



República del Ecuador

Ministerio del Ambiente

ADAPTACIÓN

EVALUACIÓN DE NECESIDADES TECNOLÓGICAS PARA EL MANEJO TÉCNICO DEL AGUA PARA RIEGO

Quito, Junio 2013

Con el apoyo de:



Ministerio del Ambiente

Calle Madrid 1159 y Andalucía
Quito, Ecuador
Teléfono: +593 2987600
www.ambiente.gob.ec

Proyecto coordinado por

Ministerio del Ambiente

Con el apoyo de

PNUMA Risø Centre (URC)
Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)
Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF)
Fundación Bariloche
Fundación Libélula

Equipo nacional de coordinación

Eduardo Noboa, Subsecretario de Cambio Climático
Angel Valverde Gallardo, Coordinador del Proyecto
Freddy Fuertes, Asistente técnico
Janeth Mora, Asistente técnica

Equipo consultor

Cecilia Falconí	Consultora Líder
Bernita Doornbos	Consultora
Fausto Alarcón	Consultor
Laura Guerra	Consultora
Alejandro Zury	Consultor

Utilice la siguiente referencia para citar este informe

ENT/MAE/URC/GEF, (2012). Ecuador: Evaluación de Necesidades Tecnológicas para el Cambio Climático: Sector Riego. Quito, Ecuador.

Este documento es el resultado del Proyecto Evaluación de Necesidades Tecnológicas, financiado por el Global Environmental Facility (GEF) e implementado por 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.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABLAS	x
PARTE 1: EVALUACIÓN DE NECESIDADES TECNOLÓGICAS	2
RESUMEN EJECUTIVO	3
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	5
1.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO DE EVALUACIÓN DE NECESIDADES TECNOLÓGICAS PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	5
1.2. POLÍTICAS NACIONALES SOBRE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y PRIORIDADES DE DESARROLLO	5
CAPÍTULO 2: ARREGLOS INSTITUCIONALES	7
2.1. EQUIPO NACIONAL ENT	7
2.2. PROCESO DE PARTICIPACIÓN DE LAS PARTES INTERESADAS EN EL PROYECTO ENT - EVALUACIÓN GENERAL	9
CAPÍTULO 3: SELECCIÓN DEL SECTOR	11
3.1. UNA VISIÓN GENERAL DE LOS SECTORES, EL CAMBIO CLIMÁTICO PROYECTADO, Y EL ESTADO DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO Y LAS TENDENCIAS DE LOS DIFERENTES SECTORES	11
3.2. CRITERIOS Y RESULTADOS DE LA SELECCIÓN DE SECTORES	12
CAPÍTULO 4: PORTAFOLIO Y PRIORIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS	14
4.1. VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO Y TECNOLOGÍAS Y PRÁCTICAS EXISTENTES EN EL SECTOR “USO TÉCNICO DEL AGUA PARA RIEGO” EN LOS SISTEMAS DE RIEGO CHAMBO-GUANO, JAVITA, POZA HONDA Y LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA	14
4.1.1. Previsiones de los modelos climáticos para el Ecuador	14
4.1.2. Sistema de Riego Chambo-Guano	18
4.1.3. Agricultura bajo riego en la provincia de Tungurahua	35
4.1.4. Proyecto de riego Río Javita	40
4.1.5. Sistema de riego Poza Honda	52
4.2. ANÁLISIS MULTI-CRITERIO (MCA) Y PROCESO SEGUIDO PARA LA PRIORIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS	63
4.2.1. Definición de las opciones (lista larga de tecnologías)	63
4.2.2. Definición de los criterios de evaluación de acuerdo al objetivo	66

4.2.3.	Pesos relativos de los criterios de evaluación	67
4.2.4.	Calificación de las tecnologías utilizando los criterios de priorización	68
4.3.	RESULTADOS DE LA PRIORIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS.....	70
PARTE 2: ANÁLISIS DE BARRERAS Y ENTORNO HABILITANTE.....		75
CAPÍTULO 5: ANÁLISIS DE BARRERAS Y ENTORNO HABILITANTE		76
5.1.	OBJETIVOS PRELIMINARES DE LAS TECNOLOGÍAS PRIORIZADAS	76
5.1.1.	Objetivos preliminares para la tecnología “Cosecha de agua lluvia”	76
5.1.2.	Objetivos preliminares para la tecnología “Recarga de acuíferos”	76
5.1.3.	Objetivos preliminares para la tecnología “Reservorios”	76
5.1.4.	Objetivos preliminares para la tecnología “Riego por aspersión”	76
5.1.5.	Objetivos preliminares para la tecnología “Riego por goteo”	77
5.2.	ANÁLISIS DE BARRERAS Y POSIBLES INTERVENCIONES PARA LA TECNOLOGÍA: “COSECHA DE AGUA LLUVIA”	77
5.2.1.	Descripción general de la tecnología.....	77
5.3.	ANÁLISIS DE BARRERAS Y POSIBLES INTERVENCIONES PARA LA TECNOLOGÍA: “RECARGA DE ACUÍFEROS”	78
5.3.1.	Descripción general de la tecnología.....	78
5.3.2.	Identificación de barreras para la tecnología	79
5.3.3.	Medidas identificadas.....	82
5.4.	ANÁLISIS DE BARRERAS Y POSIBLES INTERVENCIONES PARA LA TECNOLOGÍA: “RESERVORIOS”	84
5.4.1.	Descripción general de la tecnología.....	84
5.5.	ANÁLISIS DE BARRERAS Y POSIBLES INTERVENCIONES PARA LA TECNOLOGÍA: “SISTEMAS DE RIEGO TECNIFICADOS (POR ASPERSIÓN Y GOTEO)”	85
5.5.1.	Descripción general de la tecnología.....	85
5.5.2.	Identificación de barreras para la tecnología	86
5.5.3.	Medidas identificadas.....	94
5.6.	VÍNCULOS ENTRE BARRERAS	97
5.7.	MARCO HABILITANTE PARA SUPERAR LAS BARRERAS ENCONTRADAS	98
PARTE 3: PLAN DE ACCIÓN TECNOLÓGICO.....		101
RESUMEN EJECUTIVO		102
CAPÍTULO 6: PLAN DE ACCIÓN TECNOLÓGICO		104
6.1.	ACCIONES A NIVEL SECTORIAL.....	104
6.1.1.	Descripción del sector riego en el país	104

6.1.2.	El marco de políticas y regulaciones del riego	105
6.1.3.	El Plan Nacional de Riego (PNRD) como marco de políticas para la ampliación y mejora de la eficiencia del riego en el país.....	116
6.1.4.	Medidas para superar las barreras generales	118
6.2.	PLAN DE ACCIÓN PARA LA TECNOLOGÍA <i>RECARGA DE ACUÍFEROS</i>	120
6.2.1.	Descripción general de la tecnología.....	120
6.2.2.	Meta para la transferencia y difusión de la tecnología	122
6.2.3.	Identificación de barreras para la tecnología	122
6.2.4.	Propuesta de Plan de Acción para la Tecnología “Recarga de Acuíferos”	125
6.2.5.	Cuadro resumen de las medidas	127
6.3.	PLAN DE ACCIÓN PARA LA TECNOLOGÍA “SISTEMAS DE RIEGO TECNIFICADOS (POR ASPERSIÓN Y GOTEO)”.....	128
6.3.1.	Descripción general de la tecnología.....	128
6.3.2.	Meta para la transferencia de tecnología.....	129
6.3.3.	Identificación de barreras para la tecnología	129
6.3.4.	Propuesta de Plan de Acción para la tecnología “Riego Tecnificado (por aspersión y goteo)”	137
6.3.5.	Cuadro resumen de las medidas	139
6.4.	MARCO HABILITANTE PARA SUPERAR LAS BARRERAS ENCONTRADAS	141
PARTE 4: IDEAS DE PROYECTO		144
RESUMEN EJECUTIVO		145
CAPÍTULO 7: IDEAS DE PROYECTO		146
7.1.	PERFIL DE PROYECTO CAJA COMUNITARIA PARA FINANCIAR EL MEJORAMIENTO DE PRÁCTICAS AGRÍCOLAS Y DE RIEGO – JUNTA GENERAL DE USUARIOS DEL SISTEMA DE RIEGO CHAMBO-GUANO.....	146
7.1.1.	Introducción – Antecedentes	146
7.1.2.	Objetivo General	146
7.1.3.	Objetivos Específicos.....	146
7.1.4.	Productos	147
7.1.5.	Actividades.....	147
7.1.6.	Cronograma y Presupuesto	148
7.1.7.	Vínculos con planes y prioridades de desarrollo	149
7.1.8.	Valores y beneficios del proyecto – vínculo con intervenciones existentes y actores locales	152
7.1.9.	Indicadores de monitoreo y evaluación	153
7.1.10.	Riesgos - desafíos a superar	153

7.1.11.	Responsabilidades y coordinación	153
7.2.	PERFIL DE PROYECTO <i>MEJORA EN LA EFICIENCIA DEL RIEGO MEDIANTE LA DISMINUCIÓN DE PÉRDIDAS Y LA CAPACITACIÓN</i>	154
7.2.1.	Introducción – Antecedentes	154
7.2.2.	Objetivo General	155
7.2.3.	Objetivos Específicos.....	155
7.2.4.	Productos	155
7.2.5.	Actividades.....	155
7.2.6.	Cronograma y Presupuesto	157
7.2.7.	Vínculos con planes y prioridades de desarrollo	158
7.2.8.	Valores y beneficios del proyecto – vínculo con intervenciones existentes y actores locales	160
7.2.9.	Indicadores de Monitoreo y Evaluación	161
7.2.10.	Riesgos – desafíos a superar	161
7.2.11.	Responsabilidades y coordinación	161
7.3.	PERFIL DE PROYECTO: <i>MANEJO INTERINSTITUCIONAL DE RIESGOS Y AMENAZAS EN LOS SISTEMAS DE RIEGO DE CHIMBORAZO</i>	161
7.3.1.	Introducción – Antecedentes	161
7.3.2.	Objetivo General	162
7.3.3.	Objetivos Específicos.....	162
7.3.4.	Productos	162
7.3.5.	Actividades.....	162
7.3.6.	Cronograma y Presupuesto	163
7.3.7.	Vínculos con planes y prioridades de desarrollo	164
7.3.8.	Valores y beneficios del proyecto – vínculo con intervenciones existentes y actores locales	166
7.3.9.	Indicadores de Monitoreo y Evaluación	167
7.3.10.	Riesgos – desafíos a superar	167
7.3.11.	Responsabilidades y coordinación	167
7.4.	PERFIL DE PROYECTO: <i>MONITOREO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LAS SUBCUENCAS DE CANTAGALLO Y JIPIJAPA Y DEL ACUÍFERO DE CANTAGALLO, MANABÍ-ECUADOR</i>	168
7.4.1.	Introducción - Antecedentes	168
7.4.2.	Objetivo General	168
7.4.3.	Objetivos Específicos.....	168
7.4.4.	Productos	169
7.4.5.	Actividades.....	169

7.4.6.	Cronograma y Presupuesto	170
7.4.7.	Vínculos con planes y prioridades de desarrollo	171
7.4.8.	Valores y beneficios del proyecto – vínculo con intervenciones existentes y actores locales	172
7.4.9.	Indicadores de Monitoreo y Evaluación	173
7.4.10.	Riesgos – desafíos a superar	173
7.4.11.	Responsabilidades y coordinación	173
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		175
ANEXOS.....		180
	Anexo I. Fichas de tecnologías	181
	Anexo II. Lista de personas entrevistadas y datos de contacto.....	361
	Anexo III. Lista de personas contactadas	365
	Anexo IV. Fichas de políticas.....	366

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estructura Institucional del Proyecto ENT en Ecuador	8
Figura 2: Diferencia presente-futuro cercano en la temperatura para todo el territorio ecuatoriano, modelo TL959 (en grados Centígrados)	17
Figura 3: Diferencia presente-futuro cercano de precipitación para todo el territorio ecuatoriano, modelo TL959 (en porcentaje).....	18
Figura 4: Comparación histórica entre el Caudal concesionado en la cuenca alta del río Chambo y los caudales medios anuales de las estaciones H790 río cebadas y H786 Río Guamote.....	23
Figura 5: Patrón de cultivos a nivel provincial	36
Figura 6: Análisis FODA de la producción agropecuaria limpia en Tungurahua	37
Figura 7: Porcentajes de población pobre y no pobre, cantones de la provincia de Santa Elena	43
Figura 8: Porcentaje de población pobre y no pobre, parroquias del cantón Santa Elena ...	44
Figura 9: Formas de eliminación de excretas, parroquia Colonche	45
Figura 10: Porcentaje de la PEA dedicado a labores relacionadas con la agricultura, Santa Elena, 1990-2010.....	46
Figura 11: Participación de las mujeres en la Población Económicamente Activa, cantón Santa Elena	47
Figura 12: Precipitación mensual promedio, Estaciones en y cercanas a la cuenca del río Javita	49
Figura 13: Temperatura media mensual, estación Corozo	50
Figura 14: Medios de eliminación de excretas, cantones Portoviejo, Rocafuerte, Santa Ana y Sucre, 2010	57
Figura 15: Origen del agua de consumo humano, cantones Portoviejo, Rocafuerte, Santa Ana y Sucre, 2010	57
Figura 16: Porcentaje de la PEA dedicado a labores relacionadas con la agricultura, zona rural de los cantones Portoviejo, Santa Ana, Rocafuerte y Sucre, 1990-2010.....	58

Figura 17: Participación de las mujeres en la PEA, sector rural de los cantones Portoviejo, Santa Ana, Rocafuerte y Manabí	59
Figura 18: Tamaño de las propiedades, sistema de riego Poza Honda.....	59
Figura 19: Desastres relacionados con el clima en la base de datos DESINVENTAR – cantones Portoviejo, Santa Ana, Rocafuerte y Sucre (solo Charapotó). 1980-2011.....	62
Figura 20: Composición de la PEA Rural por grupos de edad, 2000-2005.....	91
Figura 21: Composición de la PEA Rural por grupos de edad, 2000-2005.....	134

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Modelos climáticos aplicados en el territorio ecuatoriano	15
Tabla 2: Previsiones de cambio climático para todo el territorio ecuatoriano, modelos TL959 y PRECIS.....	15
Tabla 3: Calendario de cultivos típicos en la zona del sistema de riego Chambo-Guano	25
Tabla 4: Un vistazo a los sistemas de producción según los integrantes de la Junta General de Usuarios.....	26
Tabla 5: ¿Qué cambios se han observado en el clima y cómo han afectado a los productores?.....	28
Tabla 6: Cambios en las variables climáticas según los agricultores.....	30
Tabla 7: Características demográficas, provincia de Santa Elena y cantón Santa Elena	43
Tabla 8: Composición del costo de producción de algunos cultivos, Península de Santa Elena, 2001 (Fuente: CEDEGE, citado por Orlando, 2002a).....	48
Tabla 9: Cambios en las variables climáticas según los agricultores.....	51
Tabla 10: Ficha técnica del sistema de riego Poza Honda	54
Tabla 11: Algunas características demográficas, cantones Portoviejo, Rocafuerte, Santa Ana y parroquia Charapotó, 2010	55
Tabla 12: Cambios en las variables climáticas según los agricultores.....	61
Tabla 13: Resumen de las tecnologías propuestas	63
Tabla 14: Medidas correspondientes al marco habilitante para facilitar la difusión de tecnologías	65
Tabla 15: Criterios para priorizar las medidas de adaptación propuestas.....	66
Tabla 16: Calificación de los criterios según institución.....	67
Tabla 17: Resultados de la votación sobre el grado de cumplimiento de cada criterio por cada tecnología (resumen)	68
Tabla 18: Tecnologías según su orden de priorización:	70
Tabla 19: Características de las tecnologías descritas.....	71

Tabla 20: Distribución porcentual de la PEA Rural por año de investigación, según grupo de edad.....	90
Tabla 21: El Cambio climático como un factor que afecta la disponibilidad hídrica para riego, según PNRD (2012).....	109
Tabla 22: La agricultura bajo riego en la Estrategia Nacional de Cambio Climático (2012) - Únicamente se incluyen los objetivos relacionados con el tema	111
Tabla 23: Distribución porcentual de la PEA Rural por año de investigación, según grupo de edad.....	133
Tabla 24: Políticas y lineamientos del Plan Nacional del Buen Vivir relacionados con los objetivos de la idea de proyecto	149
Tabla 25: Objetivos Específicos, Resultados al 2013 y Lineamientos al 2017 del Plan Nacional de Creación y Fortalecimiento de Condiciones de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (relacionados con este proyecto).....	152
Tabla 26: Políticas y lineamientos del Plan Nacional del Buen Vivir relacionados con los objetivos de la idea de proyecto	158
Tabla 27: Objetivos Específicos, Resultados al 2013 y Lineamientos al 2017 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (relacionados con este proyecto)	159
Tabla 28: Políticas y lineamientos del Plan Nacional del Buen Vivir relacionados con los objetivos de la idea de proyecto	164
Tabla 29: Objetivos Específicos, Resultados al 2013 y Lineamientos al 2017 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (relacionados con este proyecto)	166
Tabla 30: Políticas y lineamientos del Plan Nacional del Buen Vivir relacionados con los objetivos de la idea de proyecto	171
Tabla 31: Menciones específicas al aprovechamiento de acuíferos en la Estrategia Nacional de Cambio Climático	172

Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco

PARTE 1: EVALUACIÓN DE NECESIDADES TECNOLÓGICAS

RESUMEN EJECUTIVO

Este documento presenta un resumen de los arreglos institucionales, proceso de selección del sector y tecnologías priorizadas para el manejo del agua para riego en el sector agrícola.

Como antecedente, el Ecuador realizó su primera evaluación de necesidades tecnológicas en el año 2002 al ser parte de la Primera Comunicación Nacional, fueron siete los sectores priorizados y dentro de esto se encontraba la agricultura a pesar que no se había definido el subsector o tecnologías que deseaban evaluar o desarrollar. Con la Constitución del 2008 y el Plan Nacional de Buen Vivir 2009 – 2013, se establecieron derechos a la naturaleza, y se consideró al agua como un recurso estratégico del estado para el soporte de la soberanía alimentaria y desarrollo sostenible.

El Comité Interinstitucional de Cambio Climático (CICC) a través del Grupo de Trabajo de Transferencia de Tecnología (GTTT) determinó que la agricultura debe ser uno de los sectores priorizados para el nuevo proyecto de evaluación de necesidades tecnológicas (ENT, 2011) para el cambio climático. Este grupo de trabajo cuyo rol es de articulador entre la línea política-estratégica del CICC y la Comisión Técnica de Agua para Riego del proyecto ENT estaría conformado por instituciones del estado que trabajan en política pública para temas de desarrollo y transferencia de tecnología e innovación, ambiente, producción y sectores estratégicos. Con la participación de la Subsecretaría de Riego y Drenaje del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca se determinó la necesidad de priorizar el subsector agua para riego considerando la vulnerabilidad del sistema de riesgo frente a los impactos del cambio climático que se evidencian en sequías e inundaciones además de la creciente demanda de agua para riego, infraestructuras poco tecnificadas, bajos índices de eficiencia y eficacia en la producción de alimentos que ponen en riesgo la seguridad y soberanía alimentaria.

El GTTT identificó dos zonas de estudio que representan la realidad de la costa y sierra ecuatoriana respectivamente cuyos contextos naturales y sociales son diferentes. Los criterios utilizados para la priorización tanto de los subsectores como de las zonas estaban relacionados a asuntos presupuestarios, operacionales, producción/productividad, geográficos, disponibilidad/escasez del recurso hídrico, vulnerabilidad socio-ambiental ante los efectos de cambio climático, demografía, capacidad de réplica de las tecnologías identificadas. Las provincias seleccionadas fueron, Santa Elena y Manabí para la costa, y Tungurahua y Chimborazo para la sierra.

Habiendo identificado el agua para riego como subsector de la agricultura y elegido las zonas de estudio, se procedió a realizar un mapeo de los actores en base a la información proporcionada por la Comisión Técnica además de servirse de la información levantada del Primer Taller Nacional ENT, luego de esto se realizó una primera ronda de visitas de campo para conocer el estado de este sector así como asegurar la participación de los actores en el Taller de Priorización de Tecnologías, y Análisis de Barreras y Entorno Habilitante, este último realizado inmediatamente al taller de priorización tecnológica debido a restricciones

de tiempo, que al final resultó ser de gran utilidad dado que se aprovechó la sinergia de los temas y participación activa de los actores.

Siguiendo los lineamientos del Manual ENT, las tecnologías identificadas se clasificaron de acuerdo con su disponibilidad en el tiempo (plazo) y la magnitud de su aplicación (escala), además se levantaron las fichas de información tecnológica, y se desarrollaron los criterios de priorización dándoles una escala numérica a cada uno de los criterios. Entre los principales criterios identificados están:

- Efectividad de la adaptación para reducir la vulnerabilidad frente a la variabilidad climática y el cambio climático, actuales y futuros
- Efectos indirectos Beneficios para el ambiente
- Eficiencia / costo-beneficio Requerimientos Financieros y costos
- Equidad y legitimidad
- Viabilidad de la implementación
- Prioridad y urgencia

El taller de priorización se desarrolló con la participación limitada de actores institucionales considerando que se debía acelerar los resultados de este sector que había sufrido severos contratiempos de tipo organizacional y contractual. Los resultados del taller de priorización tecnológica para el manejo del agua para riego en el sector agrícola fueron:

Tecnología	Priorización	Escala / ¿Es o no de mercado?
Cosecha de agua lluvia	1	Gran Escala y Pequeña Escala / Corto a Mediano Plazo / de Mercado
Recarga de acuíferos	2	Gran Escala / Corto a Mediano Plazo / Bien de provisión pública
Reservorios	3	Pequeña Escala / Corto a Mediano Plazo / de Mercado o bienes de provisión pública
Riego por aspersión	4	Pequeña Escala / Corto a Mediano Plazo / de Mercado
Riego por goteo	5	Pequeña Escala / Corto a Mediano Plazo / de Mercado

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO DE EVALUACIÓN DE NECESIDADES TECNOLÓGICAS PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

En el año 2002, el Ministerio del Ambiente a través del Proyecto de la Primera Comunicación Nacional (MAE-GEF-PNUD ECU/99/G3, 2002), realizó su primera evaluación de necesidades tecnológicas (ENT) con financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) y con la cooperación del Programa de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (PNUD). En base a las circunstancias nacionales de aquel entonces se identificaron siete sectores en donde se deberían ejecutar proyectos de transferencia de tecnología, uno de estos sectores fue el agrícola aunque no se llegó a especificar un subsector o el tipo de tecnología que se deseaba analizar.

En el 2011, Ecuador confirma su participación para la segunda ronda de países del proyecto ENT derivado de la ventana (i) del Programa Estratégico sobre Transferencia de Tecnología el mismo que es parte del Programa Estratégico Poznan sobre Transferencia de Tecnología, y que fue avalado por la COP 14. El Programa Estratégico de Poznan está conformado por tres ventanas de financiamiento (i) evaluaciones de las necesidades de tecnología (ENT); (ii) puesta a prueba de proyectos de tecnología; y (iii) difusión de las tecnologías con éxito demostrado.

Frente a esta dinámica el Comité Interinstitucional de Cambio Climático creado por Decreto Ejecutivo 495 a través de su Grupo de Trabajo de Transferencia de Tecnología identificaría los sectores que deben formar parte del proyecto de Evaluación de Necesidades Tecnológicas, siendo la agricultura uno de estos y su subsector agua para riego.

1.2. POLÍTICAS NACIONALES SOBRE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y PRIORIDADES DE DESARROLLO

La Constitución del Ecuador del año 2008 considerada una constitución verde, le otorga derechos a la naturaleza, siendo el primer país en reconocer estos derechos en su constitución (Art. 281 y 282, Constitución, 2008).

El agua se encuentra en varios artículos de la constitución como los relacionados a que todos los ciudadanos tienen el derecho a disponer de agua segura en cantidad y calidad suficiente (Art. 3, 12, 15, 32, 318, 396-4, y 413), se reconoce al agua como un recurso estratégico para el soporte de la soberanía alimentaria y desarrollo sostenible del país (Art. 12, 14, 71, 72, 73, 74, 397 y 411), y decide que el agua es un recurso patrimonial en consecuencia no puede ser privatizada porque es un patrimonio nacional estratégico de uso

público (Art. 85-2, 95, 318-1, 395 y 419). Además el Art. 413 señala que el Estado promoverá el desarrollo y uso de tecnologías ambientalmente limpias y sanas de bajo impacto ambiental y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua, el Art. 282 prohíbe el acaparamiento o privatización del agua y sus fuentes, determinando que el Estado regulará el uso y manejo del agua de riego para la producción de alimentos, bajo los principios de equidad, eficiencia y sostenibilidad ambiental.

La implementación de las normas jurídicas señaladas se lo hace a través de políticas y estrategias que se concentran en el Plan Nacional del Buen Vivir- (PNBV 2009 – 2013) que señala en el Objetivo 4, el garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable, y como política el fomentar la adaptación y mitigación a la variabilidad climática con énfasis en el proceso de cambio climático; así como a la reducción de la vulnerabilidad a los impactos del cambio climático.

En lo relativo al riego el PNBV establece diversas políticas y estrategias, siendo una de las de mayor trascendencia la relativa a fomentar la gestión comunitaria del recurso hídrico, impulsando un manejo equitativo, eficiente y sustentable; así como la de fomentar la asistencia técnica, capacitación y procesos adecuados de transferencia de ciencia, tecnología y conocimientos ancestrales, para la innovación y el mejoramiento de los procesos productivos.

En materia de cambio climático, el Ecuador declaró, mediante Decreto Ejecutivo 1815, el 1 de julio de 2009, como política de Estado a la adaptación y mitigación del cambio climático, siendo el Ministerio del Ambiente el encargado de formular y ejecutar la estrategia nacional y plan que permita generar e implementar acciones y medidas contra este proceso natural y antropogénico. El 20 de octubre de 2010, mediante Decreto Ejecutivo se crea el Comité Interinstitucional de Cambio Climático, órgano de alto nivel, cuyo principal objetivo es coordinar y facilitar las políticas nacionales pertinentes al cambio climático. Este Comité está constituido por nueve instituciones del estado ecuatoriano siendo el Ministerio del Ambiente, el Presidente, y la Subsecretaría de Cambio Climático, la Secretaría Técnica.

CAPÍTULO 2: ARREGLOS INSTITUCIONALES

La entidad responsable de la ejecución del proyecto ENT en Ecuador es el Comité Interinstitucional de Cambio Climático (CICC). Su delegado directo en materia de transferencia de tecnología es el Grupo de Trabajo de Transferencia de Tecnología (GTTT). El GTTT articula políticas nacionales de transferencia de tecnología para el cambio climático. La entidad administradora del proyecto ENT es la Subsecretaría de Cambio Climático del Ministerio del Ambiente.

Siguiendo el manual para realizar una ENT, se constituyó la Comisión Técnica de Agua para Riego que es el grupo nuclear con mayor poder de decisión técnica dentro del proyecto e incluye a representantes de las instituciones que tienen competencia en el sector de estudio. Los Consultores Nacionales son el equipo técnico contratado quienes realizarán los estudios y trabajan en estrecha colaboración con la Comisión Técnica y el Coordinador del proyecto.

El Equipo Nacional ENT en Ecuador está constituido por el coordinador del proyecto, la comisión técnica, y los consultores nacionales, además otros actores con incidencia local forman parte del equipo para procesos de consulta y validación.

2.1. EQUIPO NACIONAL ENT

El equipo nacional ENT asiste de manera técnica y organizacional al proceso de evaluación de necesidades tecnológicas, además de asistir en la coordinación de todas las actividades requeridas por los consultores. Las tareas del equipo nacional son de apoyo técnico y organizacional así como de desarrollar una plataforma para la aceptación política del proyecto y la implementación de sus resultados. El equipo nacional está conformado por instituciones que están inmersas en la gestión pública del agua para riego que aportarán criterios, elementos técnicos y estratégicos que enriquecen el proceso de consulta con los actores, sin embargo también puede incluir aunque no sea permanentemente a expertos no gubernamentales que proporcionan información y criterios para mejorar los resultados.

El desarrollo del proyecto ENT en Ecuador se sirve de la institucionalidad del cambio climático a través del Comité Interinstitucional de Cambio Climático (CICC), creado por Decreto Ejecutivo 495 en octubre de 2010, cuyo Grupo de Trabajo de Transferencia de Tecnología proporciona una base de políticas nacionales para la transferencia de tecnología de cambio climático además de ser el órgano encargado de priorizar los sectores para el proyecto ENT.

El Ministerio del Ambiente en calidad de rector de la política ambiental nacional y punto focal de cambio climático ante la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático es la entidad encargada de implementar el proyecto de evaluación de las necesidades tecnológicas.

La Figura 1: Estructura Institucional del Proyecto ENT en Ecuador explica las sinergias interinstitucionales que promueven el desarrollo del proyecto ENT entre los actores.

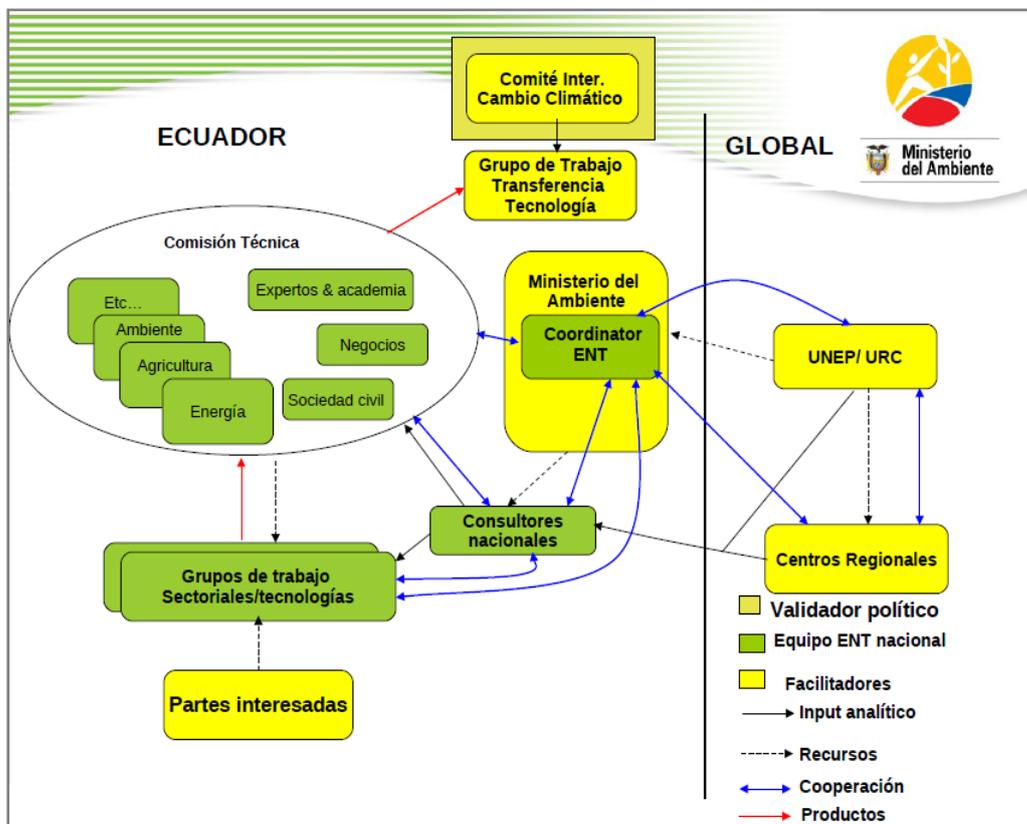


Figura 1: Estructura Institucional del Proyecto ENT en Ecuador

La Comisión Técnica de Agua para Riego incluye a representantes de las instituciones con relación al sector agrícola y recursos hídricos quienes están familiarizados y tiene competencias con los objetivos de desarrollo, circunstancias nacionales y trabajan en política pública en sus respectivos sectores. El papel de la Comisión Técnica ENT es proporcionar continuo apoyo técnico y organizacional a los consultores durante el desarrollo del proyecto, no obstante, las responsabilidades más específicas son:

- Conectar a los consultores con actores sectoriales o territoriales
- Proporcionar comentarios y observaciones a los informes del proyecto
- Ofrecer lineamientos y directrices respecto al trabajo del consultor en campo
- Aprobar los informes ENT, Análisis de Barreras y Marco Habilitante, Plan de Acción Tecnológico e Ideas de proyecto.
- Asistir al equipo consultor en el desarrollo de los Talleres

La Comisión Técnica de Agua para Riego está conformado por:

- Ministerio del Ambiente, Subsecretaría de Cambio Climático
- Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación , Subsecretaría de Ciencia y Tecnología e Innovación
- Subsecretaría de Riego y Drenaje, Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.

Entre otros actores que se identificaron para este sector están Juntas de Regantes, Junta General de Usuarios, Instituto Nacional de Riego (INAR), Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA), Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), y otros actores que están en un nivel zonal o territorial, Ver Anexo 2.

2.2. PROCESO DE PARTICIPACIÓN DE LAS PARTES INTERESADAS EN EL PROYECTO ENT - EVALUACIÓN GENERAL

Según las directrices dadas en el Manual de evaluación de necesidades tecnológicas para realizar una Evaluación de necesidades en materia de tecnología (PNUD, 2010), los grupos de partes interesadas deben participar desde el inicio del proceso. Los aportes de las partes interesadas son fundamentales para el desarrollo del proyecto, ya que sin su apoyo y aprobación, la implementación de las tecnologías seleccionadas para la adaptación al cambio climático no podrá ser exitosa en el largo plazo.

La participación de los actores o partes interesadas se ha dado a través de un proceso de consultas que se describen a continuación:

- 1) Mapeo preliminar de actores – con base en información facilitada por la Comisión Técnica y una primera revisión bibliográfica, se estableció contacto con algunos actores locales para asegurar su participación en el Primer Taller Nacional del proyecto.
- 2) Taller nacional – El “Primer Taller Nacional para presentar el Proyecto de Evaluación de Necesidades Tecnológicas (ENT) para la Adaptación y Mitigación al Cambio Climático” tuvo lugar en la ciudad de Quito el día 29 de Noviembre de 2011. En el mismo se entregó información sobre antecedentes y objetivos a actores locales que asistieron y con su ayuda se identificó a más interesados locales. Los asistentes fueron sobre todo funcionarios/as de las representaciones provinciales de las instituciones convocantes.
- 3) Primera ronda de visitas de campo: tras los correspondientes contactos y con apoyo de la Subsecretaría de Riego y Drenaje, y la Secretaría Nacional del Agua, se visitaron las provincias en donde se desarrolla el estudio, manteniendo pequeños talleres y entrevistas con actores locales, para conocer la problemática

desde la perspectiva local, las tecnologías que los actores identifican como necesarias / que están aplicando o piensan aplicar y las relaciones o conflictos entre instituciones que podrían eventualmente constituirse en barreras o impulsos para la adopción o diseminación de tecnologías.

- 4) Realización del Taller de Priorización de Tecnologías y Análisis de Barreras en el sector de Agua para Riego y Talleres Locales con regantes y técnicos.

CAPÍTULO 3: SELECCIÓN DEL SECTOR

3.1. UNA VISIÓN GENERAL DE LOS SECTORES, EL CAMBIO CLIMÁTICO PROYECTADO, Y EL ESTADO DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO Y LAS TENDENCIAS DE LOS DIFERENTES SECTORES

Según datos publicados de la Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático en el año 2011, en nuestro país los efectos del calentamiento del planeta se manifiestan por variaciones significativas por ejemplo en la temperatura media anual del aire que según el INAHMI en el período 1960 – 2006 se incrementó en 0.8°C; en tanto que la precipitación pluvial media anual en el mismo período se incrementó en 33% para la región litoral y en 8% en la Sierra.

Ello ha dado lugar a un cambio visible en el patrón de secuencia de las épocas secas y lluviosas en las distintas regiones naturales del país; actualmente se nota una irregularidad en esos patrones que determinan regiones con inviernos más cortos pero con lluvias más intensas u otros en donde se aprecia una elevación apreciable de la temperatura diaria.

Otro efecto importante que tiene incidencia en la agricultura y en los recursos hídricos es el retroceso de los glaciares, puesto que estudios preliminares señalan que en el período 1997 – 2006, la cubierta de los glaciares ecuatorianos se redujo en un 27.8% (Cáceres 2010), dando lugar al arrastre de sedimentos hacia canales de riego y embalses, esos sedimentos también contribuyen al deterioro de la calidad del agua sea para uso humano o para el riego agrícola.

Una de las áreas en donde se ve un mayor impacto del calentamiento global es en la agricultura, en donde los eventos principalmente de sequías, inundaciones, heladas, repercuten gravemente en la producción. Los efectos negativos del cambio climático se evidencian con mayor intensidad, en los sectores más pobres y marginados principalmente que viven en el campo y cultivan la tierra para la producción de los alimentos para el consumo interno.

La interrelación entre el cambio climático y la agricultura es de doble vía, las actividades agrícolas generan gases de efecto invernadero (GEI), igualmente lo hace la deforestación; en tanto que los principales impactos del calentamiento global se ven reflejados en la reducción de las áreas de cultivo, en la disminución de la productividad, en el incremento de la erosión, en la pérdida de la agro-biodiversidad, en la mayor incidencia de plagas y enfermedades; en la salinización de los suelos y disminución de su fertilidad, entre otros.

Adaptación al cambio climático.

El principal objetivo de la adaptación es reducir la vulnerabilidad e incrementar la resiliencia de los sistemas ecológicos, sociales y económicos a los efectos adversos actuales y futuros

del cambio climático, que sin duda afectan a la vida, salud humana, los medios de subsistencia, la seguridad alimentaria, los bienes y servicios, los ecosistemas, y en definitiva el desarrollo de los pueblos y naciones, entre otros; pero también el aprovechar las incidencias positivas que se pueden generar.

Ello nos lleva a pensar por ejemplo que si el efecto del incremento de lluvias por el cambio climático puede provocar inundaciones con las consecuencias negativas en la producción agropecuaria, debemos prepararnos con anticipación para afrontar dichos efectos (diques, drenajes, canales, muros); pero también podemos aprovechar esa humedad para impulsar programas de forestación y reforestación particularmente en zonas con problemas de degradación de tierras y sequía. Del mismo modo las acciones de adaptación no sólo tienen impactos en lo económico, también tienen enorme incidencia en los aspectos sociales, organizacionales y aún políticos, que deben ser oportunamente aprovechados.

3.2. CRITERIOS Y RESULTADOS DE LA SELECCIÓN DE SECTORES

El GTTT del CICC, se encargó de priorizar los sectores en donde se realizarían las evaluaciones de necesidades tecnológicas y mediante sus reuniones de trabajo, el Ministerio del Ambiente expuso ante el resto de delegados la necesidad que se considere a la agricultura como uno de los sectores a ser priorizados debido a que es uno de los mayores emisores de Gases de Efecto Invernadero (GEI) así como por ser un sector sensible a cambios de temperatura y precipitación que provocan inundaciones y sequías alterando los ciclos de producción agrícola.

La Subsecretaría de Riego y Drenaje del MAGAP expuso ante el resto de representantes del GTTT la vulnerabilidad del sistema de riego frente a los impactos del cambio climático que se evidencian en sequías e inundaciones además de la creciente demanda de agua para riego, infraestructuras poco tecnificadas, bajos índices de eficiencia y eficacia en la producción de alimentos por lo que se enfatiza la necesidad de identificar las tecnologías para riego más apropiadas a las zonas que serán estudiadas.

Adicionalmente el GTTT considerando la optimización de los recursos disponibles para la ejecución del proyecto tomó en cuenta criterios presupuestarios, operacionales, producción/productividad, geográficos, disponibilidad/escasez del recurso hídrico, vulnerabilidad socio-ambiental ante los efectos de cambio climático, demografía, capacidad de réplica de las tecnologías identificadas. Con estos criterios se identificaron las zonas de análisis y se decidió elegir una zona que represente la realidad de la costa del país y otra para la sierra, estas la Unidad Hidrográfica de Portoviejo y Jipijapa para la costa, y la Unidad Hidrográfica del Río Chambo para la sierra.

Con los elementos anteriormente expuestos, se decidió involucrar en el estudio a las provincias de Manabí y Santa Elena, por estar localizadas en la región Costa o Litoral con grandes limitaciones de recursos hídricos y que tienen una clara diferenciación agroclimática de las otras dos provincias que se encuentran ubicadas en la Sierra,

Tungurahua y Chimborazo, las que a pesar de estar en la zona central y de compartir una misma región natural, presentan también diferencias agroecológicas, climáticas y sociales para la producción agropecuaria.

