamiento proviene del presupuesto municipal, si las autoridades no priorizan el tema o la población no lo exige, no se destinan fondos y no se hacen mejoras.
- No hay una visión ambiental común.
- Tanto la voluntad política como la voluntad social son importantes para la viabilidad de los proyectos.
- La normatividad peruana es un obstáculo porque no está adecuada a la realidad de la región.
- Cumplir con las exigencias normativas es costoso y toma tiempo.

### **III. ACTIVIDADES EX POST TALLER**

En esta etapa, se procedió a realizar entrevistas con expertos claves identificados durante el desarrollo del taller para obtener una mayor información sobre las tecnologías tratadas, así como de las barreras para implementarlas. Para el tema de recursos hídricos se realizaron entrevistas con representantes de Agrorural, ALA – Perené, SEDAM – Huancayo, Sierra Productiva. En el caso de residuos sólidos se entrevistó a representantes de las municipalidades distritales de El Tambo, Concepción, la Municipalidad Provincial de Huancayo y DIRESA (ver anexos N°5 y 6).

Además, tras la sintetización de los resultados de la evaluación de las tecnologías, se procedió a difundir los resultados de las tecnologías priorizadas a los especialistas participantes del taller, así como de las listas de las tecnologías propuestas para residuos sólidos y recursos hídricos, la presentación de Power Point y la lista de participantes del taller para que tengan conocimiento sobre los resultados de su participación.

### **IV. RECOMENDACIONES GENERALES**

En esta sección se proponen algunas recomendaciones para el desarrollo de los talleres, en lo que se refiere a los aspectos técnicos y también en lo logístico.

#### **c) Aspecto Técnicos**

- El ejercicio de priorización se realizó con tarjetas numeradas, lo que sin una orientación pudo haber causado confusión a los participantes.

- El criterio de costo económico (y efectividad) causó cierta dificultad durante la priorización.

**d) Aspectos Logísticos**

- Se requirieron muchas tarjetas, ya que en cada uno se evaluaba 1 o 2 tecnologías, por ello, se recomienda usar un sistema más simple, que permita usar menos papel.
- Es recomendable el uso de grabadoras para registrar las discusiones grupales.
- Se utilizó la cámara fotográfica de un celular en lugar de una cámara digital, es recomendable llevar una cámara cuyo uso exclusivo sea la captura de imágenes.

## Informe del Desarrollo del Taller en Lima

01 de marzo de 2012

### I. INTRODUCCIÓN

El 1 de marzo del presente año se realizó el tercer Taller Regional del proyecto, llevado a cabo en Lima, donde participaron 37 profesionales, representantes de diversas instituciones de la región Lima, las cuales se encuentran detalladas en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 11: Instituciones participantes del Taller de Expertos en la Región Lima

	NOMBRE Y APELLIDO	INSTITUCIÓN
1	Gabriel Mejía	IDMA
2	Fernando Chiock	ANA - DCPRM
3	Pedro Nieto Manfredi	Municipalidad de Surco
4	Estela Lopez Burga	MINAM
5	Louis Masson Maiss	PNUD/FMAM
6	Adriana Jaeger Días	MINAM
7	Sofía Castro	PUCP
8	Elena Ogusuku	DIGESA -MINSa
9	Luis Metzger	SENAMHI
10	Claudia Figallo	MINAM
11	Oscar Espinoza	IPES
12	Karina Gomez	DSB-DIGESA
13	Sofía Hidalgo	MML
14	Miguel Baez Vargas	Ciudad Saludable
15	Ronald Guerrero	ALA - CHRL
16	Roman Basilio Amado	Dir. Reg. Agricultura
17	Marita Bustamante	PNUD
18	Edilberto Ñique Alarcón	CONCYTEC
19	Anita Arraseue	MINAM
20	Joe Torre Morales	Peru Waste Innovation
21	Steffanny Valverde	PETRAMAS
22	Lizbeth Cortez	SEDAPAL
23	Alvaro Torres	SEDAPAL
24	Jhulino Sotomayor	PNUD
25	Tito Libio Sánchez R.	GORE LIMA
26	Ricardo Zubieta	IGP

	NOMBRE Y APELLIDO	INSTITUCIÓN
27	Laura Reyes	OEFA
28	Rossana Passoni	Grupo GEA
29	Beatriz Salvador	Solartec
30	Graciela Milla	PRODUCE
31	Jorge Villena Chavez	UNI
32	Yunuik Tuesta Chávez	IPES
33	Diego Sotomayor	MML
34	Wilver Romero	DIRESA Callao
35	Sonia González Molina	MINAM
36	Santiago Valentin	Ministerio de Salud DIGESA
37	Joel Ortiz Ramirez	SEDAPAL

El objetivo del taller fue priorizar las tecnologías para la región e identificar las barreras para su implementación, así como recoger información adicional relevante para el estudio

## II. DESARROLLO DEL TALLER

El taller se desarrolló el pasado jueves 01 de marzo entre las 8:00 y las 5 pm en la Sala de Eventos Especiales de la Universidad del Pacífico. Fue organizado y facilitado por Elsa Galarza, Joanna Kamiche, Diderot Julien, Dayris Arias y Paloma Oviedo, quienes conforman el equipo consultor del proyecto del Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico. En representación del Ministerio del Ambiente participó la coordinadora del proyecto, Claudia Figallo.

Se alcanzaron los objetivos planteados del taller al desarrollar todas las actividades programadas en la agenda (ver anexo N°3). La recepción de los invitados inició a las 8:00 am; sin embargo, el evento comenzó a las 9:00 am, cuando se alcanzó una audiencia de al menos 20 personas. Participantes adicionales fueron llegando en el transcurso de la primera parte de la presentación.

En este taller, la mayoría de los asistentes tenía conocimientos y experiencia en los temas relacionados, por lo que no fue necesario para los presentadores detallar las tecnologías.. El aporte experto de los participantes fue importante para complementar la información durante los trabajos grupales.

En la parte correspondiente a los trabajos en grupo, los participantes se dividieron en dos grupos de trabajo: recursos hídricos y residuos sólidos. Para ello, se dividió la sala en dos salas más pequeñas y aisladas.

## **A. Grupo de Trabajo de Recursos Hídricos (10 participantes)**

En el grupo de expertos en RRHH participaron representantes de las siguientes instituciones: PNUD, IDMA, UNMSM, GORE LIMA, ANA, ALA Chillón-Rímac, DRA Lima, DIGESA, SENAMHI, DIRESA Callao, MINAM.

En este grupo, la mayoría de participantes tenían conocimientos sobre la gestión de recursos hídricos desde sus diferentes experiencias y roles. Sin embargo, con respecto al conocimiento técnico específico sobre las tecnologías propuestas el aporte fue mayor de parte de Gabriel Mejía (IDMA) y Louis Mason (PNUD). Aportes importantes también fueron realizados por los especialistas del ANA, Fernando Chiock y Ronald Guerrero.

### **A.1. Discusión sobre las tecnologías**

Durante la discusión se propusieron dos nuevas tecnologías, las cuales también fueron incluidas en la priorización. Estas fueron: Reforestación (Tecnología 16) y Protección de ojos de agua (Tecnología 17).