CAPÍTULO 4: PORTAFOLIO Y PRIORIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS

4.1. VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO Y TECNOLOGÍAS Y PRÁCTICAS EXISTENTES EN EL SECTOR “USO TÉCNICO DEL AGUA PARA RIEGO” EN LOS SISTEMAS DE RIEGO CHAMBO-GUANO, JAVITA, POZA HONDA Y LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA¹

4.1.1. Previsiones de los modelos climáticos para el Ecuador

Según el IPCC, no resulta fácil hacer proyecciones sobre cómo se manifestará el cambio climático en el continente sudamericano (Christensen et al., 2007). Los modelos todavía presentan errores sistemáticos para simular el clima tropical promedio y su variabilidad, y existen entre ellos grandes variaciones al prever la amplitud y frecuencia del Fenómeno de El Niño. La mayoría de modelos no reproduce adecuadamente los patrones regionales de precipitación; y la cordillera de los Andes no está resuelta en modelos de baja resolución, lo cual afecta sus resultados sobre buena parte del continente. (Christensen et al., 2007). En todo caso, los modelos sí coinciden al señalar que todo el subcontinente se calentará durante el siglo XXI, con un calentamiento anual promedio de entre 1.8 °C y 5.1°C entre los períodos 1980-1999 y 2080-2099; la mitad de los modelos proyectan calentamientos entre 2.6°C y 3.7°C. En Colombia, Ecuador y el norte del Perú, las simulaciones señalan que habrá un incremento en la lluvia. Para la región donde está el Ecuador, los modelos proyectan que un 27% de las estaciones diciembre-enero-febrero serán muy húmedas, así como un 18% de las estaciones marzo-abril-mayo, en el período 2080 a 2099.

No se puede extrapolar estos datos a escalas más finas; los hallazgos de modelos a gran escala pueden alterarse localmente de manera considerable en regiones con orografía particular como la sudamericana. Además, las proyecciones promedio para modelos con

¹ Los Términos de Referencia (TDR) especifican que se deberá estudiar la situación de la agricultura bajo riego en las provincias de Chimborazo y Tungurahua, en la Sierra Centro, y Manabí y Santa Elena, en la Costa. Además, la Subsecretaría de Riego y Drenaje del MAGAP contribuyó a la definición del alcance de esta tecnología, al especificar qué proyectos de riego se debería analizar y, además, al aclarar que el análisis debía centrarse en la identificación y caracterización, hasta donde fuera posible, de los sistemas productivos que se pudieran encontrar en esos sistemas de riego. En concreto, los sistemas de riego seleccionados fueron: Chambo-Guano, en Chimborazo; Javita, en Santa Elena (todavía en fase de formulación); y Poza Honda, en Manabí. En el caso de Tungurahua, se sistematizó información secundaria para describir la situación general del riego y los sistemas productivos de la provincia y se visitó a regantes, expertos y distribuidores de las tecnologías para validar la lista larga elaborada, la lista corta de tecnologías priorizadas y para ampliar el análisis de barreras con ellos.

² Se refiere que la temperatura anual promedio podría aumentar entre 1.8°C y 5.1°C con respecto a los valores del período de base (1980-1999).

cuadrículas que abarcan grandes áreas son con frecuencia muy distintas a lo que ocurre localmente (Christensen et al., 2007, p. 861).

Según relata Muñoz (2010) para el Ecuador se han producido tres modelos dinámicos de alta resolución espacial para estudios de Escenarios de Cambio Climático: el PRECIS (Centella & Bezanilla, 2008), el ETA (Rodrigues Soares & Marengo, 2008) y el TL959 (Kusonoki *et al.*, 2008). La Tabla 1 resume las características de los modelos existentes.

Tabla 1: Modelos climáticos aplicados en el territorio ecuatoriano

Modelo	Presente	Futuro	Escenario(s)	Resolución (km)
TL959	1979-2000	2015-2039	A1B	20
ETA (CCS) ³	1960-1990	2071-2099	A2, B2	56
PRECIS HADCM3P	– 1961-1990	2071-2100	A2, B2	25
PRECIS ECHAM4	– 1961-1990	1991 – 2100	A2, B2	25

Fuente: Muñoz, 2010; Centella, 2008

En la Tabla 2 se resumen los hallazgos de la aplicación de estos modelos para el territorio ecuatoriano. Como puede verse, el modelo TL959 no arroja conclusiones consistentes sobre la dirección de la precipitación, señalando aumentos y disminuciones en los diversos meses del año. El modelo PRECIS prevé un incremento muy importante de la temperatura. En cuanto a la precipitación, ambos modelos señalan incrementos, de mayor magnitud para el caso de PRECIS⁴.

Tabla 2: Previsiones de cambio climático para todo el territorio ecuatoriano, modelos TL959 y PRECIS

Parámetro	TL959 (2015-2039)	PRECIS (2071-2100)
Precipitación	- 2,5% a +7.4%	+ 18,5% a +63%
Temperatura	+ 0,77°C a + 0,91°C	+ 2,7°C a + 4,3°C

Fuente: Chimborazo y Guitarra, 2010; Centella y Bezanilla, 2008

³ Hasta la fecha no se ha podido localizar literatura relacionada con la aplicación del modelo ETA en el Ecuador. Únicamente se tiene la mención al modelo que hace Muñoz (2010).

⁴ En el caso del modelo PRECIS, no se diferencian los resultados según el forzamiento (ECHAM4 vs. HAD-AM3P) porque los autores no lo especifican en el texto y solo se cuenta con una copia fotostática del informe, donde no se pueden apreciar las salidas de cada modelo.

En el caso de las regiones de estudio (las provincias de Chimborazo, Tungurahua, Santa Elena y Manabí), las previsiones de los modelos son bastante generales. En el caso del PRECIS, Centella y Bezanilla (2008) señalan que Manabí sufrirá incrementos de temperatura entre 1,5°C y 3,5°C en el período 2071 a 2100. Muñoz (2010) señala, como resultado de su análisis de consenso entre los modelos PRECIS y ETA, que estos modelos a largo plazo sugieren un incremento en la intensidad de las precipitaciones para la Sierra y un decremento de las mismas para la Costa (Santa Elena, Manabí y Esmeraldas). En el caso del TL959, Muñoz (2010) señala que este prevé un incremento en la intensidad de las precipitaciones para algunas provincias de la Costa, entre ellas Manabí, e incrementos y disminuciones de la intensidad en la Sierra. Esto se puede confirmar haciendo un análisis visual de los mapas producidos por este modelo: la temperatura se incrementaría entre 1 y 1,15°C en las provincias de Tungurahua y Chimborazo y alrededor de 0,8°C en las provincias de Santa Elena y Manabí (ver Figura 2). La precipitación disminuiría alrededor de un 4% en la provincia de Tungurahua, se incrementaría alrededor de un 12% en una pequeña zona al nor-oriente de la provincia de Chimborazo y disminuiría alrededor de un 6% al sur-oriente de la misma. También se puede apreciar un incremento de la precipitación, de entre un 6% y un 12%, en las provincias de Manabí y Santa Elena (ver Figura 3). Con respecto a la evapotranspiración, el informe sobre la aplicación del TL959 menciona una disminución para la Sierra y un incremento para la Costa (especialmente Manabí) pero no incluye un mapa que resuma la información.

Se debe señalar que el incremento de precipitaciones no necesariamente significa un incremento en la disponibilidad de agua; este dato debe correlacionarse con el incremento en la evapotranspiración (por lo tanto de las pérdidas) y con la forma que tomaría el patrón mensual de la precipitación. Al respecto, el modelo señala que (en promedio, en todo el territorio nacional) existirán decrementos de la precipitación en los meses de enero, junio, septiembre y noviembre, e incrementos en abril y mayo. Esto podría significar, como concluye Muñoz (2010) que ocurrirán lluvias más intensas. Ello podría acompañarse de crecidas, inundaciones y deslizamientos en zonas vulnerables, acompañadas de veranos más secos y prolongados.

De cualquier manera, no se pueden sacar conclusiones certeras sobre el futuro únicamente sobre la base de dos modelos que además cubren horizontes temporales y escenarios de emisiones distintos (ver Tabla 1). Como señalan Muñoz (2010) y Chimborazo y Guitarra (2010), es necesario contar con las salidas de más modelos, sobre todo para el corto plazo, a fin de llegar a conclusiones más certeras sobre las manifestaciones del cambio climático en el futuro.

DIFERENCIA DE TEMPERATURA (Celsius)
(FUTURO - PRESENTE)

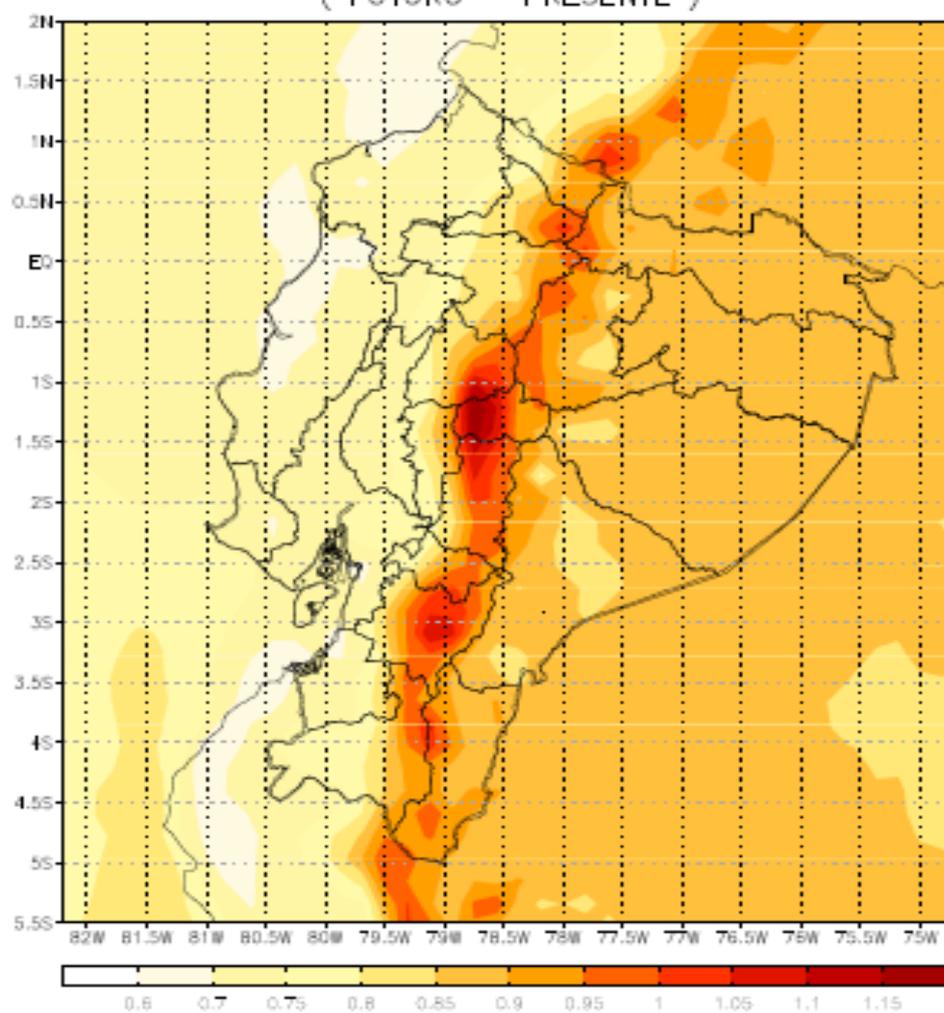


Figura 2: Diferencia presente-futuro cercano en la temperatura para todo el territorio ecuatoriano, modelo TL959 (en grados Centígrados)

Fuente: Chimborazo y Guitarra, 2010

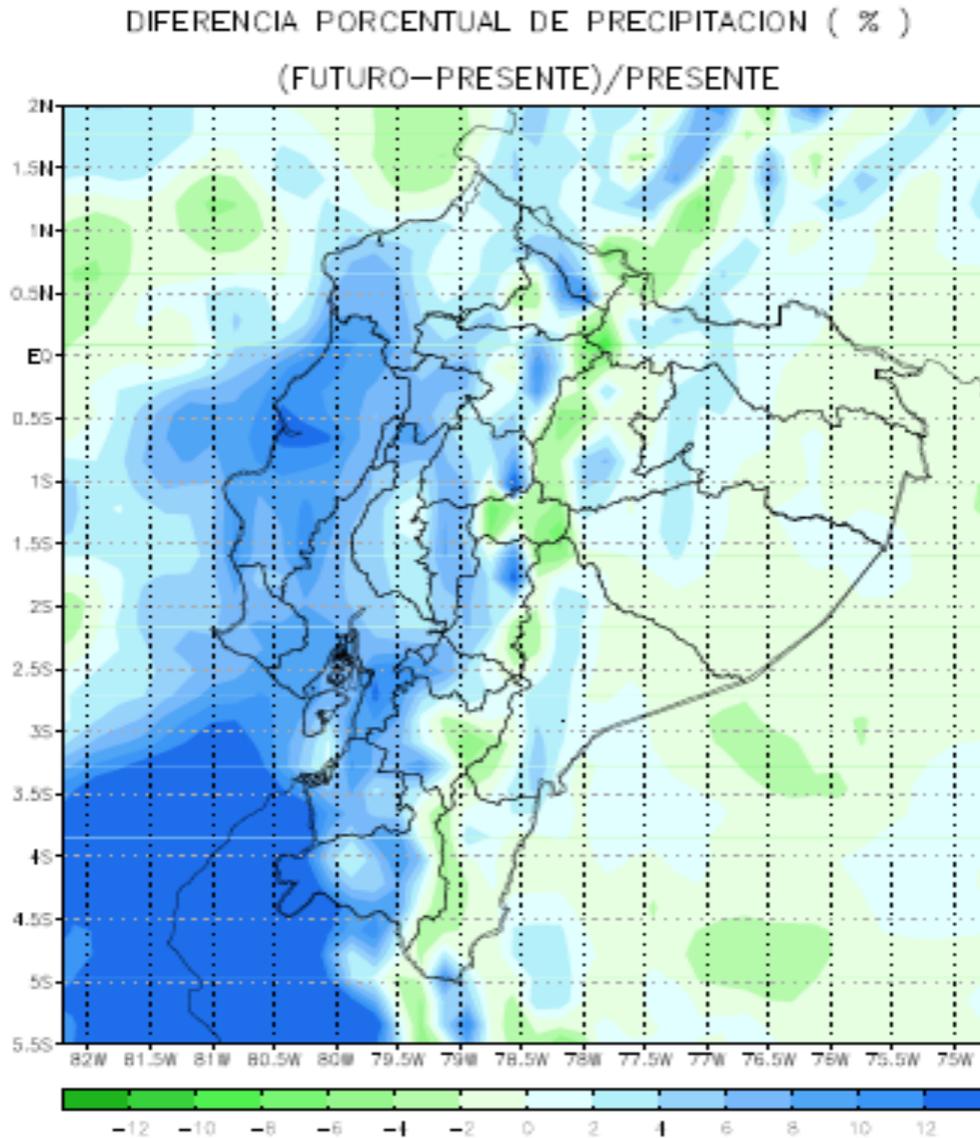


Figura 3: Diferencia presente-futuro cercano de precipitación para todo el territorio ecuatoriano, modelo TL959 (en porcentaje)

Fuente: Chimborazo y Guitarra, 2010

4.1.2. Sistema de Riego Chambo-Guano

4.1.2.1. Descripción general, problemas y tecnologías en uso

El sistema de riego Chambo – Guano es un eje dinamizador de la agricultura en los cantones Riobamba, Chambo y Guano, especialmente desde los últimos 15 a 20 años. Su construcción se inició en 1949; entró en operación en 1952. Inicialmente, su caudal era de

2,5 m³/s y cubría una superficie de 2500 ha. A partir del año 1995, mejoras en su infraestructura y en la organización del riego lograron un incremento substancial del caudal, que llegó a 4,5 m³/s (ver CEE, 1995:9-10), y de la superficie regada, que actualmente es de 5.787 ha. La inversión total fue de 110 millones de USD (es decir, 19.000 USD/ha). Este valor incluye fondos del Proyecto de Desarrollo Agrícola de la Comunidad Económica Europea.

El sistema permite una agricultura intensiva en zonas relativamente planas, con buenos suelos, y con buen acceso al mercado urbano de Riobamba y desde ahí a la sierra central y la costa. Según su diseño, beneficia a **11.243 familias** y sus 37.000 lotes localizados entre los 2.600-2.800 msnm, registrados en el padrón de la Junta General de Usuarios (JGU); sin embargo, la misma JGU reconoce que el área efectivamente regada es menor: **4.800 ha** (JGU, 2011:5,22). Las causas para este fenómeno serían la lotización y urbanización de áreas agrícolas en las zonas 4 y 5; y, especialmente en la zona 6, el abandono del campo. En la visita a esta zona se pudo observar un 50% de las parcelas sin uso agrícola. La gente emigró o está dedicada a artesanías o comercio: la agricultura ya no es su ingreso principal.

También se observó un cierto aumento del área bajo riego del sistema en zonas por encima del canal y en quebradas bajo el canal. Según los informantes, estos usos (originalmente no previstos) fueron autorizados por las instancias públicas encargadas del sistema y la JGU entre 1986 al 2010. Las zonas por encima del canal utilizan bombas para elevar el agua y efectúan el riego por superficie. Estos usos adicionales representarían un área de entre 117 y 200 has, en las zonas 2, 3, 4 y 5.

El resultado neto de estas dinámicas es una reducción del área bajo riego frente a lo empadronado; se estimaría que un 25% o 30% del área originalmente destinada a beneficiarse del sistema ya no es de uso agrícola (comunicación personal Segovia, 2012). La dotación del sistema debería variar para estar de acuerdo con esta situación. Existe además la proyección de incluir a 1700 hectáreas de la segunda fase (sector Guano); el costo de hacerlo estaría alrededor de los 13 millones de USD. Algunos informantes argumentan que no sería rentable ampliar el sistema a esta zona, porque solo un 20% de la población beneficiaria se dedica todavía a la agricultura; se trataría de personas de mayor edad porque los jóvenes habrían migrado.

El sistema deriva sus aguas del río Chambo. El agua para riego sufre **problemas de contaminación**, porque el canal abierto recibe la escorrentía de las lluvias en el sector de Licán y además porque atraviesa el norte de la ciudad de Riobamba, recibiendo descargas de alcantarillas clandestinas. (JGU, 2011:78-80). El canal principal también enfrenta **problemas de sedimentación** en los sectores de Yaruquíes y el Batán, por la falta de pendiente y revestimiento del canal y por la carga de sedimento del agua derivada.

El agua del canal principal se distribuye de forma continua a todas las derivaciones (“tomas”) y dentro de las tomas (una toma a veces sirve a varios módulos), en la mayoría de los casos según la demanda, en algunos casos según turnos (esto es, todos los usuarios usan el agua en forma secuencial) y en muy pocos casos con horario fijo de turnos (zonas 1 y 2). Las compuertas de cada ramal solo se pueden abrir hasta el caudal definido, gracias a la existencia de toques de suelda.

Para la distribución del agua, la zona bajo riego está dividida en dos partes, que según las características del suelo, reciben un caudal característico distinto⁵:

- zonas 1 al 5 con textura franco arenosa: 0,6 a 0,70 l/s/ha
- zonas 6 y 7 con textura arenosa: 0,87 a 1,2 l/s/ha (comunicación personal Segovia, 2012)

En las zonas de cabecera (1 a 4), el riego se aplica generalmente **cada 7 o 7,5 días** (es decir, cada 180 horas); la frecuencia disminuye a cada 15 días si hay aporte de lluvia. Los agricultores que cuentan con reservorios individuales, aplican riego con goteo quizá cada día o cada 2 días⁶.

Se estima que **se utiliza riego presurizado en 118 ha (equivalentes a 2,6% del área o a un 10% de los regantes)** (comunicación personal Pita, 2012). Se aplica riego por goteo para cultivos de fresa, tomate riñón en invernadero; y riego por aspersion para pastos cultivados. **Un 90% del área está bajo riego por superficie**, sea mediante surcos (para el cultivo de hortalizas como lechuga, zanahoria, cebolla, papa, alverja, frejol, maíz) o canteros (para alfalfa).

Este sistema de riego es público/estatal, no transferido a los usuarios, y actualmente es manejado por el GADP-Chimborazo y la JGU. La operación y el mantenimiento del canal principal están a cargo ahora del GADP Chimborazo que paga dos operadores. Hasta 2012 esta función estuvo a cargo del MAGAP-SRD y antes, la ejecutaron el Instituto Nacional de Riego (INAR) y la Corporación Regional Sierra Centro (CORSICEN). Estos cambios institucionales sobre las responsabilidades de operación y mantenimiento han afectado a la continuidad y claridad en las responsabilidades de las partes. Los usuarios temen que la respuesta del GADP frente a emergencias en la infraestructura del sistema sea lenta, porque la institución tiene que cumplir con los procedimientos de compra pública para adquirir los servicios e insumos que se podrían requerir para reparaciones urgentes.

La Junta General de Usuarios está a cargo de la operación y mantenimiento de los canales secundarios y terciarios, según el Acta de Entendimiento de administración, operación y mantenimiento del Sistema, firmada entre el CNRH, el CORSICEN, y La Corporación de Juntas de Regantes del Sistema de Riego Chambo del 3 de mayo de 1996.

En 2011, el presupuesto de la JGU fue de 71.841 USD. Esto incluye personal operativo y administrativo (5 personas, 32%), gastos operativos (8,3%), mantenimiento del sistema (35.400 USD o 49%) y capacitación e imprevistos (10%) (JGU, 2011:66). En ese año la JGU invirtió 44.000 USD para limpieza del canal principal (JGU, 2011:1)

⁵ Además hay normas generales:: 0,67 l/s/ha en tomas con la red terciaria entubada, 0,72 l/s/ha donde hay canaletas de hormigón, 0,77 l/s/ha donde solo la red secundaria esté entubada, 0,87 l/s/ha en zonas con reservorios de compensación y 1,0 l/s/ha para zonas bajo riego por superficie.

⁶ Por ejemplo, en la zona 2, toma 8A: 80 l/s para 130 ha en Corazón de Jesús (equivale a **0,62 l/s/ha**). Riegan 24 horas al día todos los días de la semana. La norma es "1 hora por cuadra" con 80 l/s cada 7,5 días: 41 mm/semana o 5,9 mm/día. En la zona 6, Olte San Pedro: riego por surcos: 1 ha con 40 l/s en 8 horas = 115 mm/cada 7 días o 16,5 mm/día. En la zona TB11: 5 horas por hectárea con 15 l/s = 3,9 mm/día.

Una característica sobresaliente del sistema de riego es su dotación relativamente alta de agua, aunque a la par es necesario indicar que **la información sobre el área efectivamente regada es deficiente**.

- El caudal efectivamente captado en la bocatoma está en 5 m³/s aproximadamente (Segovia, comunicación personal 2012).
- El área efectivamente regada podría estar en 4.800 ha⁷ (JGU, 2011) y la visita de campo mostró reducciones y desuso substancial (de alrededor del 50%) en la zona 6 (que tendría una extensión de 5.787 ha según el padrón). Es necesario actualizar el catastro con miras a saber qué áreas están efectivamente bajo riego y bajo producción.
- Eso indica una dotación bruta promedio de 1,04 l/s ha⁻¹. Los requerimientos hídricos de la zona estarían alrededor de 0,4 l/s ha⁻¹ y dependiendo de la eficiencia de aplicación podrían subir a 0,6-0,7 l/s ha⁻¹. En conclusión, la dotación real está (muy) por encima de eso.

Las causas para esta sobreutilización (no todas pueden ser evitadas) seguramente incluyen:

- **filtraciones** en conducciones principales, secundarias y terciarios y en momentos de cambios de turno (en vías).
- pérdidas a nivel parcelario.
- mientras que el canal deriva agua todo el día, todos los días del año, **los regantes generalmente no riegan de noche y en periodos de lluvia saltan turnos**. En esos momentos, el agua derivada del río Chambo es devuelta a quebradas naturales locales (MAGAP-SRD, 2012:32).

En un contexto de cambio climático, con mayor temperatura y un patrón de precipitación más variable, el uso óptimo del agua se volverá aún más importante y urgente. Para saber cuánto caudal derivar, es necesario saber qué área efectivamente requiere riego, aplicar una dotación razonable y monitorearla, incentivando a los usuarios a reducirla si está por encima de lo óptimo. Este es una de los principales retos para la gestión del sistema en la actualidad. Según los agricultores de la zona 2: *“El proyecto con la Comunidad Económica Europea (CEE)⁸ nos dejó organizado para el riego. En eso estamos bien. Nos falta ahora saber más sobre la aplicación del agua en la parcela, el manejo de fertilidad del suelo y de las plagas y enfermedades en los cultivos”*.

La JGU misma identifica varias medidas para reducir la demanda de agua a futuro (comunicación personal Oleas, 2012):

- Mejorar la distribución de agua y evitar el desperdicio, basado en una dotación ajustada: debe ser posible llegar a una dotación de 0,55 a 0,70 l/s ha⁻¹. Ya se tiene

⁷Para el cálculo de la tarifa la JGU considera un área de 4.500 ha (JGU, 2011:66).

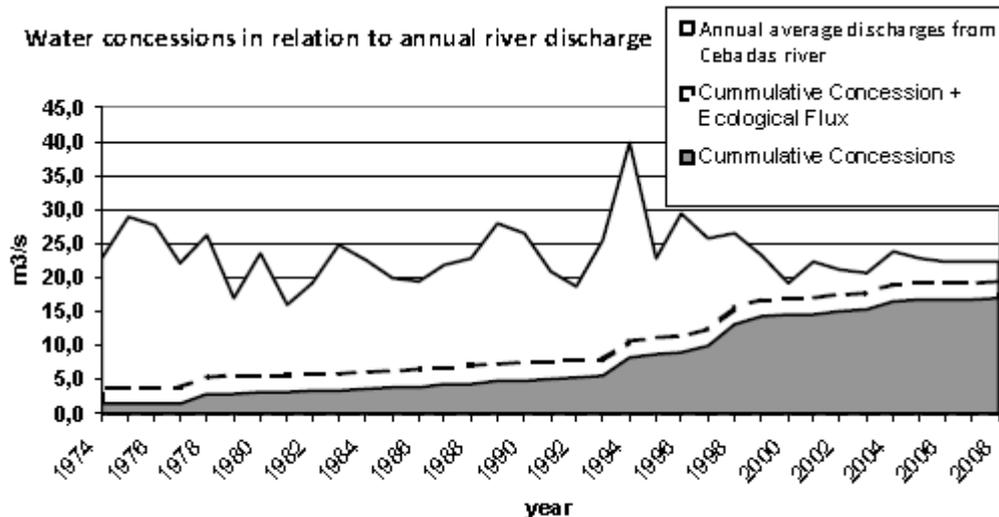
⁸Se refiere a un proyecto de fortalecimiento del sistema que fuera ejecutado bajo auspicios de la Comunidad Económica Europea durante la década de los 90 del siglo pasado.

experiencia: se baja la dotación, sin aviso y soldando las compuertas. *Hay que ir mermando la dotación a la fuerza.*

- Tecnificación del riego parcelario para cultivos rentables, usando reservorios y riego a presión (goteo y aspersión) en la producción forrajera (pastos).
- Promover cultivos de menor demanda de agua, como maíz para choclo en la zona 6 (en vez de legumbres) y prácticas de reducción de uso de agua: sacar maleza, haciendo surcos, aporque de maíz de 20 cm.
- Aporte desde la JGU a la conservación y el manejo sostenible de los páramos, en diálogo y en convenio con las comunidades que se ubican en las partes altas. Se trataría de un aporte de 2 USD/ha desde la tarifa volumétrica o una inversión de 10.000 USD desde la JGU para proyectos en esta línea. Es una idea para la cual hay voluntad.

Hay varias dinámicas socio-económicas y ambientales en la cuenca, la zona bajo riego y las zonas aledañas que merecen mencionarse, puesto que influyen sobre el rol que juega la agricultura bajo riego para los medios de vida de los regantes, y por ende sobre la necesidad de tecnologías que ayuden a la adaptación al cambio climático. Estas dinámicas fueron identificadas a partir del taller de inicio con las Juntas de Regantes del sistema Chambo Guano:

- 5) **Creciente competencia por el recurso agua** a nivel de la zona de captación del agua que sirve al sistema; la situación se ve agravada porque existiría un exceso de autorizaciones de uso por parte de la SENAGUA (según lo perciben los usuarios) y porque los cambios en el uso del suelo reducen el área del ecosistema páramo (a favor de zona de pastoreo y cultivo) y su capacidad de almacenaje y regulación hídrica en la zona de captación. En el futuro, la competencia por el recurso podría traer conflictos a nivel de la cuenca.
 - a) Entre 1974 al 2008, la relación entre disponibilidad de agua superficial (calculada sobre la base de caudales anuales) y la demanda de agua (según los derechos de uso formalizados) en la parte alta de la cuenca del río Chambo demuestra que la cuenca estaría soportando un proceso de creciente presión o agotamiento (ver Figura 4).
 - b) Mirando la Figura 4, se puede apreciar que, si el caudal concesionado es de 17 m³/s (incluyendo aguas otorgadas a usuarios que aún no hacen uso de sus concesiones) y asumiendo un caudal ecológico de base (2,5 m³/s), se enfrentaría una situación de falta de agua entre noviembre a marzo en la cuenca alta del río Chambo, que incluye la bocatoma del sistema Chambo (Hendriksen, 2011:52).



Nota: debido a vacíos en los registros de caudales anuales, se asumió un caudal constante entre 2004 al 2008 sobre la base del 2003.

Figura 4: Comparación histórica entre el Caudal concesionado en la cuenca alta del río Chambo y los caudales medios anuales de las estaciones H790 río cebadas y H786 Río Guamote

Fuente: Hendriksen, 2011:52, citando SENAGUA, 2008 e INAMHI

- c) Las series históricas de la estación hidrométrica H790 Cebadas AJ Guamote muestran que los caudales promedios mensuales pueden variar de forma importante, entre 2,7 y 100,7 m³/s. El periodo de estiaje se da en noviembre, diciembre, enero y febrero (CESA-AVSF, s/f: 5-6 citando SENAGUA, 2009).
- d) No encontramos referencias sobre las tendencias de los caudales disponibles (i.e. no naturales) en el río Chambo a la altura de la bocatoma del sistema.
- e) Hace más de 15 años, inclusive durante la época de estiaje había unos 30 m³/s, ahora hay solo 6 a 8 m³/s a la altura de la bocatoma. Esta cantidad todavía es suficiente bajo las condiciones actuales pero tal vez no lo sea a futuro (comunicación personal Segovia, 2012).
- f) Actualmente, hay tres proyectos de riego gestándose que captarían agua por encima de la captación del sistema Chambo-Guano: 1) *Yasipan* con 900 l/s (hechos los estudios y cuenta con autorización de la SENAGUA); 2) *Ozogoche* que captaría 3 m³/s desde dentro del Parque Nacional Sangay para las zonas de Flores y Punín (hechos los estudios); y 3) *Ozogoche Alto* con 3 m³/s para la zona de Alausí, cuya autorización de la SENAGUA está en trámite.
- g) Existe preocupación entre los regantes por una percibida menor disponibilidad de caudal en el río Chambo y la posibilidad de derivaciones nuevas aguas arriba.

- 6) Creciente **urbanización** del área agrícola bajo infraestructura de riego. La población del área urbana del cantón Riobamba pasó de 83.000 (Censo 1990), a 125.000 (2001; tasa de crecimiento, 2,4%/año) a 146.324 habitantes (2010; tasa de crecimiento, 1,7%/año). La población se dedica a actividades económicas no vinculadas a la agricultura (en las zonas 4 y 6 por ejemplo) (MAGAP-SRD, 2012:5).
- 7) **Migración** desde algunas partes de la zona de producción, que reduce la disponibilidad de mano de obra e incrementa sus costos, y que en general hace que la población que se queda empiece a depender menos de la agricultura y ganadería.
- 8) Mayor incidencia de **plagas y enfermedades** en los cultivos, por razones como: más monocultivo (en hortalizas por ejemplo), el uso mayor de invernaderos, el uso de gallinaza que trae nematodos, pero también relacionada con la cercanía de un basurero municipal (mosco blanco, en el caso de San Clemente). Ello ocasiona un “*elevado e incontrolado*” uso de agroquímicos⁹, por ejemplo cuatro a cinco fumigaciones en lechuga, cilantro y coliflor (CESA-SIPAE, 2006: III: 25). Este amplio y elevando uso de agroquímicos a su vez contamina el ambiente, el agua y el suelo e implica altos costos de producción.
- 9) Las dinámicas del **mercado, por ejemplo las fluctuaciones en los precios de los productos** y la demanda de nuevos productos “no tradicionales”. Todavía no hay una demanda para productos ecológicos/sanos. La rentabilidad fluctuante y baja de la agricultura no permite excedentes para re-invertir, por ejemplo, en tecnología de producción. La producción no es planificada de forma colectiva, sino por cada productor individual en respuesta a precios de mercado esperados y noticias sobre otras zonas de producción. Los productos son comercializados en el mercado mayorista de Riobamba (para ir a Guayaquil), pero el poder de negociación de los productores frente a las intermediarias es bajo. La comercialización es generalmente de forma individual, no organizada (JGU, 2011:76-77).
- 10) **Erosión** de suelos agrícolas, por prácticas de riego inadecuadas, por labranza mecanizada que degrada la estructura del suelo.
- 11) Contaminación de ríos con aguas servidas no tratadas (caso Río Guano).
- 12) Cambios (continuos) en el **marco institucional** nacional y provincial para la gestión del riego.

La intensificación de las amenazas climáticas observadas localmente, o el apareamiento de nuevas amenazas como consecuencia del cambio climático global, complicarían estas dinámicas no climáticas que ocurren en la cuenca, la zona de producción y la zona que demanda la producción bajo riego.

⁹Antes se producía maíz, frejol, lenteja, todo grano, sin químicos. Ahora solo produce fumigando (MMP).

En cuanto a los sistemas de producción encontrados en la región, la Cuenca Baja del río Chambo, en el Valle Interandino comprendido entre los 2.400 y los 3000 msnm, CESA-SIPAE (2006: III: 22-31) encontraron en Licto, Punín, Chambo, Cebadas, San Luis, y Guaslán, una tipología de sistemas de producción, caracterizada por **“explotaciones agropecuarias diversificadas con acceso al riego, con mínimo y mediano acceso a la tierra y con producción para la venta en mercados locales y nacionales”**.

Concluyen que el acceso a riego en el sistema Chambo – Guano y la incorporación permanente de materia orgánica (gallinaza) han permitido en gran medida la diversificación e intensificación de los sistemas de producción existentes, eso dado el contexto de limitado acceso a la tierra¹⁰ y la dispersión de las parcelas que son trabajadas por una familia productora (CESA-SIPAE, 2006: III: 22-23).

El sistema de cultivo encontrado contempla de forma importante **hortalizas**, como cebolla colorada, lechuga, zanahoria, coliflor, brócoli, cilantro, ajo, pero también arveja, fréjol arbustivo y papa. Además, en 2006 se observó el arranque de cultivos **de alta inversión** (que exigen suficiente extensión de tierra y dinero para insumos y mano de obra) como tomate de árbol y tomate riñón bajo invernadero. Además se observó la siembra de pastos cultivados con especies como alfalfa, pasto azul, avena forrajera y vicia en pequeñas superficies, para la venta y consumo de los animales (CESA-SIPAE, 2006: III: 22-23) (Tabla 3).

Tabla 3: Calendario de cultivos típicos en la zona del sistema de riego Chambo-Guano

Sistemas de rotación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Sistema de cultivo 1	Hortalizas (Brócoli, Cilantro, Lechuga, col, zanahoria....)																							
Sistema de cultivo 2	Tomate de árbol																							
Sistema de cultivo 3	Tomate riñón																							
Sistema de cultivo 4	Lechuga, arveja, lechuga, arveja, lechuga o coliflor																							
Sistema de cultivo 5	Papa + col												Maíz + col											
Sistema de cultivo 6	Papa, cebolla, fréjol o arveja												Pasto											
Sistema de crianza 1	Alfalfa																							
Sistema de crianza 2	Mezcla forrajera																							

Nota: la papa se siembra preferiblemente en junio para disminuir la incidencia de la lanchara (Fithophthorainfestans)

Fuente: CESA-SIPAE (2006:23-24; 27)

¹⁰El mercado de tierra es restringido en sectores como Guaslán y San Luis, con precios altos de 20USD/m² (CESA-SIPAE, 2006:III:23).

El principal **sistema de crianza** es el bovino, pero también hay producción de cuyes, conejos, porcinos y aves de corral. Se trata de una actividad secundaria frente al sistema de cultivos. Al tratarse de pequeños hatos, la cantidad de abono orgánico que pueden generar no satisface los requerimientos, por lo que se usa adicionalmente fertilizantes químicos y gallinaza (CESA-SIPAE, 2006: III: 23, 28).

Las familias productoras con acceso a riego están plenamente integradas al mercado, para insumos y para la venta de producto. En general, el sistema de producción es intensivo en mano de obra, en parte resuelto gracias a la práctica del “presta manos” o la contratación de jornales. Por otra parte, las familias también dependen de ingresos por actividades extra agrícolas como: comercio informal, transporte de pasajeros y carga, estudios o el ejercicio de su profesión fuera de la localidad (CESA-SIPAE, 2006: III: 24).

CESA-SIPAE (2006: III: 29) concluye que la racionalidad o la estrategia de producción que mueve a las familias productores es “**maximizar el ingreso por unidad de superficie**”, por la poca tierra de la que dispone por el minifundio que caracteriza la zona.

Para la zona en la cuenca media del río Chambo, comprendida entre los 3000 - 3400 msnm, en sectores como Guano, Guanando, Chingazos, Chocones, CESA-SIPAE (2006: III: 12, 46) encontraron otro tipo de sistema de producción, caracterizado por “**Familias con dependencia económica de actividades no agrícolas, con mínimo acceso a la tierra para producción agrícola esporádica de autoconsumo y con y sin acceso al riego**”. Esta zona tiene suelos de textura arenosa con poca retención de humedad, erosionados y en gran parte de la zona no hay acceso al riego. En el sector de Chingazos (que forma parte del sistema de riego Chambo Guano pero que no recibió nunca la infraestructura para riego) los sistemas de cultivo son de secano, con maíz en monocultivo o en asociación con fréjol, papa – papa - maíz, cebada – trigo, arveja. Se observa tierra sin uso agrícola y/o ganadero y viviendas abandonadas hace varios años. Las actividades no agrícolas para la generación de ingresos locales son la elaboración de zapatos, alfombras, o artesanías a base de cuero. Además, es elevada la venta de la fuerza de trabajo mediante la migración diaria, temporal o permanente (CESA-SIPAE, 2006: III: 46-48).

Esta caracterización de ambos tipos de sistema de producción fue ratificada en el Taller de Inicio (martes 6 de noviembre 2012), cuyos resultados están en la Tabla 4.

Tabla 4: Un vistazo a los sistemas de producción según los integrantes de la Junta General de Usuarios

Aspecto	Pequeños productores	Medianos productores	Grandes productores
Tamaño de la unidad	< 0,5 ha	0,5 a 2 ha	> 2 ha
Mano de obra	Familiar	Familiar y trabajadores	Contratados o en sociedad

Aspecto	Pequeños productores	Medianos productores	Grandes productores
		contratados, tractor	
Cultivos	Ciclo corto: hortalizas, granos, alfalfa, maíz, invernaderos	Maíz, alfalfa, papa, tomate, frutilla	Papa, potreros, legumbres a mayor escala, ganadería
Ubicación	Hay en todas las zonas	En todas las zonas	En todas las zonas
Acceso al agua de riego	<ul style="list-style-type: none"> • Es más seguro en la cabecera (zonas 1 al 5, frecuencia: semanal), menos en la cola (zona 6, TB11¹¹ (conducción por tubería) con reservorios) • La zona de los Chingazos, Guano (1500 has) no tienen agua de riego 		
Estrategias de producción	<ul style="list-style-type: none"> • Todos los productores combinan cultivos y animales • Algunos trabajan en la ciudad como comerciantes, albañiles, etc. y trabajan en el campo en sus días libres. Causa una disminución de la mano de obra. • En los Chingazos, Guano solo el 25% de los pobladores está dedicado a la agricultura todavía. Hay terreno sin usar por la falta de agua; hay mucha migración. 		
¿Cuánto para el mercado y cuánto para el consumo?	<ul style="list-style-type: none"> • Todos los productores, independientemente del tamaño de su unidad, venden 95% de la producción, para comprar comida de mala calidad. • Los que han sido capacitados sí consumen su propia producción 		

Fuente: Taller de inicio Sistema Chambo – Guano

Elaboración: equipo consultor

4.1.2.2. Amenazas climáticas relevantes para la agricultura en el sistema Chambo – Guano

La zona de estudio se caracteriza por presentar un clima relativamente seco, con una precipitación total multianual de entre 500 a 750 mm (ver CNRH, 2007:32). La evapotranspiración potencial estaría ente 1.100 a 1.200 mm/año (ver CNRH, 2007:34), lo cual indica un claro déficit hídrico en la zona.

Según CNRH (2007:9), el patrón de precipitación de la zona occidental de la subcuenca del Río Chambo está bajo influencia de las masas húmedas provenientes del Pacífico, y por ende “se observa que se presentan dos estaciones lluviosas, correspondientes a un régimen ecuatorial; la temporada más lluviosa se presenta entre febrero y abril y la segunda temporada lluviosa se presenta en octubre-noviembre”.

¹¹La tubería “TB-11”en sifón fue construida en 1995 para garantizar el caudal en las partes bajas de la zona 6, mientras manteniendo capacidad de conducción en el canal principal, para una eventual Fase II Guano y en general para reducir los riesgos de colapso del canal (MAGAP-SRD, 2012:22).

Amenazas climáticas según los registros meteorológicos en la zona

Ninguno de los actores institucionales entrevistados manifestó utilizar información meteorológica ni hidrológica para cumplir con su rol dentro del sistema. Este hecho constituye una debilidad generalizada.

Según Ontaneda et al. (2000:55-56, ver el Anexo 3), los datos de la estación Guaslán muestran un aumento de Temperatura media de +0,9°C entre 1964-2000. Para la Temperatura máxima absoluta media, hallan un valor de cambio de +1,2°C. Para la precipitación, encontraron una tendencia al aumento en este mismo periodo, en el orden de +17% (i.e. de 570mm a 690mm). También se observa un comportamiento irregular a través del tiempo.

Para este trabajo también se analizó información sobre la precipitación anual de algunas estaciones meteorológicas en la subcuenca del Chambo, presentado en CNRH (2007) para el período 1963-2005; según el CNRH (2007:8), no habría un cambio notable en las tendencias de la precipitación total anual (nótese que la serie incluye 5 años más de datos y quizá un tratamiento distinto, pero se contradice con los resultados del análisis de Ontaneda et al. citado previamente). En la estación M096 San Gerardo habría una tendencia a la reducción notable (con -2,4 mm/año). También las estaciones M094 Riobamba La Granja y MA10 Riobamba ESPOCH muestran una reducción, con -0,7 y -0,9 mm/año respectivamente. En cambio, la estación M057 Riobamba aeropuerto muestra un aumento de +0,87 mm/año. Habría que estudiar con mayor profundidad la calidad de los datos y de estas series en particular.

Amenazas climáticas percibidas por los agricultores de la zona

El taller de Inicio con la JGU Chambo Guano arrojó una primera serie de cambios en el clima observados por los representantes de las distintas Juntas de Regantes presentes; así como un relato de cómo estos cambios los afectaban (Tabla 5).

Tabla 5: ¿Qué cambios se han observado en el clima y cómo han afectado a los productores?

Variable	Antes (hace 15-20 años)	Ahora	Impactos	Medidas
Insolación / radiación solar	Sol menos incandescente	De noche: más frío De día: más calor	Ahora necesitamos más agua y regar con más frecuencia	
Temperatura				Las zonas de vida suben al páramo (p.ej. Urbina)

Variable	Antes (hace 15-20 años)	Ahora	Impactos	Medidas
Precipitación	Se podía cultivar solo con la lluvia	Menos días de lluvia (¿por ausencia de arbustos?) Lluvia menos fuerte	Ya no es posible cultivar solo a secano	Tenemos que cambiar el riego, a riego por aspersión y riego por goteo, para desperdiciar menos. Ojo: riego por aspersión luego de las 9 am no es conveniente por la evaporación La producción no sale y no se puede invertir en tecnología
	Inicio de la lluvia en noviembre		Mayores riesgos para productores	
		A veces lluvia intensa (por horas) y arrasa con todo	Más enfermedades en hortalizas	
Heladas		Menos heladas		
Viento		Exceso de viento en Guano	se caen los árboles, se corta la electricidad	sembrar árboles a modo de rompevientos

Fuente: Taller de inicio Sistema Chambo – Guano

Elaboración: equipo consultor

Las entrevistas detalladas con cada uno de los siete casos de estudio permitieron afinar estas observaciones, localizarlas en el terreno y profundizarlas, analizando también la dependencia de la agricultura de las familias analizadas (Tabla 6).

Tabla 6: Cambios en las variables climáticas según los agricultores

Variable climática	Comentarios	Impactos sobre la agricultura bajo riego	Observador/a
Aumento de temperatura	<i>“Se ha abrigado más”</i>	Cultivos como aguacate “dan bien aquí” a 2.800 msnm Antes tomate de árbol en pocas áreas en Riobamba, pero ahora mucho mayor extensión Sol fuerte/mayor T aumentan requerimientos hídricos de cultivos	MP
Sol más fuerte que antes	Especialmente en julio y agosto, entre 12:00 a 15:00, y especialmente fuerte entre 14:00 a 15:00	Observa y relaciona el hecho que las frutillas <i>“se cocinan”</i> con el sol; se queman y la fruta pierde turgencia y se daña, tanto los maduros como los verdes. Estima que se pierde entre 30 a 40% de la cosecha. También el sol fuerte causa daño (“quemadura”) a las hojas de los tomates de árbol. Al tener invernadero con tomate riñón, el sol muy fuerte aumenta mucho la temperatura y agricultor tiene que estar muy pendiente para controlarla y abrir ventanas.	MP
		Fuerte sol reduce el tamaño de la frutilla y por ende menor calidad Mayor temperatura hace madurar más rápido el producto y hay más oferta en el mercado. El fuerte sol aumenta la temperatura del plástico y las frutillas se cocinan en la parte de abajo que está en contacto con el plástico.	GT
	Hay solazos con calor fuerte. Antes solo en octubre cuando empezaba a llover. Uno no se aguante el calor, hay que poner ropa ligera, no oscuro.	Con los solazos comienzan las plagas, como pulgones y pequeños moscos verdes que causan que la planta no crece. En la papa, es la lanchara y chuclocuros y hay que fumigar. Mayores requerimientos hídricos. La frecuencia de riego de 7 días a veces no es suficiente, especialmente en tiempos de estiaje, cuando baja el caudal del canal y cuando se recibe menos $Q_{parcela}$ (3 o 4 surcos a la vez). Toca aguantar. Los que tienen invernaderos sí traen tanqueros.	MMP
	Ahora el sol es insoportable a medio día		PL

Variable climática	Comentarios	Impactos sobre la agricultura bajo riego	Observador/a
	Antes era frío aquí. <i>Estos soles nos queman a medio día-</i> es como estar en la costa	Aumento de requerimientos hídricos. Es suelo arenoso y la aplicación de riego no dura mucho; el riego no aguanta 15 días: hay que regar el maíz cada 8 días.	MHdP
Cambios en temperaturas extremas	<i>“El clima está muy raro: a veces hay mucho frío y a veces hay demasiado sol hasta las 14:00 y a veces hay sol fuerte todo el día”</i> Ocurre todos los meses.	Seca rápido el suelo, aunque es arcilloso y aguanta la humedad. <i>Por suerte tenemos el riego cada 7 días.</i> Si salto un turno, la planta (hortalizas) sufre.	GT
La lluvia ya no está bien distribuido por el año	El patrón conocido hace 15 años era: periodo lluvioso iniciaba desde octubre/noviembre y aumentaba la lluvia hasta un top en febrero/marzo y bajaba. Permitía la siembra de maíz en el <i>Cordonazo de San Francisco</i> el 4 de octubre. periodo seco junio-julio-agosto-septiembre Actualmente, <i>“ya no está bien distribuido”</i> ; a veces hay buenas lluvias en agosto, y también 15 días sin lluvia de repente.	<i>“Ya no se puede programar bien la producción, ya no se puede planificar las siembras”</i> La ventaja es tener acceso a riego, pero sin eso hubiera mayores riesgos de pérdida de producción y hasta del cultivo. Hay la ventaja de poder acudir a tanqueros en épocas de interrupción del servicio de riego p.ej. agosto 2002 o 2003. Un verano alargado (p.ej. 2012 de 5 o 6 meses) conlleva más plagas, como pulgones en alfalfa, pero una lluvia las lava. La lluvia concentrada por épocas cortas, escurre superficialmente	MP
	Antes iniciaba la siembra por San Francisco y San Ramón porque iniciaba la lluvia. Ahora: <i>“Llueve cuando Diosito quiere”</i> Ya no hay una estación marcada.	La combinación entre lluvia y fuerte sol causa lancha en lechuga (se amarilla) y culantro (se pudre). Observa que ahora ocurre rara vez, antes había más lancha. Para el cultivo de lechuga con riego <i>“no vemos nada, no nos fijamos en la fecha. Solo para maíz y frejol hay que ver la fecha”</i> El cambio en el patrón de lluvia afecta entonces a los que siembran maíz y frejol, y en la zona 2 son pocos. Sí afecta a la mano de obra de peones que se requiere para el deshierbe: con lluvias vuelven a surgir las malezas.	GT

Variable climática	Comentarios	Impactos sobre la agricultura bajo riego	Observador/a
	<p>El rato menos pensado asoma la lluvia o se seca un mes. <i>“está el tiempo cambiado, el viento, el sol y la lluvia”</i></p> <p>Antes a fines de agosto iniciaba la lluvia y continuaba hasta marzo. La siembra de maíz se daba a finales de agosto y salía el grano en Semana Santa.</p> <p>Ahora estamos (i.e. la gente de la zona) sembrando entre octubre a diciembre y las maquinas pasan ocupadas. Siembra luego de enero o febrero no vale. Se cosecha en junio/julio.</p>	<p>Afecta la siembra de maíz: el maíz ahora se siembra dependiendo de la lluvia y del riego. Hoy en día ocupamos el riego para la siembra.</p> <p>Yo siembro en cualquier época pero en pedazos pequeños (depende en < 10% de ingresos de agricultura).</p>	MHdP
	<p>Caso Chingazos: a secano: Antes, en octubre-noviembre-diciembre iniciaban las lluvias y la gente sembraba el maíz y chocho.</p>	<p>Desde 5-8 años atrás, no se cosecha por ausencia de lluvia. Por el sol, el cultivo crece solo hasta 1 metro y queda ahí sin producir. <i>Va agravándose</i>. Desde febrero ya no llueve.</p> <p><i>La gente sigue sembrando, sigue aventurándose, solo para autoconsumo.</i></p>	DA
Menos lluvia	<p>Hace 30 años había más lluvia, <i>demás llovía</i> y causaba quiebra.</p> <p>Ahora <i>“poco no más llueve y es absorbido rápidamente por el calor que hay”</i></p> <p>En las parcelas altas no hacía falta el agua para poder cultivar. Ahora riego ahí con el agua de Guarguallá.</p>		MMP
	<p><i>Hay más de la mitad menos lluvia</i>, en los meses de febrero y marzo especialmente.</p> <p><i>Antes caía duro, ahora solo pequeñas lloviznas,</i></p>	<p>Depende de la lluvia y de un manante de una quebrada cercana para el riego, pero ya no hay ni la misma lluvia ni la misma agua en el cauce</p>	PL

Variable climática	Comentarios	Impactos sobre la agricultura bajo riego	Observador/a
	<i>como aspersión</i>		
Incidencia de heladas	No hay en la zona 4	Frutilla aguanta helada, salvo cuando la planta esté pequeña	MP
	Hay menos heladas. Hace un mes hubo 2 días de helada y se perdió el frejol de los vecinos. Hace 7 o 8 años había heladas en diciembre.	Menos heladas es una ventaja para el agricultor	GT
	No hay en la zona 6		MHdP
Vientos fuertes más frecuentes	Antes ocurría en noviembre. Ahora puede darse en cualquier época. También está relacionado con el hecho que no hay árboles en la pampa (zona 2)	El viento hace que caen las flores de p.ej. frejol y afectan a las instalaciones de los invernaderos también	GT
	Especialmente en verano JJAS	El viento vira a las planta altas (maíz, hierba, alfalfa, alverja, fréjol) y lo bote al suelo y se pudre y no rinde.	MMP
		El viento afecta la siembra de maíz	MHdP
Incidencia de granizadas	<i>Ya no han habido granizadas</i>		MHdP
Tiempo de producción de árboles de capulíes		Se observa que los arboles de capulíes han adelantado su fruto con 2 a 3 meses en esta zona.	MHdP

Fuente: Entrevistas Sistema Chambo – Guano

Elaboración: equipo consultor

4.1.2.3. Otros riesgos asociados al clima

Además de estas variables meteorológicas, hay otros **riesgos asociados al clima**, potencialmente agravados con el cambio climático (en forma de períodos de intensas lluvias, por ejemplo), que afectan a los regantes porque los daños en el canal principal interrumpen el servicio de riego. Hay varias causas:

- El último tramo (19 km) del canal principal está en tierra. Hay fisuras y filtraciones desde el canal.
- En este tramo (Yaruquíes) el canal no tiene una pendiente adecuada, ni dispone de obras complementarias necesarias para evitar el depósito de grandes cantidades de sedimentos (5.000-6.000 m³). Hay riesgos de desborde.
- El canal tiene laderas inestables a lo largo del recorrido, en las cuales ocurren a veces derrumbes de magnitud y continuamente desprendimientos de material hacia el canal. De los 51,38 km de canal principal, 30,25 km son abiertos y de estos solo 0,156 km está embaulado.
- De los 35 túneles existentes en el canal principal, en una longitud de 21 km, los 19 túneles al final no están revestidos (longitud: 4,65 km). Podrían haber derrumbes grandes en su interior (MAGAP-SRD, 2012:35).

También hay cambios en el uso del suelo, causados por los propios regantes, que **aumentan la vulnerabilidad** frente a eventos extremos como lluvias intensas y que también podrían afectar el desagüe del canal Chambo –Guano, en momentos en que los caudales superficiales incrementados tengan que drenar naturalmente. En concreto, se observa una **tendencia creciente de ocupación de los márgenes de quebradas**, instalando en ellos parcelas agrícolas y hasta vivienda, por ejemplo en la zona 3 de Guaslán Grande. Los regantes han ocupado estas zonas porque *ya no llueve como antes* y la gente percibe menos riesgo (¿ejemplo de maladaptación?). La alta rentabilidad de la agricultura bajo riego los incentiva a ampliarse a estas áreas no apropiadas. También los socavones o drenes que pasan por debajo del canal están llenos de sedimento y no se mantienen limpios.

Los cambios institucionales respecto a la responsabilidad sobre el canal principal constituyen otra debilidad: **nadie se responsabiliza claramente por vigilar la seguridad del canal principal**, preservar zonas libres por encima de la cota (según la regulación, los retiros deberían ser de 30 m a ambos lados) y por limpiar los drenes naturales. En la actualidad, si ocurren lluvias fuertes es la JGU quien alerta a los operadores de la bocatoma para reducir el caudal derivado (comunicación personal Oleas, 2012).

4.1.3. Agricultura bajo riego en la provincia de Tungurahua¹²

4.1.3.1. Descripción general, problemas y tecnologías en uso

La **producción bajo riego** cubre una **parte considerable, hasta mayoritaria** de la zona bajo producción agropecuaria: del área bajo **producción agropecuaria** de 80.435 has en el año 2000, **41%** (32.804 ha) **tendría acceso a riego** según los datos del Censo (2001). En ese año, el 62% de las 71.317 Unidades Productivas Agropecuarias de la provincia tenía acceso a riego; esto quiere decir que el área (y los agricultores) que dependen de la producción **a secano serían la minoría**. El área bajo riego en la provincia es servida por **265 acequias y canales existentes para riego**.

Buena parte de los agricultores tiene entonces acceso al riego, que funciona como una **herramienta de planificación** del calendario de cultivos en función al clima, mercado y otros factores; frente a un eventual aumento en la variabilidad climática en términos de precipitación, la mayor parte de los agricultores ya cuenta con una posibilidad de manejar riesgos climáticos.

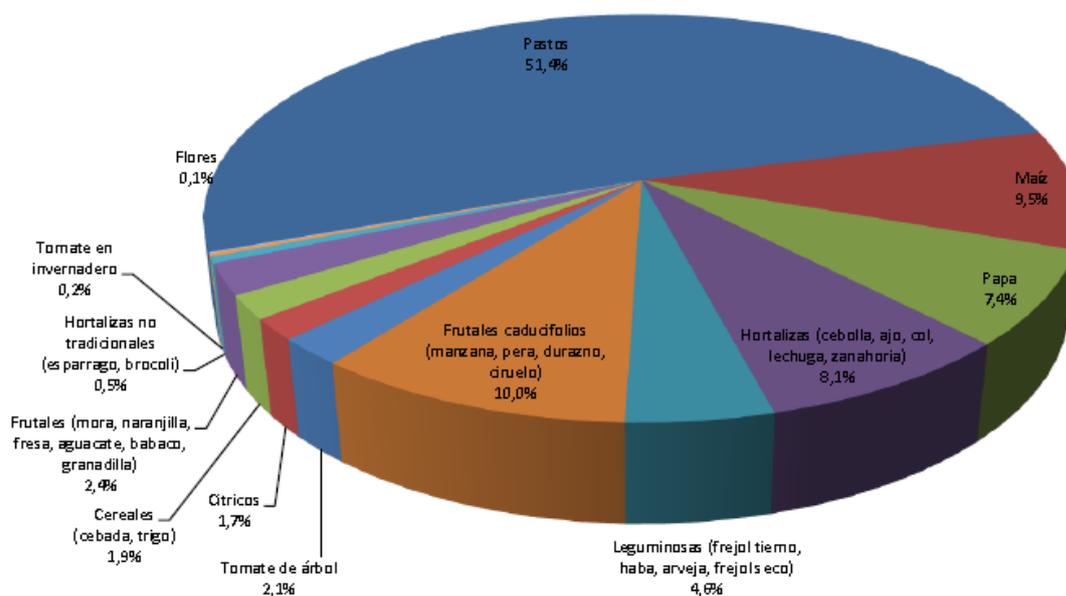
- Hay varias dinámicas socio-económicas y ambientales en la provincia que merecen mención, puesto que influyen sobre el rol de la agricultura bajo riego para los medios de vida de los regantes, y por ende sobre la necesidad de tecnologías que ayuden a adaptar al cambio climático. Las tendencias productivas que forman los sistemas de producción son:
- una creciente orientación y especialización **en todas las zonas** hacia la **producción ganadera** y el cultivo de pastos;
- el aumento en el uso de agroquímicos y fertilizantes químicos en cultivos *en todas las zonas*;
- la reducción de la **fertilidad** de suelos;
- el aumento de la **población** en las comunidades, con mayores demandas de agua, tierra etc.;
- y la introducción y siembra de nuevas **variedades** de cultivo desfavorables para el almacenaje.

Las nuevas o mayores **amenazas climáticas observadas localmente** como consecuencia del cambio climático global son fenómenos que **actúan en concierto** con estas dinámicas sobre la cuenca, la zona de producción y la zona que demanda la producción bajo riego.

¹²El texto a continuación sobre la agricultura bajo riego y los efectos del cambio climático en la provincia de Tungurahua es tomado (con permiso) del resumen ejecutivo de un estudio para el Programa de Agua en Cuencas de Tungurahua (PACT) realizado por Doornbos (2011). Las referencias bibliográficas pueden encontrarse ahí.

En cuando a los sistemas de producción encontrados en la provincia, la consultora AHT et al. (2005: Anexo 4.9) logró reconstruir el **patrón de cultivos** a nivel provincial en base a múltiples fuentes secundarias, con un área total de 68.231 has (ver la Figura 5). Los datos evidencian que el cultivo más importante en la provincia de Tungurahua, que cubre la mitad del área bajo cultivo, es el **pasto**, para la **ganadería lechera**. Cultivos como papa, hortalizas, frutales, cultivos de invernadero y flores y algunas zonas con pastos (alfalfa, de corte) reciben aplicaciones **de riego de forma continua**. Probablemente cultivos como el maíz, árboles frutales (de hoja caduca) y algunas leguminosas reciben aplicaciones de **riego ocasionales**. **Cultivos principalmente a secano** probablemente sean pastos, igual que algunas leguminosas (haba) y cereales (cebada, trigo).

Según un estudio reciente de INIAP-CESA (2010:115), con agricultores de 13 comunidades en los **cantones Pelileo y Ambato** de la provincia de Tungurahua, el agro se caracteriza por ser productivo y comercial, con un tejido organizativo e institucional fuerte. La **articulación al mercado** es fuerte y también el **acceso a servicios de apoyo al agro**, como crédito, asistencia técnica/capacitación e información para la comercialización, es mejor que en otras provincias (ibid: 117-118).



Fuente: basado en AHT et al. (2005: Anexo 4.9)

Figura 5: Patrón de cultivos a nivel provincial

Ese trabajo, enfocado en las posibilidades de promover una producción más limpia, ofrece un interesante análisis FODA para la producción de cultivos en los cantones mencionados, según la Figura 6. Muestra que las principales amenazas para la producción (limpia) están en el **mercado fluctuante, el clima (cambiante) y el alto uso de agroquímicos y la**

reducción de zona de cultivo por la expansión urbana, similar a la problemática encontrada en Chambo-Guano.

FORTALEZAS		OPORTUNIDADES	
<ul style="list-style-type: none"> • Estar organizados • Existencia de mercado y clientes establecidos (para las organizaciones de PACAT) • Calidad del producto • Conocimiento ancestral • Diversidad de productos • Fertilidad de nuestros suelos • Estamos entendiendo que estando organizados se puede tener mayores logros • Disponibilidad de riego • Calidad de los productos reconocida • Son muy unidos • Comparten 	<ul style="list-style-type: none"> • Son solidarios • Ubicación geográfica estratégica • Capacidades locales • Productores comprometidos al cambio • Manejo ancestral • Acceso a créditos • Acceso a comercio asociativo • Fortalecimiento organizacional • Servicios básicos • Vías de primer orden • Habilidades y destrezas: atención al cliente 	<ul style="list-style-type: none"> • Ley de Soberanía Alimentaria • Acceso a la capacitación • Giras de observación • Posibilidad de expansión de mercado • Tecnificación del riego • Acceso al crédito (en cooperativas) • Industrialización de productos (agroindustria) • Vías de acceso en buenas condiciones • Se tiene impermeabilizado los canales de riego • Construcción de riego tecnificado 	<ul style="list-style-type: none"> • El apoyo de la Estrategia Agropecuaria de Tungurahua • Obtención de semillas • Capacitaciones • Giras • Incrementan los conocimientos • Coordinación institucional • Ubicación geográfica • Comercialización e intercambio de productos • Intercambio de experiencias • Sistemas de riego
DEBILIDADES		AMENAZAS	
<ul style="list-style-type: none"> • Limitado acceso a semilla de calidad • Poco interés por mejorar la producción • Falta de comunicación • Falta de legalización de tierras • Deficiente accionar de los líderes • Falta de capacitaciones • Participación muy débil - Interés de la gente • Falta de organización para la comercialización • Falta de marketing • Pos cosecha – valor agregado • Falta de control del uso de insumos químicos • No tener un mercado propio solo de productores 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de mano de obra • No hay reuniones frecuentes • Pérdida de interés de algunos socios • Intereses personales (si no reciben algo se van) • Productores con agricultura convencional • Desvalorización del conocimiento ancestral • No se valora la producción limpia (precio) • No se planifica el sistema de siembra • Jóvenes emigran a otras ciudades • Escasa mano de obra • Falta de agua de riego en verano • Procesos de legalización de tierras • Dependencia de casas comerciales • Valor agregado a productos 	<ul style="list-style-type: none"> • Fenómenos naturales (señiza, heladas) • Subvaloración de productos • Presencia de intermediarios • Falta de mercado diferenciado • Alta publicidad de empresas de productos agroquímicos (influencia externa) • Falta de control de los desechos • Aguas contaminadas • Los intermediarios en el mercado • Cambios climáticos • El volcán Tungurahua (cenizas) • No hay control de los Ministerios correspondientes en la venta de agroquímicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de concientización de la gente en el manejo de los RRNN • Mercado • Competencia • Compañeros que no están convencidos de la producción limpia • Precio alto de insumos biológicos • Reducción de espacios de cultivos (urbanizaciones) • Ingreso de productos externos (otras provincias)

Figura 6: Análisis FODA de la producción agropecuaria limpia en Tungurahua

Fuente: INIAP-CESA (2010: 121)

4.1.3.2. Amenazas climáticas relevantes para la agricultura en la Provincia de Tungurahua

La provincia de Tungurahua se caracteriza por su **clima relativamente seco**, con una precipitación total multianual de entre **500 a 750 mm** en la zona interandina. La evapotranspiración potencial estaría ente **1.100 a 1.200 mm/año**, lo cual indica un claro **déficit hídrico** en la zona interandina. De cualquier manera, el régimen térmico y pluvial de la provincia es **altamente variable, en espacio y en tiempo**. La **variabilidad** de las precipitaciones es **mayor en la zona interandina**, en donde la precipitación es menor. En las zonas altas y en la parte oriental de la provincia, que tienen más precipitación, la variabilidad es menor (HCPT et al., 2004:12). Se puede suponer que en un contexto de precipitaciones más bajas y con mayor variabilidad histórica entre años y meses, los posibles efectos del cambio climático serán **más críticos desde la perspectiva de los requerimientos hídricos de los cultivos**, aunque también se espera que los agricultores estén históricamente más preparados.

Amenazas climáticas según los registros meteorológicos en la zona

La Estrategia Agropecuaria de Tungurahua plantea entre sus nueve líneas estrategias, **reducir los riesgos agropecuarios**. La **actividad volcánica, los sismos y el clima** son los principales ámbitos de riesgo de origen natural en la provincia.

De los 203 eventos extremos reportados entre 1970 y 2010, la mitad (102) está relacionada con el **clima**. Ocurrieron especialmente a partir del 2000. Las **amenazas climáticas** relevantes para la agricultura en la provincia son: **intensas lluvias, sequías y heladas**. Históricamente, los eventos extremos de origen climático han ocasionado pérdidas de cultivos. Con el cambio climático se puede esperar un **aumento** en la frecuencia y severidad de los eventos extremos. Sin embargo, la agricultura también es y será afectada por **cambios paulatinos en las variables climáticas**, menos dramáticos pero no menos importantes.

Los **análisis** de las **series meteorológicas** muestran que hay cambios paulatinos en temperatura y precipitación para varias estaciones de la provincia. Para **Ambato**, el trabajo de Ontaneda et al. (2002a:53) mostró que la **temperatura media** para la serie 1962-2000 tuvo un cambio de +2.1°C o **+0,055 °C/año**. Para la **precipitación** las tendencias son menos claras. Para la serie de precipitación media entre 1962-2000, la distribución es **irregular** a través del tiempo pero presenta **una tendencia positiva** con un cambio del orden del **+ 34%**.

En el estudio exploratorio por Doornbos (2011), se analizó la **temperatura media anual y mensual** de seis estaciones. En todas las estaciones se observó una **tendencia al aumento** en la temperatura media mensual, que varía para **julio (mes más frío) entre 0,020 a 0,068 °C/año** y para **noviembre (mes más caliente) entre 0,010 a 0,085 °C/año**. Los datos para las dos estaciones de Ambato son los más altos, mientras que los aumentos de Píllaro y Patate son más modestos.

También se analizaron los datos de nueve estaciones para identificar tendencias en la **pluviometría**. En comparación con los datos de temperatura, el coeficiente de correlación es muy débil en varios casos. De todas maneras, en la mayoría de las estaciones la **precipitación total anual muestra una tendencia positiva**, que varía entre +0,46 mm/año en Cevallos a un valor alto de +7,42 mm/año en Patate. Para las estaciones en Ambato, la tendencia está en +2,6 y +3,0 mm/año, Pilahuín +1,8, Tisaleo 3,7 y Cevallos con solo +0,46 mm/año. Pelileo, Patate y Baños muestran 4,6, 7,4 y 2,5 mm/año respectivamente. La única excepción es **Píllaro**, donde la **tendencia** lineal es **negativa**, indicando una reducción del total anual con **-1,79 mm/año en promedio entre 1962-2000**.

Los aumentos en temperatura y los cambios en el patrón de lluvias en la provincia afectan a la **hidrología** de forma directa y de forma indirecta vía los glaciares del Carihuayrazo y el Chimborazo, que aportan agua para el río Ambato. Para el Carihuayrazo, la reducción del área glaciaria fue de **92% entre 1956-2008**, con una reducción de 23% entre 2003-2008. Si bien en los años actuales son todavía relevantes, investigadores del IRD han señalado que

es posible el glaciar del Carihuayrazo (y en menor grado el del Chimborazo) dejará de aportar al río Ambato en unos 20 años. Eso haría que el régimen llegue a ser **totalmente dependiente de la precipitación**, con picos entre febrero a abril y con caudales más bajos en julio y agosto.

Amenazas climáticas percibidas por los agricultores de la zona

Los agricultores de cinco zonas relevantes para el Programa de Agua en Cuencas de Tungurahua (Yatzaputzán, Toallo, Alobamba, Andahualo, Poaló y los usuarios del canal Mocha – Huachi) coinciden al señalar que **definitivamente hay cambios en el clima**.

Los **cambios comúnmente observados** por los agricultores cubren **seis campos**. El primero, cambios en el régimen temporal de las **heladas**: el período de riesgo ya no está limitado a ciertos meses (entre Julio a Diciembre) sino que las heladas pueden presentarse en cualquier mes. Segundo, observan **menos lluvia** y en general la ocurrencia inesperada de **periodos secos** (de varias semanas) más frecuentes, en combinación con una menor intensidad de precipitación que antes. Los meses de mayor reducción varían por zona. La **radiación solar** y el **calor** son más fuertes y se experimentan mayores variaciones en temperatura a lo largo del día. En varias zonas ha bajado el número de eventos de **nevadas y granizadas**, lo que reduce los caudales en las partes altas. A pie del Carihuayrazo se observa su **desglaciación** y en general, se observa **menor disponibilidad de agua** en las partes altas, aunque por múltiples razones: cambios en el uso del suelo, mayores demandas de agua aguas arriba y también cambios en el patrón temporal y espacial de las diferentes formas de precipitación y la desglaciación.

Estos cambios ya han tenido **efectos e impactos sobre los sistemas locales de producción** y han incentivado **ajustes de parte de los agricultores**, aunque claro está, siempre en concierto con otros factores y tendencias que afectan a las decisiones de los productores ya mencionados. Los cinco efectos más importantes son:

- a) los agricultores están sin seguridades para la **planificación del calendario agrícola**; las estaciones y los periodos de siembra dejaron de ser predeterminadas. En varias zonas, hoy en día **se puede sembrar en cualquier época**;
- b) los **requerimientos hídricos** de los cultivos han aumentado, haciendo para muchos cultivos ahora necesario el **riego**;
- c) la **seguridad alimentaria** se reduce: antes se producía más cultivos para el autoconsumo y para la venta. Ahora los cultivos implican demasiados riesgos y los agricultores han dejado y dejan de sembrar cultivos, y/o lo hacen en una menor área, y solo para el autoconsumo. Hay mayor dependencia de alimentos comprados y la diversidad en tipo de cultivos se está reduciendo;

d) la **reducción de precipitación afecta a la producción de pastos** y por ende la producción lechera: los repentinos períodos secos disminuyen la producción de pastos de corte, haciendo necesario la **compra de hierba**; y

e) la aparición de **nuevas plagas y enfermedades** en algunas zonas es atribuida a cambios en el clima.

Las observaciones de los agricultores **coinciden parcialmente** con las tendencias de las series históricas, en cuanto a temperatura y desglaciación. Para los cambios en los patrones de **precipitación no parece haber congruencia en todas las zonas**, o por lo menos el análisis trimestral no es suficiente para poder compararlos. En las dos zonas **de Píllaro, al parecer hay mayor congruencia**. Los cambios en cuanto a la ocurrencia de heladas, muy importantes, merecen aun **mayor investigación** de las series meteorológicas, para contrastar y acercar más las dos esferas de observación.

Frente al conjunto de estas tendencias climáticas, de mercado y otras, los agricultores expresaron dos **aspiraciones productivas** en caso de un mejor acceso a riego: 1) **regar pastos**: aumentar el área bajo pastos con riego y/o aumentar la dotación en los pastos existentes ya bajo riego y b) **renovar árboles frutales** y posiblemente invertir en **nuevos cultivos como fresa o mora** adicionalmente.

Da la impresión de que los agricultores aspiran a aplicar esta herramienta (o medida de adaptación) de un (mejor) riego **en primer lugar a los pastos** y con **mucho menos prioridad para la producción de cultivos (de autoconsumo)**. El riesgo podría ser que el riego se oriente a **intensificar la orientación ganadera**, antes que a diversificar cultivos con mejores rendimientos o incluso para garantizar la seguridad alimentaria. Sería importante generar o difundir **ejemplos productivos concretos**, de una producción más limpia orientada a mercados especializados y/o directos, proponer pruebas de variedades, etc.

4.1.4. Proyecto de riego Río Javita¹³

4.1.4.1. Descripción general, problemas y tecnologías en uso

¹³ Como se podrá ver en el texto que sigue, el sistema de riego Javita es todavía un proyecto, actualmente en fase de estudios definitivos (Vera, comunicación personal 2012). Sobre su diseño se presenta información obtenida de documentos y a partir de entrevistas. La descripción se complementa con datos acerca de la población del cantón Colonche, parte de la cual será beneficiada por el proyecto; se asume que estos beneficiarios compartirán las características del resto de la población del cantón.

La cuenca del río Javita está localizada en la **parroquia Colonche del cantón Santa Elena**, al norte de la península de Santa Elena¹⁴, en la provincia del mismo nombre. Se encuentra entre las coordenadas¹⁵ 81° 30' 00" de longitud oeste y 2° 00' 00" de latitud sur y abarca una superficie de 796 Km² (Orlando, 2002b, p. 2). **Sus afluentes nacen en la cordillera de Chongón Colonche o costanera**: el río Nuevo se une con el Guangala para formar el Javita, que después de unirse con el río Salado desemboca en el océano Pacífico entre las poblaciones de Palmar y Monteverde. La cuenca tiene una longitud de 94 km (Orlando, 2002a, p.7). Las máximas alturas de la cordillera se encuentran a 300 m.s.n.m.

El área beneficiada por el proyecto de riego incluye la llanura aluvial del río Javita y los valles laterales de los ríos Guangala, Viejo y Salado. Toda la zona es relativamente plana, con pendientes de alrededor del 3%; en sus bordes laterales la topografía es ondulada, mostrando colinas con pendientes de hasta un 10% (Orlando, 2002a, p. 8). La cota más alta es 42 msnm en la cabecera del valle; la más baja, 6 msnm al final de la llanura. La zona beneficiada termina con una serie de camaroneras localizadas entre la población de Colonche y el mar.

El proyecto de riego Javita fue propuesto originalmente como parte del Plan Hidráulico Acueducto Santa Elena (PHASE), formulado por la Comisión de Estudios para el Desarrollo de la Cuenca del Río Guayas (CEDEGE) en la década de los 80 del siglo pasado. El proyecto consiste en **una represa** localizada en el curso del río Nuevo a la altura de la población de San Vicente y una serie de canales de riego, que según la actual reformulación (Soria, comunicación personal, noviembre 2012) serán ductos cerrados para transmitir agua a presión, aprovechando el desnivel entre la represa y el mar al cierre de la cuenca. Además, se construirá **un trasvase** que permitirá llevar, en caso de que el reservorio lo requiera, agua desde el embalse Daule-Peripa hacia el embalse San Vicente. De todo el proyecto únicamente se edificó la Presa San Vicente (terminada en el año 2002) y un canal de riego de unos 3 km de largo que recorre la zona inmediatamente inferior a la represa.

La presa tiene un aliviadero de hormigón armado con capacidad de descarga de 1.300 m³ /s a la cota 57.5 m.s.n.m.¹⁶ y una obra de toma a la cota 45 m.s.n.m. dentro del espejo de agua, que descarga a una caja disipadora de energía para conectarse al canal de distribución de agua. El nivel de coronamiento está a los 62 m.s.n.m. El embalse tiene una longitud de 1900 metros y una capacidad bruta de 44 x 10⁶ m³ de agua. A la máxima capacidad, el espejo de agua es de 550 hectáreas (Orlando, 2002a).

El área de riego abarcaría entre 8315 (Orlando, 2002e) y 10.000 hectáreas (Soria, comunicación personal 2012). En esa extensión se encuentran los siguientes poblados beneficiarios: Javita de San Marcos, Barbascal, San Marcos, Limoncito, Manantial de Guangala, San Vicente, Clementina, Guangala, Bellavista, Zapotal de Colonche, Cerezal,

¹⁴ Creada el 7 de noviembre de 2007. Incluye los cantones Santa Elena, Salinas y La Libertad.

¹⁵ Se refiere a las coordenadas del centroide de la cuenca.

¹⁶ Estructura defectuosa que ha obligado a vaciar buena parte del agua acumulada después del invierno 2012 (Soria, comunicación personal 2012).

Luz de América (Orlando, 2002c). Beneficiaría a alrededor de 10.000 habitantes del valle del río Javita.

Según CEDEGE (citado por Orlando 2002a), los suelos en las riberas de los ríos de este valle son profundos, estratificados y sin signos evidentes de sales tóxicas; muestran gran variedad de texturas, desde arcillosos finos hasta areno-francosos. El pH es ligeramente alcalino, **la fertilidad es buena y los suelos van desde bien drenados a moderadamente drenados**. Estas características se mantienen hasta la altura de la población de Colonche. A partir de ahí la llanura se expande y se acerca al océano, las pendientes disminuyen notoriamente y se presentan depresiones muy arcillosas con tendencia a la salinidad subsuperficial. La salinidad se acentúa cerca de Palmar, lo que disminuye su potencial agrícola¹⁷. Los suelos de las colinas que circundan el valle tienen menor profundidad, encontrándose en algunos casos, el material rocoso a pocos centímetros de la superficie. La erosión en el valle es poco perceptible, pero es severa en las partes inclinadas.

Según relatan los pobladores locales, expertos del MAGAP y la literatura consultada (Orlando, 2002b), la agricultura de secano que existía en el valle hasta mediados del siglo pasado era tan productiva que permitía incluso la exportación de hortalizas; pero **prolongadas sequías** habrían llevado a los habitantes locales a recurrir al bosque para obtener madera para vender y animales para su subsistencia. Con esta intensa explotación prácticamente **se terminó con el bosque seco tropical que existía originalmente en esta zona y toda la península de Santa Elena**; en un recuento fechado en el año 1992 (Orlando, 2002b. citando a García, G. 1992) se señalaba que la vegetación natural se reducía a pequeñas extensiones de bosque seco tropical (en las subcuencas de los ríos Nuevo y Guangala); bosque seco premontano (en las cabeceras del río Nuevo, en una zona de garúa y neblina); y bosque húmedo premontano (en las cabeceras del río Guangala, también una zona de garúa y neblina permanente).

Los usos del suelo al año 2002 dan cuenta de la vocación agrícola y la gran pérdida de vegetación nativa de este territorio: agrícola, 86%; Pastos cultivados: 1,7%; Pastos naturales: 7,6%; y otros usos (camaroneras): 4,85% (Orlando, 2002a)

En cuanto a población, según el INEC (2010) el cantón Santa Elena tiene 144.076 habitantes, lo cual representa el 47% de la población total de la provincia (de 308.693 habitantes). Sin embargo, su gran extensión y carácter básicamente rural hacen que su densidad poblacional sea baja: de apenas 372,9 habitantes por km² contra 3840,75 en el cantón La Libertad y 3360,45 en el cantón Salinas. La parroquia Colonche, a pesar de ser la más grande de la provincia, tiene, con 31.322 habitantes, apenas una densidad poblacional de 27,25 habitantes por km² (Tabla 7) (recuérdese que el proyecto de riego beneficiaría a unos 10.000 habitantes, es decir a un tercio de la población de la parroquia).

¹⁷ Además, según varios campesinos (Guale) y Soria, la presencia de las camaroneras ha acelerado la salinización y contaminado el acuífero.

Tabla 7: Características demográficas, provincia de Santa Elena y cantón Santa Elena

Cantón	Parroquia	Población	% población pobre según NBI	Superficie de la parroquia (km ²)	Densidad Poblacional
La Libertad	Total	95.942	67%	24,98	3.840,75
Salinas	Total	68.675	61%	68,17	3.360,45
Santa Elena	SAN JOSÉ DE ANCÓN	6.877	60%	65,94	104,29
	SANTA ELENA	53.174	68%	536,34	99,14
	MANGLARALTO	29.512	91%	426,00	69,28
	ATAHUALPA	3.532	76%	77,81	45,39
	COLONCHE	31.322	89%	1.149,33	27,25
	CHANDUY	16.363	95%	769,02	21,28
	SIMÓN BOLÍVAR	3.296	100%	572,58	5,76
	Total	144.076	81%	3.597,02	372,39

Fuente: INEC, Censo 2010

Un 49% de la población de toda la provincia es pobre según el Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI); esta cifra llega al 81% en el cantón Santa Elena en particular. La parroquia Colonche tiene un 89% de pobres. La pobreza está más concentrada en el área rural, en todos los cantones¹⁸ (Figura 7 y Figura 8)

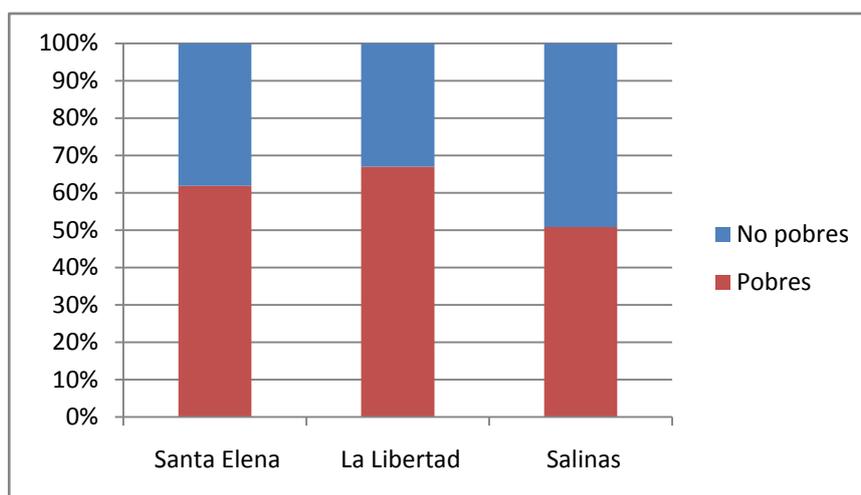


Figura 7: Porcentajes de población pobre y no pobre, cantones de la provincia de Santa Elena

Fuente: INEC, Censo 2010

¹⁸ La Libertad solo tiene población urbana.