A continuación se detalla la principal información recogida de la discusión:

#### **Ü Tecnología 1: Desalinización:**

- La principal limitante de la desalinización es el alto costo que implica, por lo tanto la viabilidad de estos proyectos está sujeta a la escala, pues a un nivel industrial sí resulta conveniente.
- Sin embargo, es una opción que se debe considerar a futuro y a largo plazo, cuando la demanda de agua para uso doméstico en la región aumente.
- Hay un caso en Chilca donde se desaliniza el agua de mar para abastecer Las Salinas. SEDAPAL tiene un proyecto de desalinización.

#### **Ü Tecnología 2: Reservorios rústicos o micro-represas (Rural):**

- Esta tecnología debe ser integrada a los sistemas de riego.
- Es una tecnología de alto impacto y de eficiencia constatada, fácil de hacer, sostenible, replicable, de mantenimiento y operación es local. Pero para ello su éxito es importante la aceptación de la población. Respetar las tradiciones y costumbres.
- Es importante en estos procesos un equipo facilitador, para orientar el proceso: multidisciplinario (técnico, social, etc.).
- El Instituto de Cuencas tiene experiencias en estas tecnologías en varias regiones. En San Pedro de Casta existen pequeños reservorios, hay 15 reservorios de la época pre-hispánica, todos de piedra. Rescatar el conocimiento. Asociación Bartolomé A. (ABA) tiene experiencia rescatando la cosmovisión en Ayacucho.

#### **Ü Tecnología 3: Paneles atrapanieblas (Peri Urbano):**

- Esta tecnología ha sido bastante desarrollada y hay muchos avances. Para optimizar la producción es importante identificar las zonas con mayor potencial.
- En Yaravilla Villa María del Triunfo (Lima), están trabajando con Paneles atrapanieblas, pues la misma población instala la malla cuando ven que va a haber niebla, y los pobladores han aprendido a manejar el sistema, el agua la usan para el riego.

- Otras experiencias son los colegios de San Pedro Villa Caritas y Reina los Ángeles
  - En quebrada verde, Pachacamac, se puede apreciar que los cerros están cubiertos de niebla.
- Ü Tecnología 4: Cosecha de agua de lluvia (Urbano y Rural):
- El tipo de material de los techos es muy importante y el tratamiento que se requiere aplicar.
  - En Cajamarca he observado en baños del inca en la parte alta.
  - El valle Lurín en la parte alta alcanza una precipitación que llega a 500 mm al año. En algunas zonas de la región Lima es útil. Sin embargo, se debe considerar la variabilidad de las precipitaciones.
  - También es un tema que debe considerarse en la planificación y en la gestión de riesgos.
- Ü Tecnología 5: Tratamiento de aguas residuales (Urbana y Rural):
- Este grupo de tecnologías es importante porque es parte de las políticas nacionales de calidad de agua. Es una obligación del Estado.
  - En el ámbito urbano, ya existen casos donde se realiza el tratamiento de aguas para su re-uso en riego de parque o jardines por ejemplo. La planta de EMAPE de la Av. Grau y la planta de agua de canal de San Borja, son dos casos.
  - Pero en general, aún la cobertura de tratamiento de aguas residuales es muy baja y la mayoría de plantas que existen no cuentan con las autorizaciones de DIGESA o el ANA. Los procedimientos administrativos y técnicos pueden tomar mucho tiempo, para la Planta de la Av. Grau el proceso le tomó más de dos años.
  - Todas las aguas residuales van al mismo colector, el tratamiento se dificulta ya que depende de la composición de las aguas residuales. Tampoco hay tarifas diferenciadas por el tratamiento de agua.
  - La gestión de los recursos hídricos, también implica los cambios de hábito de consumo de agua, y la regulación del consumo de productos que puedan afectar negativamente la calidad del agua remanente (champús, detergentes, fertilizantes, etc.).
  - Se han realizado avances por parte del ANA y DIGESA, sin embargo, estos avances están vinculados con y limitados por el cambio social y la preocupación de la población y gestores por el problema.
- Ü Tecnología 6: Zanjas de infiltración (Rural): generalmente en zonas de laderas y en la cuenca alta. Es importante el estudio de suelos para asegurar su funcionamiento.
- Ü Tecnología 7: Amunas (Rural):
- Esta tecnología tiene un componente cultural. Tiene un soporte de conocimientos ancestrales y de la observación de las poblaciones.
  - Se aplica a cuenca alta, requiere de un periodo de retención suficiente.
  - En Huamantanga, sierra de Lima, por iniciativa de los pobladores, las autoridades están recuperando el sistema de amunas. Por otro lado, en Tupicocha se ha perdido un poco el conocimiento.

- Ü Tecnología 8: Pozos tubulares para oferta doméstica de agua (Urbano):
  - Lima está saturada de pozos. Más de mil registrados. En Lurín hay más de 800 pozos para riego de parcelas.
  - Los pozos en Lima tienen altos niveles de arsénico. Hay un tema de calidad. Aunque el ANA está trabajando para regularizar.
  - La veda permite recuperar la napa. En un lugar donde mucho tiempo se usó la napa, el cese de uso puede producir un afloramiento de agua que afecta a la población.
  - Determinar el balance de los usos: superficial y subterráneo, o decidir si se usa como contingencia.
  - Es importante incluirlos en el planeamiento urbano y dentro de una línea de gestión.
  - INGEMET; tiene estudios en muchas cuencas, aunque su enfoque es distinto al de la ANA, quienes tienen también una data grande.
  - Se puede usar energía eólica para la extracción.
  
- Ü Tecnología 9: Mejora en la resistencia de pozos a inundaciones (Urbano): un problema principal en los pozos es el desborde.
  
- Ü Tecnología 10: Tratamiento de agua en el hogar y almacenamiento seguro (Urbana, Rural):
  - Se debe considerar el re-uso y reciclaje de agua. En Lima el agua no es muy bien aprovechada, suele usarse una sola vez.
  
- Ü Tecnología 11: Uso de aparatos domésticos eficientes en agua (Urbana)
  - Algunas tecnologías que se usan en ciudades, en zonas periurbanas o rurales no funcionan, por ejemplo el doble tanque que a bajas presiones no funciona.
  - ECOSAN desarrolla tecnologías.
  - Los precios, puede ser una barrera, pero si se reconoce que los beneficios de ahorro son mayores que los de inversión se usan.
  
- Ü Tecnología 12: Detección y Reparación de Tuberías Extra domiciliarias (Urbano): Se considera que debe considerarse también para la región Lima.
  
- Ü Tecnología 13: Cambio en procesos productivos para uso y re-uso más eficiente del agua (Urbano): a nivel industrial. No se realizará lo que no es exigencia o no es conveniente económicamente.
  
- Ü Tecnología 14: agua atmosférico (Rural, Urbano):
  - Requiere de un suministro de energía.
  - Es un tipo de energía más empaquetada. La tecnología proviene del extranjero, no se le conoce mucho en el país.
  
- Ü Tecnología 15: Terrazas: (Rural):
  - Lo principal, es tener agua disponible.