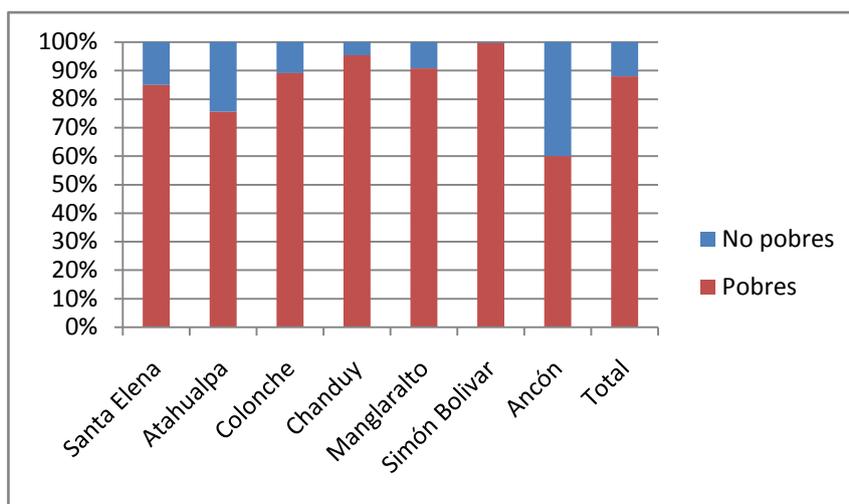


Figura 8: Porcentaje de población pobre y no pobre, parroquias del cantón Santa Elena

Fuente: INEC, Censo 2010

El acceso de la población a los servicios básicos es limitado, especialmente en lo concerniente a la eliminación de excretas; así, únicamente un 2% de la población de la parroquia Colonche tiene red de alcantarillado. La mayoría (37%) cuenta con pozos sépticos, pozos ciegos¹⁹ (19%) y letrinas (21%). Un importante 21% de la población no tiene ningún medio para eliminar sus excretas (Figura 9).

¹⁹Un **pozo ciego** o **pozo negro** es una excavación en el terreno en forma de **pozo**, con paredes perforadas. Mientras que la parte líquida se filtra en el terreno, la sólida queda retenida hasta que se descompone por efecto bacteriano. Un **pozo séptico** es un tanque que permite la separación de los sólidos y líquidos y la salida de estos últimos a través de un conducto. Una **letrina** es una instalación muy simple: un agujero en cuyo extremo superior se ha colocado una tapa de cemento y un inodoro.

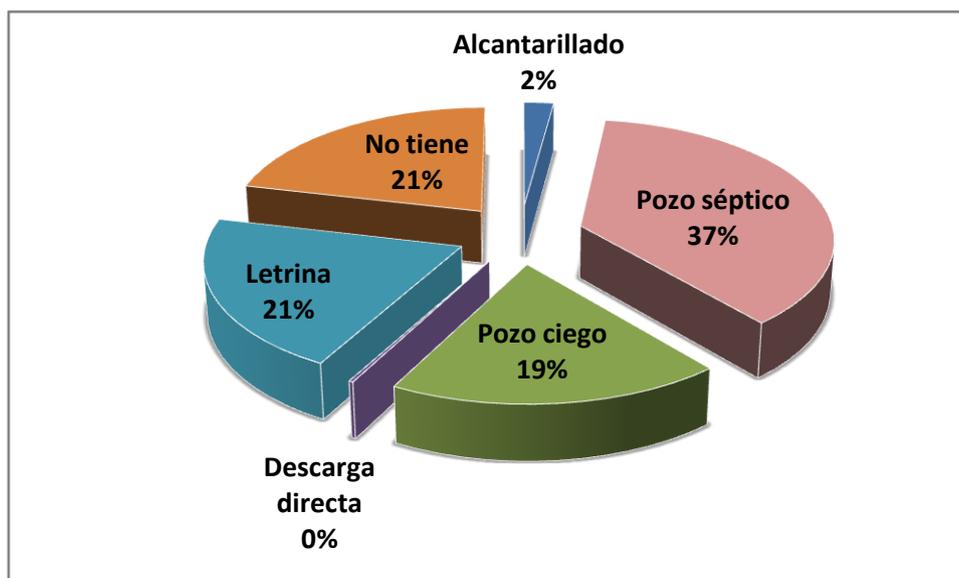


Figura 9: Formas de eliminación de excretas, parroquia Colonche

Fuente: INEC, Censo 2010

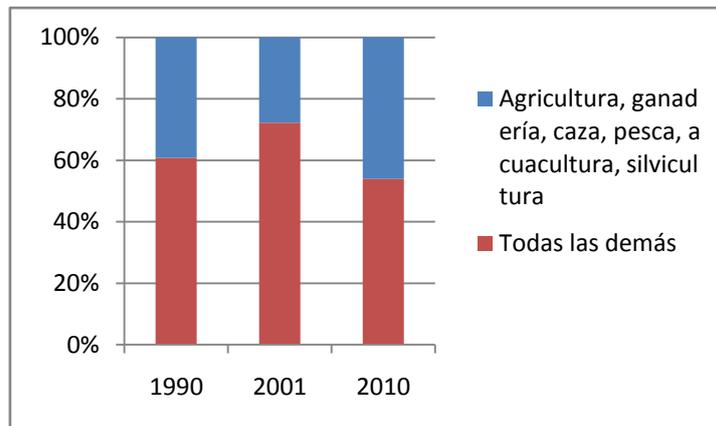
El acceso a agua para consumo del hogar evidencia la importancia de los pozos para ello: 73% de la población obtiene agua de la red pública (en algunos casos, de pozos profundos) y un 20%, de pozos (se asume que serán pozos excavados en el patio de la vivienda). El resto de la población obtiene agua de ríos, vertientes, acequias, canales y otras fuentes no especificadas. Durante la visita de campo algunos pobladores mencionaron que compraban agua de tanqueros.

En cuanto a los sistemas de producción encontrados, a continuación se resumen datos censales y los hallazgos de la visita de campo, aclarando que esta sería una primera aproximación, muy superficial, a los sistemas de producción existentes actualmente en el valle del Javita. También se obtuvo información de agricultores en situación muy parecida a los de la zona, en la comuna Chanduy (sur de la península) y en la zona de Valdivia (al norte del valle del Javita).

Los datos censales evidencian la importancia de la agricultura en la economía de esta provincia; así, la agricultura y actividades conexas (ganadería, silvicultura), la pesca, acuicultura y caza, representan un porcentaje importante de las actividades de la Población Económicamente Activa (PEA) del cantón Santa Elena (Figura 10). En el censo del 2010 un 46% de la PEA de la parroquia Colonche estaba dedicado a estas labores²⁰. Sin embargo, técnicos de la SRD del MAGAP señalan que, dado lo precario de la agricultura a secano, muchos habitantes se ocupan parcialmente en trabajos ocasionales como albañilería, venta de dulces, labores de asistencia en la pesca, etc. en los poblados cercanos y en La

²⁰ Los datos constantes en la página web del INEC no permiten separar a la agricultura y la ganadería de las otras actividades. Se supone que la actividad pesquera tendrá su importancia en el cantón Colonche, por la población costera de Palmar.

Libertad. Su dedicación a la agricultura sería a tiempo parcial; esta situación fue confirmada por entrevistados en la comuna Zapotal, que no está en la zona de Javita pero comparte sus características climáticas (Ramírez y Lindao, comunicación personal 2012). Durante la visita no se pudo entrevistar a agricultores que estuvieran en esta situación (**agricultura a secano + trabajos ocasionales fuera de la zona**).



NOTA: los datos se refieren a la zona rural del cantón Santa Elena

Figura 10: Porcentaje de la PEA dedicado a labores relacionadas con la agricultura, Santa Elena, 1990-2010

Fuente: INEC

Otra característica muy llamativa de la PEA del cantón Santa Elena y la parroquia Colonche es que **las mujeres prácticamente no participan en las actividades económicas** (Figura 11). Al año 2010, las mujeres representaban apenas un 16% de la PEA total y un 3% de la PEA agrícola de la parroquia Colonche. Las únicas actividades donde existen más mujeres que hombres son la enseñanza, la atención de salud, el rol de empleadoras en hogares y la gestión inmobiliaria; juntas, estas actividades representan apenas un 6% de toda la PEA del cantón. Este dato fue confirmado durante la visita de campo: todos los entrevistados señalaron que sus esposas e hijas no participaban en las actividades productivas.

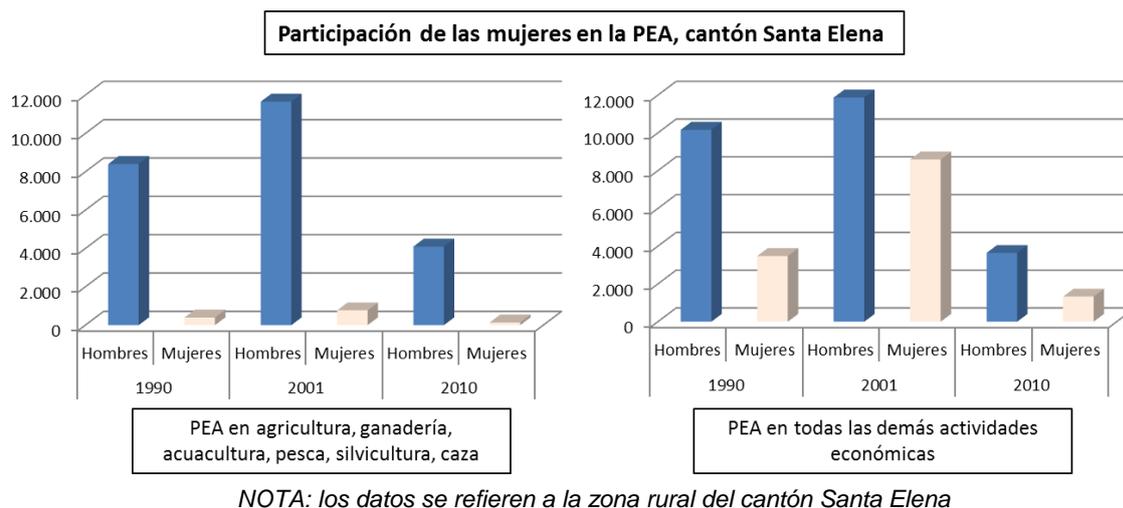


Figura 11: Participación de las mujeres en la Población Económicamente Activa, cantón Santa Elena

Fuente: INEC

Según técnicos de la SRD del MAGAP, **la mayoría de unidades productivas de la zona tiene entre 2 y 5 hectáreas de extensión**. Los agricultores cultivan en tierras de su propiedad pero también arriendan tierras de ser necesario.

Todos los agricultores entrevistados durante la visita de campo obtienen agua para sus cultivos, sea por medio de pozos someros excavados en el lecho de los ríos del valle²¹, sea captando agua del único canal de riego que sale de la presa San Vicente. En todos los casos, **el agua se extrae con bombas a gasolina o diesel** de potencia variable según su función (servir a varios usuarios o a uno solo). Luego, el agua se transporta por mangueras gruesas hasta la propiedad de cada agricultor. La práctica de cavar pozos en el lecho del río es muy tradicional (Constante, comunicación personal 2012).

Una vez obtenida el agua, algunos agricultores habían incursionado en el riego tecnificado por goteo; unos con asistencia técnica (Ramírez, Lindao, Rivas, participantes en el Proyecto Integral de Desarrollo Agrícola, Ambiental y Social de forma Sostenible del Ecuador (PIDAASSE)); otros, aplicando técnicas aprendidas en otros lugares y mediante prueba y error (Constante, comunicación personal, 2012). Un agricultor en la zona de Valdivia, que también obtiene agua mediante pozos someros en el lecho de un río cercano a su propiedad, aplica **riego por gravedad, en melgas** alrededor de sus limoneros y otros cultivos.

Únicamente dos agricultores (padre e hijo, Guale, comunicación personal, 2012) de la comuna de Colonche, en la zona baja del valle, señalaron que tenían algunos **cultivos a secano**, porque el agua que antes obtenían (de pozos en el lecho del río Javita) se había

²¹Técnicos de la SRD señalaron que en la zona se encuentran entre 15 a 20 pozos

vuelto salobre, según ellos debido a la proximidad de unas camaroneras que se encuentran al cierre del valle.

Durante la visita se encontraron cultivos de **sandía, pimiento, cebolla, tomate riñón, limón, melón, pepino, maíz, fréjol de palo, plátano y cacao**. Prácticamente toda la producción se destina al mercado, pero los productores también siembran para su consumo y se venden productos entre ellos. Todos los productores excepto uno en Valdivia utilizan **plaguicidas y otros insumos químicos en sus cultivos**. Según CEDEGE (citado por Orlando, 2002a), el 52% del costo de producción correspondería a estos agentes (ver Tabla 8); según esos datos, el costo de producción promedio por hectárea sería de 2576 dólares.

Tabla 8: Composición del costo de producción de algunos cultivos, Península de Santa Elena, 2001 (Fuente: CEDEGE, citado por Orlando, 2002a)

Cultivo	Tipos de costo (en dólares)				Costo Total
	Maquinaria	Insumos	Mano de Obra	Otros	
Vid (4 años)	355	2776	2015	383	\$5529
Piña	305	2169	910	169	3553
Papaya (1 año)	390	883	510	89	1872
Sandía	311	798	475	91	1675
Tomate mesa	275	1852	800	256	3183
Cebolla	255	1201	1075	266	2797
Pepino	311	723	475	88	1597
Pimiento	265	1452	555	113	2385
Melón	315	1290	350	118	2173
Guayaba (4 años)	320	667	500	74	1561
Plátano (1 año)	380	1058	475	95	2008

4.1.4.2. Amenazas climáticas relevantes para la agricultura en el valle del Javita

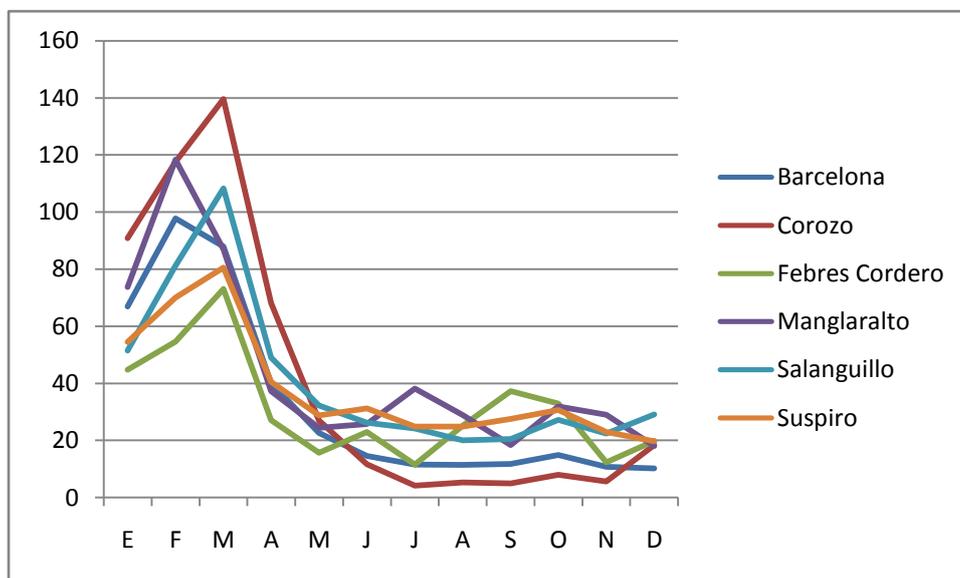
El clima en la zona se define como de tipo tropical ecuatorial semiárido con precipitaciones alrededor de los 500 mm/año (Orlando, 2002a); esta cifra coincide con el análisis del INAMHI. Con una evapotranspiración potencial de entre 1000 y 1200 mm/año, es evidente la situación de déficit hídrico de la provincia.

Amenazas climáticas según los registros meteorológicos de la zona

Actualmente no existen estaciones meteorológicas en o alrededor de la zona (Mejía, comunicación personal, noviembre de 2012). Orlando (2002a) analiza datos de la estación **Corozo** de la CEDEGE, ubicada a 60 msnm y localizada en el valle del Javita. Según esta fuente, Las precipitaciones son menores a 500 mm anuales; la temperatura media es de

25°C, la heliofanía de 1200 horas-luz/año, los vientos con velocidad media menor a 2 m/s, una evaporación de 1500 mm/año y humedad relativa del 80%.

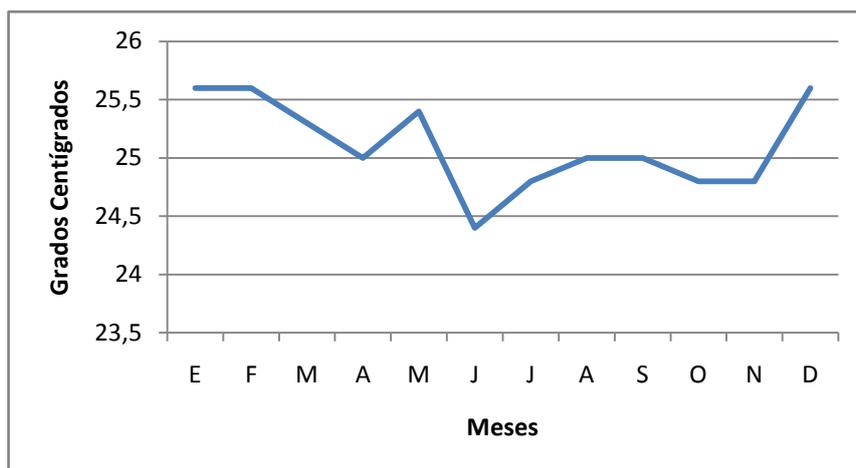
Como se aprecia en la Figura 12 y la Figura 13, ante una temperatura relativamente estable a lo largo del año, la precipitación es el factor más determinante del clima, con meses prácticamente secos durante la segunda mitad del año. La mayor parte de las lluvias (85% según Rossel, 1996) ocurre en los primeros 4 meses del año, mientras que el 15% restante se distribuye en los ocho meses siguientes. Es en esta época en que se presenta la característica “garúa”. La gran variación estacional de la precipitación causa grandes fluctuaciones en los caudales de los ríos, que en esta parte de la península pueden estar secos varios meses al año.



NOTA: Todas las estaciones tienen un período de registro de 15 años, entre 1961 y 1975.

Figura 12: Precipitación mensual promedio, Estaciones en y cercanas a la cuenca del río Javita

Fuente: CEDEX, estudios de diseño del sistema de riego Javita, año 1984, proporcionado por L. Meza (SRD MAGAP).



NOTA: no se ha logrado confirmar el período de registro de esta estación. Se asume que Orlando (2002a) presenta valores mensuales promedio del período de registro.

Figura 13: Temperatura media mensual, estación Corozo

Fuente: CEDEGE, citado por Orlando, 2002^a.

También ocurre **gran variación de las precipitaciones de un año a otro**. Según Rosse (1996), esta irregularidad interanual sería debida a las oscilaciones climáticas relacionadas con el fenómeno de El Niño. Cualquiera sea la causa, esta variabilidad trae como consecuencia frecuentes sequías, pero también inundaciones, especialmente en las zonas planas y bajas de las llanuras de los ríos costeros.

Coincidiendo con lo señalado en el párrafo anterior, tanto los pobladores como los funcionarios del MAGAP consultados señalan que **la región se encuentra sujeta a una prolongada sequía desde hace algunos años**. El Plan Preliminar de Desarrollo Provincial (CIPAPSE 2007, p. 45) señala, sin citar la fuente, que han existido los siguientes períodos de sequía y exceso de lluvias en la historia reciente de la península:

1949 – 1969	Gran sequía
1969-1982	Sequía moderada
1983	Fenómeno de El Niño (recarga de acuíferos)
1983 – 1988	Sequía moderada
1989 – 1991	Sequía pronunciada, pérdida de la capacidad de pozos someros
1992 – 1997	Sequía moderada
1997 – 1999	Fenómeno de El Niño
1998 hasta la actualidad	Sequía pronunciada, pérdida de la capacidad de pozos someros

Amenazas climáticas percibidas por los agricultores de la zona

Durante las entrevistas realizadas, los agricultores locales describieron así los fenómenos climáticos (Tabla 9):

Tabla 9: Cambios en las variables climáticas según los agricultores

Variable climática	Comentarios	Impactos sobre la agricultura	Observador/a
Disminución en la cantidad de lluvia	(desde hace 15-20 años) <i>“Las lluvias antes eran fuertes. Ahora se tornó desértica la vegetación”.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Se abandonó la ganadería • Antes había más bosque • Se tuvo que buscar trabajo fuera de la zona • Se pierden los cultivos 	JR, CG
	<i>“Antes llovía más. Ahora se seca más pronto por el calor”</i>		CGA
	En época de lluvia llueve unos días, luego deja de llover.		JR
	<i>“Ahora garúa menos, muy poco”.</i>		JR, CG
	<i>“Antes la garúa era de mayo a noviembre. En agosto no había garúa. En estos últimos años hasta llueve en agosto”.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • No se puede cultivar sin riego 	PR
	<i>“Antes garuaba mucho, mucho. En Colonche, con la garúa se podía sembrar sin problema”</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Muchos han emigrado porque ya no se puede cultivar. 	CG
	<i>Aquí siempre ha habido siete años buenos, siete años malos (se refiere a años lluviosos y secos). Ahora hay poca lluvia.</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Yo me tuve que ir hasta que terminaron el canal de riego, entonces pude volver para sembrar. 	José Rivas (JR)
	<i>“Este año llovió un poco, antes hubo 5 años sin lluvia”</i>	<ul style="list-style-type: none"> • No se produce. 	CGA
	<i>“El río se secaba un poco pero rápido se volvía a llenar”</i>	<ul style="list-style-type: none"> • El monte era más verde. 	PR
	<i>“Ya no hay invierno fuerte”</i>		PR
Más sensación de calor	<i>“Por el día hace más calor, en las madrugadas hace más frío”.</i> <i>“Antes el sol no quemaba tanto como ahora”</i>		JR
	<i>“A veces hace calor, a veces hace frío...”</i>		RCh
	<i>“Ahora es más caliente. Los fríos de garúa eran más fuertes”</i>	Usan más ropa de abrigo.	PR
	Ahora hay heladas: como neblina, nubes bajas, humedad.	Después caen plagas sobre los cultivos	PR
Viento	Son más fuertes los vientos ahora		

Fuente: entrevistas

Elaboración: equipo consultor

Como una nota curiosa, un agricultor recordó que su padre sabía si el año iba a ser bueno en lluvias mirando a la constelación de “Los Pincayes” (¿podría ser las Pléyades?); si las veían, el invierno sería bueno. Otros recordaban que cuando la planta de algarrobo florece antes del invierno, habrá poca lluvia.

4.1.4.3. Otros riesgos asociados al clima – otros factores ambientales

Aparte de las prolongadas sequías descritas antes, el riesgo más importante asociado con el clima es el Fenómeno de El Niño. Todos los entrevistados relatan que el Fenómeno 1982-1983 destruyó caminos, cultivos y pueblos enteros.

La presencia de la camaronera al cierre de la cuenca también es un factor de riesgo: el agua del lavado de las piscinas es arrojada al río Javita, lo cual según los pobladores ocasiona salinidad en los pozos.

4.1.5. Sistema de riego Poza Honda

4.1.5.1. Descripción general, problemas y tecnologías en uso

La represa de **de Poza Honda** es una presa hidráulica localizada en la parte alta del río Portoviejo, a 30 km de la ciudad de Portoviejo, capital de la provincia de Manabí, Ecuador, a una altura de 40 m.s.n.m. Fue construida entre 1969 y 1971. Su dique, de más de 12 km de largo, contiene un embalse de más de 100 millones de m³ de agua. La cola del embalse es de aproximadamente 12,5 km de longitud. En el Tabla 10 se pueden encontrar algunos datos técnicos del sistema Poza Honda. El sistema abarca a los cantones **Santa Ana, Portoviejo, Rocafuerte y Sucre** de la provincia de Manabí.

Del embalse de Poza Honda salen **10 m³/s**, de los cuales 2 son para agua potable, 7 para riego y 1 para mantener el caudal ecológico en el río Portoviejo y el sistema de canales²² (Alcívar, Velásquez, comunicaciones personales). Todo este caudal llega, por medio del río Portoviejo, a la **Presa Santa Ana**, de la cual salen los dos canales de riego principales, que distribuyen agua para consumo humano y riego, y **facilitan el drenaje de terrenos inundados**, en todo el valle del río Portoviejo, mediante una compleja red de canales secundarios y terciarios, tanto recubiertos de concreto como de tierra. Desde el año 2001, del embalse también sale el **trasvase Poza Honda-Mancha Grande**, que aporta agua al **río Chico**, asegurando su caudal todo el año.

En su diseño, el proyecto preveía el riego de 10500 ha netas, las cuales se han reducido sobre todo debido al **cambio de uso del suelo, que de agrícola ha pasado a ser urbano**

²²En los meses de verano la capacidad del embalse no es suficiente, por lo que se utilizan aguas provenientes del embalse de la Esperanza, gracias a un trasvase que, si bien fue parte del diseño original, apenas entró en funcionamiento en el año 2004.

(OEA-INERHI-CONADE, 1989); actualmente se estima que se han perdido entre 3000 y 5000 has (Velásquez, Alcívar, comunicaciones personales). Al mismo tiempo, se han incrementado algunas áreas debido a que algunos campesinos han elevado el agua, mediante bombas, hasta lomas cercanas (en un caso muy parecido al del sistema Chambo-Guano). Por otro lado, los resultados de un estudio catastral realizado en el año 2008 (ACOLIT, 2008) señalan que **en las tres zonas de riego existirían 11.082 predios que cubrirían una extensión total de 14.167 hectáreas, lo cual da un tamaño promedio de 1,27 has por predio; el 86% de los predios tiene menos de 2 hectáreas**. Según técnicos de la SENAGUA (Alcívar, comunicación personal) habría unos **4100 usuarios de riego**²³. El informe consultado no especifica el área de cada zona de riego, lo que podría dar pistas sobre dónde ha ocurrido este incremento en el área regada y dónde está el mayor fraccionamiento de propiedades.

A más de los canales, también **se extrae agua para riego y consumo humano de los ríos Portoviejo y Chico**, en cuyos cursos existen presas derivadoras: Mejía, Ceibal, Las Aguas, Cerritos y La Guayaba, en el Portoviejo, y La Ciénega, Pechiche y Pasaje en el río Chico.

La región de riego es un **valle** de fondo plano y escasa pendiente que sigue el curso de los ríos Portoviejo y Chico hasta llegar al mar. Está rodeada por lomas de hasta 250 metros de altura. Los suelos son de origen sedimentario; en el valle, son limo-arcillosos y profundos, fértiles y con buena retención de humedad, con problemas de drenaje y salinidad en algunos lugares (Durango y Pino 2005, citados por Maignan, 2007). En la parte baja del valle, fácilmente inundable, se cultiva arroz. Hacia las partes altas y a los lados del valle los suelos son más sueltos, menos profundos y un poco calcáreos; en ellos se cultivan hortalizas y frutales (Maignan, 2007).

El sistema fue construido bajo la administración del Centro de Reconstrucción de Manabí (CRM); tras varias transformaciones institucionales, actualmente es **operado y mantenido por la SENAGUA**, institución que absorbió al CRM. La SENAGUA está esperando los resultados de una consultoría en curso, que determinaría el costo a pagar en cada zona.

El funcionamiento del sistema es muy complejo. En cada zona de riego, una serie de **compuertas** regula el flujo del agua; una vez en los canales secundarios, existen otras compuertas y "**pantallas**" (estructuras parecidas a puentes en las que se puede colocar una hoja metálica o una tabla para interrumpir temporalmente el flujo del agua) que permiten elevar el nivel del agua, que entonces puede ser llevada a los caudales terciarios, donde a su vez existen más pantallas para nuevamente elevar el nivel del agua y permitir su entrada a las chacras. En muchas instancias, los propios agricultores construyen "tapes" (diques de palos y material heterogéneo) para lograrlo. Algunos agricultores invierten en adquirir bombas para extraer el agua, lo que hace la tarea más fácil y rápida pero no necesariamente elimina la necesidad de usar estos diques. No se sabe **cuántas bombas estén en funcionamiento** actualmente, pero muchas de ellas son a gas. Cuando los agricultores han invertido en bombas, usualmente instalan sistemas de **riego a presión** (a

²³Los técnicos de la SENAGUA cuestionan los resultados del catastro. De todas maneras, podría ser que haya dueños con más de un predio por lo que el número de usuarios sería menor al número de predios.

menos que cultiven arroz, en cuyo caso continúan con el riego por inundación). Se estima que un 10% del área de riego tendría **riego presurizado** gracias al uso de bombas. (Velásquez, comunicación personal); el catastro efectuado en el año 2008, que sobre este aspecto únicamente recaba información de alrededor de la mitad de predios, señala que se utilizaría **riego por aspersión y a presión en un 35% de los predios encuestados** (ACOLIT, 2008). También hay **pozos** en zonas muy alejadas de los canales, pero no se sabe cuántos (Velásquez, comunicación personal). Aquí el catastro mencionado señala que, de un total de 4400 predios analizados, un 60% obtiene agua de algún canal de riego, un **18% de pozos (lo que representa 789 casos)** y un 22% de ríos.

Desde alrededores del año 2000 el personal a cargo del cuidado de la red de canales ha disminuido progresivamente y hace 3 años la mayoría se acogieron a la jubilación. **Actualmente existen 7 guardianes de compuerta y canaleros para las zonas 1 y 2; no hay canaleros en la zona 3.** Los guardianes y canaleros juegan un importante papel, ayudando a los campesinos en el riego, vigilando que no ocurran abusos (es decir, que alguien retenga el agua demasiado tiempo, dejando a los otros sin agua) y manteniendo limpias las compuertas y pantallas. Adquieren su conocimiento con apoyo de los técnicos de la SENAGUA y con base en su propia experiencia (Alcívar, comunicación personal; Macías, comunicación personal).

Con respecto a la dotación de agua, existe un cálculo grueso de **1 metro cúbico para cada 1000 hectáreas**. Siguiendo esta regla, los canaleros calculan cuánta repartir a los regantes, según la extensión y el cultivo. Según Macías (comunicación personal, 2012) en la zona 1 sí existen turnos para abrir o cerrar las compuertas. En la zona 3 (arrocera) no existen turnos porque el imperativo es mantener inundadas las chacras de arroz y el agua se aplica según la necesidad; tampoco hay canaleros. Con estos arreglos, se presentan problemas cabeza – cola cuando escasea el agua en la estación seca; este problema ha disminuido con la entrada en funcionamiento del trasvase La Esperanza-Poza Honda.

Tabla 10: Ficha técnica del sistema de riego Poza Honda

Tema	Descripción	
Caudal concesionado	10 m3/segundo (no se pudo confirmar este dato)	
Caudal derivado	Del embalse de Poza Honda salen 10 m3/s: 2 para agua potable, 7 para riego y 1 para mantener el caudal ecológico en el río Portoviejo y el sistema de canales.	
Infraestructura principal	De la Presa Santa Ana salen dos canales de riego: Margen Derecha, hasta Rocafuerte (58 km) con 3 m3/s destinados a agua potable y riego; y Margen Izquierda, hasta Portoviejo (17 km) con 0,5 m3/s destinados solamente a riego.	
	Infraestructura de canales de riego:	
	Canales abiertos principales de hormigón	59,2 km
	Canales abiertos secundarios de hormigón	25,0 km

Tema	Descripción						
	<table border="1"> <tr> <td>Perfiles cerrados (incluye sifones de hormigón)</td> <td>12,06 km</td> </tr> <tr> <td>Canales principales de tierra</td> <td>153,8 km</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>250,06 km</td> </tr> </table> <p>Fuente: SENAGUA, Ing. Wilson Alcívar</p>	Perfiles cerrados (incluye sifones de hormigón)	12,06 km	Canales principales de tierra	153,8 km	Total	250,06 km
Perfiles cerrados (incluye sifones de hormigón)	12,06 km						
Canales principales de tierra	153,8 km						
Total	250,06 km						
Zonas de riego	<p>Zona 1: Sistema de distribución de riego entre Santa Ana y la ciudad de Portoviejo; con canales revestidos de hormigón; actualmente proporciona riego para unas 1200 hectáreas. Las propiedades son pequeñas, de menos de 5 hectáreas.</p> <p>Zona 2: Sistema de distribución de riego y drenaje entre Portoviejo y la presa El Ceibal, aguas abajo de la unión de los ríos Chico y Portoviejo. Actualmente sirve a unas 2300 hectáreas. También tiene canales de hormigón. Las propiedades miden hasta 10 has.</p> <p>Zona 3: Sistema de distribución de riego y drenaje entre El Ceibal y el mar. Los canales son de tierra. Proporciona riego a unas 3500 has. La mayoría de propiedades tienen entre 5 y 10 has.</p>						
Organización de regantes	La única Junta de regantes activa es la de la Zona 1. Las otras Juntas no tienen mayor actividad.						
Cultivos	<p>Zona 1: maíz y hortalizas, maní, perennes (plátano, coco, limón).</p> <p>Zona 2: arroz (60%), cítricos, coco y cacao (20%) y hortalizas (20%).</p> <p>Zona 3: la producción es en su mayor parte (70%) arrocera. Un 15% de la superficie se dedica a cultivos de ciclo corto y un 15% a cultivos perennes (coco, cacao, cítricos).</p>						
Costo del servicio de riego y administración financiera del sistema	Solo los regantes de la Zona 1 pagan 10 dólares por hectárea por año.						

Los cantones relacionados con el sistema albergan a un 28% de la población total de Manabí. El más densamente poblado es Portoviejo, donde se encuentra la capital de la provincia (Tabla 11). Un 70,36% de la población de esos cantones sería pobre; llama la atención la parroquia Charapotó, con un 93% de población en situación de pobreza.

Tabla 11: Algunas características demográficas, cantones Portoviejo, Rocafuerte, Santa Ana y parroquia Charapotó, 2010

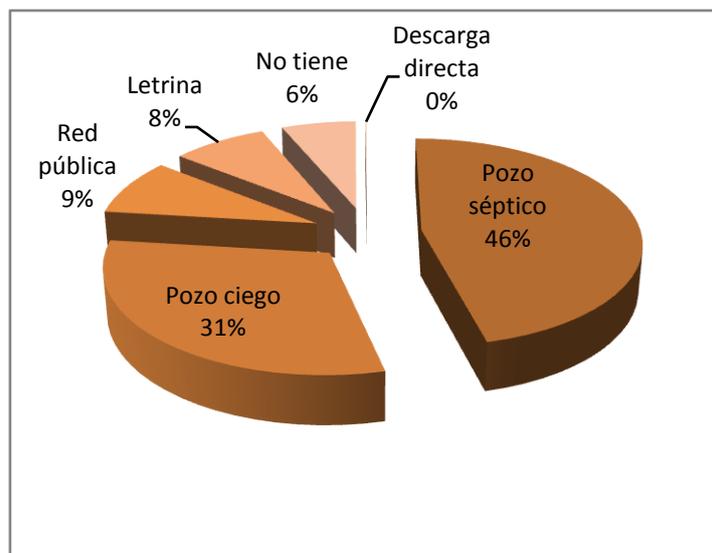
Cantón	Población	% población pobre según NBI	Superficie (km ²)	Densidad Poblacional
Portoviejo	276.935	65,30%	960,73	288,25

Rocafuerte	33.290	78,35%	279,65	119,04
Santa Ana	47.240	85,00%	1.025,29	46,07
Sucre (solo parroquia Charapotó)	20.015	93,00%	216,42	92,48
Subtotal	377.480	70,36%	2482,09	152,08
Toda la provincia	1.358.450	76,84%	18.940	71,73

Fuente: INEC 2010 NOTA: solo se toma en cuenta a la parroquia Charapotó del cantón Sucre porque es la única relacionada con el sistema de riego Poza Honda.

El 62% de la población de esta zona es urbana; ello obedece a la importancia de la ciudad de Portoviejo, que con 206.682 habitantes representa el 55% de toda la población de la zona. A fin de eliminar este sesgo, se analizará la dotación de servicios básicos únicamente para la población rural, que de todas formas es la que se relaciona con el agua para riego provista por el canal.

Cuando se saca a la parroquia (mayormente urbana) de Portoviejo del cálculo, se encuentra que apenas un 9% de la población de los cantones de análisis tiene acceso a la red pública de alcantarillado. Un alarmante 45% usa otras formas de eliminación de excretas: pozos ciegos (31%), letrinas (8%) y ninguna (6%) (Figura 14). La situación es más preocupante si se piensa que algunas de estas parroquias (Charapotó y parroquias del cantón Portoviejo) están en una zona inundable donde el nivel freático es muy alto.

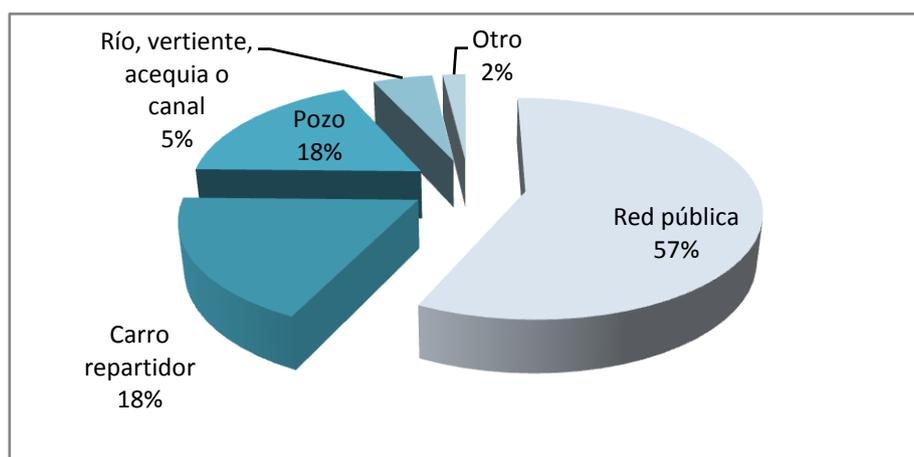


NOTA: solo se toma en cuenta a la parroquia Charapotó del cantón Sucre porque es la única relacionada con el sistema de riego Poza Honda. No se toma en cuenta a la parroquia Portoviejo.

Figura 14: Medios de eliminación de excretas, cantones Portoviejo, Rocafuerte, Santa Ana y Sucre, 2010

Fuente: INEC 2010

En cuanto a la fuente de agua para consumo humano, la situación también es muy precaria. Si no se analiza la parroquia Portoviejo, se encuentra que apenas un 57% de la población recibe agua de la red pública en su domicilio. Un 18% la obtiene de carros repartidores y un porcentaje similar, de pozos someros. Si se relaciona esta situación con la eliminación de excretas, se tiene un cuadro de una muy deficiente situación sanitaria (Figura 15).



NOTA: solo se toma en cuenta a la parroquia Charapotó del cantón Sucre porque es la única relacionada con el sistema de riego Poza Honda. No se toma en cuenta a la parroquia Portoviejo.

Figura 15: Origen del agua de consumo humano, cantones Portoviejo, Rocafuerte, Santa Ana y Sucre, 2010

Fuente: INEC 2010

A continuación se resumen datos censales y los hallazgos de la visita de campo, aclarando que esta sería una aproximación, muy superficial, a los sistemas de producción existentes actualmente.

La Figura 16 muestra cómo, en estas zonas rurales, ha disminuido la importancia de la población dedicada a la agricultura en las últimas dos décadas; de un 64% en el censo de 1990 a un 53% en el del año 2010. Esto se correlaciona con el cambio en el uso del suelo, de agrícola a urbano (ver antes).