- Las terrazas incluyen a las terrazas banco o andenes, que son las más elaboradas en el Perú y las terrazas de formación continua y las de formación lenta.
- Las terrazas de formación continua y de formación lenta usan pastos y raíces profundas para reemplazar las piedras. Ya hay avances de pastos mejorados. La aplicación de las terrazas de formación continua se está ampliando bastante.
- Los andenes, que reduce la erosión y conserva el agua, es caro y complicado hacerlo, pero hay varios otros tipos.
- La mayoría de la andenería del país se encuentra en la Región Lima, principalmente en Yauyos y Huarochirí.
- La recuperación de andenes es también una alternativa, y también se puede asociar con la conservación de agro biodiversidad y los recursos genéticos, de esta manera ser una opción más rentable y atractiva.
- Las terrazas requieren de mano de obra local. Debe haber consulta con los pobladores.
- Se propone como nuevo nombre de la tecnología evaluada: "Andenes y terrazas de formación continua".

#### Ü Tecnología 16: Reforestación (Rural):

- Esta tecnología fue propuesta por el grupo durante la discusión.
- Los bosques captan agua al interceptar la niebla y regulan el balance del agua.
- Aportan a la captación de nieblas, y se puede acompañar de zanjas de infiltración.

#### Ü Tecnología 17: Protección de los Ojos de Agua (Rural):

- Esta tecnología fue propuesta por el grupo durante la discusión.
- La protección de los ojos de agua, evita que la fuente se contamine y permite un uso más limpio.
- Muchas comunidades utilizan el agua para consumo, e incluso forma parte de rituales.
- Para que esa agua pueda ser usada domésticamente, se debe proteger físicamente, darle un tratamiento, etc. Pueden usarse cercos vivos. Se debe evitar que el ganado no tome directamente de esa fuente, y no se desarrollen parásitos.
- La comunidad de Pisquillacta, tiene un sistema de recarga por represamiento de agua, y permiten que los ojos de agua siempre estén activos.

## **A.2. Resultados de la clasificación de las tecnologías según tipo de área**

En la etapa de trabajo en grupo, se clasificó a las tecnologías según su aplicación en el área rural y/o urbana.

Cuadro N° 2: Clasificación de tecnologías de Recursos Hídricos según tipo de área

CLASIFICACIÓN DE TECNOLOGÍAS POR TIPO DE ÁREA	Rural	Urbano
TECNOLOGÍA 1: Desalinización		X
TECNOLOGÍA 2: Reservorios rústicos y sistemas de riego	X	
TECNOLOGÍA 3: Paneles atrapanieblas		X
TECNOLOGÍA 4: Captación de agua de lluvia en techos	X	X
TECNOLOGÍA 5: Tratamiento de Aguas Residuales	X	X
TECNOLOGÍA 6: Zanjas de infiltración	X	
TECNOLOGÍA 7: Recarga de Acuíferos	X	
TECNOLOGÍA 8: Pozos tubulares para oferta doméstica de agua		X
TECNOLOGÍA 9: Mejora en la resistencia de pozos a inundaciones		X
TECNOLOGÍA 10: Tratamiento de agua en el hogar y almacenamiento seguro	X	X
TECNOLOGÍA 11: Uso de aparatos domésticos eficientes en agua		X
TECNOLOGÍA 12: Detección y Reparación de Tuberías Extra domiciliarias		X
TECNOLOGÍA 13: Cambio en procesos productivos para uso y re-uso más eficiente del agua		X
TECNOLOGÍA 14: Generación de Agua Atmosférica	X	X
TECNOLOGÍA 15: Sistema de terrazas	X	
TECNOLOGÍA 16: Reforestación	X	
TECNOLOGÍA 17: Protección de ojos de agua	X	

### A.3. Resultados de la priorización

El ejercicio de priorización de tecnologías comenzó con la definición de las ponderaciones entre los tres criterios. Se definió que el criterio de contribución al desarrollo era el más importante y se le asignó un peso del 50 %. Por otro lado, el criterio de vulnerabilidad y adaptación obtuvo un peso de 30% y el criterio económico un peso de 20 %.

Cuadro N° 3: Ponderación de los criterios de Recursos Hídricos

CRITERIOS DE EVALUACIÓN		PONDERACIÓN	
Contribución	al Ambiental	33%	50%

Desarrollo	Social	33%	
	Económico	33%	
Adaptación al Cambio Climático		30%	
Costo económico		20%	

La clasificación de la "Importancia de la Tecnología" se realiza en los niveles de Alto=3, Media = 2 y Bajo =1, considerando las siguientes fórmulas:

$$\text{Bajo} \leq \text{Número de votantes} + \text{Rango} / 3$$

$$\text{Número de votantes} + \text{Rango} / 3 < \text{Medio} \leq \frac{2}{3} \text{Rango}$$

$$\text{Alto} > \text{Número de votantes} + \frac{2}{3} \text{Rango}$$

Donde se define:

$$\text{Rango} = (3 * \text{Número de votantes} - 1 * \text{Número de votantes} = 2\text{Nro votantes}),$$

El Rango es la diferencia máxima que se puede obtener si todos los participantes votan **Alto** por la tecnología y si todos votan **Bajo** por la tecnología.

Así por ejemplo, en el caso de Recursos Hídricos para Lima, hubo 10 votantes.

Entonces, los límites para cada categoría se definen de la siguiente manera:

$$\text{Rango} \quad 3 * 10 - 1 * 10 = 20$$

$$\text{Bajo} < \quad \text{Menor a } 17, 10 + (20/3) = 17$$

$$\text{Medio} < \quad \text{Mayor a } 17 \text{ y menor a } 23, 10 + (2/3 * 20) = 23$$

$$\text{Alto} > \quad \text{Mayor a } 23$$

De esta forma, las tecnologías priorizadas deberían ser aquellas calificadas como altas.

Como se observa en los cuadros N°2 y N°3, las tecnologías priorizadas en el área rural son Sistemas de terrazas, Reservorios rústicos o micro reservas y Reforestación. En el ámbito urbano, los resultados son: Tratamiento de Aguas Residuales y Uso de aparatos domésticos eficientes en agua.

Cuadro N° 4: Priorización de las tecnologías de Recursos Hídricos para el área rural

PONDERACIÓN	0.5	0.3	0.2	TOTAL	NIVEL DE
-------------	-----	-----	-----	-------	----------

TECNOLOGÍAS	Contribución al Desarrollo	V&A	Costo Económico		IMPORTANCIA
<b>ÁMBITO RURAL</b>					
TECNOLOGÍA 2: Reservorios rústicos o micro reservas	25.3	26.0	22.0	24.9	Alta
TECNOLOGÍA 4: Captación de agua de lluvia en techos	17.0	17.0	24.0	18.4	Media
TECNOLOGÍA 5: Tratamiento de Aguas Residuales	25.3	23.0	17.0	23.0	Media
TECNOLOGÍA 6: Zanjas de infiltración	21.7	22.0	23.0	22.0	Media
TECNOLOGÍA 7: Recarga de Acuíferos	22.3	21.0	22.0	21.9	Media
TECNOLOGÍA 10: Tratamiento de agua en el hogar y almacenamiento seguro	22.0	20.0	23.0	21.6	Media
TECNOLOGIA 14: Generación de Agua Atmosférica	11.7	11.0	12.0	11.5	Baja
TECNOLOGÍA 15: Sistema de terrazas	26.7	27.0	19.0	25.2	Alta
TECNOLOGÍA 16: Reforestación	26.7	24.0	21.0	24.7	Alta
TECNOLOGÍA 17: Protección de ojos de agua	25.0	19.0	22.0	22.6	Media