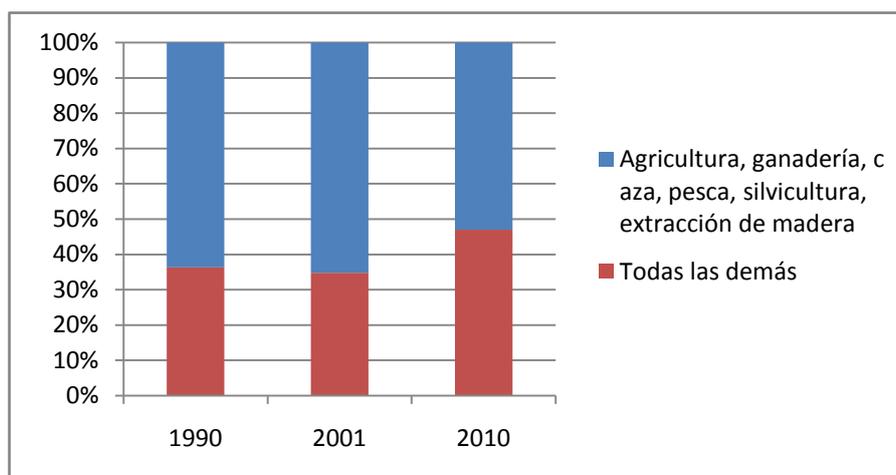


Figura 16: Porcentaje de la PEA dedicado a labores relacionadas con la agricultura, zona rural de los cantones Portoviejo, Santa Ana, Rocafuerte y Sucre, 1990-2010

Fuente: INEC

Aquí también llama la atención la **poca participación de las mujeres en la PEA** (Figura 17). Al año 2010, las mujeres representan un 20% de la PEA total y un 5% de la PEA agrícola. En la visita de campo se encontraron tanto casos en que las mujeres sí participaban en las labores agrícolas (en la zona arroceras) como otros en los que no (en una parcela productora de cebolla perla).

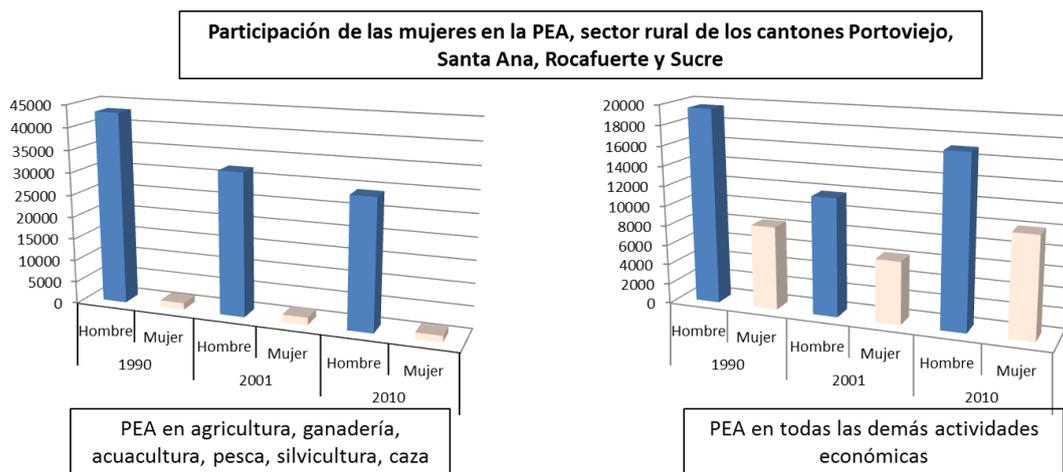


Figura 17: Participación de las mujeres en la PEA, sector rural de los cantones Portoviejo, Santa Ana, Rocafuerte y Manabí

Como se mencionó anteriormente, **la mayoría de las propiedades en el valle del río Portoviejo tiene una extensión menor a 2 hectáreas** (Figura 18).

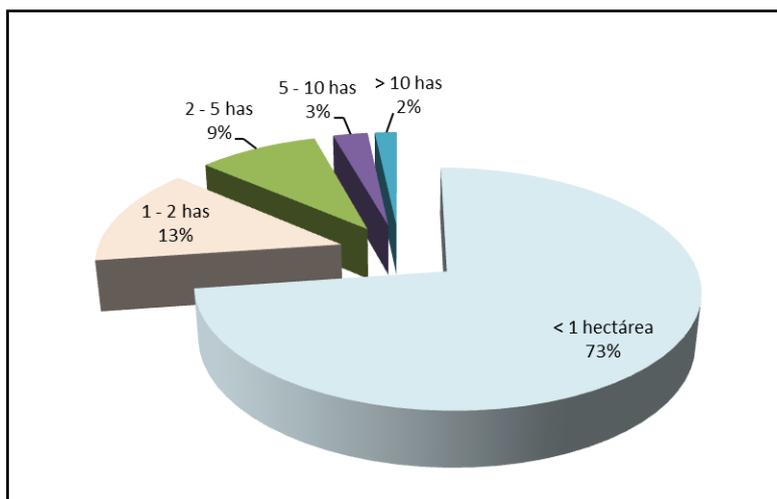


Figura 18: Tamaño de las propiedades, sistema de riego Poza Honda

Fuente: ACOLIT, 2008

En cuanto a la propiedad de la tierra, **muchos agricultores no son propietarios pero arriendan tierras**; algunos tienen tierras en las lomas y en el valle y otros tienen tierras de su propiedad en el valle pero además arriendan otras según su necesidad (Mieles, Aguirre, comunicaciones personales). En la zona arrocera, cuando se arrienda la tierra (a parientes y conocidos) se paga por diezmos, es decir el 10% de cada cosecha.

El tipo de cultivo está determinado por la localización de la parcela. De aguas arriba hacia aguas abajo, se suceden cultivos perennes, hortícolas y arroz; al final, en la zona 3, se tiene sobre todo producción arrocería. También se practica la horticultura en los conos de deyección que llegan al valle y en las lomas que lo circundan (Maignan, 2007), tanto en valles secundarios como en las mismas lomas, gracias a sistemas de bombeo. Maignan (2007) también menciona que la ganadería era una actividad muy importante en el valle del Portoviejo; según las entrevistas y la visita de campo, esta situación habría cambiado, sobre todo en la zona 3, debido a que la creciente demanda por arroz habría desplazado a la ganadería (Velásquez, Zambrano, comunicaciones personales). En todos los casos, los productores utilizan plaguicidas y abonos.

Cultivos de arroz: sobre todo en la zona 3 del sistema, entre Rocafuerte y el mar. Los agricultores pueden tener hasta **3 cosechas al año** gracias a que ahora se asegura riego durante la estación seca; cuando no cultivan arroz, siembran **melón, sandía y verduras**. Cultivan el arroz inundando sus terrenos; a pesar de que el INIAP ha desarrollado una variedad de arroz que puede cultivarse sin inundación (Rodríguez, comunicación personal), este no se usa en la zona inundable.

No se usan bombas; se eleva el agua con tapes para inundar las parcelas. El uso de agua sería de **20.000 metros cúbicos por hectárea por ciclo** (Velásquez, comunicación personal). No se toman medidas para ahorrar el agua (por ejemplo, nivelar bien los terrenos antes de inundarlos).

No existen **silos** para almacenar el arroz; toda la cosecha se vende en el sitio. También hay agricultores que siembran para producir **semilla para distribuidores nacionales** (PRONACA) (Cedeño, comunicación personal). Así aseguran un precio adecuado por su producción y la compañía les entrega los insumos a crédito; además les proporciona asistencia técnica a lo largo del ciclo. Otros productores no acceden a asistencia técnica y compran sus insumos aconsejados por los vendedores de los almacenes y sobre la base de su propia experiencia.

Cada ciclo se financia con **préstamos**, a familiares, a los almacenes que venden los insumos o al Banco Nacional de Fomento. Estos agricultores conocen bien el seguro agrícola, puesto que se les exige adquirir uno con cada préstamo al BNF.

En esta zona no existiría migración porque hay suficiente demanda por mano de obra. Según su dirigente (Aguirre, comunicación personal), la mayoría de los miembros de la junta de riego Crucita (no oficial) se dedica sobre todo a la agricultura todo el año; la mayoría arrienda los lotes en que trabaja, pagando mediante diezmos en cada cosecha.

Cultivos hortícolas y de frutales: en las zonas 1 y 2. El cultivo se decide según el mercado; se puede sembrar, por ejemplo, hortalizas en verano y maíz en invierno; también se cultiva maní, coco, plátano, fréjol, haba, pimiento. Los precios varían mucho, según la abundancia de la cosecha y el tipo de comprador; si se asegura la venta a algún comprador fijo, los precios pueden ser mejores. En algunos casos los agricultores han adoptado el riego por goteo, lo que les permite ahorrar agua; sin embargo, no miden su consumo. En el caso visitado (zona 2) no existía un turno para el agua; el agricultor usaba un tape para

poner el agua a un nivel adecuado y luego la bombeaba para regar su terreno por goteo. Utilizaba bomba eléctrica, pagando una factura de energía de 300 dólares por cosecha. En cultivos para el mercado como la cebolla, se puede contratar mano de obra por temporadas.

4.1.5.2. Amenazas climáticas relevantes para la agricultura en el sistema de riego Poza Honda

Amenazas climáticas según registros meteorológicos

No se encontraron fuentes secundarias sobre las amenazas climáticas, más allá de descripciones de prensa sobre las frecuentes inundaciones que enfrenta el valle del río Portoviejo.

Al igual que en el caso de la cuenca del río Javita, el **clima de la zona tiene dos estaciones bien marcadas: la lluviosa, que va de enero a mayo, y la seca, de junio a diciembre**. La pluviosidad promedio en el valle del Portoviejo es de 515 mm/año (Maignan, 2007) pero presenta **grandes variaciones**, tanto intra como interanuales. En efecto, tanto la fuente bibliográfica como los entrevistados coinciden en señalar que las lluvias pueden ser muy concentradas en un mismo año, ocasionando graves inundaciones en las partes bajas; pero que también existen épocas de sequía que pueden durar varios años, alternadas con años muy lluviosos. Prácticamente todos los entrevistados recuerdan vívidamente los fenómenos de El Niño de 1982 – 1983 y de 1997-1998 y sus impactos.

Amenazas climáticas percibidas por los agricultores de la zona

Durante las entrevistas realizadas, los agricultores locales describieron así los fenómenos climáticos (Tabla 12):

Tabla 12: Cambios en las variables climáticas según los agricultores

Variable climática	Comentarios	Impactos sobre la agricultura	Observador/a
Lluvias intensas	<i>“Tenemos unos inviernos impredecibles; a veces hay demasiada agua”.</i>	Las compuertas construidas originalmente son demasiado pequeñas para el flujo del agua; ocurren inundaciones, se pierden las cosechas	JMZ
Menos lluvia en la estación lluviosa	<i>“Ahora los inviernos son más secos; llueve menos”</i>	No se puede producir sin riego	JEM, WA

Variable climática	Comentarios	Impactos sobre la agricultura	Observador/a
Invierno más corto	"Ahora el invierno es cortito pero causa más daños que antes"		WA

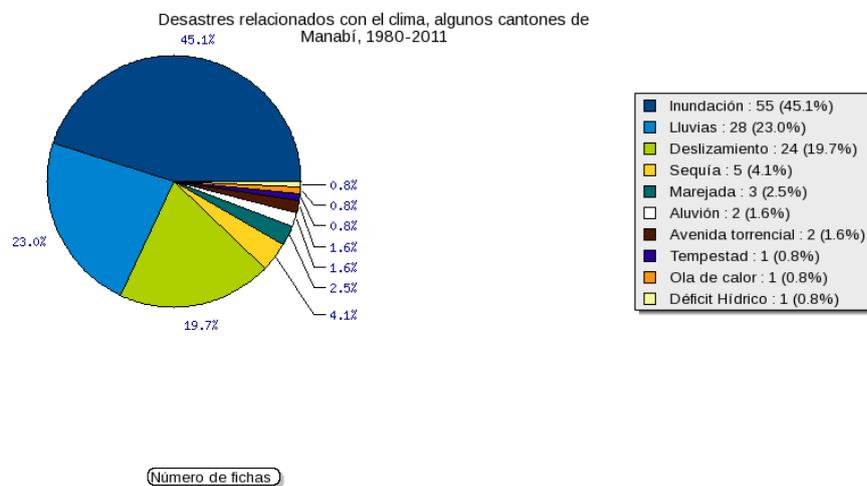
Fuente: entrevistas

Elaboración: equipo consultor

4.1.5.3. Otros riesgos asociados al clima

Los mayores riesgos asociados al clima tienen que ver con las inundaciones anuales que soporta el valle del río Portoviejo y que causan pérdidas ingentes en la agricultura; todos los agricultores entrevistados recordaban haber perdido cosechas debido a este fenómeno. La Figura 19 muestra la frecuencia de desastres relacionados con el clima en los últimos 30 años (Desinventar.org, 2012); las inundaciones y lluvias, constituyen el porcentaje más importante.

Según algunos entrevistados, las inundaciones serían producto, tanto de la lluvia como de los diversos obstáculos que se han puesto al flujo del agua: plataformas para carreteras, sifones, muros alrededor de las chacras arroceras, presas, tapes, compuertas... (Zambrano, Lucas, Aguirre, comunicaciones personales) y también al azolve del río y la red de canales, cuya magnitud no han estimado (Zambrano, Velásquez, comunicaciones personales).



Desinventar - <http://www.desinventar.org>

Figura 19: Desastres relacionados con el clima en la base de datos DESINVENTAR – cantones Portoviejo, Santa Ana, Rocafuerte y Sucre (solo Charapotó). 1980-2011

4.2. ANÁLISIS MULTI-CRITERIO (MCA) Y PROCESO SEGUIDO PARA LA PRIORIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS

La priorización de tecnologías se realizó mediante un análisis multi-criterio (MCA), que se desarrolló en varios pasos metodológicos que se describen a continuación:

4.2.1. Definición de las opciones (lista larga de tecnologías)

Se visitaron todos los sistemas de riego (Chambo-Guano, Javita y Poza Honda) con apoyo de la SRD y la SENAGUA. En cada visita se identificó, contactó y entrevistó a actores clave de cada sistema de riego; en el caso de Chimborazo, fue posible ejecutar un taller con los líderes de la Junta General de Usuarios (JGU) del sistema Chambo-Guano. Además se llevó a cabo una revisión bibliográfica sobre los sistemas de riego, incluyendo documentación sobre la situación del riego en la provincia de Tungurahua. Con base en los resultados de estos pasos (ver Anexo 1) se elaboró la lista larga de tecnologías aplicables (24 en total), de diversa escala y plazo.

Para su presentación, las tecnologías propuestas se organizaron de acuerdo con categorías utilizadas en la agricultura (planificación, manejo del riego a nivel de sistema y de parcela, manejo de suelos, manejo de cultivos, sistemas productivos y fortalecimiento de capacidades). En cada tecnología se especifica la escala de su aplicación y el plazo para su difusión amplia. Además, en el resumen siguiente se especifica si la tecnología propuesta es de mercado o se trata de un bien no mercantil (Boldt et al., 2012). La Tabla 13 resume las tecnologías presentadas.

Tabla 13: Resumen de las tecnologías propuestas

Categoría de tecnología	Tecnología	Escala y Plazo	De mercado o no
Tecnologías para la Planificación para el cambio y la variabilidad climática	Sistemas de monitoreo climático	Gran Escala / Corto a Mediano Plazo	No
	Pronóstico del tiempo, estacional hasta interanual	Gran Escala / Mediano a Largo Plazo	No
	Seguro agrícola	Gran Escala y Pequeña Escala / Corto a Mediano Plazo	Si
Tecnologías para el uso y manejo sostenible y eficiente del agua de riego: nivel parcelario	Uso de información climática para planificar el ciclo de cultivo y determinar los requerimientos hídricos.	Pequeña Escala / Mediano Plazo	Si
	Monitoreo de humedad del suelo para	Pequeña Escala /	Si

Categoría de tecnología	Tecnología	Escala y Plazo	De mercado o no
	planificar las aplicaciones parcelarias de riego.	Corto a Mediano Plazo	
	Riego de superficie con prácticas mejoradas	Pequeña Escala / Corto a Mediano Plazo	Sí
	Riego por aspersión	Pequeña Escala / Corto a Mediano Plazo	Sí
	Riego por goteo	Pequeña Escala / Corto a Mediano Plazo	Sí
	Reservorios	Pequeña Escala / Corto a Mediano Plazo	Sí
Tecnologías para el uso y manejo sostenible y eficiente del agua de riego a nivel de un sistema de riego	Instrumentos y capacidades para medir y monitorear el agua efectivamente consumida	Gran Escala / Mediano a Largo Plazo	Si
	Instrumentos económicos (tarifas de agua, tasas, etc.) para incentivar mayor eficiencia en el uso.	Gran Escala / Mediano Plazo	No
	Planificar para reducir el uso de agua en la agricultura bajo riego	Gran Escala / Mediano Plazo	No
	Reparto de emergencia: acuerdos y mecanismos para el reparto de caudales en épocas de estiaje	Gran Escala y Pequeña Escala/ Mediano Plazo	No
	Recarga de acuíferos	Gran Escala / Corto a Mediano Plazo	No
	Cosecha de agua lluvia	Gran Escala y Pequeña Escala / Corto a Mediano Plazo	No
	Acceso a fuentes alternativas de agua para riego	Gran Escala y Pequeña Escala / Mediano a Largo Plazo	Si
Manejo del suelo	Andenes y terrazas de formación lenta	Pequeña Escala / Mediano a largo Plazo	No
	Manejo integrado de nutrientes	Pequeña Escala / Corto a Mediano Plazo	No
	Manejo de la salinidad del suelo	Gran Escala y Pequeña Escala / Corto a Mediano Plazo	No
Manejo sostenible de cultivos	Diversificación de cultivos y nuevas variedades	Pequeña Escala / Mediano a Largo Plazo	Si
	Manejo Integrado de Plagas	Pequeña Escala / Corto a Mediano Plazo	Si
	Manejo, control y regulación del microclima	Pequeña Escala / Corto Plazo	Si

Categoría de tecnología	Tecnología	Escala y Plazo	De mercado o no
Sistemas productivos sostenibles	Agro-forestaría	Pequeña Escala / Mediano a Largo Plazo	No
Fortalecimiento de capacidades y organización de actores	Sistemas de extensión agrícola a nivel comunitario / Escuelas de campo para agricultores (<i>Farmer Field Schools</i>)	Gran Escala / Corto a Mediano Plazo	No

Elaboración: equipo consultor

Además, se propusieron algunas medidas correspondientes al marco habilitante (Tabla 14). **En el Informe de Análisis de barreras y marco habilitante se explicará con mayor detalle este apartado.**

Tabla 14: Medidas correspondientes al marco habilitante para facilitar la difusión de tecnologías

- **Gestión de recursos hídricos a nivel de cuenca**
 - Sistemas de información hidro-meteorológica y de la disponibilidad y uso del agua en cuencas
 - Planificación de los recursos hídricos para su gestión y aprovechamiento (mediante escenarios) (para la protección de zonas de recargas y/o de regulación y construcción de nuevas obras de aprovechamiento)
 - Estimación de los impactos ambientales, económicos y sociales de las prácticas de gestión actual o futura de los recursos hídricos
 - Conformación de espacios democráticos de diálogo entre actores involucrados en el uso y gestión del agua (como el comité de gestión de la subcuenca del río Chambo de la cuenca del Río Chambo).
 - Conformación y fortalecimiento de organizaciones de regantes en el valle del Javita y el Sistema Poza Honda. Avanzar hacia la conformación de espacios de diálogo entre usuarios del agua en estas regiones.
 - Desarrollo de capacidades de gestión de conflictos, de negociación y lograr acuerdos sociales para reducir pérdidas de agua.
- **Desarrollo de la demanda de productos provenientes de la Agricultura Sostenible (sanos, justos)**
- **Investigación – acción participativa**, p.ej. sobre niveles de uso (y pérdida) de agua en riego en campo
- **Fortalecimiento de las organizaciones de regantes**
- **Planificar y ordenar el uso del suelo peri-urbano** de las ciudades de Ambato,

Riobamba, Ambato, Portoviejo y Rocafuerte, mediante un dialogo entre GAD Municipales, Juntas de Regantes de los sistemas de riego y GAD provinciales. Se deben fortalecer mecanismos para mantener actualizados los catastros, delimitar zonas de vivienda y agrícolas y respetar las zonificaciones. Procurar mantener la funcionalidad de la infraestructura productiva para la zona agrícola.

Elaboración: equipo consultor

Las 24 tecnologías se describen en el Anexo 1.

4.2.2. Definición de los criterios de evaluación de acuerdo al objetivo

Sobre la base de una revisión de literatura sobre criterios de priorización para medidas de adaptación, se seleccionaron los siguientes criterios (ver la Tabla 15), provenientes en buena parte de UNECE (2009).

Tabla 15: Criterios para priorizar las medidas de adaptación propuestas

Criterio de priorización	Preguntas orientadoras
1.Efectividad de la adaptación para reducir la vulnerabilidad frente a la variabilidad climática y el cambio climático, actuales y futuros	¿La medida proporciona adaptación, en términos de reducción de los impactos, la reducción de la exposición, el mejoramiento de la resiliencia o aprovechando las oportunidades?
	¿La medida es eficaz bajo diferentes escenarios de cambio climático y bajo diferentes escenarios socio-económicos?
	¿Se pueden hacer ajustes más adelante, si las condiciones cambiaran de nuevo o si los cambios son diferentes de los esperados hoy en día?
2. Efectos indirectos	¿La medida contribuirá a una gestión del agua más sostenible y generará beneficios en términos de aliviar los problemas ya existentes?
	¿La medida implica beneficios secundarios para otros objetivos sociales, ambientales o económicos (por ejemplo, contribuir a cerrar la brecha entre la disponibilidad y la demanda de agua)? ¿Afecta al logro de otros objetivos de gestión del agua (por ejemplo, el flujo del río)? ¿Crea sinergias con la mitigación (por ejemplo, conduce a una disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero)?
	¿La medida afecta a otros sectores o agentes, en cuanto a su capacidad de adaptación? ¿La medida causa o exacerba otras presiones ambientales? ¿La medida contribuirá a la mitigación?
3. Eficiencia / costo-beneficio	¿Los beneficios que la medida traerá son altos en relación con los costos? Si es posible, considerar también los efectos distributivos (por ejemplo, el balance entre los costos públicos y privados), así como los valores no monetarios y los efectos adversos sobre otros

	objetivos de política.
4. Equidad y legitimidad	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Quién gana y quién pierde con la adaptación? ¿Hay efectos distributivos de los impactos del cambio climático o de las medidas de adaptación? • ¿Quién decide sobre la adaptación? ¿Los procedimientos de toma de decisiones son aceptados por los afectados y los involucran?
5. Viabilidad de la implementación	<p>¿Qué barreras existen para la implementación?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Técnicas 2. Sociales (número de actores interesados, la diversidad de valores e intereses, nivel de resistencia) 3. Institucionales (conflictos entre normas, el grado de cooperación, los cambios necesarios en los arreglos administrativos vigentes)
6. Prioridad y urgencia	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué tan graves son los impactos del cambio climático abordados por la medida de adaptación en relación con otros impactos esperados en la zona / cuenca / país? • ¿Cuándo se espera que ocurran los impactos del cambio climático? • ¿En qué plazos se requiere la acción?

Fuente: Doornbos, sobre la base de UNECE (2009)

4.2.3. Pesos relativos de los criterios de evaluación

En este tipo de análisis se debe decidir el peso que cada criterio de priorización tendrá en relación con los demás, a fin de que los criterios considerados más importantes tengan mayor peso que los otros. En el Taller de Priorización de Tecnologías y Análisis de Barreras los asistentes, agrupados según su institución, asignaron votos a cada uno de los criterios; la votación total obtenida por cada criterio representó el peso que este tendría a la hora de aplicarlo para la priorización de las tecnologías (Tabla 16).

Tabla 16: Calificación de los criterios según institución

Criterio	MAE	MAGAP	SENESCYT	SENAGUA	Total (peso de cada criterio)
Viabilidad de la implementación	3	2	2	2	9
Efectividad de la adaptación	2	1	2	1	6
Eficiencia / costo-beneficio	1	1	0	1	3
Equidad y legitimidad	0	1	1	1	3
Efectos indirectos	0	1	0	1	2
Prioridad y urgencia	0	0	1	0	1
Total	6	6	6	6	24

Fuente: Taller de Priorización de Tecnologías y Análisis de Barreras, 21 y 22 de enero de 2013

Elaboración: Equipo consultor

El criterio más importante fue el de *viabilidad de la implementación*; el menos importante fue *prioridad y urgencia*.

4.2.4. Calificación de las tecnologías utilizando los criterios de priorización

Una vez asignados los pesos a los criterios de priorización, se calificó el grado con el que cada tecnología satisfacía o no cada criterio. Se utilizó una escala muy simple e intuitiva para la calificación: 3 si la tecnología satisfacía por completo el criterio, 1 si no lo hacía y 2 si lo cumplía parcialmente. Una vez que todas las instituciones hubieron votado, el resultado se multiplicó por el peso dado a cada criterio en particular. Los resultados de la votación por institución se resumen en el Tabla 17.

Tabla 17: Resultados de la votación sobre el grado de cumplimiento de cada criterio por cada tecnología (resumen)

Peso de cada criterio	9	6	3	3	2	1	
Tecnología	Viabilidad y replicabilidad	Efectividad de la adaptación	Eficiencia / costo-beneficio	Equidad y legitimidad	Efectos indirectos	Prioridad y urgencia	Total
Diversificación de cultivos y nuevas variedades	99	72	30	30	20	10	261
Cosecha de agua lluvia	108	60	30	30	16	11	255
Recarga de acuíferos	99	66	30	24	16	10	245
Agro-forestería	90	72	33	27	14	8	244
Reservorios	99	66	27	24	16	9	241
Riego por aspersión	90	60	27	24	16	9	226
Riego por goteo	81	66	30	18	14	8	217
Reparto de emergencia	81	60	30	21	16	9	217
Sistemas de extensión agrícola a nivel comunitario	99	54	21	21	14	6	215
Pronóstico del tiempo, estacional hasta interanual	81	48	27	33	14	11	214
Sistemas de monitoreo climático y del cambio climático	81	48	27	30	18	9	213
Andenes y terrazas de	81	48	24	27	20	8	208

formación lenta								
Planificar para reducir el uso de agua en la agricultura bajo riego	72	60	30	21	16	7	206	
Uso de información climática para planificar el ciclo de cultivo y determinar los requerimientos hídricos	81	54	24	21	16	9	205	
Instrumentos económicos	72	60	27	18	16	7	200	
Manejo integrado de nutrientes	81	54	21	21	14	6	197	
Acceso a fuentes alternativas de agua para riego	81	48	21	18	12	5	185	
Monitoreo de humedad del suelo	63	54	21	18	16	7	179	
Manejo Integrado de Plagas	63	54	24	18	12	5	176	
Manejo de la salinidad del suelo	72	36	24	18	12	6	168	
Riego de superficie con prácticas mejoradas	63	36	15	24	14	4	156	
Seguro agrícola	54	48	15	15	12	6	150	
Manejo, control y regulación del microclima	54	36	21	18	12	5	146	
Instrumentos y capacidades para medir y monitorear el agua consumida	54	24	12	15	8	4	117	

Fuente: Taller de Priorización de Tecnologías y Análisis de Barreras

Elaboración: Equipo consultor

4.3. RESULTADOS DE LA PRIORIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS

En la discusión que siguió al paso anterior, los representantes institucionales argumentaron que dos de las tecnologías que más alta calificación obtuvieron (*Diversificación de cultivos y nuevas variedades*, y *Agro-forestería*) no estaban relacionadas necesariamente con el riego y que podrían retirarse de la lista. Con este acuerdo, se confeccionó una lista de cinco tecnologías con las que se trabajará en los siguientes pasos (Tabla 18):

Tabla 18: Tecnologías según su orden de priorización:

Tecnología	Priorización	Escala / ¿Es o no de mercado?
Cosecha de agua lluvia	1	Gran Escala y Pequeña Escala / Corto a Mediano Plazo / de Mercado
Recarga de acuíferos	2	Gran Escala / Corto a Mediano Plazo / Bien de provisión pública
Reservorios	3	Pequeña Escala / Corto a Mediano Plazo / de Mercado o bienes de provisión pública
Riego por aspersión	4	Pequeña Escala / Corto a Mediano Plazo / de Mercado
Riego por goteo	5	Pequeña Escala / Corto a Mediano Plazo / de Mercado

Fuente: Taller de Priorización de Tecnologías y Análisis de Barreras

Elaboración: Equipo consultor

En general, la selección otorga mayor importancia a las tecnologías ya probadas y en uso en el país (en particular reservorios, riego por aspersión y riego por goteo); estas son bienes de mercado, cuya aplicación ocurre a nivel de la parcela o de un sistema de riego, y que se utilizan en todas las provincias analizadas. Las otras dos tecnologías (cosecha de agua lluvia y recarga de acuíferos) son bienes que, si bien pueden obtenerse en el mercado, también son provistos por entidades públicas.

Según sus características de mercado (es decir, cómo se transfieren y difunden), estas tecnologías serían *Bienes de Mercado* y *Bienes de Capital* (Boldt et al., 2012). En el primer caso, todos los insumos necesarios para instalar sistemas de riego, reservorios y mecanismos de cosecha de agua pueden encontrarse en el mercado, así como la asistencia técnica necesaria. En el segundo caso, grandes reservorios constituyen elementos que permiten la producción de otros bienes, sean energía o alimentos. El caso de la recarga de acuíferos, hasta donde se ha podido dilucidar, sería el de un *Bien de Provisión Pública*, porque se trata de obras de infraestructura de mayor escala, que se

transan en un mercado restringido porque son adquiridos por entidades públicas mediante procesos de licitación donde pueden participar pocos proveedores de gran capacidad. Teóricamente al menos, su adquisición deberá haber sido precedida por estudios de factibilidad, análisis de costo beneficio y evaluaciones de impacto ambiental. Este también podría ser el caso de reservorios de gran capacidad que típicamente son construidos por gobiernos locales o el gobierno nacional.

La Tabla 19 resume algunos ejemplos y características de este tipo de bienes (Boldt et al., 2012), pues ello da pautas sobre el tratamiento que se dará a las tecnologías priorizadas en este trabajo.

Tabla 19: Características de las tecnologías descritas

Categoría	Descripción	Características del mercado	Ejemplos
Bienes de consumo	Bienes dirigidos hacia el mercado masivo (familias, empresas e instituciones)	<p>Un alto número de consumidores potenciales.</p> <p>Interacción con los mercados existentes; la cadena de suministro requiere de redes de distribución, mantenimiento e instalación.</p> <p>Cadenas de suministro largas y complicadas, con muchos actores, incluyendo productores, ensambladores, importadores, vendedores al por mayor y menor y consumidores finales.</p> <p>Pueden existir barreras en todos los pasos de la cadena de suministro.</p> <p>La demanda depende del conocimiento y las preferencias de los</p>	<p>Sistemas de generación solar para hogares, acondicionadores de aire eficientes, mangueras, válvulas, goteros, rociadores y otros implementos para riego por aspersión y goteo, semillas de cultivos resistentes a sequía.</p>

Categoría	Descripción	Características del mercado	Ejemplos
		consumidores y de los esfuerzos de mercadeo y promoción de los vendedores.	
Bienes de capital	Maquinaria y equipos utilizados en la producción de otros bienes (por ejemplo, bienes de consumo o electricidad)	<p>Número limitado de lugares y consumidores potenciales.</p> <p>Inversión de capital relativamente alta.</p> <p>Una cadena de mercado más simple; existen pocos o ningún proveedor de la tecnología.</p> <p>La demanda por estos productos depende de la demanda de los bienes que son elaborados utilizando estos bienes de capital.</p>	Energía hidroeléctrica, reservorios de gran capacidad , tecnologías utilizadas en procesos industriales, por ejemplo para ahorrar energía en la industria.
Bienes públicos	Las tecnologías contribuyen a la provisión de un bien o servicio público	<p>Se los encuentra en pocos lugares.</p> <p>Implican grandes inversiones financiadas por el gobierno o donantes.</p> <p>Propiedad pública o de grandes compañías.</p> <p>Cadena de mercado sencilla; la tecnología se adquiere mediante licitaciones nacionales o internacionales.</p> <p>Las inversiones en</p>	Diques, infraestructura (camino, puentes, sistemas de alcantarillado), sistemas de transporte masivo, obras para captación de agua

Categoría	Descripción	Características del mercado	Ejemplos
		tecnologías de gran escala suelen ser decididas a nivel gubernamental y dependen de la existencia de infraestructura y políticas apropiadas.	

Fuente: Boldt, 2012

Validación de la lista corta de las tecnologías en la provincia de Tungurahua

El día martes 29 de enero se organizó un taller con regantes y técnicos, convocados gracias a la colaboración del Programa de Aguas y Cuencas de Tungurahua (PACT), ejecutado por el Gobierno Autónomo Provincial de Tungurahua, con financiamiento del KfW y el gobierno ecuatoriano, y asistencia técnica del consorcio CES-GFA, desde Octubre 2010. La estrategia del PACT es *optimizar el uso del agua disponible para la agricultura en la provincia, principalmente mediante la tecnificación del riego* (difundiendo técnicas de riego por aspersión, microaspersión y goteo y promoviendo la tecnificación del riego a nivel comunitario). *La sistematización completa del taller se presentará en el Producto 4 (análisis de barreras y marco habilitante)*. En este producto, únicamente se presentan los comentarios y aportes de los asistentes sobre la priorización de tecnologías.

Los asistentes al taller señalaron que la lista corta debió incluir otras tecnologías que promoverían una mejor adaptación al cambio climático en riego; en particular, mencionaron las siguientes:

- Reparto en situaciones de emergencia
- Instrumentos y capacidades para medir y monitorear el agua efectivamente consumida
- Instrumentos económicos
- Sistemas de monitoreo del clima
- Uso de información climática para planificar el ciclo de cultivo y determinar los requerimientos hídricos
- Monitoreo de la humedad del suelo para planificar el riego parcelario
- Planificar para reducir el uso de agua
- Diversificación de cultivos y nuevas variedades
- Manejo integrado de nutrientes

- Agroforestería

Se acordó dar consideración a algunas de estas tecnologías como parte del análisis de barreras (por ejemplo, mencionar la falta de acuerdos de reparto; la falta de instrumentos y capacidades para medir el agua consumida; la falta de mecanismos económicos para promover la eficiencia en el uso del riego como barreras para la tecnificación de sistemas de riego).

PARTE 2: ANÁLISIS DE BARRERAS Y ENTORNO HABILITANTE

CAPÍTULO 5: ANÁLISIS DE BARRERAS Y ENTORNO HABILITANTE

5.1. OBJETIVOS PRELIMINARES DE LAS TECNOLOGÍAS PRIORIZADAS

5.1.1. Objetivos preliminares para la tecnología “Cosecha de agua lluvia”

En el plazo de cinco años, en zonas con déficit hídrico de provincias de la Sierra y Costa del Ecuador, se habrá estudiado la factibilidad de implementar actividades de cosecha de agua lluvia para su utilización en la producción agrícola.

5.1.2. Objetivos preliminares para la tecnología “Recarga de acuíferos”

En el plazo de cinco años, en zonas donde se conoce de la existencia de acuíferos en las provincias de Santa Elena, Manabí, Tungurahua o Chimborazo, se habrá comprendido el funcionamiento de acuíferos cuya agua se utiliza para satisfacer necesidades de riego y consumo humano y se habrán puesto en marcha medidas para facilitar su recarga, evitar su contaminación y regular su explotación.

5.1.3. Objetivos preliminares para la tecnología “Reservorios”

En el plazo de cinco años, en sectores específicos de los sistemas de riego Poza Honda, Chambo Guano y sectores bajo riego de la provincia de Tungurahua, se habrá desarrollado la capacidad de las Juntas de Regantes para brindar asesoría a sus integrantes en lo referente al tamaño adecuado de reservorios para facilitar la instalación de riego tecnificado a nivel de parcela o comunitario.

5.1.4. Objetivos preliminares para la tecnología “Riego por aspersión”

En el plazo de cinco años, en sectores específicos de los sistemas de riego Poza Honda, Chambo Guano y sectores bajo riego de la provincia de Tungurahua donde ello sea técnica y económicamente factible, se habrá hecho el tránsito desde riego por inundación hacia riego por aspersión.

5.1.5. Objetivos preliminares para la tecnología “Riego por goteo”

En el plazo de cinco años, en sectores específicos de los sistemas de riego Poza Honda, Chambo Guano y sectores bajo riego de la provincia de Tungurahua donde ello sea técnica y económicamente factible, se habrá hecho el tránsito desde riego por inundación hacia riego por goteo.

5.2. ANÁLISIS DE BARRERAS Y POSIBLES INTERVENCIONES PARA LA TECNOLOGÍA: “COSECHA DE AGUA LLUVIA”

5.2.1. Descripción general de la tecnología

La captación de aguas pluviales se define como un método para provocar, recoger, almacenar y conservar escorrentía superficial local para la agricultura en regiones áridas y semi-áridas (Boers y Ben Asher, 1982). Para la recolección de agua de lluvia y su almacenamiento se utilizan tanto estructuras pequeñas como de gran escala, incluyendo ollas de agua, tanques, depósitos y presas. Se trata de una tecnología especialmente adecuada para zonas donde no exista agua superficial o donde no sea posible aprovechar el agua subterránea.

A pesar de que esta tecnología fue priorizada en primer lugar, no se pudo identificar instituciones o poblaciones interesadas en su uso o aplicándola en ninguno de los sistemas de riego estudiados. Ello podría deberse al hecho de que el trabajo se ejecutó en territorios que ya cuentan con agua, gracias al riego, y donde la adopción de medidas como estas sería innecesaria porque el riego justamente permite asegurar el aprovisionamiento de agua. A fin de superar esta limitación, se extendió la búsqueda, entrevistando por vía telefónica a técnicos de zonas secas y sin riego de la provincia de Manabí, más al sur del sistema Poza Honda (Lago, Páez, comunicaciones personales 2013) y a personal de Dirección de Innovación Tecnológica del MAGAP en Portoviejo (Loayza, comunicación personal 2013) pero estos ratificaron que no conocen de aplicaciones actuales de dicha tecnología.

En este caso, parece que existe una “condición de borde” para la adopción de esta tecnología en los sistemas estudiados, y es que no existen actores interesados en ella, sobre todo en los sectores gubernamental y académico, porque la demanda de agua para riego ya está satisfecha gracias a la propia existencia de sistemas de riego. En cuanto a zonas no beneficiadas con riego, no existen políticas nacionales o locales para promover este tipo de tecnología en ellas.

Se decidió entonces abandonar el análisis de esta tecnología, por considerar que no sería posible proponer ninguna intervención para superar estas barreras.

5.3. ANÁLISIS DE BARRERAS Y POSIBLES INTERVENCIONES PARA LA TECNOLOGÍA: “RECARGA DE ACUÍFEROS”

5.3.1. Descripción general de la tecnología

La Recarga Controlada de Acuíferos (RCA) implica el almacenamiento y tratamiento del agua dentro de acuíferos, en los que esta se introduce a través de estructuras como pozos de inyección, embalses de infiltración y galerías para introducir agua proveniente de la lluvia, tormentas, agua residual tratada, ríos o agua de otros acuíferos.

La RCA es intencional; esto la diferencia de la recarga que ocurre a partir de la infiltración profunda del agua de riego o debido a fugas de las tuberías de abastecimiento de agua potable, fenómenos en los que la recarga es incidental. La RCA es una herramienta de gestión del agua subterránea; puede ser útil para restablecer la presión en acuíferos sobreexplotados, reducir la intrusión salina o fenómenos de subsidencia en suelos. Por sí sola, no es una solución definitiva para los acuíferos sobreexplotados y podría servir únicamente para aumentar los caudales de extracción. Sin embargo, puede tener un importante papel como parte de un conjunto de medidas de control de la extracción y del restablecimiento del balance hídrico subterráneo.

Según afirma Galo Ramón (Ramón, 2008), el almacenamiento de agua lluvia, vertientes y acequias y su uso para recargar acuíferos, crear humedales y campos elevados y para derivar acequias, humedecer terrazas o guardar agua de riego eran prácticas comunes en tiempos precolombinos. La recarga de acuíferos subterráneos para mantener vertientes era practicada por los indígenas de la etnia Palta, al sur del país; el agua era captada gracias al uso de cochas de altura²⁴, zanjas de captación, tajamares²⁵ y pilancones²⁶.

Ramón (2008) especifica que la recarga de acuíferos en realidad formaba parte de una intervención compleja, que no solo incluía medidas de manejo sino también la cultura sobre el agua, los rituales y la organización social “*Por sistema complejo entendemos al manejo integral del ciclo del agua, desde la captación del agua lluvia, su almacenamiento, los procesos de infiltración, el manejo del sitio donde aflora el agua, el uso doméstico, el riego, las concepciones rituales y la organización social alrededor de su manejo.*” (p. 19) (Ramón, 2008).

En cuanto a información sobre acuíferos y su uso, el INAMHI publicó en el año 2011 una Introducción a la Hidrogeología del Ecuador (Burbano, Becerra, & Pasquel, 2011). El libro resume las características hidrogeológicas del país, sobre la base del mapa hidrogeológico elaborado en el año 1983 por el INAMHI y la Dirección General de Geología y Minas del (en ese entonces) Ministerio de Energía, Minas y Petróleos y del Plan Hidráulico elaborado por

²⁴ No se trataba de simples reservorios, sino más bien de humedales.

²⁵ Muros de contención de aguas

²⁶ Pequeños reservorios de agua elaborados en la cabecera de las huertas.

el INERHI en el año 1986. También se sintetizan estudios detallados realizados por el INAMHI sobre las cuencas de los ríos Guayas, Chone, Portoviejo, Jipijapa y Mira; el cantón Tulcán, la isla Puná, el sector Tres Cerritos y los sectores de Pujilí y La Victoria.

En una búsqueda en internet se encontraron además artículos y tesis sobre estudios de acuíferos relacionados con la ciudad de Quito (Coello y Galárraga R (2002), Parreño y colaboradores (2006)); el acuífero del Cutuchi (Taco y Galárraga, 2002); el acuífero de Zarumilla (Otiniano y colaboradores, 2006)); el acuífero de Pusuquí (Prócel, 2008 – tesis). Existen abundantes tesis y trabajos sobre los acuíferos de la Península de Santa Elena, realizados en el marco de los proyectos ECU 8/026 *Caracterización de Acuíferos Costeros de la Península de Santa Elena y Application of Isotopic Tools for Integrated Management of Coastal Aquifers (ARCAL XCII) RLA/8/041*, auspiciados por el Organismo Internacional de Energía Atómica y ejecutados por la Escuela Politécnica del Litoral (ESPOL). No se encontró una sistematización de todos estos estudios; tampoco se encontró alguna caracterización sobre el uso de agua proveniente de acuíferos en el país. Un informante que conoce el acuífero de Cantagallo, en la provincia de Manabí, señala que de aquel se bombea agua para la población de Crucita, en las costas manabitas, y que la profundidad a la que encuentra el agua ha aumentado (Lagos, comunicación personal 2013); similar impresión se tiene acerca del acuífero que provee de agua a la ciudad de Riobamba (EPMAPAR, 2013).

En cuanto al marco de políticas relacionado con esta tecnología, el Objetivo Específico 4 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (MAE, 2012) apunta a *“Manejar el patrimonio hídrico con un enfoque integral e integrado por Unidad Hidrográfica, para asegurar la disponibilidad, uso sostenible y calidad del recurso hídrico para los diversos usos humanos y naturales, frente a los impactos del cambio climático”* (p. 46); su Resultado Esperado al 2013 Número 2 está formulado como *“Con criterios de sostenibilidad se han identificado y aprovechado acuíferos con agua de buena calidad para diferentes usos humanos y naturales, como medida para contrarrestar los impactos de las sequías en al menos dos sitios del país.”* (p. 46). No se encuentran menciones a la recarga de acuíferos en el Plan Nacional de Riego y Drenaje.

Según Montaña (2005), no existe sobreexplotación de los acuíferos en el Ecuador. Existen pozos con alto contenido de sales (más de 2000 mg/l de sólidos disueltos) en las provincias de Esmeraldas, Manabí, Santa Elena y Guayas.

5.3.2. Identificación de barreras para la tecnología

5.3.2.1. Barreras Económicas y Financieras

Las instituciones no asignan fondos para estudios

Con fondos de cooperación externa se han financiado estudios de acuíferos en las provincias de Guayas y Santa Elena. La Empresa Pública de Agua Potable y Alcantarillado de Quito (EPMAPS) ha estudiado a fondo los acuíferos que proporcionan agua a la ciudad, pero el propio INAMHI no ejecuta estudios sobre acuíferos actualmente. Sí se han asignado fondos públicos y de cooperación externa para la explotación de acuíferos pero no para estudiar su recarga.

5.3.2.2. Barreras Políticas, Legales y Regulatorias

No se aplica la legislación específica que regula la explotación de acuíferos

La Ley de Recursos Hídricos vigente especifica que se requiere de una autorización del anterior Consejo Nacional de Recursos Hídricos (actual SENAGUA) (Gobierno del Ecuador - Congreso Nacional, 2004) para aprovechar las aguas subterráneas, y que su explotación no deberá perjudicar al acuífero que las origine (Art. 43). En la práctica, no todas las explotaciones de acuíferos están registradas en la SENAGUA y no se tiene un estimado de la magnitud de este problema. Es probable que esta situación cambie conforme avanzan los Inventarios Participativos Provinciales de autorizaciones de uso, que la SENAGUA está ejecutando por mandato constitucional²⁷.

Las regulaciones vigentes no contemplan la recarga como parte de la explotación de los acuíferos

La vigente Ley de Recursos Hídricos establece que el otorgamiento de un derecho de aprovechamiento está sujeto a que no se perjudiquen las condiciones del acuífero ni se interfiera con el funcionamiento de otros pozos, galerías o fuentes de agua. Ni la vigente ley de recursos hídricos, ni el proyecto de ley que será sometido a consulta prelegislativa (Asamblea Nacional - Comisión Especializada de Soberanía Alimentaria, desarrollo del Sector Agropecuario y Pesquero, 2010) incluyen el tema de la recarga de los acuíferos aprovechados. Al momento resulta poco realista pensar que se pueda incluir consideraciones de este tipo en el nuevo proyecto de ley de aguas. Por lo tanto, la recarga de acuíferos tendría que ser acometida por los GAD sobre la base de consideraciones sobre su sostenibilidad y no como un mandato a cumplir.

²⁷ Según la Disposición Transitoria 1 de la Constitución Política del Estado (2008) en el plazo de 300 días después de la emisión de la Constitución debió haberse emitido la nueva Ley de Recursos Hídricos, usos y aprovechamiento del agua, que debía completar "los permisos de uso y aprovechamiento actuales y futuros, sus plazos, condiciones, mecanismos de revisión y auditoría". En la práctica esta disposición aún no se cumple. El proyecto de nueva Ley de Recursos Hídricos será sometido a una consulta prelegislativa, supuestamente durante el año 2013.

5.3.2.3. Barreras de Organización / Institucionales

Las instituciones están interesadas en la explotación de acuíferos, pero no en su recarga artificial

Se encuentran algunas menciones al estudio y explotación sostenible de acuíferos en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Santa Elena (Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Santa Elena, 2012). En la página web del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Chimborazo se menciona un proyecto, con financiamiento y asistencia del gobierno japonés, para la construcción y operación de pozos para dotar de agua a la provincia. Finalmente, en la provincia de Manabí existe una larga historia de explotación de pozos pero no se han estudiado los acuíferos. En los planes del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Chimborazo sí se encuentran menciones al aprovechamiento y siembra de acuíferos (Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Chimborazo, 2009) pero no se ha logrado confirmar que se está ejecutando la recarga.

No se monitorean (con propósitos de gestión) caudales en el país

Se monitorean caudales de salida de represas en todo el país, pero no se monitorean los caudales de ríos o acequias con propósitos de planificar la gestión. En el caso de la recarga de acuíferos, no se cuenta con valores de línea base de los ríos alimentados por acuíferos; únicamente hay menciones anecdóticas a disminución del caudal a lo largo del tiempo.

5.3.2.4. Barreras de Capacidades y Habilidades

Hay pocos estudios detallados sobre regiones específicas – hay pocas sistematizaciones sobre proyectos de recarga de acuíferos

Como se señaló al inicio de esta sección, se encontraron algunos estudios sobre el acuífero de Quito y algunas cuencas. Se encontraron estudios más detallados sobre algunos acuíferos en la provincia de Santa Elena, pero no sobre los del valle del Javita. En todo caso, la existencia de los estudios hace pensar que **sí existe capacidad nacional** para profundizar en el conocimiento de más acuíferos. Con respecto a la recarga artificial, se encontraron informes y textos acerca de experiencias en el cantón Paltas, de la provincia de Loja, en el que las medidas de recarga se dieron en el contexto de proyectos de rescate de prácticas ancestrales de manejo del agua (Ramón, 2008).

5.3.2.5. Barreras por problemas Técnicos

Los acuíferos son contaminados por aguas servidas

Se supone que existe contaminación de acuíferos. En la práctica se han encontrado menciones al carácter salino de acuíferos en Santa Elena y Manabí, pero no se han encontrado caracterizaciones de la calidad del agua de acuíferos que puedan limitar su uso. Por lo tanto, esta barrera tendría que confirmarse con estudios adicionales.

La tecnología solo puede aplicarse en sitios que cumplen condiciones especiales

En efecto, las zonas apropiadas para recargar acuíferos deben contar con una serie de condiciones de topografía y permeabilidad de suelos. Ello se subsanaría con estudios.

La tecnología requiere de diseñar medidas específicas para captar y conducir el agua hacia el acuífero

Más allá de identificar el acuífero, es necesario encontrar la tecnología de captación que sea la más apropiada para la topografía y características de la precipitación en la zona (si se trata de escorrentía o es niebla, si es marcadamente estacional u ocurre todo el año, si es necesario tratar el terreno para prevenir el arrastre de materiales, etc.)

5.3.3. Medidas identificadas

5.3.3.1. *Medidas para superar las barreras Económicas y Financieras*

Asignación de fondos específicos para el INAMHI y la SENAGUA

Un estudio sistemático y de largo plazo de los acuíferos del país debería ser efectuado por estas instituciones, la primera por su competencia en el acopio de información hidrológica; y la segunda, por su competencia para regular los usos del agua. Esta información tendría que ser facilitada sobre todo a GAD municipales medianos y pequeños, con poca capacidad económica para efectuar sus propios estudios preliminares y que deben satisfacer las necesidades de consumo humano; y también a Consejos Provinciales en busca de fuentes de agua para el desarrollo de sistemas de riego. Este estudio también le sería útil a la SENAGUA para desarrollar normativas específicas para el aprovechamiento del agua de acuíferos.

Asignación de fondos para estudios de recarga de acuíferos a GAD provinciales y municipales

Estas entidades tienen competencias en el manejo de cuencas hidrográficas y por lo tanto, serían responsables de la recarga de los acuíferos. Los fondos, provenientes del Estado y de cooperación internacional, tendrían que usarse para experiencias de recarga artificial como las emprendidas en el GAD de Paltas (ver más arriba). El enfoque de experiencias como estas todavía sería exploratorio y a pequeña escala; en este sentido, fondos de cooperación, que permiten un manejo más flexible de las actividades, serían especialmente útiles.

5.3.3.2. Medidas para superar las barreras Políticas, Legales y Regulatorias

Fortalecimiento de la capacidad de control y regulación de la SENAGUA

La SENAGUA, como autoridad única del agua, está llamada a ordenar todos los usos del agua en el país. A ella le corresponde poner en práctica medidas para verificar y monitorear los usos del agua y, eventualmente, avanzar hacia el control de caudales de captaciones, a fin de verificar si las asignaciones se cumplen o si, como se señala anecdóticamente, existen usuarios que captan más agua de la asignada o, como también se relata, existen cuencas en las que ningún usuario logra captar el caudal al que tiene derecho.

5.3.3.3. Medidas para superar las barreras de Organización / Institucion

Diseminar ampliamente el monitoreo de caudales como una práctica cotidiana de la gestión de los recursos hídricos

Al menos en ciertas cuencas donde se haya documentado el agotamiento de la cuenca (esto es, que no habría la posibilidad de otorgar derechos adicionales) tendrían que instaurarse, con la participación conjunta de la SENAGUA y el INAMHI y seguramente con el concurso de los GAD provinciales, programas de monitoreo de caudales: naturales, en las bocatomas de los sistemas de riego y agua potable y en los ramales secundarios de los sistemas de riego.

Desarrollar la capacidad de los GAD para cumplir con su competencia en el manejo de cuencas hidrográficas

La recarga de acuíferos en realidad forma parte de las medidas que deben tomarse si se asume un enfoque de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en el territorio. El proceso de transferencia de competencias a los GAD debe ir acompañado, como está previsto en

instrumentos como el Plan Nacional de Riego, de planes de desarrollo de capacidades para los GAD. (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), 2012).

5.3.3.4. *Medidas para superar las barreras de Capacidades y Habilidades*

Informar a los GAD provinciales y municipales sobre las oportunidades de superar la escasez de agua mediante el aprovechamiento sostenible de los acuíferos

Especialmente en zonas donde ya se explotan acuíferos, sería necesaria una inversión dedicada del INAMHI y la SENAGUA para diseminar información sobre las características y riesgos que enfrentan los acuíferos locales, a fin de que los GAD se decidan a manejarlos apropiadamente, con asistencia técnica de estas entidades.

5.3.3.5. *Medidas para superar las barreras por problemas técnicos*

Promover la ejecución de proyectos piloto que prueben diversas tecnologías de captación de agua y recarga

Existen bastantes incertidumbres con respecto a dónde y cómo recargar acuíferos. Tecnologías ancestrales como las propuestas en la provincia de Loja podrían no ser aplicables en otros contextos, o requerir de condiciones organizativas particulares. En tal sentido, se debe adoptar un enfoque exploratorio con proyectos a mediana y pequeña escala, que prueben soluciones y vayan introduciendo el monitoreo de caudales para probar el impacto de estas medidas en lo que finalmente importa para el riego y el aprovisionamiento de agua, que es la disponibilidad de caudales apropiados.

5.4. ANÁLISIS DE BARRERAS Y POSIBLES INTERVENCIONES PARA LA TECNOLOGÍA: “RESERVORIOS”

5.4.1. Descripción general de la tecnología

Existen varios tipos de reservorio según sus objetivos: almacenar agua por tiempo limitado, por ejemplo para regar de día o para cubrir un turno de riego; almacenar agua para sistemas de riego o para comunidades; y vasos de regulación, que permitirían almacenar agua durante más tiempo para superar estaciones secas en el año y para la recarga de acuíferos. La construcción del reservorio puede ser el aspecto más costoso de un proyecto de riego, a nivel comunitario o parcelario, y entraña dificultades técnicas porque es

necesario calcular el tamaño con base en las necesidades específicas de cada proyecto y la topografía de la zona a regar.

A lo largo de las visitas a las provincias y durante la revisión de información secundaria, se puso de manifiesto que no es posible tratar esta tecnología aislándola del uso que se le quiere dar; esto es, los reservorios serían parte integral de un sistema de aprovechamiento de agua y su tamaño, características técnicas y otros aspectos se considerarían durante el diseño y la implementación del sistema en particular. En tal sentido, se decidió no tratar la tecnología por separado. Las barreras para su implementación se tratan sobre todo para las tecnologías de riego por aspersión y goteo, en las que los reservorios son esenciales.

5.5. ANÁLISIS DE BARRERAS Y POSIBLES INTERVENCIONES PARA LA TECNOLOGÍA: “SISTEMAS DE RIEGO TECNIFICADOS (POR ASPERSIÓN Y GOTEO)”

5.5.1. Descripción general de la tecnología

Los sistemas de riego tecnificado son una manera de mejorar el riego tradicional, que distribuye el agua mediante surcos abiertos. Aprovechando la presión proporcionada por un gradiente altitudinal o una bomba, el agua se impulsa por conductos cerrados y se administra a las plantas bien sea directamente (por goteo) o mediante aspersión para imitar la lluvia. Este uso del agua es más eficiente porque no se pierde el agua en el transporte hasta la parcela y dentro de ella y además contribuye a disminuir la erosión, porque las cantidades administradas son menores y se entregan en períodos prolongados. El objetivo del riego es suministrar a cada planta la cantidad justa de agua que necesita.

El Plan Nacional de Riego y Drenaje destaca “*los bajos niveles de tecnificación y eficiencia*” (p. 5) del uso del agua para la agricultura en el país. Según el Tercer Censo Nacional Agropecuario del año 2000 (citado por PNRD), un 22% del área bajo riego tendría riego presurizado (por aspersión o goteo); en los sistemas de riego comunitarios, apenas lo estaría un 5% (PNRD, p. 64). Ello quiere decir que existe un gran potencial para difundir el uso de esta tecnología. En efecto, durante los últimos 10 años se estima que el riego presurizado se ha expandido un 9,13% en la Sierra y un 4,7% en la Costa, gracias al trabajo de ONG y programas del Banco Mundial y el Fondo Italo-Ecuatoriano (PNRD)

El riego por aspersión se ha desarrollado especialmente para cultivos de exportación y alta rentabilidad como banano, flores, hortalizas y frutales en la Costa, y en la Sierra para la producción de flores, así como en frutales y espárragos. A nivel campesino, se utiliza riego por aspersión para pastizales, hortalizas, papas y maíz principalmente. El goteo y la micro aspersión, todavía de uso restringido, se dirigen a cultivos intensivos como tomate riñón y tomate de árbol, mora, babaco, fresa, uvilla.

Como se señaló en el Producto anterior, el mercado de insumos y asesoría técnica para la tecnificación del riego se ha desarrollado mucho en el país, con limitaciones en cuanto a la variedad de soluciones tecnológicas existentes (por ejemplo, sistemas que funcionan a baja presión que si bien existen a nivel mundial, no se adoptan en el país) y a la calidad de los insumos.

Los agricultores adoptan el riego tecnificado cuanto incursionan en cultivos más rentables: fresa, mora, tomate, pastos y papas. El riego por goteo se usa para mora, tomate de árbol, fresa, tomate riñón hortalizas; el riego por aspersión, para maíz y pastos. Según los distribuidores, la extensión de riego por goteo es menor y la tecnología más utilizada es el riego por aspersión.

En cuanto a la asistencia técnica, los distribuidores consideran que ya existe capacidad local para instalar estos sistemas; los técnicos fueron entrenados por empresas, o han aprendido del tema tras un proceso de prueba y error. Esto se aplica tanto a los sistemas de riego por aspersión y goteo, como al uso de reservorios.

5.5.2. Identificación de barreras para la tecnología

5.5.2.1. Barreras Económicas y Financieras

El mantenimiento de los sistemas de riego es costoso

El mantenimiento de ramales principales, secundarios y terciarios es costoso y debe ser continuo, lo cual requiere de una gestión muy dedicada. Según el PNRD (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), 2012), apenas el 9% de la estructura de los sistemas de riego está en estado “Muy Bueno”, es decir, funcionando al 100 y 75% de su capacidad. El 53% se encuentra en estado “Bueno”, esto es, funcionando al 75 y 50% de su capacidad; el 22%, en estado “Regular” (funcionando al 50 y 25% de su capacidad); y 6% estarían en estado “Malo”, funcionando a menos del 25% de su capacidad (p. 61). El mismo instrumento anota que los canales terciarios y principales son los que mayormente se encuentran en estado regular.

Altos costos de inicio para instalar sistemas de riego

En cuanto al acceso a financiamiento, los sistemas siguen siendo costosos. En la Sierra, los campesinos obtienen crédito de cooperativas indígenas; señalan que los trámites del Banco de Fomento son muy engorrosos, si bien presta montos más altos y cobra intereses más bajos que los de las cooperativas.

Según distribuidores de tecnología, el costo de instalar un sistema de riego adecuado para una unidad de producción familiar oscila entre 1000 y 1500 USD por hectárea, dependiendo

de la extensión del terreno y del tipo de cultivo. El sistema por goteo es el más costoso y que más altas inversiones requiere, siendo el factor más importante que limita su expansión. El costo varía dependiendo del tipo de tecnología, los dispositivos automáticos y los materiales utilizados, así como de la cantidad de trabajo requerida. La SRD estima que en el país, los costos estarían en el orden de US\$3.000 a 10.000, pudiéndose llegar a un costo promedio de US\$ 6.811 por ha., con estimaciones de US\$ 1.544 para una superficie de 1.000 m². Hay algunas experiencias de riego comunitario por goteo en donde la participación de los campesinos, principalmente con mano de obra, puede bajar los costos.

Ciertos cultivos no son lo suficientemente rentables como para justificar la inversión en tecnificar el riego

En particular, el cultivo de hortalizas no es lo suficientemente rentable como para que los campesinos instalen sistemas de riego. En general, cualquier cultivo puede perder rentabilidad por cambios en el mercado (por ejemplo, exceso de producción). Los campesinos no tienen, en general, canales de venta directa de su producción y no están asociados como para imponer precios en los mercados cercanos.

Bajos costos del agua, no hay incentivos a la eficiencia

Según el marco legal vigente, existen tres tipos de tarifas: por autorización de derechos de uso y aprovechamiento de agua (antes conocida como tarifa de concesión), tarifa básica y tarifa volumétrica. La tarifa volumétrica está dirigida a cubrir los costos de administración, operación y mantenimiento de los sistemas de riego. La Ley de Recursos Hídricos vigente (Gobierno del Ecuador - Congreso Nacional, 2004) establece un método para calcular esta tarifa y define cómo se usará en el caso de sistemas públicos no transferidos; en los sistemas privados y comunitarios, cada organización fija la tarifa en sus estatutos. En los sistemas visitados, se encontró gran variedad en el monto y cobro de esta tarifa: desde un monto acordado por la Junta General de Usuarios que se cobra puntualmente (en el caso del sistema Chambo-Guano), hasta una situación en la que no se cobra a la mayoría de regantes (en el caso del sistema Poza-Honda). En ningún caso se constató que la tarifa fuera calculada sobre el agua efectivamente consumida, lo cual conspira en contra de la búsqueda de mayor eficiencia en el riego, puesto que en la práctica no se castiga el desperdicio. Estas conclusiones son ratificadas por el PNRD (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP), 2012).

5.5.2.2. Barreras Políticas, Legales y Regulatorias

Problemas con la asignación de derechos para el aprovechamiento y uso del agua

La forma de asignación de los derechos para el uso del agua, que varía en cada provincia y a veces en cada sistema de riego, no se adapta a los cambios en la disponibilidad de agua. Por ejemplo, en Tungurahua se han otorgado derechos individuales para uso de agua y las juntas de agua no tienen autoridad para distribuir el agua ni para hacer ajustes en la dotación según las condiciones. En Chimborazo, desde el inicio de los sistemas se ha otorgado una concesión al sistema en sí y las asignaciones por ramales y parcelas se acuerdan en los instrumentos internos de las Juntas de Regantes. En todos los casos, las asignaciones quedan “fijas” una vez que se han otorgado. No se han conocido casos en los que estos derechos pudieran variar para adaptarse a la menor oferta de agua (por ejemplo, en situaciones de sequía); en esos casos se presenta el problema “cabeza-cola”: los productores cercanos al inicio del canal principal alcanzan a cubrir su cuota, mientras que quienes están más lejos no reciben suficiente agua para sus necesidades.

El PNRD detalla las siguientes deficiencias en este tema (p. 67):

- “muchos sistemas de riego tienen una infraestructura que no fue dimensionada en función de la cantidad de agua concesionada o disponible, por ende sistemas de riego captan más agua que la establecida en la concesión;
- los usuarios no tienen la posibilidad de saber si se respetan o no las concesiones de agua de un sistema al otro dentro de la microcuenca;
- las concesiones se atribuyeron sin considerar las épocas de estiaje. De hecho, en muchas partes la cantidad de agua concesionada es superior a lo que puede ofrecer la cuenca hidrográfica;
- existen cuerpos de agua concesionados varias veces a distintos usuarios, y;
- existen comunidades, grupos de productores o personas que utilizan recursos hídricos para regar parcelas sin ninguna autorización legal.”

Las reglas de adquisición para proyectos financiados con fondos públicos imponen plazos y modalidades que no se ajustan a las características de la gestión de sistemas de riego

Las reglas del Instituto Nacional de Compras Públicas (INCOP) obligan a contratar la ejecución de proyectos de riego completos, sin desagregar sus componentes (por ejemplo insumos, asistencia técnica, asistencia legal, etc.), lo cual no es conveniente para proyectos de tecnificación del riego en sistemas con reglas no escritas y mecanismos de negociación complejos, donde existe un gran componente social y donde se deben hacer muchos cambios a lo largo del tiempo. Esta sería una barrera de borde, puesto que no cabría establecer excepciones al marco regulatorio de las compras públicas.

5.5.2.3. Barreras de Comunicación

Los potenciales usuarios no conocen ni confían en las bondades de la tecnología.

Se afirma que los campesinos desconfían de las tecnologías de riego presurizado. A ello contribuirían la falta de información y las historias de fracasos. Según un distribuidor, los pequeños campesinos serían reacios a recibir capacitación y a probar tecnologías novedosas; les resulta más fácil adoptar la tecnología que esté siendo usada por sus vecinos. Esto tiene importancia, por ejemplo, para la adopción de las nuevas tecnologías de riego a baja presión, que utilizan menos energía.

5.5.2.4. Barreras de Organización / Institucionales

No existe suficiente desarrollo de las organizaciones de regantes para enfrentar el reto de usar sistemas de riego tecnificado

Existe gran variabilidad en la fortaleza de las organizaciones de regantes, que en algunos casos son verdaderas instancias de control social del agua y en otros son prácticamente inexistentes. De cualquier manera, el paso de riego tradicional a riego tecnificado exige que los directivos se familiaricen con la tecnología y comprendan las exigencias organizativas que plantea el proceso.

Dificultades en la concreción en terreno de la transferencia de competencias para el riego

La Constitución Política establece que las competencias en riego y drenaje deben transferirse desde el Estado central hacia los GAD provinciales. El MAGAP, a través de la Subsecretaría de Riego y Drenaje, asume la rectoría, regulación, planificación, seguimiento y evaluación a nivel nacional. En las provincias, los GAD deben asumir la planificación, construcción, operación, mantenimiento y rehabilitación de los sistemas de riego a nivel provincial, con participación activa de las organizaciones de regantes. En la práctica, el proceso de transferencia experimenta dificultades y las instituciones todavía, al decir de los regantes de Tungurahua, se obstaculizan entre sí o quieren para sí competencias que no les corresponderían.

Poca agilidad en la operación y mantenimiento de los sistemas de riego por parte de los GAD provinciales

En lo referente a la operación y mantenimiento de los sistemas, competencia a cargo de los GAD provinciales, los regantes de Chimborazo señalan que los procesos de contratación

son lentos y engorrosos y limitan la capacidad de respuesta de los GAD; los regantes consideran que ellos tienen mucha mayor flexibilidad para reparar daños en los sistemas, porque usan el trabajo comunitario y compran los insumos con sus fondos o solicitando cuotas extraordinarias a los interesados. Esta flexibilidad y facilidad no es posible dentro de las instituciones del sector público.

5.5.2.5. Barreras Sociales y Culturales

En el campo, la mayoría de personas son de mayor edad y no aceptan cambios en la tecnología para riego

Todos los entrevistados, excepto los de la zona arrocera del sistema Poza Honda, coinciden en señalar que la edad promedio de los campesinos ha aumentado; señalan que los jóvenes abandonan el campo para estudiar profesiones no relacionadas, que no existe empleo para ellos en el campo y que la rentabilidad de la agricultura es tan baja que no les resulta atractiva. Los datos del INEC parecen confirmar la tendencia: en efecto, las encuestas de empleo efectuadas entre los años 2000 y 2005 indican que ha disminuido el peso porcentual de la población menor a 40 años entre la PEA rural (Tabla 20, Figura 20).

Tabla 20: Distribución porcentual de la PEA Rural por año de investigación, según grupo de edad

Grupo de edad	Año de encuesta de empleo				
	2000	2001	2003	2004	2005
Menos de 20 años	6,20	10,74	7,21	8,97	6,66
20 a 40 años	56,05	53,67	53,68	50,67	50,89
más de 40 años	37,75	35,59	39,11	40,36	42,45
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fuente: (INEC, UNFPA, 2005 (¿?)) Cuadro 3.6, p. 15

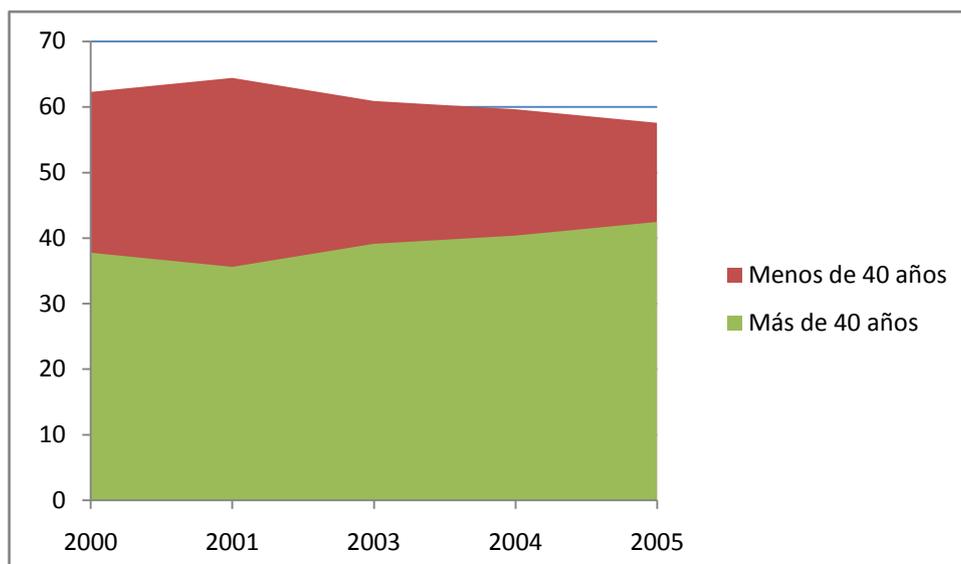


Figura 20: Composición de la PEA Rural por grupos de edad, 2000-2005

Fuente: (INEC, UNFPA, 2005 (¿?)) Cuadro 3.6, p. 15

Según los entrevistados, los campesinos de mayor edad son reacios a aceptar cambios en su manera de hacer las cosas, lo cual les predispondría a no aceptar fácilmente el paso de sistemas de riego tradicionales al riego por aspersión.

En la Sierra central, los continuos robos de partes de sistemas llevan a los productores a comprar insumos baratos, de mala calidad y poca duración

A los productores pequeños no les interesa comprar insumos (por ejemplo, goteros o aspersores) de la mejor calidad porque los robos son muy frecuentes; a estas piezas se les considera desechables, porque se pierden con frecuencia. Esto conspiraría contra el avance tecnológico continuo, porque los productores no se arriesgarían a probar nuevas partes (por ejemplo, aspersores o goteros más eficientes) mientras estas tengan altos precios durante su fase de introducción al mercado. Esta sería una barrera de borde, porque las condiciones de inseguridad en el campo obedecen a una serie de factores sociales cuya solución depende de la acción concertada de muchas instituciones y del fortalecimiento de las asociaciones campesinas en muchos aspectos que rebasan el alcance de este trabajo.

5.5.2.6. Barreras por problemas Técnicos

Deficiente diseño y ejecución de proyectos para promover la tecnificación del riego desde el Estado

Según técnicos, distribuidores y líderes de organizaciones de regantes en Tungurahua y Chimborazo, en algunos casos se ha regalado todos los insumos para instalar sistemas de riego parcelario. Señalan que, cuando los productores reciben los equipos para instalar sistemas de riego gratuitamente, no los cuidan ni se apropian de ellos. A esto se suma el hecho de que muchos proyectos de esta naturaleza son diseñados “en escritorio”, sin diagnóstico previo ni acuerdo con las organizaciones de productores, por lo que los equipos podrían no ser adecuados para la realidad local. También se señala que, una vez completada la entrega de los insumos o las obras acordadas, no existe seguimiento ni asistencia técnica por parte del MAGAP o los GAD que financian los proyectos.

Al respecto, el PNRD señala, citando un estudio efectuado específicamente para su diseño, que *“entre los años 2008 y 2009, la inversión pública en riego fue mayor a los 137 millones de dólares, de los cuales alrededor de 75 millones estuvieron orientados a apoyar al riego campesino, “sin embargo, el énfasis ha sido atender la infraestructura de manera centralizada, con escasa o nula participación y sin control social, provocando otra vez desencuentros técnicos y sociales. Lo positivo es haber iniciado procesos de capacitación a los regantes, para su fortalecimiento en lo técnico, social, organizativo y de gestión”*. (P. 43).

Los regantes de Tungurahua también señalaron que existirían problemas en la fiscalización de obras públicas de riego.

Variable calidad en los materiales para instalar sistemas de riego tecnificado

En varias provincias de Sierra y Costa se encontraron anuncios de fábricas de manguera de polietileno reciclada, para transporte de agua y riego por goteo; muy pocas mencionan conformidad con las normas INEN sobre calidad. En la visita a un proveedor en Cotopaxi, se pudieron observar piezas de sistemas de aspersion “sin marca”, de fabricación nacional y (aparentemente) razonable calidad, prácticamente idénticas a las producidas por fabricantes reconocidos. Según los proveedores, el mercado está bien provisto de mangueras y partes de sistemas de riego de todas las calidades. Como los pequeños productores están interesados en ahorrar todos los costos, compran las partes más baratas sin considerar su durabilidad y rendimiento.

No se monitorea la disponibilidad ni el consumo de agua

En ninguno de los sistemas visitado se encontraron esfuerzos por monitorear el agua captada ni repartida en los ramales, peor el agua consumida en la parcela. En muchos casos las asignaciones originales se “fijan” al soldar las compuertas para garantizar el volumen que pasa en cada toma; pero esta medida no sería definitiva por cuanto los

canales sufren de azolve o daños que podrían alterar el caudal transportado. Además, la medida no permite hacer ajustes en caso necesario.

A nivel de la parcela, los agricultores riegan cuando les toca el turno, a menos que esté lloviendo. No tienen una idea más exacta sobre las necesidades de agua de sus cultivos, si bien algunos monitorean la humedad del suelo manualmente.

Urbanización de tierras labrantías y uso indebido de los derechos adquiridos de agua para riego

Tanto en el sistema Chamo Guano, como en el Poza Honda y en los sistemas de riego apoyados por el proyecto PACT en Tungurahua, la expansión espacial de ciudades y poblaciones ha significado que tierras labrantías pasen a ser vendidas como aptas para urbanizarse. Los propietarios de las tierras (y de los derechos de agua para riego sobre ellas), cuando tienen autorizaciones individuales (como es el caso en Tungurahua), venden sus derechos de uso a otros agricultores, con lo que se tiende a la acumulación de varios derechos en manos de pocos agricultores.

La oferta de capacitación (desde el sector público) no coincide con la demanda de los agricultores

Los directivos de los sistemas de riego señalan que la capacitación ofrecida por entidades públicas no necesariamente toca los temas de interés de los agricultores, quienes necesitan adquirir mayores conocimientos sobre la tecnificación de sistemas de riego.

No existe capacidad para diseñar adecuadamente los reservorios, parte esencial de sistemas de riego

Tanto en sistemas comunitarios como en las parcelas, los agricultores tienen dificultades para decidir dónde situar los reservorios cómo edificarlos y cuál deberá ser su tamaño de acuerdo con las necesidades. Según regantes de Tungurahua (Taller PACT, 2012), en esa provincia se han construido varios reservorios sin criterios técnicos; esto, unido a la falta de capacitación, ha llevado a la producción de daños y al abandono de los reservorios. Algunos casos se pueden ver en los sistemas Guachi-Pelileo, Mocha-Guachi y Ambato-Guachi-Pelileo.

Este déficit de capacidades afectaría tanto al MAGAP a nivel central y provincial, como a los GAD-Ps, que actualmente deben asumir la gestión del riego a nivel provincial. Esta falta de capacidades incrementaría los costos de los sistemas. Por ejemplo, los regantes de Tungurahua (taller PACT, 2013) mencionaron que algunos reservorios individuales

fomentados por el MAGAP como parte de sistemas de riego individuales son muy caros; en general, su costo varía entre USD \$4 a USD \$9/m³.

No hay capacitación para operadores de reservorios

Una vez que los reservorios han sido instalados por cualquier institución, no hay seguimiento ni entrenamiento a los operadores, quienes, sobre todo en el caso de reservorios medianos y grandes, deben saber cómo manejar el llenado del reservorio y cuándo evacuarlo en caso de necesidad. Esta ignorancia sería la causa de accidentes, sobre todo cuando hay exceso de escorrentía (Taller PACT, 2013).

5.5.3. Medidas identificadas

5.5.3.1. *Medidas para superar las barreras Económicas y Financieras*

Apoyar a los GAD y Juntas de Regantes para la determinación de esquemas tarifarios que contribuyan a financiar los costos de mantenimiento de los sistemas.

Se podrían formular proyectos piloto para explorar formas de calcular y cobrar las tarifas, buscando cubrir todos los posibles arreglos: sistemas de riego privados, comunitarios y públicos; y en la Sierra y en la Costa. Parte esencial de estos esquemas, en un contexto de cambio climático, será el poner en práctica métodos para medir la cantidad de agua captada por el ramal principal, los secundarios y terciarios; y transparentar el consumo real y la eficiencia, para facilitar un cambio cultural hacia el ahorro de agua.

Facilitar préstamos a Juntas de Regantes y regantes individuales, para financiar el mantenimiento de sistemas y las mejoras tecnológicas

Las Juntas de Regantes deben ocuparse del mantenimiento de los ramales secundarios y terciarios y del riego en las parcelas. Lo que alcanzan a recaudar con la tarifa volumétrica (ver antes) no es suficiente para financiar un mantenimiento apropiado (Oleas, comunicación personal 2013); aunque se deben transparentar los costos del mantenimiento y la operación de los sistemas, no necesariamente se puede cobrar por ellos a los regantes. En esa situación, resultaría apropiado facilitar préstamos a las Juntas, que tienen personería jurídica, y a los regantes para su gestión individual. Las Juntas podrían inclusive funcionar como prestamistas para los regantes, gracias a la constitución de Cajas Comunitarias (Lloret, Oleas, comunicaciones personales 2013).

Difundir los esquemas de aseguramiento para pequeños campesinos

El seguro agrícola con prima subsidiada por el Estado se difunde gracias a que los créditos para producción agrícola otorgados por el Banco Nacional de Fomento se acompañan obligatoriamente de un seguro; el Banco financia el 60% de la prima del seguro. Se aseguran las pérdidas por fenómenos climáticos catastróficos, plagas y enfermedades incontrolables; se cubre la inversión realizada en el cultivo o los costos de producción directos (preparación del suelo, mano de obra, insumos, semilla, herbicidas, insecticidas y fungicidas).

Algunos agricultores arroceros en el sistema Poza Honda conocían y utilizaban el seguro agrícola, básicamente por tener créditos del BNF. En Chimborazo, el presidente de la Junta General de Usuarios del sistema Chambo Guano mencionó que la cobertura solo se refería a la inversión y costos de producción, pero que no cubría el lucro cesante por los cultivos perdidos, por lo que no era interesante para los productores.

En todo caso, se debe seguir monitoreando el avance del seguro agrícola subsidiado. Actualmente el seguro es prestado por una empresa privada (QBE Seguros Colonial). Podría ser oportuno explorar otros esquemas de seguro, en proyectos piloto financiados por cooperación internacional (por su mayor flexibilidad en el uso de los fondos).

5.5.3.2. Medidas para superar las barreras Políticas, Legales y Regulatorias

Desarrollar esquemas más flexibles de asignación de derechos, que puedan responder a cambios en la disponibilidad de agua

Existe una propuesta de la Secretaría Técnica del Comité de Gestión de la Subcuenca del Chambo, de, una vez instaladas regletas de medición en las bocatomas, desarrollar acuerdos para disminuir proporcionalmente las asignaciones de agua cuando ocurran estiajes, en sistemas de riego de la provincia de Chimborazo. En el contexto del proyecto PACT en Tungurahua, cuando los usuarios de un sistema comunitario acuerdan pasar al riego tecnificado, las negociaciones implican lograr arreglos que respeten los derechos de los regantes pero logren mayor equidad y eficiencia.

5.5.3.3. Medidas para superar las barreras de organización / institucionales

Fortalecimiento institucional de los GAD provinciales

Previo un diagnóstico de sus necesidades, sería necesario proponer medidas de fortalecimiento de los GAD provinciales. En concreto y con un criterio de manejo de riesgos climáticos, se les puede ayudar a identificar los lugares de mayor riesgo en las

conducciones principales (terrenos inestables, drenajes ocluidos por ocupación con viviendas o instalaciones, sitios de contaminación por efluentes urbanos o industriales) y a formular planes para su manejo, incluyendo las medidas en sus planes operativos anuales, con lo cual se ordenarían los procesos de adquisición y se podría responder de mejor manera a las necesidades de operación y mantenimiento de los sistemas.

Fortalecimiento institucional de los organismos de regantes

Previo un diagnóstico de sus necesidades, se deben formular proyectos de largo alcance, que garanticen el acompañamiento a las organizaciones durante largos períodos, a ayudarles a mejorar sus catastros, lograr acuerdos de reparto equitativos, relacionarse con municipalidades y parroquias en expansión a fin de lograr acuerdos de ordenamiento en el uso del territorio; mantener sistemas contables y administrativos adecuados; y planificar actividades de fortalecimiento de los regantes individuales. Experiencias como las del sistema de riego Chambo, en que su Junta General de Usuarios recibió apoyo de la Unión Europea durante 10 años, demuestran que esta es una vía expedita para lograr un funcionamiento adecuado de estas organizaciones.

5.5.3.4. *Medidas para superar las barreras Sociales y Culturales*

Fortalecer a las asociaciones de productores para que puedan enfrentar de mejor manera la comercialización

A fin de que la agricultura sea más rentable para los productores, es necesario fortalecer sus asociaciones (que no son iguales a las juntas de regantes) para que puedan comercializar sus productos en mejores condiciones: salir a mercados más grandes, ofrecer cantidades mayores y adquirir más poder de negociación, vender anticipadamente su cosecha a precios más ventajosos.