Cuadro N° 5: Priorización de las tecnologías de Recursos Hídricos para el área urbana

PONDERACIÓN	0.5	0.3	0.2	TOTAL	NIVEL DE
-------------	-----	-----	-----	-------	----------

TECNOLOGÍAS	Contribución al Desarrollo	V&A	Costo Económico		IMPORTANCIA
<b>ÁMBITO URBANO</b>					
TECNOLOGÍA 1: Desalinización	22.3	19.0	14.0	19.7	Media
TECNOLOGÍA 3: Paneles atrapanieblas	19.7	21.0	26.0	21.3	Media
TECNOLOGÍA 4: Captación de agua de lluvia en techos	15.3	13.0	22.0	16.0	Baja
TECNOLOGÍA 5: Tratamiento de Aguas Residuales	26.3	25.0	16.0	23.9	Alta
TECNOLOGÍA 8: Pozos tubulares para oferta doméstica de agua	21.3	18.0	19.0	19.9	Media
TECNOLOGÍA 9: Mejora en la resistencia de pozos a inundaciones	20.0	19.0	22.0	20.1	Media
TECNOLOGÍA 10: Tratamiento de agua en el hogar y almacenamiento seguro	24.0	22.0	22.0	23.0	Media
TECNOLOGÍA 11: Uso de aparatos domésticos eficientes en agua	25.7	22.0	18.0	23.0	Alta
TECNOLOGÍA 12: Detección y Reparación de Tuberías Extra domiciliarias	25.0	24.0	16.0	22.9	Media
TECNOLOGÍA 13: Cambio en procesos productivos para uso y reuso más eficiente del agua	25.3	22.0	17.0	22.7	Media
TECNOLOGIA 14: Generación de Agua Atmosférica	17.3	17.0	18.0	17.4	Media

#### A.4. Identificación de barreras

Luego de la priorización, se inició el ejercicio de identificación de barreras para la implementación de las tecnologías. La metodología fue una lluvia de ideas, con visualización de contenidos a través de papelógrafos y tarjetas. Los participantes escribieron en las tarjetas las principales barreras que identificaban. Los resultados fueron los siguientes:

Cuadro N° 6: Barreras identificadas en Recursos Hídricos

BARRERAS

1	Deficiente o escasa protección de cuencas hidrográficas (cabeceras de cuencas)
2	Falta estudios sobre opciones tecnológicas
3	Mejoramiento de estudios de reservorios para mitigar el impacto negativo
4	Falta de estudios para identificación de zonas con potencial para implementar tecnologías de Paneles atrapanieblas
5	Aún se piensa que el agua es gratis (tarifas de agua)
6	Priorización de la cultura del agua en todos sus niveles
7	Falta y/o necesidad de crear una cultura del uso adecuado de los recursos (agua, energía...)
8	Falta de conciencia en el uso excesivo de agua en las viviendas
9	Sensibilización de la población tanto urbana y rural
10	Falta de capacitación, sensibilización a la población en general
11	Falta de difusión de uso de salinizadores y normativas
12	Falta de difusión en el uso de aparatos domésticos eficientes en agua
13	Falta de personal capacitado
14	Mala concepción de proyectos
15	Limitados conocimientos de autoridades locales y comunales para financiar y ejecutar zanjas de infiltración
16	Trabas en las autorizaciones por parte de los sectores competentes
17	Articulación y competencias regionales del agua
18	Competencias sectoriales sobre recursos hídricos (MINAM; MNAG; ANA; DIGESA; SENAMHI)
19	Faltan políticas públicas orientadas a priorizar en gobiernos locales y regionales el tratamiento de aguas residuales
20	Debería primar lo técnico y no lo político para la toma de decisiones
21	Faltan políticas públicas orientadas a priorizar en gobiernos locales y regionales el tratamiento de aguas residuales
22	Falta de decisión política para macro y microproyectos de obras de represamiento de aguas
23	Principio de autoridad debilitado para cambio de procesos productivos por empresas
24	Fiscalización deficiente en la emisión de efluentes y su tratamiento
25	Control de calidad de vertido de aguas residuales industriales en la red de alcantarillado (capacidad sancionadora, normatividad, poder judicial)
26	Falta normatividad tratamiento de aguas servidas municipales
27	Falta de leyes más drásticas y/o falta de fiscalización para ejecutar sanciones a industrias que realizan vertimientos contaminantes
28	Falta de coordinación con la población par la implementación de cualquier tecnología
29	Promover la participación de la empresa privada de manera conjunta con el estado
30	Falta precisión en el sistema de inversión pública para financiar reservorios rústicos por ser a nivel familiar
31	Financiamiento
32	Altos costos de aparatos domésticos
33	Falta de fondos para estudios y tecnologías

## B. Grupo de Trabajo de Residuos Sólidos (14 participantes)

En el grupo de expertos en RRSS participaron representantes de las siguientes instituciones: Municipalidad Metropolitana de Lima, Municipalidad de Surco, PETRAMÁS, DIGESA, UNI, PRODUCE, SEDAPAL, Peru Waste Innovation, Grupo GEA, OEFA, PNUD e IPES.

La discusión en grupo se inició con la revisión de la lista de tecnologías, la cual se dio fluidamente debido a que la mayoría de participantes eran especialistas técnicos. Se pudo discutir ampliamente cada tecnología lo que permitió una amplia retroalimentación.

### **B.1. Discusión sobre las tecnologías**

Los especialistas tenían conocimientos de casi todas las tecnologías propuestas, excepto incineración, la cual fue confundida por algunos como quema de residuos sólidos, y reactor molecular orgánico, que es una tecnología nueva en el país. Ambas tecnologías, eran poco conocidas debido a que casi no existen experiencias de estas en el país.

Algunos especialistas propusieron una nueva tecnología y comentaron nuevas experiencias, además de complementar la información disponible de las tecnologías:

- Ü T1. Relleno Sanitario Manual: no es una tecnología costosa, debido a que se requiere 200 mil soles aproximadamente para implementarla, lo cual es inferior a un relleno sanitario semi-mecanizado o mecanizado, y los costos de mantenimiento son bajos debido a que el costo por tonelada de residuos sólidos varía entre 7 y 15 soles. Sin embargo, el estudio de impacto ambiental (EIA) es más costoso que la inversión en la implementación de la tecnología. Además, es una tecnología que se aplica a lugares con poca población, por lo que no es aplicable a Lima Metropolitana, pero sí a las provincias de la región.
- Ü T2. Relleno Sanitario Semi-mecanizado: es una tecnología de costo medio, la cual se aplica en localidades donde los residuos sólidos generados no superan las 200 toneladas métricas.
- Ü T3. Relleno Sanitario Mecanizado: es una tecnología de alto costo. Cabe resaltar que esta tecnología no compite con la de relleno sanitario manual o semi-mecanizado, ya que se aplican a realidades diferentes. Por eso, los especialistas han concordado en que las tres tecnologías pueden aplicarse a la región Lima.
  - En Huacho se a contar con un relleno sanitario mecanizado a pesar de no contar con una gran población, esto se debe a que va a recibir residuos sólidos de otras localidades.
  - Se comentó que el relleno sanitario del Callao está diseñado para recibir 2200 Ton./día por un periodo de 18 años desde el 2004.
  - Se ha proyectado una vida útil de 150 años para el relleno sanitario de Huaycoloro, al cual llegan los residuos sólidos de Lima Metropolitana. Además, cuenta con un proyecto MDL, cuya inversión ascendió a 14 millones de dólares aproximadamente. Este es rentable debido

a que el estado adquiere toda la energía eléctrica que produce, ya que el precio de los bonos de carbono ha caído.

Ü T4. Incineración: la inversión para su implementación es muy costosa, y el mantenimiento mucho más, por ello muchas veces está subvencionada por el estado. Así, los especialistas concluyeron que debe considerarse su aplicación.

- La empresa Befesa cuenta con una planta incineradora, donde el costo por tonelada es 2000 soles aproximadamente.
- En el Perú no se cuenta con el conocimiento para poder aplicar esta tecnología.
- El gobierno de Corea subvenciona los costos de esta tecnología debido a que es muy costosa.

Ü T5. Compostaje:

- Se cuenta con la experiencia de Villa María donde se han usado técnicas orgánicas como el compostaje en los comedores populares. Y, Lima cuenta entre 30 y 40 proyectos pequeños de agricultura urbana.
- Esta tecnología debería aplicarse antes de las de disposición final, ya que hace más rentable a esta cuando se aplican conjuntamente.

Ü T6. Reciclaje:

- El distrito de La Molina promueve el reciclaje a través de la repartición de bolsas amarillas donde se coloca el material reciclable y luego son recogidas por los camiones.
- Se comentó la experiencia de Japón, donde se dio un cambio de una tecnología costosa como la incineración a una de costo bajo, el reciclaje, debido a que el mantenimiento de la primera se volvió insostenible. Así se segregó los residuos en 47 tipos para su reciclaje.
- La experiencia de la Municipalidad de Surco es la más antigua sobre segregación de residuos, y ha dejado de ser subvencionada por el municipio después de 8 años.
- En Brasil todos los productos se emban en aluminio, ya que se puede recolectar y reciclar.
- Se ha calculado que los recicladores reducen a la Municipalidad de La Molina un costo de 80 mil soles al mes.

Ü T7. Digestión Anaeróbica:

- Es una tecnología que es más aplicable en el medio rural.
- Un biodigestor genera una mayor cantidad de biogás si se mezcla residuos sólidos e hídricos a la vez.
- Se cuenta con la experiencia de la implementación de un biodigestor en Ventanilla y otro en Pachacamac, Casa Blanca.

Ü T8. Reactor Molecular Orgánico: es una tecnología que reduce el espacio utilizado al acelerar el proceso de descomposición de los residuos, y su implementación es costosa. Además, es muy poco conocida en país por lo que prefirió no analizarla en la evaluación de tecnologías.



## B.2. Propuestas de nuevas tecnologías:

- Proceso de minimización y segregación de Residuos Sólidos: conjunto de acciones dirigidas a las primeras etapas de la cadena de los residuos para una mejor gestión de estos. La implementación de esta tecnología va a brindar mayor rentabilidad a las otras.

## B.3. Elementos a considerar en la Estrategia:

- ¿Deberían pagar las personas un monto por residuos sólidos generados? Eso dependerá de viabilidad económica y de la efectividad de regla en reducir la generación.
- Cada tecnología individualmente no es muy efectiva, pero la aplicación de las diversas tecnologías tratadas en conjunto es más eficiente.
- Barreras: las más resaltantes son el reglamento que no va acorde con la realidad, y educación de la población en los temas relativos al manejo de residuos sólidos.

## B.4. Resultados de la clasificación de las tecnologías de acuerdo al ámbito Rural o Urbano:

En la etapa de trabajo en grupo, se clasificó a las tecnologías según su aplicación en el área rural y/o urbana.

Cuadro N° 7: Clasificación de tecnologías de Residuos Sólidos según tipo de área

CLASIFICACIÓN DE TECNOLOGÍAS POR TIPO DE ÁREA	Rural	Urbano
TECNOLOGÍA 1: Relleno Sanitario Manual	X	
TECNOLOGÍA 2: Relleno Sanitario Semi-mecanizado		X
TECNOLOGÍA 3: Relleno Sanitario Mecanizado		X
TECNOLOGÍA 4: Incineración	NO APLICA	
TECNOLOGÍA 5: Compostaje	X	X
TECNOLOGÍA 6: Reciclaje	X	X
TECNOLOGÍA 7: Digestión Anaeróbica	X	X
TECNOLOGÍA 8: Reactor Molecular Orgánico	NO APLICA	
TECNOLOGÍA 9: Proceso de minimización y segregación de Residuos Sólidos	X	X

## B.5. Resultados de la priorización:

Antes de empezar el trabajo en grupo se explicó la definición de ponderaciones que se debía dar a los tres criterios: contribución al desarrollo del país, mitigación de GEI y el costo económico de la inversión en la tecnología.

En este proceso, no se logró un consenso entre los participantes, por ellos se realizaron 4 escenarios diferentes de ponderación. En el primer escenario se dio igual prioridad a los tres criterios (33% cada uno); en el segundo, al criterio de desarrollo del país se le dio mayor importancia (40%) y a los otros dos se les dio igual ponderación (30%); en el tercero, el criterio de mitigación de GEI tuvo mayor importancia

(40%) y los otros dos criterios tuvieron igual peso (30%); y el cuarto, el criterio de costo económico tuvo mayor peso (40%) y los dos criterios tuvieron igual peso. Como los resultados de los cuatro escenarios fueron similares, para el análisis se consideró el primer escenario (ver anexo N°4).

Cuadro N° 8: Ponderación de los criterios de Residuos Sólidos

CRITERIOS DE EVALUACIÓN		PONDERACIÓN	
Contribución al Desarrollo	Ambiental	33%	33%
	Social	33%	
	Económico	33%	
Mitigación de GEI		33%	
Costo económico		33%	

Posteriormente, se realizó la priorización de las tecnologías. En el ámbito rural, se obtuvo a las tecnologías de relleno sanitario manual, proceso de minimización y segregación de residuos sólidos, reciclaje y compostaje como a las que se debe dar mayor importancia.