5.5.3.5. *Medidas para superar las barreras por problemas Técnicos*

Fortalecer la asistencia técnica a los productores

Desde hace muchos años, los agricultores no cuentan con asistencia técnica provista desde el sector público; reciben información e indicaciones de los vendedores de sistemas de riego, semillas y otros insumos y en el peor de los casos, de vendedores locales al minoreo, que no tienen conocimientos técnicos. Se propone el financiamiento, vía las organizaciones de regantes, de parcelas demostrativas que permitan a los campesinos constatar el uso de mejores prácticas agrícolas, entre las que se incluyen las de riego. Esta medida permitiría, a mediano y largo plazo, mejorar los conocimientos de los productores y les llevaría a adquirir mejores equipos de riego.

Incluir el monitoreo de caudales en los sistemas de riego

Como parte del diseño de proyectos de fortalecimiento de las capacidades de GAD y organizaciones de regantes, se debería incluir el monitoreo de caudales en cada punto de derivación, a fin de comprender el uso real del agua para riego. Este tipo de medidas deberían formar parte de proyectos destinados a promover la gestión integrada de los recursos hídricos de las cuencas aportantes a los sistemas de riego.

Ordenamiento territorial de las cabeceras municipales y parroquiales para frenar el uso urbano de tierras agrícolas

Los GAD municipales y parroquiales deben ordenar el uso del suelo en los límites urbanos, estableciendo claros límites para la expansión urbana.

5.6. VÍNCULOS ENTRE BARRERAS

Existen barreras comunes, sobre todo las relativas a la capacidad institucional.

El poco conocimiento existente sobre acuíferos, aplicabilidad de su recarga y los beneficios potenciales de estas tecnologías se vincula a la necesidad de más investigación: para probar la aplicabilidad de las tecnologías en diversos contextos, pero también para comprenderlas como herramientas de la gestión integrada de los recursos hídricos. Temas específicos de investigación serían:

- Aplicabilidad de la recarga artificial de acuíferos, que usualmente ocurre aprovechando la escorrentía, en zonas deficitarias y que no tienen acceso a riego.
- Acuíferos en varias provincias, en particular en aquellas donde ya ocurre explotación de aguas subterráneas que podría ocasionar su agotamiento.
- La hidrología de las cuencas abastecedoras de sistemas de riego, incluyendo las aguas subterráneas pero también el consumo y la calidad del agua.

Muchas barreras se vinculan con capacidad de las instituciones, en particular los GAD provinciales, las organizaciones de regantes y la SENAGUA.

Otras barreras hacen evidente la heterogeneidad de los sistemas de riego en cuanto a las formas de organización, el financiamiento y las tecnologías en uso. Para las autoridades nacionales (MAGAP, SENAGUA) ello supone un desafío de adaptar sus políticas y asistencia a las situaciones específicas.

En todos los casos, la adopción de nuevas tecnologías supone un riesgo que puede asumirse si se espera una rentabilidad razonable como producto de la actividad agrícola.

En todos los casos excepto el proyecto Javita, se evidenció la tensión existente entre el desarrollo urbano y el uso agrícola del suelo. Los agricultores más cercanos a los centros urbanos terminan “encerrados” entre urbanizaciones y calles, y poco a poco su actividad se vuelve insostenible. Resulta inútil plantear adelantos tecnológicos en este contexto.

5.7. MARCO HABILITANTE PARA SUPERAR LAS BARRERAS ENCONTRADAS

Se proponen a continuación algunas estrategias y medidas cuya concreción contribuirá a mejorar la difusión de cualquiera de las tecnologías mencionadas.

Promover la gestión de recursos hídricos a nivel de cuenca

Las soluciones tecnológicas no resolverían por sí mismas los desafíos del cambio climático, a menos que se adopten en el marco de una comprensión integral de la gestión de los recursos hídricos. Para avanzar hacia hacer realidad este enfoque, es necesario poner en práctica varias estrategias:

- Instalar sistemas de información hidro-meteorológica y de la disponibilidad y uso del agua en cuencas.
- Utilizar escenarios de oferta y demanda de los recursos hídricos. Para llegar a ello, será necesario desarrollar la capacidad de modelar las cuencas, tomando en cuenta entradas y salidas del recurso, deforestación, pérdida de zonas de recarga, urbanización y otros cambios en el uso del suelo. Sobre la base de información de este tipo será posible definir medidas de protección de zonas de recargas y/o de regulación e inclusive evaluar la necesidad y factibilidad de construir nuevas obras de aprovechamiento.
- Estimar los impactos ambientales, económicos y sociales de las prácticas de gestión actual o futura de los recursos hídricos
- Conformar espacios democráticos de diálogo entre actores involucrados en el uso y gestión del agua (como el comité de gestión de la subcuenca del río Chambo, de la cuenca del Río Chambo).
- Desarrollar, tanto en GAD como en asociaciones de usuarios, sus capacidades de gestión de conflictos, de negociación y lograr acuerdos sociales para reducir pérdidas de agua.

Fortalecer la capacidad de las instituciones relacionadas con la gestión del agua y del riego

Es necesario fortalecer las capacidades de los GAD provinciales y las organizaciones de regantes a nivel local; a nivel nacional se debe fortalecer a la SENAGUA, que como autoridad única del agua debería liderar la reflexión y asistencia técnica sobre cómo lograr equidad en la asignación de derechos y cómo llegar a acuerdos que permitan manejar los sistemas con mayor flexibilidad y eficiencia. También es necesario fortalecer al INAMHI, especialmente en lo relativo a su capacidad de monitorear caudales y de predecir el tiempo, pero también en su capacidad de comunicar información de manera útil para los usuarios.

Desarrollar una demanda de productos provenientes de la Agricultura Sostenible (sanos, justos)

Los pequeños productores no tienen poder para imponer precios en el mercado de bienes de consumo. Esfuerzos del sector público por ayudar a los productores a organizarse, y por desarrollar una demanda que acepte mayores precios a cambio de productos más sanos, podrían disminuir el riesgo y promover la adopción de tecnologías por parte de más productores.

Promover la Investigación – acción participativa sobre temas poco comprendidos, como los niveles de uso (y pérdida) de agua en riego en el campo

Este aspecto debe ser explorado y los productores deben comprender, con experiencias de primera mano, cómo utilizan el agua y cómo lograr una gestión más eficiente y ahorrativa.

Planificar y ordenar el uso del suelo peri-urbano

En las ciudades de Riobamba, Ambato, Portoviejo y Rocafuerte se debe lograr un acuerdo sobre el uso del suelo, estableciendo diálogos entre GAD Municipales, Juntas de Regantes de los sistemas de riego y GAD provinciales. Se deben fortalecer mecanismos para mantener actualizados los catastros, delimitar zonas de vivienda y agrícolas y respetar las zonificaciones; se trata de mantener la funcionalidad de la infraestructura productiva para la zona agrícola.

Poner en práctica propuestas piloto de gestión antes de pasar a la formulación de políticas de alcance nacional

Por ejemplo, en temas como la fijación de tarifas para financiar la operación y mantenimiento, las mejores formas de brindar asesoría técnica, cómo subsidiar la tecnificación de sistemas de riego, etc. Se requiere sistematizar lo que ya se sabe pero además probar soluciones a pequeña escala.

Comunicar mejor los éxitos y las lecciones aprendidas de innumerables experiencias de riego en el país

En todas las tecnologías existen experiencias exitosas y otras que ejemplifican lo que no se debe hacer. El conocimiento adquirido por ONG, comunidades, juntas de regantes, organismos de cooperación, el MAGAP y los GAD debería sistematizarse y compartirse extensamente para beneficio de las nuevas propuestas.

PARTE 3: PLAN DE ACCIÓN TECNOLÓGICO

RESUMEN EJECUTIVO

Este documento describe los Planes de Acción Tecnológica (PAT) para las tecnologías *Recarga controlada de acuíferos* y *Sistemas de riego tecnificado (por aspersión y goteo)*. Además propone medidas para superar las barreras que estarían impidiendo la diseminación y adopción generalizada de estas tecnologías, así como una serie de estrategias para establecer un marco habilitante apropiado para ese propósito.

En cuanto a la recarga de acuíferos, la vigente Ley de Aguas no establece su obligatoriedad, ni se tiene, en general, información suficiente sobre los acuíferos en zonas productivas como para regular su aprovechamiento y recarga. El fortalecimiento de los GADP para que estos demanden y obtengan información sobre el estado de acuíferos aprovechables, y para que los gestionen de manera sostenible, es de gran importancia; ese es precisamente el objetivo del PAT, consistente en desarrollar la capacidad de actores locales, en particular GADs, para comprender su funcionamiento y características y de esta manera implementar medidas apropiadas para facilitar su recarga, evitar su contaminación y regular su explotación. Dado el poco conocimiento existente sobre acuíferos (a pesar de su aprovechamiento) será necesario emprender estudios sobre acuíferos importantes en cada provincia y, en acuíferos en uso, probar medidas piloto para su recarga.

Existe actualmente un marco de políticas que facilitaría la diseminación del riego tecnificado (el Plan Nacional de Riego y Drenaje y el proceso de formulación de los planes provinciales) ; para que este marco se haga efectivo, será necesario fortalecer significativamente la capacidad de dos actores centrales: los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales (GADP), que, según el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), tienen la competencia de la administración, operación y mantenimiento de los sistemas de riego provinciales; y los organismos de regantes, que canalizan su participación, gestionan el mantenimiento de ramales, pueden ser receptores y mediadores de asistencia técnica y financiera, y actuar como diseminadores de mejores prácticas entre los usuarios de los sistemas.

También será necesario apoyar, desde la Secretaría Nacional del Agua, los GAD y las Juntas, el diseño de esquemas tarifarios apropiados para permitir la sostenibilidad de los sistemas de riego, garantizando un suministro de agua continuo y confiable que anime a los productores a invertir en la tecnificación. Además, se debe tomar una serie de medidas para que la producción agrícola sea lo suficientemente rentable como para justificar, para el productor, la inversión adicional que significa instalar sistemas de riego. Ello incluye desarrollar mercados donde la producción pueda venderse a precios justos que permitan a los productores amortizar los costos; diseminar mecanismos de aseguramiento que faciliten la superación de pérdidas debidas a eventos climáticos o plagas; y proveer de más asistencia técnica, no solo en riego, sino en mejores prácticas agrícolas. Para superar la falta de acceso a crédito, se puede fortalecer a algunas Juntas de Regantes para facilitar crédito a sus afiliados.

Finalmente, el avance de las ciudades amenaza la integridad de los sistemas de riego cercanos a las mismas, puesto que tierras agrícolas son urbanizadas sin planificación ni arreglos para reordenar los sistemas, asignar el agua a otros usuarios que la necesitan, evitar la contaminación por efluentes urbanos, etc.

CAPÍTULO 6: PLAN DE ACCIÓN TECNOLÓGICO

6.1. ACCIONES A NIVEL SECTORIAL

6.1.1. Descripción del sector riego en el país

El riego para la agricultura constituye el uso del agua más importante en el Ecuador; a él se destina alrededor del 82% del agua, mientras que el 12% se usa en consumo doméstico y el 6% en la industria. A continuación se resume la información sobre el riego a nivel nacional, citada en el Plan Nacional de Riego y Drenaje (PNRD) (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), 2012).

La región costera del país tiene la mayor superficie bajo riego (57% de las áreas bajo riego del país), lo cual se explica porque también tiene la mayor extensión de suelos aptos para la agricultura. Por sus características topográficas, la región es muy susceptible a inundaciones. En algunas zonas los suelos agrícolas están salinizados y muchos cursos de agua sufren de contaminación y azolvamiento, lo que a su vez dificulta el drenaje natural. En la región se presentan déficits hídricos estacionales en las provincias de Santa Elena, El Oro, Guayas, Los Ríos y Manabí.

En la Sierra está el 42% del área bajo riego del país. Su accidentada topografía dificulta la producción agropecuaria; a ello también se suma la importante presencia de minifundios que plantean desafíos de todo tipo para mejorar la producción. Las cuencas hidrográficas que abastecen a las provincias de la Sierra central (Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo) están prácticamente agotadas y la escasez de agua dificulta la satisfacción de las necesidades de consumo humano y peor aún, del riego. La superficie bajo riego en las regiones amazónica e insular es mínima.

En el país existen tres tipos de sistemas de riego: públicos, comunitarios o asociativos y privados. Los sistemas públicos fueron construidos y administrados por el Estado. A finales del siglo pasado, durante la aplicación de políticas de ajuste estructural, varios sistemas fueron transferidos a sus usuarios y la gestión de otros pasó a manos de las Corporaciones de Desarrollo Regional, entidades que tenían competencias variadas sobre la gestión del agua en algunos territorios del país. El manejo de estos sistemas se caotizó y muchos de ellos se deterioraron gravemente o no se terminaron; en otros casos, se dio excesiva importancia a la construcción de obras físicas y se descuidó la gestión y el apoyo a los usuarios, con lo que finalmente los sistemas públicos terminaron sirviendo a los intereses de grandes terratenientes que compraron las tierras beneficiadas por el riego para destinarlas a cultivos de exportación.

Los sistemas comunitarios son pequeños y en su mayoría han sido construidos por las propias organizaciones, que los operan y administran con sus recursos. Su gestión se basa

en el control social del agua que ejerce la organización comunitaria. Se tiene claramente definidos los derechos sobre la infraestructura y el agua y se cuidan las fuentes del agua utilizada. Las Asambleas de usuarios son los organismos de toma de decisiones y resolución de conflictos. Se estima que un 31% de toda la infraestructura de riego del país sería de este tipo. Los sistemas comunitarios no recibieron apoyo estatal, situación que ha comenzado a modificarse desde 2008.

Finalmente, los sistemas privados han sido construidos por los usuarios (empresas, hacendados y productores medianos y grandes), quienes asumen los costos de gestión. Estos sistemas ocuparían la mayor extensión de la superficie bajo riego en el Ecuador.

Según estimaciones del PNRD, existirían actualmente en el país alrededor de 1.500.000 hectáreas bajo riego (con y sin derechos legalmente otorgados). El 18% de esa superficie (76 sistemas de riego) tendría infraestructura estatal y el 31% sería de riego comunitario y asociativo. El 51% restante estaría bajo sistemas de riego privados o siendo utilizado sin autorización de uso por parte de la SENAGUA. Debido a problemas con la operación de los sistemas de riego públicos y comunitarios, el área efectivamente regada sería menor (alrededor de 942.100 hectáreas).

El PNRD considera que todas las superficies fácilmente utilizables para riego ya están bajo este régimen, por lo que ampliar las áreas regadas mediante nuevos sistemas de riego sería muy costoso; en ese sentido, será prioritario acortar la brecha entre el área equipada para riego y el área efectivamente regada de los sistemas públicos y comunitarios/asociativos.

6.1.2. El marco de políticas y regulaciones del riego

El marco normativo y especialmente institucional para el subsector riego (y drenaje) en el país ha cambiado de forma importante, especialmente en los últimos 15 años. Estos cambios han significado la llegada de nuevos interlocutores del sector público al uso y la gestión de agua a nivel de sistemas de riego (aunque a menudo los mismos profesionales circulan de una institución a otra).

Aquí resaltamos los principales cambios recientes que influyen en la gestión del agua en los sistemas de riego estudiados:

Marco normativo

- La Constitución Política del Ecuador (2008) y el COOTAD (2010, Art. 133), asignan a los **Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales** el rol de promotor, facilitador y habilitador del desarrollo provincial. Ese rol incluye la **competencia exclusiva de la planificación, construcción, operación y el mantenimiento de sistemas de riego** (Art. 263, numeral 5). Este rol en combinación con otras competencias exclusivas vinculadas, como la del **fomento de la producción agropecuaria provincial, y la gestión ambiental**, hacen de los GADPs las

entidades descentralizadas que deben liderar el desarrollo provincial de la producción agropecuaria bajo riego desde un enfoque de desarrollo sostenible.

- El marco legal vigente para la gestión del agua es la Ley de Aguas de 1972.
- Hay una propuesta oficial de abril 2010 para una nueva Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, pero el proceso de su discusión en la Asamblea Nacional está paralizado, seguramente por lo menos hasta mediados de 2013.

Marco institucional

- La transferencia de la competencia para planificar, construir, operar y mantener sistemas de riego y drenaje fue formalizada por el **Consejo Nacional de Competencias** (CNC) mediante varias resoluciones en 2011 y 2012²⁸. La resolución 008 establece, por cada GAD provincial, los distintos sistemas de riego cuya Operación, Administración y Mantenimiento se transfiere (ver Anexo 1).
- El riego y drenaje para la producción agrícola, como tema sectorial, es competencia del **MAGAP**. El Objetivo General del MAGAP a nivel nacional es, según la Agenda Productiva del Ministerio Coordinador de Producción, Empleo y Competitividad (MCPEC), *“Contribuir al “Buen Vivir” de las familias rurales y comunidades costeras fomentando el impulso de agricultura, ganadería, acuicultura y pesca multifuncional, logrando la soberanía alimentaria y el incremento de los ingresos de los productores”*.
- Para ello, el MAGAP apunta a los siguientes objetivos específicos:
 - 1. **Democratizar el acceso** y uso de la tierra y de los otros factores de la producción para pequeños y medianos productores, para mejorar las condiciones de vida de las familias rurales y comunidades costeras.
 - 2. **Rescatar los conocimientos ancestrales y preservar la biodiversidad** para valorizar el ambiente e incorporarlos en el desarrollo de la agricultura, ganadería, acuicultura y pesca.
 - 3. **Implementar programas de innovación y productividad agropecuaria**, expansión de almacenamiento, negocios rurales inclusivos, comercialización, desarrollo acuícola y pesquero, **para fortalecer la asociatividad y tecnificar la producción respetando el ambiente dentro de valores de solidaridad y transparencia.**

²⁸ Resolución No. 0008-CNC-2011 del 14 de julio 2011. Disponible vía: http://www.senplades.gob.ec/c/document_library/get_file?uuid=926e46d4-89f9-4bc5-847b-de71728325b4&groupId=18607; Resolución No. 00012-CNC-2011 del 8 de diciembre 2011. Disponible vía: http://www.senplades.gob.ec/c/document_library/get_file?uuid=ccb80769-e129-444a-ae37-776188f8598c&groupId=18607 y Resolución CNC-010-2012. Ver: <http://www.planificacion.gob.ec/?p=3998/consejo-nacional-de-competencias-emite-nuevas-resoluciones>

- 4. **Fortalecer la competencia del MAGAP** en temas de políticas, regulación, planificación, seguimiento y evaluación del Desarrollo Rural.
- En este marco, el MAGAP ha formulado las siguientes políticas y estrategias sectoriales:

POLÍTICAS SECTORIALES	ESTRATEGIAS SECTORIALES
<ul style="list-style-type: none"> • Política de Producción y Productividad enfocada hacia mejoras en: semillas, suelos, fertilizantes, riego, extensión y transferencia de tecnología y otros insumos productivos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apuntalar los servicios rurales mejorando la infraestructura y la tecnificación de riego, implementando redes financieras solidarias, un sistema nacional de extensión, certificaciones comunitarias y escuelas de campo, todo dentro de una ágil coordinación interministerial
<ul style="list-style-type: none"> • Política de Acceso a Factores de Producción enfocada hacia la redistribución y propiedad de la tierra, acceso al agua, al capital y trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Brindar soporte y orientación a los actores y actividades del sector en la construcción de un modelo de gestión de calidad mediante un sistema integrado de información.
<ul style="list-style-type: none"> • Política de Desarrollo Rural que con un claro enfoque territorial promueva el fortalecimiento de las organizaciones y la coordinación de los esfuerzos interinstitucionales 	

Fuente: MAGAP-SRD, 2012:27

- En relación a la descentralización de las competencias en riego, las Resolución N° 0008-CNC-2011 (Art. 4) dice que “corresponde al Gobierno Central, a través de sus diferentes entidades, el ejercicio de las facultades de **rectoría nacional, planificación, regulación y control, en todos los casos**; y de **gestión de los sistemas multipropósito y binacionales**, de acuerdo a las disposiciones constantes en la presente resolución; así como en los **interprovinciales**, mientras no sean susceptibles de transferencia”. Y, en el Art. 5, establece la Rectoría Nacional: “en el marco de la competencia de riego y drenaje, al Gobierno Central, a través de sus respectivos ministerios sectoriales, le corresponde **la definición de la política pública nacional en riego, drenaje, desarrollo agrario, recursos hídricos, gestión, ambiental y gestión de riesgos**” (MAGAP-SRD, 2012).

Marco de políticas

- El Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV) 2009-2013 establece 12 Objetivos, 3 de los cuales orientan la política en riego a nivel nacional:
 - Objetivo 1. Auspiciar la **igualdad**, cohesión e integración social y territorial en la diversidad

- Política 1.4. **Democratizar los medios de producción** para generar condiciones y oportunidades equitativas,
 - Política 1.8. Impulsar el **Buen Vivir rural**
 - Objetivo 4. Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un **ambiente sano y sustentable**
 - Política 4.2. Manejar el patrimonio hídrico con un **enfoque integral e integrado por cuenca hidrográfica**, de aprovechamiento estratégico del Estado y de valoración sociocultural y ambiental
 - Objetivo 11. Establecer un sistema económico social, solidario y sostenible
 - Política 11.3. Impulsar las condiciones productivas necesarias para el logro de la soberanía alimentaria
 - Política 11.5. Fortalecer y ampliar la cobertura de infraestructura básica y de servicios públicos para extender las capacidades y oportunidades económicas.
- En un contexto de inexistencia de Planes o Estrategias Nacionales para la Gestión del agua o el sector Agricultura, en junio 2012 fue aprobado formalmente por el MAGAP el **Plan Nacional de Riego y Drenaje (PNRD)** (MAGAP-SRD, 2012: versión septiembre 2012)
 - El PNRD tiene cinco objetivos, que juntos buscan el objetivo general de “contribuir al mejoramiento del ingreso de la población rural y la productividad agropecuaria, en armonía con los principios del Buen Vivir y la soberanía alimentaria” (MAGAP, 2012:77)
 - Los **cinco objetivos** son:
 - 1) Ampliar la cobertura y mejorar la eficiencia social, económica y ambiental de todos los sistemas de riego y drenaje;
 - 2) Fortalecer a los regantes y grupos de regantes para asumir la cogestión y gestión de los sistemas de riego y drenaje de manera sostenible y eficiente;
 - 3) Fortalecer la institucionalidad y mejorar las capacidades del estado para impulsar la política integral e integrada del riego y drenaje, en el marco del proceso de desconcentración y descentralización;
 - 4) Promover un proceso sostenido de reorganización y redistribución de caudales que asegure un acceso equitativo al agua de riego y
 - 5) Promover la calidad y **cantidad de agua para riego** considerando a las presentes y futuras generaciones.
 - EL PNRD hace mención de la relación entre el cambio climático y la disponibilidad hídrica futura. Por ende plantea en su matriz de planificación acciones específicas de adaptación, dentro del 5to objetivo, según indica el

Tabla 21: El Cambio climático como un factor que afecta la disponibilidad hídrica para riego, según PNRD (2012) Cabe notar que el cambio climático debería también ser considerado como un factor de planificación en el Objetivo 1, i.e. por el lado de la demanda, como un factor que aumenta (generalmente) los requerimientos hídricos de los cultivos.

Tabla 21: El Cambio climático como un factor que afecta la disponibilidad hídrica para riego, según PNRD (2012)

Política	Lineamientos estratégicos para la política
<p>Política 5.1</p> <p>Incorporar en la planificación y en la gestión de los sistemas de riego el manejo integrado e integral de cuencas y micro cuencas así como la recuperación de ecosistemas degradados y en riesgo como un eje fundamental.</p>	<p>Coordinar acciones específicas entre todas las instituciones con competencias en riego y ambiente.</p>
	<p>Promover la inversión pública, privada y la cogestión para el mantenimiento y preservación de las fuentes hidrográficas.</p>
	<p>Reconocer y compensar las labores individuales y colectivas de mantenimiento de las fuentes y de los ecosistemas productores de agua.</p>
	<p>Incluir medidas de mitigación en la gestión y el manejo del riego y drenaje que consideren la posibilidad de eventos climáticos extremos en el contexto del cambio climático</p>
<p>Política 5.2</p> <p>Fortalecer las capacidades de gestión pública en el control de afluentes contaminantes de aguas superficiales y subterráneas y de prevención de riesgos en las zonas con riego y necesidades de drenaje.</p>	<p>Establecer un sistema integrado de control y regulación de afluentes contaminantes según el marco legal y competencial vigente en el plazo máximo de dos años.</p>
	<p>Establecer mecanismos y acciones que procuren la disminución de las vulnerabilidades de la infraestructura de riego y el mejoramiento de los sistemas de drenaje, contemplando las posibles afectaciones del cambio climático.</p>

Fuente: MAGAP-SRD, 2012:96-97

- En octubre 2012, el MAE presentó la **Estrategia Nacional de Cambio Climático**, con dos grandes líneas estratégicas:
 - **Adaptación** al cambio climático: **Reducir la vulnerabilidad** social, económica y ambiental frente a los impactos del cambio climático.

- **Mitigación** del cambio climático: Reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero y aumentar los sumideros de carbono en Sectores Estratégicos (MAE, 2012:38).

Dentro de la Estrategia de Adaptación, se plantea ocho Objetivos Estratégicos. En el Tabla 22 se aprecia que tres de estos objetivos tienen una relación con la **agricultura bajo riego**, e indican las orientaciones para lograr la adaptación en el sector mediante resultados al 2013 y lineamientos al 2017.

Tabla 22: La agricultura bajo riego en la Estrategia Nacional de Cambio Climático (2012) - Únicamente se incluyen los objetivos relacionados con el tema

Objetivo Específico	Resultados esperados al 2013	Lineamientos para la Acción para el 2017	Lineamientos para la Acción para el 2025
<p>1) Implementar medidas que garanticen la soberanía alimentaria frente a los impactos del cambio climático.</p>	<ol style="list-style-type: none"> El sector ganadero ha implementado al menos 2 medidas de adaptación al cambio climático para reducir su vulnerabilidad frente a los impactos por sequías e inundaciones en las zonas que presentan las mayores ocurrencias de esos fenómenos, con medidas tales como la instalación de sistemas silvo-pastoriles, incorporación de criterios de adaptación al cambio climático en la zonificación de las áreas rurales, entre otras. El diseño de proyectos del Plan Nacional de Riego ha incorporado criterios y el resultado de estudios de vulnerabilidad al cambio climático para construir sistemas de riego más eficientes, evitar pérdidas de agua de riego y atender a zonas prioritarias según criterios de soberanía alimentaria. Se ha iniciado la ejecución de al menos 6 proyectos hídricos multipropósito con esos criterios. Se ha implementado la tecnificación del riego en 11 provincias del país con criterios de adaptación al cambio climático El Programa Soberanía y Seguridad Alimentaria basada en La producción sana de alimentos ha iniciado su implementación y ha incorporado un enfoque adicional de adaptación al cambio climático. Se han identificado y evaluado los principales recursos pesqueros-acuícolas comerciales y potenciales, sus condiciones de inocuidad y bio-disponibilidad alimentaria en el país, incluyendo un análisis de sus potenciales afectaciones ante los escenarios de cambio climático. Se ha difundido tecnología y conocimientos en acuicultura a nivel rural, como herramienta de mejoramiento de la calidad de vida y diversificación de la producción, que han incorporado variables de adaptación al cambio climático. Se ha diseñado e iniciado la implementación del Programa De “Mejoramiento de La Productividad de los Sistemas de Producción de leche y carne bovina en áreas críticas de la Sierra, Costa y Amazonia Ecuatoriana”, el que ha incluido en su diseño criterios de adaptación al cambio climático. 	<ol style="list-style-type: none"> Fomentar la implementación de medidas de adaptación (tales como diversificación de especies más resistentes a los cambios del clima, la creación de bancos de germoplasma, el uso de especies que contribuyan a evitar la erosión, entre otros) en los sistemas productivos de los sectores ganadero y agrícola más importantes en términos económicos y de soberanía alimentaria, para aumentar su capacidad de respuesta frente a eventos climáticos extremos y así asegurar la disponibilidad de alimentos sanos suficientes y nutritivos. Implementar medidas para asegurar una alimentación sana, nutritiva, natural y con productos del medio en la población de atención prioritaria, para disminuir su vulnerabilidad ante los impactos del cambio climático. Implementar acciones que aseguren la sostenibilidad de los recursos pesqueros y acuícolas del país como contribución a la soberanía alimentaria de la población ecuatoriana frente a los impactos del cambio climático. Identificar, incorporar, desagregar, adaptar y asimilar tecnologías que permitan aumentar la diversificación de la producción agrícola y ganadera, así como su capacidad de respuesta frente a los impactos del cambio climático. Fomentar la articulación entre el uso de las herramientas de ordenamiento territorial y las acciones de reconversión productiva para alcanzar la soberanía alimentaria del país frente a los impactos del cambio climático. Generar información sobre los potenciales impactos del cambio climático en los productos de la canasta básica. 	<p>Afianzar la producción local de alimentos de calidad y su diversificación manejando los impactos del cambio climático y asegurando el acceso a alimentos sanos, suficientes y nutritivos.</p>
<p>2) Iniciar acciones para que los niveles de rendimiento de los sectores productivos y estratégicos, así como la infraestructura del país</p>	<ol style="list-style-type: none"> Se ha implementado al menos 3 estrategias de gestión de riesgos para la infraestructura eléctrica del país, ante eventos climáticos extremos atribuidos al cambio climático. Se encuentran operativas las nuevas centrales hidroeléctricas, tomando en consideración escenarios de cambio climático en su diseño. Se ha reducido el porcentaje de pérdidas de electricidad en el sistema de distribución a nivel nacional (11%), a través del Plan de Reducción de 	<ol style="list-style-type: none"> Fomentar la identificación e incorporación de criterios de adaptación al cambio climático en los procesos productivos de los sectores energético, agropecuario, acuícola y turístico, entre otros sectores priorizados por la ENCC. Fomentar la identificación e incorporación de criterios de adaptación al cambio climático en los procesos productivos de los sectores estratégicos del país, entre otros, las telecomunicaciones, los 	<ul style="list-style-type: none"> Fortalecer y consolidar el desarrollo de proyectos de los sectores productivo, estratégico y de

Objetivo Específico	Resultados esperados al 2013	Lineamientos para la Acción para el 2017	Lineamientos para la Acción para el 2025
<p>no se vean afectados por los efectos del cambio climático.</p>	<p>Pérdidas de Energía en distribución.</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. El Programa Nacional de Innovación Tecnológica Participativa y Productividad Agrícola, que busca mantener los niveles de rendimiento del sector agropecuario, ha iniciado su implementación y ha tomado en consideración criterios de adaptación al cambio climático, producción limpia y desarrollo sostenible en su diseño. 5. Se han incorporado criterios de adaptación al cambio climático en al menos 5 proyectos de la cartera de infraestructura actual, incluyendo la infraestructura turística, energética, vial, hídrica e industrial. 6. Se ha identificado e implementado al menos 5 proyectos entre las siguientes categorías: rehabilitación o adecuación de infraestructura vial, mantenimiento y construcción de centrales hidroeléctricas, infraestructura hidráulica y plantas de tratamiento de agua considerando criterios de adaptación al cambio climático. 	<p>recursos naturales no renovables, el transporte y la refinación de hidrocarburos y el espectro radioeléctrico, para mantener y mejorar los niveles de productividad de los mismos.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Promover la producción de bienes y servicios de calidad con capacidad de respuesta frente a los impactos del cambio climático. 4. Fomentar las inversiones y el desarrollo e implementación de estrategias de adaptación a los impactos del cambio climático en la infraestructura energética y turística para disminuir la vulnerabilidad física, social y ambiental a nivel nacional. 5. Promover la innovación, desarrollo y uso de nuevas tecnologías para mejorar los procesos productivos y para incrementar la capacidad de resistencia de la infraestructura frente a los impactos del cambio climático. 6. Fomentar la inclusión de criterios de adaptación al cambio climático y estándares de calidad específicos en el diseño de los proyectos de infraestructura del país, incluyendo la infraestructura turística. 	<p>infraestructura con incorporación plena de criterios de adaptación al cambio climático.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consolidar las acciones que incrementan la capacidad de resistencia de la infraestructura frente a los eventos climáticos extremos atribuidos al cambio climático.
<p>4.) Manejar el patrimonio hídrico con un enfoque integral e integrado por Unidad Hidrográfica, para asegurar la disponibilidad, uso sostenible y calidad del recurso hídrico para los diversos usos humanos y naturales, frente a los impactos del cambio climático.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se han incorporado en el Plan Nacional de Recursos Hídricos variables de cambio climático y se ha iniciado la implementación del mismo. 2. Con criterios de sostenibilidad se han identificado y aprovechado acuíferos con agua de buena calidad para diferentes usos humanos y naturales, como medida para contrarrestar los impactos de las sequías en al menos dos sitios del país. 3. Se han construido al menos 2 proyectos multipropósito para el manejo del recurso hídrico, contribuyendo con la generación de la capacidad para enfrentar los eventos climáticos extremos atribuidos al cambio climático. 4. Se ha finalizado la construcción de al menos 2 trasvases como medida que contribuye a garantizar el abastecimiento de agua para diversos usos, frente a la variabilidad de disponibilidad y acceso al recurso hídrico generados por el cambio climático, considerando criterios de adaptación en su diseño. 5. Se ha constituido al menos un ámbito de coordinación, manejo y conservación de recursos hídricos específicos para al menos una demarcación hidrográfica relevante, en donde se ha incorporado criterios de adaptación al cambio climático en el proceso de toma de decisiones. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fomentar una gestión integral e integrada de los recursos hídricos, con un enfoque ecosistémico y sustentable, para aumentar la capacidad de respuesta frente a los impactos del cambio climático. 2. Identificar e implementar medidas que permitan reducir la vulnerabilidad de las poblaciones por acceso y uso de los recursos hídricos y mitigar los impactos ocasionados, frente a eventos climáticos extremos atribuidos al cambio climático. 3. Fomentar la optimización del uso y aprovechamiento del agua, sobre la base de los principios de equidad, solidaridad y responsabilidad socio-ambiental, para reducir la vulnerabilidad de las poblaciones frente a la escasez del recurso. 4. Promover la vinculación de la planificación y el ordenamiento territorial con la gestión de los recursos hídricos por unidades hidrográficas, considerando los impactos que puede generar el cambio climático y las medidas de adaptación que pueden ser implementadas. 5. Fomentar en las Políticas sectoriales y transversales la regulación, preservación, conservación, ahorro y uso sustentable del agua, como respuesta a una eventual escasez del recurso atribuido a los impactos del cambio climático. 6. Promover la implementación de Políticas, estrategias, normas y medidas para prevenir, controlar y enfrentar los impactos del cambio climático en los sistemas hidrográficos en todos sus niveles de gestión. 	<p>Consolidar el manejo integral del patrimonio hídrico asegurando su disponibilidad, uso sostenible y calidad para los diversos usos humanos y naturales frente a los impactos del cambio climático.</p>

Objetivo Específico	Resultados esperados al 2013	Lineamientos para la Acción para el 2017	Lineamientos para la Acción para el 2025
		<p>7. Fomentar la calidad del agua y atenuar los efectos de su contaminación para asegurar el uso y calidad del agua frente a los impactos que pueden ser generados por el cambio climático, como la escasez del recurso.</p> <p>8. Promover un uso del suelo en las demarcaciones hidrográficas, concordante con medidas que permitan prevenir desastres relacionados a los impactos del cambio climático; medidas como el mantenimiento o recuperación de la vegetación nativa en la rivera de los ríos y esteros, o en las áreas de pendiente pronunciada, entre otras.</p> <p>9. Promover la implementación de medidas que permitan mantener el ciclo hidrológico para garantizar la disponibilidad del agua requerida por la sociedad y los ecosistemas; medidas como la conservación o recuperación de la vegetación nativa en las áreas de recarga de agua, o la minimización en el uso de fertilizantes y plaguicidas que contaminan los acuíferos.</p> <p>10. Promover la identificación e implementación de acciones a nivel urbano encaminadas a minimizar los impactos de los eventos climáticos extremos atribuidos al cambio climático; medidas como la separación de los sistemas de distribución de agua y alcantarillado, recolección y uso de agua lluvia, entre otros.</p>	

Enfocando en **aspectos regulatorios** que pueden ser relevantes para la adaptación al cambio climático resaltamos dos aquí: 1) la importancia asignada a la **eficiencia** en uso de agua, y 2) instrumentos económicos como las **tarifas** vigentes por el uso del agua de riego.

Uso del agua con eficiencia

La **Codificación 2004 – 016** de la Ley de Aguas vigente (1972) se refiere en artículo 21 a la necesidad de reducir pérdidas de agua en el riego: “*El usuario de un derecho de aprovechamiento, utilizará las aguas con la mayor eficiencia y economía, debiendo contribuir a la conservación y mantenimiento de las obras e instalaciones de que dispone para su ejercicio*”.

Más recientemente en 2008, la Constitución se retoma el tema de la eficiencia: “*El Estado regulará el uso y manejo del agua de riego para la producción de alimentos, bajo los principios de equidad, eficiencia y sostenibilidad ambiental*” (Art. 282).

En la práctica, el conocimiento, regulación, control e incentivos para el uso eficiente de agua de riego ha sido punto de poca atención del Estado y a veces tampoco de las propias organizaciones de usuarios. El reciente PNRD (2012:59-60, 64) señala la problemática con cierto énfasis, pero no constituye un cuerpo normativo.

Tarifas por el uso del agua y el servicio de riego

Existen tres tipos de tarifas: por autorización de derechos de uso y aprovechamiento de agua (antes conocida como tarifa de concesión), tarifa básica y tarifa volumétrica. La **Codificación 2004 – 016** de la Ley de Aguas vigente (1972) refiere a estos tres tipos de tarifas por el uso de agua, una por la concesión del Estado (Art. 18) y otras dos por el servicio de riego (la tarifa básica en Art. 17 y la volumétrica en Art. 55):

- Art. 18.- **Por las concesiones del derecho de aprovechamiento de aguas** que otorgue el Estado, el Consejo Nacional de Recursos Hídricos, **cobrará las tarifas** que se fije en reglamento tanto a las personas naturales como a las jurídicas. [...]
- Art. 17.- **El Estado recuperará el valor invertido en los canales de riego para uso agropecuario**, en función de la capacidad de pago de los beneficiarios, mediante títulos de crédito emitidos por las Corporaciones Regionales de Riego, Agencias de Aguas y demás entidades estatales vinculadas con este servicio público, **cuando la administración, operación y mantenimiento de los sistemas de riego se encuentren total o parcialmente bajo la responsabilidad de estos organismos.**
- Una vez **realizado el proceso de transferencia de los sistemas y canales de riego estatales a favor de las organizaciones de usuarios privados constituidas**, y encontrándose a cargo de éstas la administración, mantenimiento y

operación de la infraestructura del sistema de riego, el Estado, las Corporaciones Regionales de Riego y demás entidades de derecho público o pública, **no cobrarán a los usuarios la tarifa básica.**

- Art. 55.- [...] El valor de la **tarifa volumétrica**, es decir el valor del caudal consumido, calculado sobre la base del promedio histórico de los últimos tres años, así como el valor del derecho de concesión serán fijados de conformidad con la Ley, por el Estado, las Corporaciones Regionales de Riego y demás entidades vinculadas al servicio público de riego; y **únicamente en el caso de la tarifa volumétrica, esta será recaudada y administrada por las organizaciones de usuarios privados**, Juntas de Regantes y Directorios de Aguas legalmente constituidas, **que tengan a su cargo la administración, operación y el mantenimiento del sistema de riego.** Del total de los valores recaudados por concepto de la tarifa volumétrica, es decir el **valor del caudal consumido**, las organizaciones de usuarios privados, Juntas de Regantes y Directorios de Aguas legalmente constituidos, destinarán el 85% al mantenimiento y operación de los sistemas de riego, y máximo hasta el 15% para gastos de administración. Los usuarios privados, de conformidad con los estatutos de las organizaciones, Juntas de Regantes y Directorios de Aguas, aportarán recursos adicionalmente para la administración, operación y mantenimiento de los sistemas de riego bajo su responsabilidad.

La Constitución de forma general instruye “el Estado será responsable de la provisión de los servicios de agua potable y de riego, saneamiento, energía eléctrica, telecomunicaciones, vialidad, infraestructuras portuarias y aeroportuarias, y los demás que determine la ley. El Estado garantizará que los servicios públicos y su provisión respondan a los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad. El Estado dispondrá que los precios y tarifas de los servicios públicos sean equitativos, y establecerá su control y regulación” (Art. 314).

En la práctica, según MAGAP-SRD (2012:71) “la gestión de **cobro de la tarifa volumétrica es muy débil**, especialmente en la Costa. Existen muchos usuarios de los sistemas de riego privado-particular que pese al usufructo del agua no cancelan por la misma. En la Sierra hay varias modalidades de pagar las tarifas de consumo de agua. El riego privado está más organizado para realizar actividades agrícolas más intensivas: horticultura, floricultura, ganadería. Cuentan con directorios con un alto grado de organización; y los usuarios cumplen con los pagos de las tarifas a tiempo. Algunos sistemas de riego han implementado un sistema “fijo” de tarifas ya sea basado en el área de riego, en el caudal (l/s) o simplemente por familia”.