Cuadro N° 9: Priorización de tecnologías de Residuos Sólidos para el área rural

PONDERACIÓN	33%	33%	33%	TOTAL	NIVEL DE IMPORTANCIA
TECNOLOGÍAS	Contribución al Desarrollo	GEI	Costo Económico		
<b>ÁMBITO RURAL</b>					
TECNOLOGÍA 1: Relleno Sanitario Manual	28.7	24.0	32.0	27.9	Alta
TECNOLOGÍA 5: Compostaje	26.3	26.0	28.0	26.5	Alta
TECNOLOGÍA 6: Reciclaje	28.0	27.0	28.0	27.4	Alta
TECNOLOGÍA 7: Digestión Anaeróbica	23.0	29.0	20.0	23.8	Media
TECNOLOGÍA 9: Proceso de minimización y segregación de Residuos Sólidos	30.0	27.0	27.0	27.7	Alta

Y en el ámbito urbano, las tecnologías de reciclaje, proceso de minimización y segregación de residuos sólidos, compostaje y relleno sanitario semi-mecanizado, fueron las más importantes.

Cuadro N° 10: Priorizadas de tecnologías en Residuos Sólidos para el área urbana

PONDERACIÓN	33%	33%	33%	TOTAL	NIVEL DE IMPORTANCIA
TECNOLOGÍAS	Contribución al Desarrollo	GEI	Costo Económico		
<b>ÁMBITO URBANO</b>					
TECNOLOGÍA 2: Relleno Sanitario Semi-mecanizado	27.7	28.0	25.0	26.6	Alta
TECNOLOGÍA 3: Relleno Sanitario Mecanizado	26.3	31.0	18.0	24.9	Media
TECNOLOGÍA 5: Compostaje	27.3	27.0	29.0	27.5	Alta
TECNOLOGÍA 6: Reciclaje	31.3	29.0	26.0	28.5	Alta
TECNOLOGÍA 7: Digestión Anaeróbica	23.0	27.0	22.0	23.8	Media
TECNOLOGÍA 9: Proceso de minimización y segregación de Residuos Sólidos	30.7	26.0	28.0	27.9	Alta

#### B.6. Identificación de barreras

En el ejercicio orientado a la identificación de barreras para la implementación de las tecnologías, se usó como metodología de lluvia de ideas con visualización de contenidos a través de papelógrafos y tarjetas. A diferencia del grupo de RRHH, en este grupo las ideas fueron compartidas oralmente y resumidas y escritas por los moderadores del grupo en las tarjetas.

Cuadro N° 11: Barreras identificadas en Residuos Sólidos

<b>ECONÓMICO</b>	Inexistencia de mercado para aprovechamiento de IAs tecnologías como compostaje o biodigestor.
	Trámites y requisitos complejos y caros. Ejemplo: Formalizar u operar un relleno sanitario.
	Empresas e industrias que no realizan: -Pago de impuestos (IGV). -No hay registros de compras.
	Falta de responsabilidad extendida del productor. Ejemplo: Legislación en Chile o Colombia.
	Falta de capacidades: -MYPES: Acopiadores, tributario.

	Familia modelo para cálculos de ahorro
POLÍTICO	Poco interés ambiental de las autoridades, ya que muchas cosas dependen de sus decisiones.
	Problemas de cobranza en los Gobiernos locales para la disposición final de los RRSS.
	Hábitos de la población: -Consumo -Forma de disposición final de RRSS.
SOCIAL	Informalidad de los recolectores y otros de la cadena
	Modificar hábitos hacia: -Minimización -Segregación Necesidad de Programas concretos.
	Educación ambiental: sanitaria, ambiental y ecológica.
	Estrategia comunicacional: -Comerciales -Camiones -TV/radio
	Estrategia integral en el ciclo diario de actividades.
	Capacitación a diferentes grupos poblacionales
AMBIENTAL	Transición de tecnologías. Ejemplo: de botadero a botadero controlado y, luego, relleno.
	Ubicación o localización de la tecnologías
	Poca aceptación de la tecnología
	Desconocimiento de las tecnologías. Ejemplo: hay personas que piensan que quema de residuos en el área rural es incineración.
	Residuos peligrosos: -Alcantarillado : SEDAPAL -Parámetros
LEGAL	Aspectos normativos: Necesidad de modificar la ley. Ejemplo: reglamentos como EIA, aprobación de rellenos.
	Inexistencia de Manuales para los procesos.
	Reglamento no se acomoda a la realidad.
	Transición en los procesos. Ejemplo: Legal: Registro y luego post evaluación.
INSTITUCIONAL	A los Gobiernos locales les faltan recursos: -Partidas -Morosidad
	Falta de coordinación entre sectores con respecto a permisos o autorizaciones.

### III. ACTIVIDADES EX POST TALLER

En esta etapa, se procedió a realizar entrevistas con expertos claves identificados durante el desarrollo del taller para obtener una mayor información sobre las tecnologías tratadas, así como de las barreras para implementarlas. Se realizaron entrevistas con los representantes de instituciones como DIGESA, IPES, Ciudad Saludable, PETRAMÁS e IDMA. Cabe resaltar, que previamente al taller, se realizaron entrevistas con representantes de la Universidad Nacional de Ingeniería, la Pontífice Universidad Católica del Perú, la Municipalidad Distrital de Santiago de Surco, la Municipalidad Distrital de La Molina, el Ministerio del Ambiente, ITDG y el Grupo GEA (ver anexos N°5 y 6).

Además, tras la sintetización de los resultados de la evaluación de las tecnologías, se procedió a difundir los resultados de las tecnologías priorizadas a los especialistas participantes del taller, así como de las listas de las tecnologías propuestas para residuos sólidos y recursos hídricos, la presentación de Power Point y la lista de participantes del taller para que tengan conocimiento sobre los resultados de su participación.

### IV. RECOMENDACIONES GENERALES

En esta sección se proponen algunas recomendaciones para el desarrollo de los talleres, en lo que se refiere a los aspectos técnicos y también en lo logístico.

#### e) Aspecto Técnicos

- Fue necesario dar ejemplo durante la explicación de los criterios de evaluación de las tecnologías para que puedan entender cómo se evalúa la importancia de la tecnología con respecto a su aporte. Sobre todo en el caso de contribución a la reducción de la vulnerabilidad.
- Aunque el criterio de costo económico (y efectividad) fue explicado y aparentemente entendido. Como verificación se revisó participante por participante que los valores escritos represente su evaluación real. Durante la verificación tres de los diez participantes del grupo de RRHH manifestaron confusión respecto a ese criterio.

#### f) Aspectos Logísticos

- En el caso de Lima, los asistentes en su mayoría llegaron tarde, la sesión se inició con media hora de retraso y sin la audiencia completa. Para futuros eventos, evaluar cuál sería la hora más conveniente de inicio.
- Algunos participantes abandonaron el evento durante o después del almuerzo.

- Es recomendable el uso de una laptop por grupo para tomar notas, adicional a la que se utiliza para las proyecciones.
- De ser posible utilizar una herramienta de registro adicional como una grabadora, que permita a la persona asistente de la moderación salir a hacer coordinaciones sin dejar de registrar la discusión.
- Es recomendable tener un celular disponible para las coordinaciones.
- Durante la sesión de la tarde se sirvió cafés a todos los participantes, inmediatamente después del almuerzo, esto los mantuvo atentos y activos durante la sesión.
- Es necesario contar con agua disponible permanente para los expositores.

## Anexo N° 1: Agenda de los Taller Regional de Piura

### Taller de Expertos en la Región Piura para la Priorización de Tecnologías

Jueves 26 de Enero de 2012

De 8:00 a 13:00 horas

Sala de eventos del Hotel Los Portales

Jirón Libertad 875. Piura

8:00am	Registro de Participantes
8:30am	<b>Presentación de los objetivos del estudio y del Taller</b>
9:00am	<b>Presentación del análisis de la Región Piura</b> g) Escenarios climáticos h) Tendencias regionales
9:30am	<b>Presentación general de tecnologías priorizadas por sectores priorizados</b> a) Recursos Hídricos b) Residuos Sólidos
10:20am	Refrigerio
10:50am	<b>Trabajo de Grupos</b> k) Presentación detallada de las tecnologías l) Análisis de criterios para la priorización de tecnologías m) Definición de la ponderación de criterios n) Proceso de Priorización de Tecnologías o) Discusión de casos de implementación de tecnologías en la región.
1:00pm	<b>Conclusiones del Taller</b> Evaluación del Taller Clausura

## Anexo N° 2: Agenda de los Taller Regional de Junín

### Taller de Expertos en la Región Junín para la Priorización de Tecnologías

Jueves 09 de Febrero de 2012

De 8:00 am a 4:30 pm

Hotel y Centro de Convenciones Presidente  
Calle Real 1138, Huancayo

8:00 am	Registro de Participantes
8:30 am	<b>Presentación introductoria del MINAM</b>
8:40 am	<b>Presentación de los objetivos del estudio y del Taller</b>
9:00 am	<b>Presentación del análisis de la Región Junín</b> i) Escenarios climáticos j) Tendencias regionales
10:00 am	<b>Presentación general de Tecnologías por sectores priorizados</b> a) Recursos Hídricos b) Residuos Sólidos
10:45 am	Refrigerio
11:00 am	<b>Trabajo de Grupos – Primera Parte</b> p) Presentación detallada de las tecnologías q) Análisis de criterios para la priorización de tecnologías r) Definición de la ponderación de criterios
1:00 pm	<b>Almuerzo</b>
2:00 pm	<b>Trabajo de Grupos – Segunda Parte</b> Análisis multi-criterio para la priorización de tecnologías b) Evaluación de tecnologías Análisis de barreras e identificación de estudio de casos
4:00 p.m	<b>Conclusiones del Taller</b>



## Anexo N° 3: Agenda de los Taller Regional de Lima

### Taller de Expertos en la Región Lima para la Priorización de Tecnologías

Jueves 01 de Marzo de 2012

De 8:00 am a 5:00 pm

Sala de Eventos Especiales del Pabellón F la Universidad del Pacífico

Av. Salaverry 2020, Jesús María. Lima

8:00 am	Registro de Participantes
8:30 am	<b>Presentación introductoria del MINAM</b>
8.40 am	<b>Presentación de los objetivos del estudio y del Taller</b>
9:00 am	<b>Presentación del análisis de la Región Lima</b> k) Escenarios climáticos l) Tendencias regionales
10:00 am	<b>Presentación general de Tecnologías por sectores priorizados</b> a) Recursos Hídricos b) Residuos Sólidos
10:45 am	Refrigerio
11:00 am	<b>Trabajo de Grupos – Primera Parte</b> Análisis multi-criterio para la priorización de tecnologías s) Revisión del listado de tecnologías t) Discusión de criterios para priorización
1:00 pm	<b>Almuerzo</b>
2:00 pm	<b>Trabajo de Grupos – Segunda Parte</b> d) Análisis multi-criterio e) Análisis de barreras e identificación de estudios de casos
4.30 pm	f) Lineamientos para el Plan de Acción Café
4:45 pm	<b>Conclusiones del Taller</b>
5:00 pm	<b>Palabras de cierre</b>

## Anexo N° 4: Tecnologías en residuos sólidos para la región Lima, según los escenarios planteados

### Escenario N° 1

PONDERACIÓN	33%	33%	33%	TOTAL	NIVEL DE IMPORTANCIA
TECNOLOGÍAS	Contribución al Desarrollo	V&A	Costo Económico		
<b>ÁMBITO RURAL</b>					
TECNOLOGÍA 1: Relleno Sanitario Manual	28.7	24.0	32.0	27.9	Alta
TECNOLOGÍA 5: Compostaje	26.3	26.0	28.0	26.5	Alta
TECNOLOGÍA 6: Reciclaje	28.0	27.0	28.0	27.4	Alta
TECNOLOGÍA 7: Digestión Anaeróbica	23.0	29.0	20.0	23.8	Media
TECNOLOGÍA 9: Proceso de minimización y segregación de Residuos Sólidos	30.0	27.0	27.0	27.7	Alta
<b>ÁMBITO URBANO</b>					
TECNOLOGÍA 2: Relleno Sanitario Semi-mecanizado	27.7	28.0	25.0	26.6	Alta
TECNOLOGÍA 3: Relleno Sanitario Mecanizado	26.3	31.0	18.0	24.9	Media
TECNOLOGÍA 5: Compostaje	27.3	27.0	29.0	27.5	Alta
TECNOLOGÍA 6: Reciclaje	31.3	29.0	26.0	28.5	Alta
TECNOLOGÍA 7: Digestión Anaeróbica	23.0	27.0	22.0	23.8	Media
TECNOLOGÍA 9: Proceso de minimización y segregación de Residuos Sólidos	30.7	26.0	28.0	27.9	Alta

Escenario N° 2:

PONDERACIÓN	40%	30%	30%	TOTAL	NIVEL DE IMPORTANCIA
TECNOLOGÍAS	Contribución al Desarrollo	V&A	Costo Económico		
<b>ÁMBITO RURAL</b>					
TECNOLOGÍA 1: Relleno Sanitario Manual	28.7	24.0	32.0	28.3	Alta
TECNOLOGÍA 5: Compostaje	26.3	26.0	28.0	26.7	Alta
TECNOLOGÍA 6: Reciclaje	28.0	27.0	28.0	27.7	Alta
TECNOLOGÍA 7: Digestión Anaeróbica	23.0	29.0	20.0	23.9	Media
TECNOLOGÍA 9: Proceso de minimización y segregación de Residuos Sólidos	30.0	27.0	27.0	28.2	Alta
<b>ÁMBITO URBANO</b>					
TECNOLOGÍA 2: Relleno Sanitario Semi-mecanizado	27.7	28.0	25.0	27.0	Alta
TECNOLOGÍA 3: Relleno Sanitario Mecanizado	26.3	31.0	18.0	25.2	Media
TECNOLOGÍA 5: Compostaje	27.3	27.0	29.0	27.7	Alta
TECNOLOGÍA 6: Reciclaje	31.3	29.0	26.0	29.0	Alta
TECNOLOGÍA 7: Digestión Anaeróbica	23.0	27.0	22.0	23.9	Media
TECNOLOGÍA 9: Proceso de minimización y segregación de Residuos Sólidos	30.7	26.0	28.0	28.5	Alta

Escenario N° 3:

PONDERACIÓN	30%	40%	30%	TOTAL	NIVEL DE IMPORTANCIA
TECNOLOGÍAS	Contribución al Desarrollo	V&A	Costo Económico		
<b>ÁMBITO RURAL</b>					
TECNOLOGÍA 1: Relleno Sanitario Manual	28.7	24.0	32.0	27.8	Alta
TECNOLOGÍA 5: Compostaje	26.3	26.0	28.0	26.7	Alta
TECNOLOGÍA 6: Reciclaje	28.0	27.0	28.0	27.6	Alta
TECNOLOGÍA 7: Digestión Anaeróbica	23.0	29.0	20.0	24.5	Media
TECNOLOGÍA 9: Proceso de minimización y segregación de Residuos Sólidos	30.0	27.0	27.0	27.9	Alta
<b>ÁMBITO URBANO</b>					
TECNOLOGÍA 2: Relleno Sanitario Semi-mecanizado	27.7	28.0	25.0	26.7	Alta
TECNOLOGÍA 3: Relleno Sanitario Mecanizado	26.3	31.0	18.0	24.4	Media
TECNOLOGÍA 5: Compostaje	27.3	27.0	29.0	27.9	Alta
TECNOLOGÍA 6: Reciclaje	31.3	29.0	26.0	28.5	Alta
TECNOLOGÍA 7: Digestión Anaeróbica	23.0	27.0	22.0	23.8	Media
TECNOLOGÍA 9: Proceso de minimización y segregación de Residuos Sólidos	30.7	26.0	28.0	28.2	Alta

Escenario N° 4:

PONDERACIÓN	30%	30%	40%	TOTAL	NIVEL DE IMPORTANCIA
TECNOLOGÍAS	Contribución al Desarrollo	V&A	Costo Económico		
<b>ÁMBITO RURAL</b>					
TECNOLOGÍA 1: Relleno Sanitario Manual	28.7	24.0	32.0	28.6	Alta
TECNOLOGÍA 5: Compostaje	26.3	26.0	28.0	26.9	Alta
TECNOLOGÍA 6: Reciclaje	28.0	27.0	28.0	27.7	Alta
TECNOLOGÍA 7: Digestión Anaeróbica	23.0	29.0	20.0	23.6	Media
TECNOLOGÍA 9: Proceso de minimización y segregación de Residuos Sólidos	30.0	27.0	27.0	27.9	Alta
<b>ÁMBITO URBANO</b>					
TECNOLOGÍA 2: Relleno Sanitario Semi-mecanizado	8.3	8.4	10.0	26.7	Alta
TECNOLOGÍA 3: Relleno Sanitario Mecanizado	7.9	9.3	7.2	24.4	Media
TECNOLOGÍA 5: Compostaje	8.2	8.1	11.6	27.9	Alta
TECNOLOGÍA 6: Reciclaje	9.4	8.7	10.4	28.5	Alta
TECNOLOGÍA 7: Digestión Anaeróbica	6.9	8.1	8.8	23.8	Media
TECNOLOGÍA 9: Proceso de minimización y segregación de Residuos Sólidos	9.2	7.8	11.2	28.2	Alta

## Anexo N° 5: Listado de entrevistas realizadas

PIURA: Recursos Hídricos		
NOMBRE Y APELLIDO	INSTITUCIÓN	FECHA
Walter Ramírez	Instituto de Gestión de Cuencas Hidrográficas	26 de enero de 2012
Carlos Enrique Brenner Manuel León	Proyecto Especial Chira-Piura	27 de enero de 2012
Ana María Chávez	Universidad Privada de Piura	27 de enero de 2012
Ing. Vanessa Seminario Ing. Venezuel	EPS Grau	27 de enero de 2012

PIURA: Residuos Sólidos		
NOMBRE Y APELLIDO	INSTITUCIÓN	FECHA
Luis Eduardo Farías Medina	Municipalidad Provincial de Talara	26 de enero de 2012
Máximo Barrientes	Municipalidad Provincial de Piura	27 de enero de 2012
Eddy A. Leyva Villaconga Lorena Alarcón Ojeda	Dirección Regional de Salud (DIRESA)	27 de enero de 2012

JUNÍN: Recursos Hídricos		
NOMBRE Y APELLIDO	INSTITUCIÓN	FECHA
Yuri Gálvez Gastelu	Agrorural	09 de febrero de 2012
Carlos Taipe	Administración Local del Agua - Perené	09 de febrero de 2012
Dennis Edgar Jurado Hurtado	Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Municipal de Huancayo (SEDAM Huancayo)	10 de febrero de 2012
Moisés Vila	Sierra Productiva	08 de febrero de 2012

JUNÍN: Residuos Sólidos		
NOMBRE Y APELLIDO	INSTITUCIÓN	FECHA
Rocío Bonifaz	Municipalidad Distrital El Tambo	08 de febrero de 2012
Miguel Cerrón	Municipalidad Distrital El Tambo	09 de febrero de 2012
Nestor Gonzáles Santivañez / Rubén Rodríguez Zanabria	Municipalidad Distrital de Concepción	09 de febrero de 2012
Ysolina Ricse Chuquillanqui	Municipalidad Provincial de Huancayo	10 de febrero de 2012

LIMA: Recursos Hídricos		
NOMBRE Y APELLIDO	INSTITUCIÓN	FECHA
Marcos Alegre	Grupo GEA	7 de diciembre de 2011
Juan Torres	Soluciones Prácticas - ITDG	17 de febrero de 2012
Gabriel Mejía	Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente (IDMA)	15 de marzo de 2012

LIMA: Residuos Sólidos		
NOMBRE Y APELLIDO	INSTITUCIÓN	FECHA
Jorge Villena	Docente de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Ingeniería	20 de febrero de 2012
Sofía Castro	Instituto de las Ciencias de la Naturaleza, Territorio y Energías Renovables del Pontificia Universidad La Católica del Perú (INTE – PUCP)	23 de febrero de 2012
Luis Robles / Oscar Sarmiento	EMUSSA - Municipalidad de Surco	24 de febrero de 2012
Erick Vidal	Gerente de Servicios a la Ciudad y Gestión Ambiental - Municipalidad de La Molina	24 de febrero de 2012
Laura Reyes	Ex asesora del Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales	15 de noviembre de 2011
Yuri Monge	Especialista en Residuos Sólidos, Dirección de Calidad Ambiental del Ministerio del Ambiente	

## Anexo N°6: Propuesta de Guía para Entrevista Semi-Estructurada

7. ¿Qué acciones está realizando su institución para adaptarse y/o mitigar el cambio climático?  
Descripción general.
8. ¿Qué tecnologías han evaluado y/o están aplicando para adaptarse y/o mitigar el cambio climático?  
¿Cuál ha sido el proceso de implementación de dichas tecnologías, de ser el caso?
9. ¿En su región el tema de cambio climático es considerado una prioridad? ¿Quién debería liderar la realización de acciones para dicha prioridad?
10. ¿Qué barreras han encontrado para implementar tecnologías (o medidas en general) para adaptarse y/o mitigar el cambio climático? (Las barreras pueden ser institucionales, de procesos, de participación, de costos, de capacidades técnicas, entre otros).
11. ¿Es el aspecto económico un elemento que limita la realización de acciones para la adaptación y/o la mitigación al cambio climático? ¿Por qué?
12. ¿Qué sugerencias daría para diseñar una Estrategia para la implementación de tecnologías para la adaptación y/o la mitigación al cambio climático?