No se cuenta con diagnósticos (comparativos) sobre las modalidades y los niveles de las tarifas establecidas y efectivamente cobradas a nivel nacional. Lo que sí está claro es que la gran mayoría está armada sobre la base de un **área bajo riego** registrada, y no, según el nombre indica, sobre un **volumen de agua efectivamente usada**.

6.1.3. El Plan Nacional de Riego (PNRD) como marco de políticas para la ampliación y mejora de la eficiencia del riego en el país

El Plan Nacional de Riego y Drenaje (PNRD), emitido en el año 2012, establece una serie de objetivos estratégicos y políticas que buscan ampliar la cobertura y eficiencia del riego. Estos son:

Objetivos	Políticas
<p>Objetivo 1: Ampliar la cobertura y mejorar la eficiencia social, económica y ambiental de todos los sistemas de riego y drenaje</p>	<p>Política 1.1: Ampliar la cobertura de los sistemas de riego que actualmente funcionan por debajo de su capacidad</p> <p>Política 1.2: Elevar los niveles de productividad sistémica y los rendimientos agropecuarios en las zonas de cultivo que actualmente tienen riego.</p> <p>Política 1.3: Ampliar el área regada en las zonas de uso agrícola susceptibles de ser regadas, con criterios de sostenibilidad económica, ambiental y social</p>
<p>Objetivo 2: fortalecer a los regantes y grupos de regantes para asumir la cogestión y gestión de los sistemas de riego y drenaje de manera sostenible y eficiente</p>	<p>Política 2.1: Formar capacidades locales para la gestión democrática y sostenible de las organizaciones de usuarios de los sistemas de riego y drenaje reconociendo su experiencia en la gestión de los mismos.</p> <p>Política 2.2: Formar capacidades técnicas locales para el manejo, operación y mantenimiento de los sistemas de riego y drenaje reconociendo el trabajo realizado por los regantes y organizaciones de regantes en el tema.</p> <p>Política 2.3: Empoderar a las organizaciones de regantes, comunitarias y de usuarios para la cogestión de los sistemas de riego y drenaje, en coordinación con las diferentes instancias del Estado con competencias en el tema.</p>
<p>Objetivo 3: fortalecer la institucionalidad y mejorar las capacidades del estado para impulsar la política integral e integrada del riego y drenaje, en el marco del proceso de desconcentración y descentralización.</p>	<p>Política 3.1: Impulsar un modelo de gestión de riego descentralizado, participativo y de cogestión que lleve a cabo procesos de planificación, ejecución, seguimiento y evaluación del riego y drenaje en los territorios, en armonía con las agendas territoriales y con el plan nacional de riego y drenaje.</p> <p>Política 3.2: Consolidar la gestión desconcentrada de las instituciones con rectoría en el subsector riego y drenaje.</p>

	<p>Política 3.3: Ofrecer a la ciudadanía y regantes una gestión eficiente con criterios de calidad.</p>
<p>Objetivo 4: promover un proceso sostenido de reorganización y redistribución de caudales que asegure un acceso equitativo al agua de riego</p>	<p>Política 4.1: Revisar y regularizar los derechos de aprovechamiento de las aguas de riego y el reparto interno en los sistemas de riego respetando los principios orientadores del PNRD.</p> <p>Política 4.2: Impulsar procesos de fomento agropecuario en las zonas prioritarias definidas por la institución responsable donde se hayan regularizado los caudales priorizando a los beneficiarios de las políticas y acciones del proceso de democratización de la tierra.</p> <p>Política 4.3: Regular y ordenar los abusos, malos usos e irregularidades en el uso y manejo del agua y la infraestructura en todos los sistemas de riego y drenaje.</p> <p>Política 4.4: Regular y ordenar el otorgamiento de nuevas autorizaciones de uso de agua para riego de acuerdo a la disponibilidad real del agua y la demanda de los regantes considerando criterios de equidad.</p>
<p>Objetivo 5: promover la calidad y cantidad de agua para riego considerando a las presentes y futuras generaciones</p>	<p>Política 5.1: Incorporar en la planificación y en la gestión de los sistemas de riego el manejo integrado e integral de cuencas y micro cuencas así como la recuperación de ecosistemas degradados y en riesgo como un eje fundamental.</p> <p>Política 5.2: Fortalecer las capacidades de gestión pública en el control de afluentes contaminantes de aguas superficiales y subterráneas y de prevención de riesgos en las zonas con riego y necesidades de drenaje.</p> <p>Política 5.3: Promover en las zonas con riego la participación directa de los regantes y de las organizaciones de regantes en la planificación, ejecución y evaluación de las acciones referidas a la conservación de los recursos naturales y de mitigación de impactos ambientales.</p> <p>Política 5.4: Promover el uso eficiente del agua de riego, así como su conservación y preservación para evitar el deterioro y la pérdida de suelos por erosión y salinización.</p>

6.1.4. Medidas para superar las barreras generales

6.1.4.1. *Diseminar ampliamente el monitoreo de caudales como una práctica cotidiana de la gestión de los recursos hídricos*

Al menos en ciertas cuencas donde se haya documentado el agotamiento de la cuenca (esto es, que no habría la posibilidad de otorgar derechos adicionales) tendrían que instaurarse, con la participación conjunta de la SENAGUA y el INAMHI y seguramente con el concurso de los GAD provinciales, programas de monitoreo de caudales: naturales, en las bocatomas de los sistemas de riego y agua potable y en los ramales secundarios de los sistemas de riego.

6.1.4.2. *Desarrollar la capacidad de los GAD para cumplir con su competencia en el manejo de cuencas hidrográficas*

Desde una visión de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, no puede aislarse el manejo de un uso del agua (el riego) de los demás usos (el consumo humano, las actividades industriales y la ganadería, los caudales ecológicos, la recreación). Se debe comprender, a nivel de cuenca hidrográfica, cómo los usos compiten (o no) entre sí y proyectar cómo podría presentarse la situación en un futuro de mayor demanda y menos disponibilidad de agua. La recarga de acuíferos forma parte de las medidas que deben tomarse si se asume este enfoque, a fin de garantizar la sostenibilidad de la oferta hídrica en determinado territorio. El proceso de transferencia de competencias sobre el manejo de cuencas hidrográficas a los GAD debe ir acompañado, como está previsto en instrumentos como el Plan Nacional de Riego, de planes de desarrollo de sus capacidades. (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP), 2012).

6.1.4.3. *Fortalecimiento institucional de los organismos de regantes*

Previo un diagnóstico de sus necesidades, se deben formular proyectos de largo alcance, que garanticen el acompañamiento a las organizaciones durante largos períodos, a de ayudarles a mejorar sus catastros, lograr acuerdos de reparto equitativos, relacionarse con municipalidades y parroquias en expansión a fin de lograr acuerdos de ordenamiento en el uso del territorio; mantener sistemas contables y administrativos adecuados; y planificar actividades de fortalecimiento de los regantes individuales. Experiencias como las del sistema de riego Chambo, en que su Junta General de Usuarios recibió apoyo de la Unión Europea durante 10 años, demuestran que esta es una vía expedita para lograr un funcionamiento adecuado de estas organizaciones.

6.1.4.4. Fortalecer a las asociaciones de productores para que puedan enfrentar de mejor manera la comercialización

A fin de que la agricultura sea más rentable para los productores, es necesario fortalecer sus asociaciones (que no son iguales a las juntas de regantes) para que puedan comercializar sus productos en mejores condiciones: salir a mercados más grandes, ofrecer cantidades mayores y adquirir más poder de negociación, vender anticipadamente su cosecha a precios más ventajosos. Una agricultura más rentable estimulará no solo mayores inversiones para mejorar la tecnología y la productividad, sino que podría atraer a los jóvenes de regreso a esta ocupación, contribuyendo a su sostenibilidad a largo plazo.

6.1.4.5. Determinación de esquemas tarifarios que contribuyan a mejorar la gestión del agua en el país

El Decreto Ejecutivo 1088 (R.O. 346 del 27 de mayo del 2008) mediante el cual se crea a la SENAGUA, en su segundo artículo, detalla las competencias de la Secretaría Nacional del Agua. Entre ellas están:

- Ejercer la rectoría nacional en la gestión y administración del recurso agua.
- Establecer las políticas que deben regir la gestión del agua y determinar las normas y regulaciones necesarias para su aplicación.
- Formular el Plan Nacional de Gestión del Agua y asegurar que los proyectos y programas de aprovechamiento y manejo de los recursos hídricos sean coherentes con el Plan Nacional de Desarrollo y sus actualizaciones.
- Establecer las políticas de recuperación del uso del agua, mediante tarifas.
- Coordinar y articular con las entidades públicas que prestan servicios con el agua el desarrollo de acciones enmarcadas en las normas y regulaciones establecidas para la conservación y protección del agua.
- Formular estudios y desarrollar acciones encaminadas al fortalecimiento permanente del sistema institucional encargado de la gestión integrada del agua.
- Establecer con universidades, escuelas politécnicas y la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología un sistema articulado de apoyo a los programas de formación e investigación en temas de manejo y gestión de recursos hídricos.

No se tiene información sobre los avances en la concreción de estas competencias, en particular las referentes a la recuperación de los costos del uso del agua y no solo en lo tocante al riego, sino también a todos los otros usos. Se debería al menos distinguir entre el financiamiento de los siguientes costos:

- Gestión pública del recurso agua por la SENAGUA (la gestión propiamente dicha, las inversiones en general, o temas específicos como la protección y conservación de las funciones /servicios ambientales de las cuencas)
- Gestión de la provisión de agua para uso humano (Empresas públicas municipales)

- Gestión pública del servicio de agua para riego (GAD Provinciales)
- Gestión comunitaria del servicio de agua para consumo humano (a cargo de Juntas de Alcantarillado y Agua Potable)
- Gestión comunitaria del servicio de agua para riego (a cargo de Organizaciones de regantes y usuarios individuales)

Para determinar estos costos hace falta emprender un proceso de consultas por demarcación hidrográfica y probablemente formular proyectos piloto para explorar formas de calcular y cobrar las tarifas en los diversos tipos de uso. Parte esencial de estos proyectos, en un contexto de cambio climático, será el poner en práctica métodos para medir y transparentar la cantidad de agua consumida por todos los usos y usuarios.

6.1.4.6. Ordenamiento territorial de las cabeceras municipales y parroquiales para frenar el uso urbano de tierras agrícolas

Los GAD municipales y parroquiales deben ordenar el uso del suelo en los límites urbanos, estableciendo claros límites para la expansión urbana.

6.2. PLAN DE ACCIÓN PARA LA TECNOLOGÍA RECARGA DE ACUÍFEROS²⁹

6.2.1. Descripción general de la tecnología

La Recarga Controlada de Acuíferos (RCA) implica el almacenamiento y tratamiento del agua dentro de acuíferos, en los que esta se introduce a través de estructuras como pozos de inyección, embalses de infiltración y galerías para introducir agua proveniente de la lluvia, tormentas, agua residual tratada, ríos o agua de otros acuíferos.

La RCA es intencional; esto la diferencia de la recarga que ocurre a partir de la infiltración profunda del agua de riego o debido a fugas de las tuberías de abastecimiento de agua potable, fenómenos en los que la recarga es incidental. La RCA es una herramienta de gestión del agua subterránea; puede ser útil para restablecer la presión en acuíferos sobreexplotados, reducir la intrusión salina o fenómenos de subsidencia en suelos. Por sí sola, no es una solución definitiva para los acuíferos sobreexplotados y podría servir únicamente para aumentar los caudales de extracción. Sin embargo, puede tener un importante papel como parte de un conjunto de medidas de control de la extracción y del restablecimiento del balance hídrico subterráneo.

²⁹ En el Producto 4 (análisis de barreras) se explica por qué se decidió sacar de la lista de tecnologías a la tecnología “Cosecha de Agua Lluvia”.

Según afirma Galo Ramón (Ramón, 2008), el almacenamiento de agua lluvia, vertientes y acequias y su uso para recargar acuíferos, crear humedales y campos elevados y para derivar acequias, humedecer terrazas o guardar agua de riego eran prácticas comunes en tiempos precolombinos. La recarga de acuíferos subterráneos para mantener vertientes era practicada por los indígenas de la etnia Palta, al sur del país; el agua era captada gracias al uso de cochas de altura³⁰, zanjas de captación, tajamares³¹ y pilancones³².

Ramón (2008) especifica que la recarga de acuíferos en realidad formaba parte de una intervención compleja, que no solo incluía medidas de manejo sino también la cultura sobre el agua, los rituales y la organización social “*Por sistema complejo entendemos al manejo integral del ciclo del agua, desde la captación del agua lluvia, su almacenamiento, los procesos de infiltración, el manejo del sitio donde aflora el agua, el uso doméstico, el riego, las concepciones rituales y la organización social alrededor de su manejo.*” (p. 19) (Ramón, 2008).

En cuanto a información sobre acuíferos y su uso, el INAMHI publicó en el año 2011 una Introducción a la Hidrogeología del Ecuador (Burbano, Becerra, & Pasquel, 2011). El libro resume las características hidrogeológicas del país, sobre la base del mapa hidrogeológico elaborado en el año 1983 por el INAMHI y la Dirección General de Geología y Minas del (en ese entonces) Ministerio de Energía, Minas y Petróleos y del Plan Hidráulico elaborado por el INERHI en el año 1986. También se sintetizan estudios detallados realizados por el INAMHI sobre las cuencas de los ríos Guayas, Chone, Portoviejo, Jipijapa y Mira; el cantón Tulcán, la isla Puná, el sector Tres Cerritos y los sectores de Pujilí y La Victoria.

En una búsqueda en internet se encontraron además artículos y tesis sobre estudios de acuíferos relacionados con la ciudad de Quito (Coello y Galárraga R (2002), Parreño y colaboradores (2006)); el acuífero del Cutuchi (Taco y Galárraga, 2002); el acuífero de Zarumilla (Otiniano y colaboradores, 2006)); el acuífero de Pusuquí (Prócel, 2008 – tesis). Existen abundantes tesis y trabajos sobre los acuíferos de la Península de Santa Elena, realizados en el marco de los proyectos ECU 8/026 *Caracterización de Acuíferos Costeros de la Península de Santa Elena* y *Application of Isotopic Tools for Integrated Management of Coastal Aquifers (ARCAL XCII) RLA/8/041*, auspiciados por el Organismo Internacional de Energía Atómica y ejecutados por la Escuela Politécnica del Litoral (ESPOL). No se encontró una sistematización de todos estos estudios; tampoco se encontró alguna caracterización sobre el uso de agua proveniente de acuíferos en el país. Un informante que conoce el acuífero de Cantagallo, en la provincia de Manabí, señala que de aquel se bombea agua para la población de Crucita, en las costas manabitas, y que la profundidad a la que encuentra el agua ha aumentado (Lagos, comunicación personal 2013); similar impresión se tiene acerca del acuífero que provee de agua a la ciudad de Riobamba (EPMAPAR, 2013).

³⁰ No se trataba de simples reservorios, sino más bien de humedales.

³¹ Muros de contención de aguas

³² Pequeños reservorios de agua elaborados en la cabecera de las huertas.

En cuanto al marco de políticas relacionado con esta tecnología, el Objetivo Específico 4 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (MAE, 2012) apunta a “*Manejar el patrimonio hídrico con un enfoque integral e integrado por Unidad Hidrográfica, para asegurar la disponibilidad, uso sostenible y calidad del recurso hídrico para los diversos usos humanos y naturales, frente a los impactos del cambio climático*” (p. 46); su Resultado Esperado al 2013 Número 2 está formulado como “*Con criterios de sostenibilidad se han identificado y aprovechado acuíferos con agua de buena calidad para diferentes usos humanos y naturales, como medida para contrarrestar los impactos de las sequías en al menos dos sitios del país.*” (p. 46). No se encuentran menciones a la recarga de acuíferos en el Plan Nacional de Riego y Drenaje.

Según Montaña (2005), no existe sobreexplotación de los acuíferos en el Ecuador. Existen pozos con alto contenido de sales (más de 2000 mg/l de sólidos disueltos) en las provincias de Esmeraldas, Manabí, Santa Elena y Guayas.

6.2.2. Meta para la transferencia y difusión de la tecnología

En el plazo de diez años, en zonas donde se conoce de la existencia de acuíferos en las provincias de Santa Elena, Manabí, Tungurahua o Chimborazo, se habrá comprendido el funcionamiento de acuíferos cuya agua se utiliza para satisfacer necesidades de riego y consumo humano y se habrán puesto en marcha medidas para facilitar su recarga, evitar su contaminación y regular su explotación.

6.2.3. Identificación de barreras para la tecnología

6.2.3.1. Barreras Económicas y Financieras

Las instituciones no asignan fondos para estudios

Con fondos de cooperación externa se han financiado estudios de acuíferos en las provincias de Guayas y Santa Elena. La Empresa Pública de Agua Potable y Alcantarillado de Quito (EPMAPS) ha estudiado a fondo los acuíferos que proporcionan agua a la ciudad, pero el propio INAMHI no ejecuta estudios sobre acuíferos actualmente. Sí se han asignado fondos públicos y de cooperación externa para la explotación de acuíferos pero no para estudiar su recarga.

6.2.3.2. Barreras Políticas, Legales y Regulatorias

No se aplica la legislación específica que regula la explotación de acuíferos

La Ley de Recursos Hídricos vigente especifica que se requiere de una autorización del anterior Consejo Nacional de Recursos Hídricos (actual SENAGUA) (Gobierno del Ecuador - Congreso Nacional , 2004) para aprovechar las aguas subterráneas, y que su explotación no deberá perjudicar al acuífero que las origine (Art. 43). En la práctica, no todas las explotaciones de acuíferos están registradas en la SENAGUA y no se tiene un estimado de la magnitud de este problema. Es probable que esta situación cambie conforme avanzan los Inventarios Participativos Provinciales de autorizaciones de uso, que la SENAGUA está ejecutando por mandato constitucional³³.

Las regulaciones vigentes no contemplan la recarga como parte de la explotación de los acuíferos

La vigente Ley de Recursos Hídricos establece que el otorgamiento de un derecho de aprovechamiento está sujeto a que no se perjudiquen las condiciones del acuífero ni se interfiera con el funcionamiento de otros pozos, galerías o fuentes de agua. Ni la vigente ley de recursos hídricos, ni el proyecto de ley que será sometido a consulta prelegislativa (Asamblea Nacional - Comisión Especializada de Soberanía Alimentaria, desarrollo del Sector Agropecuario y Pesquero, 2010) incluyen el tema de la recarga de los acuíferos aprovechados. Al momento resulta poco realista pensar que se pueda incluir consideraciones de este tipo en el nuevo proyecto de ley de aguas. Por lo tanto, la recarga de acuíferos tendría que ser acometida por los GAD sobre la base de consideraciones sobre su sostenibilidad y no como un mandato a cumplir.

6.2.3.3. Barreras de Organización / Institucionales

Las instituciones están interesadas en la explotación de acuíferos, pero no en su recarga artificial

Se encuentran algunas menciones al estudio y explotación sostenible de acuíferos en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Santa Elena (Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Santa Elena, 2012). En la página web del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Chimborazo se menciona un proyecto, con financiamiento y asistencia del gobierno japonés, para la construcción y operación de pozos para dotar de agua a la provincia. Finalmente, en la provincia de Manabí existe una larga historia de explotación de pozos pero no se han estudiado los acuíferos. En los planes del

³³ Según la Disposición Transitoria 1 de la Constitución Política del Estado (2008) en el plazo de 300 días después de la emisión de la Constitución debió haberse emitido la nueva Ley de Recursos Hídricos, usos y aprovechamiento del agua, que debía completar “*los permisos de uso y aprovechamiento actuales y futuros, sus plazos, condiciones, mecanismos de revisión y auditoría*”. En la práctica esta disposición aún no se cumple. El proyecto de nueva Ley de Recursos Hídricos será sometido a una consulta prelegislativa, supuestamente durante el año 2013.

Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Chimborazo sí se encuentran menciones al aprovechamiento y siembra de acuíferos (Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Chimborazo, 2009) pero no se ha logrado confirmar que se está ejecutando la recarga.

No se monitorean (con propósitos de gestión) caudales en el país

Se monitorean caudales de salida de represas en todo el país, pero no se monitorean los caudales de ríos o acequias con propósitos de planificar la gestión. En el caso de la recarga de acuíferos, no se cuenta con valores de línea base de los ríos alimentados por acuíferos; únicamente hay menciones anecdóticas a disminución del caudal a lo largo del tiempo.

6.2.3.4. Barreras de Capacidades y Habilidades

Hay pocos estudios detallados sobre regiones específicas – hay pocas sistematizaciones sobre proyectos de recarga de acuíferos

Como se señaló al inicio de esta sección, se encontraron algunos estudios sobre el acuífero de Quito y algunas cuencas. Se encontraron estudios más detallados sobre algunos acuíferos en la provincia de Santa Elena, pero no sobre los del valle del Javita. En todo caso, la existencia de los estudios hace pensar que **sí existe capacidad nacional** para profundizar en el conocimiento de más acuíferos. Con respecto a la recarga artificial, se encontraron informes y textos acerca de experiencias en el cantón Paltas, de la provincia de Loja, en el que las medidas de recarga se dieron en el contexto de proyectos de rescate de prácticas ancestrales de manejo del agua (Ramón, 2008).

6.2.3.5. Barreras por problemas Técnicos

Los acuíferos son contaminados por aguas servidas

Se supone que existe contaminación de acuíferos. En la práctica se han encontrado menciones al carácter salino de acuíferos en Santa Elena y Manabí, pero no se han encontrado caracterizaciones de la calidad del agua de acuíferos que puedan limitar su uso. Por lo tanto, esta barrera tendría que confirmarse con estudios adicionales.

La tecnología solo puede aplicarse en sitios que cumplen condiciones especiales

En efecto, las zonas apropiadas para recargar acuíferos deben contar con una serie de condiciones de topografía y permeabilidad de suelos. Ello se subsanaría con estudios.

La tecnología requiere de diseñar medidas específicas para captar y conducir el agua hacia el acuífero

Más allá de identificar el acuífero, es necesario encontrar la tecnología de captación que sea la más apropiada para la topografía y características de la precipitación en la zona (si se trata de escorrentía o es niebla, si es marcadamente estacional u ocurre todo el año, si es necesario tratar el terreno para prevenir el arrastre de materiales, etc.)

6.2.4. Propuesta de Plan de Acción para la Tecnología “Recarga de Acuíferos”

6.2.4.1. Caracterización de los acuíferos explotados en el país

Un estudio sistemático y de largo plazo de los acuíferos del país debería ser efectuado por el INAMHI, por su competencia en el acopio de información hidrológica; y por la SENAGUA, por su competencia para regular los usos del agua. Esta información tendría que ser facilitada sobre todo a GAD municipales medianos y pequeños, con poca capacidad económica para efectuar sus propios estudios preliminares y que deben satisfacer las necesidades de consumo humano; y también a Consejos Provinciales en busca de fuentes de agua para el desarrollo de sistemas de riego. Este estudio también le sería útil a la SENAGUA para desarrollar normativas específicas para el aprovechamiento del agua de acuíferos.

La exitosa experiencia de la Escuela Politécnica del Litoral (ESPOL) en el estudio de acuíferos en la provincia de Santa Elena, con asistencia técnica de la Organización Internacional de Energía Atómica, sirve como un ejemplo para esfuerzos de este tipo³⁴. En efecto, el Proyecto de Cooperación Regional titulado “Aplicación de Herramientas Isotópicas para el Manejo Integrado de Acuíferos Costeros (ARCAL XCII, RLA/8/041) (International Atomic Energy Agency, 2011) se ejecutó entre 2007 y 2010 con la meta de mejorar la capacidad de los países para evaluar las dinámicas de los acuíferos costeros mediante la aplicación de técnicas isotópicas como una herramienta complementaria a otras técnicas hidrológicas. En el proyecto se utilizó un amplio conjunto de herramientas incluyendo hidroquímica, isótopos estables del agua y el ión nitrato, determinación de edad con tritio y otros trazadores de agua subterránea. Así se estudiaron las dinámicas del agua subterránea, sus conexiones hidráulicas y en algunos casos, el origen de la salinización. El proyecto pudo determinar el estado actual de la intrusión salina en dos acuíferos afectados (en la región, no en el Ecuador). También se determinó la interacción entre aguas

³⁴ A pesar de repetidos esfuerzos, no se pudo establecer contacto con los docentes de la ESPOL que participaron en este proyecto. La información se obtuvo de la página web de la Organización Internacional de Energía Atómica (http://www-naweb.iaea.org/naweb/ih/documents/Newsletter/issue_28.pdf) y del repositorio digital de la ESPOL.

superficiales y acuíferos poco profundos. Los resultados principales se sintetizaron en modelos hidrológicos conceptuales confiables; en el caso de Argentina, se pudo desarrollar un modelo numérico de flujo y transporte.

6.2.4.2. Estudios piloto de recarga de acuíferos

Los GAD municipales tienen competencias en el manejo de cuencas hidrográficas y por lo tanto, serían responsables de la recarga de los acuíferos. En la práctica, existen bastantes incertidumbres con respecto a dónde y cómo recargar acuíferos. Tecnologías ancestrales como las propuestas en la provincia de Loja podrían no ser aplicables en otros contextos, o requerir de condiciones organizativas particulares. Podrían ejecutar estudios piloto para implementar experiencias de recarga artificial de acuíferos. En tal sentido, conviene adoptar un enfoque exploratorio con experiencias a mediana y pequeña escala, que prueben soluciones y vayan introduciendo el monitoreo de caudales para probar el impacto de estas medidas en lo que finalmente importa para el riego y el aprovisionamiento de agua, que es la disponibilidad de caudales. Fondos de cooperación, que permiten un manejo más flexible de las actividades, serían especialmente útiles. Parte esencial de los estudios será la comprobación de que las medidas tomadas (acopio de agua de escorrentía, cosecha de niebla, reforestación alrededor de vertientes, etc.) efectivamente resulten en un incremento de los niveles de agua de los acuíferos.

6.2.5. Cuadro resumen de las medidas

Medida	Por qué se requiere de la medida	Quién la implementa	Plazo	Cuánto costaría / Fuentes de financiamiento	Indicadores de éxito	Riesgos
Caracterización de los acuíferos explotados en el país	A pesar de que se aprovechan acuíferos para dotar de agua a poblaciones urbanas y rurales y para el riego, no se conoce el tamaño, el funcionamiento ni la calidad del agua de los acuíferos que alimentan estos sistemas, con lo que existe el riesgo de agotarlos.	INAMHI, SENAGUA – asistencia de la Organización Internacional de Energía Atómica	10 años	1.000.000 / Gobierno Nacional – Organización Internacional de Energía Atómica	Existen caracterizaciones de los acuíferos actualmente utilizados en el país Existen modelaciones sobre el funcionamiento de los acuíferos y estas se aplican para tomar decisiones sobre su gestión.	Poco o no interés por parte de instancias gubernamentales o usuarios importantes (empresas de agua potable, sistemas de riego); el ejercicio se limita a la academia.
Estudios piloto de recarga de acuíferos	A pesar de que existen experiencias sobre la recarga de acuíferos al sur del país, no se han encontrado estudios que prueben que las medidas tomadas efectivamente resulten en un incremento en la oferta de agua. A fin de justificar futuras inversiones, es necesario formular estudios que se acompañen de caracterizaciones hidrológicas de las cuencas donde se implementan las medidas de recarga.	INAMHI, GAD municipales	10 años	2.000.000 / Gobierno Nacional – Organización Internacional de Energía Atómica		

6.3. PLAN DE ACCIÓN PARA LA TECNOLOGÍA “SISTEMAS DE RIEGO TECNIFICADOS (POR ASPERSIÓN Y GOTEO)”³⁵

6.3.1. Descripción general de la tecnología

Los sistemas de riego tecnificado son una manera de mejorar el riego tradicional, que distribuye el agua mediante surcos abiertos. Aprovechando la presión proporcionada por un gradiente altitudinal o una bomba, el agua se impulsa por conductos cerrados y se administra a las plantas bien sea directamente (por goteo) o mediante aspersión para imitar la lluvia. Este uso del agua es más eficiente porque no se pierde el agua en el transporte hasta la parcela y dentro de ella y además contribuye a disminuir la erosión, porque las cantidades administradas son menores y se entregan en períodos prolongados. El objetivo del riego es suministrar a cada planta la cantidad justa de agua que necesita.

El Plan Nacional de Riego y Drenaje destaca “*los bajos niveles de tecnificación y eficiencia*” (p. 5) del uso del agua para la agricultura en el país. Según el Tercer Censo Nacional Agropecuario del año 2000 (citado por PNRD), un 22% del área bajo riego tendría riego presurizado (por aspersión o goteo); en los sistemas de riego comunitarios, apenas lo estaría un 5% (PNRD, p. 64). Ello quiere decir que existe un gran potencial para difundir el uso de esta tecnología. En efecto, durante los últimos 10 años se estima que el riego presurizado se ha expandido un 9,13% en la Sierra y un 4,7% en la Costa, gracias al trabajo de ONG y programas del Banco Mundial y el Fondo Italo-Ecuatoriano (PNRD)

El riego por aspersión se ha desarrollado especialmente para cultivos de exportación y alta rentabilidad como banano, flores, hortalizas y frutales en la Costa, y en la Sierra para la producción de flores, así como en frutales y espárragos. A nivel campesino, se utiliza riego por aspersión para pastizales, hortalizas, papas y maíz principalmente. El goteo y la micro aspersión, todavía de uso restringido, se dirigen a cultivos intensivos como tomate riñón y tomate de árbol, mora, babaco, fresa, uvilla.

Como se señaló en el Producto anterior, el mercado de insumos y asesoría técnica para la tecnificación del riego se ha desarrollado mucho en el país, con limitaciones en cuanto a la variedad de soluciones tecnológicas existentes (por ejemplo, sistemas que funcionan a baja presión que si bien existen a nivel mundial, no se adoptan en el país) y a la calidad de los insumos.

Los agricultores adoptan el riego tecnificado cuanto incursionan en cultivos más rentables: fresa, mora, tomate, pastos y papas. El riego por goteo se usa para mora, tomate de árbol, fresa, tomate riñón hortalizas; el riego por aspersión, para maíz y pastos. Según los distribuidores, la extensión de riego por goteo es menor y la tecnología más utilizada es el riego por aspersión.

³⁵ En el Producto 4 de esta consultoría (Análisis de Barreras) se explicó por qué no se desarrolla un análisis de barreras y PAT específico para la tecnología “Reservorios”. Se incluye a estos como parte de los sistemas de riego tecnificado.

En cuanto a la asistencia técnica, los distribuidores consideran que ya existe capacidad local para instalar estos sistemas; los técnicos fueron entrenados por empresas, o han aprendido del tema tras un proceso de prueba y error. Esto se aplica tanto a los sistemas de riego por aspersión y goteo, como al uso de reservorios.

6.3.2. Meta para la transferencia de tecnología

En el plazo de cinco años, en sectores específicos de los sistemas de riego Poza Honda, Chambo Guano y sectores bajo riego de la provincia de Tungurahua donde ello sea técnica y económicamente factible, se habrá hecho el tránsito desde riego por inundación hacia riego tecnificado (por aspersión y goteo).

6.3.3. Identificación de barreras para la tecnología

6.3.3.1. Barreras Económicas y Financieras

El mantenimiento de los sistemas de riego es costoso

El mantenimiento de ramales principales, secundarios y terciarios es costoso y debe ser continuo, lo cual requiere de una gestión muy dedicada. Según el PNRD (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), 2012), apenas el 9% de la estructura de los sistemas de riego está en estado “Muy Bueno”, es decir, funcionando al 100 y 75% de su capacidad. El 53% se encuentra en estado “Bueno”, esto es, funcionando al 75 y 50% de su capacidad; el 22%, en estado “Regular” (funcionando al 50 y 25% de su capacidad); y 6% estarían en estado “Malo”, funcionando a menos del 25% de su capacidad (p. 61). El mismo instrumento anota que los canales terciarios y principales son los que mayormente se encuentran en estado regular.

Altos costos de inicio para instalar sistemas de riego

En cuanto al acceso a financiamiento, los sistemas siguen siendo costosos. En la Sierra, los campesinos obtienen crédito de cooperativas indígenas; señalan que los trámites del Banco de Fomento son muy engorrosos, si bien presta montos más altos y cobra intereses más bajos que los de las cooperativas.

Según distribuidores de tecnología, el costo de instalar un sistema de riego adecuado para una unidad de producción familiar oscila entre 1000 y 1500 USD por hectárea, dependiendo de la extensión del terreno y del tipo de cultivo. El sistema por goteo es el más costoso y que más altas inversiones requiere, siendo el factor más importante que limita su expansión. El costo varía dependiendo del tipo de tecnología, los dispositivos automáticos y los

materiales utilizados, así como de la cantidad de trabajo requerida. La SRD estima que en el país, los costos estarían en el orden de US\$3.000 a 10.000, pudiéndose llegar a un costo promedio de US\$ 6.811 por ha., con estimaciones de US\$ 1.544 para una superficie de 1.000 m². Hay algunas experiencias de riego comunitario por goteo en donde la participación de los campesinos, principalmente con mano de obra, puede bajar los costos.

Ciertos cultivos no son lo suficientemente rentables como para justificar la inversión en tecnificar el riego

En particular, el cultivo de hortalizas no es lo suficientemente rentable como para que los campesinos instalen sistemas de riego. En general, cualquier cultivo puede perder rentabilidad por cambios en el mercado (por ejemplo, exceso de producción). Los campesinos no tienen, en general, canales de venta directa de su producción y no están asociados como para imponer precios en los mercados cercanos.

Bajos costos del agua, no hay incentivos a la eficiencia

Según el marco legal vigente, existen tres tipos de tarifas: por autorización de derechos de uso y aprovechamiento de agua (antes conocida como tarifa de concesión), tarifa básica y tarifa volumétrica. La tarifa volumétrica está dirigida a cubrir los costos de administración, operación y mantenimiento de los sistemas de riego. La Ley de Recursos Hídricos vigente (Gobierno del Ecuador - Congreso Nacional , 2004) establece un método para calcular esta tarifa y define cómo se usará en el caso de sistemas públicos no transferidos; en los sistemas privados y comunitarios, cada organización fija la tarifa en sus estatutos. En los sistemas visitados, se encontró gran variedad en el monto y cobro de esta tarifa: desde un monto acordado por la Junta General de Usuarios que se cobra puntualmente (en el caso del sistema Chambo-Guano), hasta una situación en la que no se cobra a la mayoría de regantes (en el caso del sistema Poza-Honda). En ningún caso se constató que la tarifa fuera calculada sobre el agua efectivamente consumida, lo cual conspira en contra de la búsqueda de mayor eficiencia en el riego, puesto que en la práctica no se castiga el desperdicio. Estas conclusiones son ratificadas por el PNRD (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), 2012).

6.3.3.2. Barreras Políticas, Legales y Regulatorias

Problemas con la asignación de derechos para el aprovechamiento y uso del agua

La forma de asignación de los derechos para el uso del agua, que varía en cada provincia y a veces en cada sistema de riego, no se adapta a los cambios en la disponibilidad de agua. Por ejemplo, en Tungurahua se han otorgado derechos individuales para uso de agua y las

juntas de agua no tienen autoridad para distribuir el agua ni para hacer ajustes en la dotación según las condiciones. En Chimborazo, desde el inicio de los sistemas se ha otorgado una concesión al sistema en sí y las asignaciones por ramales y parcelas se acuerdan en los instrumentos internos de las Juntas de Regantes. En todos los casos, las asignaciones quedan “fijas” una vez que se han otorgado. No se han conocido casos en los que estos derechos pudieran variar para adaptarse a la menor oferta de agua (por ejemplo, en situaciones de sequía); en esos casos se presenta el problema “cabeza-cola”: los productores cercanos al inicio del canal principal alcanzan a cubrir su cuota, mientras que quienes están más lejos no reciben suficiente agua para sus necesidades.

El PNRD detalla las siguientes deficiencias en este tema (p. 67):

- “muchos sistemas de riego tienen una infraestructura que no fue dimensionada en función de la cantidad de agua concesionada o disponible, por ende sistemas de riego captan más agua que la establecida en la concesión;
- los usuarios no tienen la posibilidad de saber si se respetan o no las concesiones de agua de un sistema al otro dentro de la microcuenca;
- las concesiones se atribuyeron sin considerar las épocas de estiaje. De hecho, en muchas partes la cantidad de agua concesionada es superior a lo que puede ofrecer la cuenca hidrográfica;
- existen cuerpos de agua concesionados varias veces a distintos usuarios, y;
- existen comunidades, grupos de productores o personas que utilizan recursos hídricos para regar parcelas sin ninguna autorización legal.”

Las reglas de adquisición para proyectos financiados con fondos públicos imponen plazos y modalidades que no se ajustan a las características de la gestión de sistemas de riego

Las reglas del Instituto Nacional de Compras Públicas (INCOP) obligan a contratar la ejecución de proyectos de riego completos, sin desagregar sus componentes (por ejemplo insumos, asistencia técnica, asistencia legal, etc.), lo cual no es conveniente para proyectos de tecnificación del riego en sistemas con reglas no escritas y mecanismos de negociación complejos, donde existe un gran componente social y donde se deben hacer muchos cambios a lo largo del tiempo. Esta sería una barrera de borde, puesto que no cabría establecer excepciones al marco regulatorio de las compras públicas.

6.3.3.3. Barreras de Comunicación

Los potenciales usuarios no conocen ni confían en las bondades de la tecnología.

Se afirma que los campesinos desconfían de las tecnologías de riego presurizado. A ello contribuirían la falta de información y las historias de fracasos. Según un distribuidor, los pequeños campesinos serían reacios a recibir capacitación y a probar tecnologías novedosas; les resulta más fácil adoptar la tecnología que esté siendo usada por sus vecinos. Esto tiene importancia, por ejemplo, para la adopción de las nuevas tecnologías de riego a baja presión, que utilizan menos energía.

6.3.3.4. Barreras de Organización / Institucionales

No existe suficiente desarrollo de las organizaciones de regantes para enfrentar el reto de usar sistemas de riego tecnificado

Existe gran variabilidad en la fortaleza de las organizaciones de regantes, que en algunos casos son verdaderas instancias de control social del agua y en otros son prácticamente inexistentes. De cualquier manera, el paso de riego tradicional a riego tecnificado exige que los directivos se familiaricen con la tecnología y comprendan las exigencias organizativas que plantea el proceso.

Dificultades en la concreción en terreno de la transferencia de competencias para el riego

La Constitución Política establece que las competencias en riego y drenaje deben transferirse desde el Estado central hacia los GAD provinciales. El MAGAP, a través de la Subsecretaría de Riego y Drenaje, asume la rectoría, regulación, planificación, seguimiento y evaluación a nivel nacional. En las provincias, los GAD deben asumir la planificación, construcción, operación, mantenimiento y rehabilitación de los sistemas de riego a nivel provincial, con participación activa de las organizaciones de regantes. En la práctica, el proceso de transferencia experimenta dificultades y las instituciones todavía, al decir de los regantes de Tungurahua, se obstaculizan entre sí o quieren para sí competencias que no les corresponderían.

Poca agilidad en la operación y mantenimiento de los sistemas de riego por parte de los GAD provinciales

En lo referente a la operación y mantenimiento de los sistemas, competencia a cargo de los GAD provinciales, los regantes de Chimborazo señalan que los procesos de contratación son lentos y engorrosos y limitan la capacidad de respuesta de los GAD; los regantes consideran que ellos tienen mucha mayor flexibilidad para reparar daños en los sistemas,

porque usan el trabajo comunitario y compran los insumos con sus fondos o solicitando cuotas extraordinarias a los interesados. Esta flexibilidad y facilidad no es posible dentro de las instituciones del sector público.

6.3.3.5. Barreras Sociales y Culturales

En el campo, la mayoría de personas son de mayor edad y no aceptan cambios en la tecnología para riego

Todos los entrevistados, excepto los de la zona arrocerera del sistema Poza Honda, coinciden en señalar que la edad promedio de los campesinos ha aumentado; señalan que los jóvenes abandonan el campo para estudiar profesiones no relacionadas, que no existe empleo para ellos en el campo y que la rentabilidad de la agricultura es tan baja que no les resulta atractiva. Los datos del INEC parecen confirmar la tendencia: en efecto, las encuestas de empleo efectuadas entre los años 2000 y 2005 indican que ha disminuido el peso porcentual de la población menor a 40 años entre la PEA rural (Tabla 23, Figura 21).

Tabla 23: Distribución porcentual de la PEA Rural por año de investigación, según grupo de edad

Grupo de edad	Año de encuesta de empleo				
	2000	2001	2003	2004	2005
Menos de 20 años	6,20	10,74	7,21	8,97	6,66
20 a 40 años	56,05	53,67	53,68	50,67	50,89
más de 40 años	37,75	35,59	39,11	40,36	42,45
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fuente: (INEC, UNFPA, 2005 (¿?)) Cuadro 3.6, p. 15

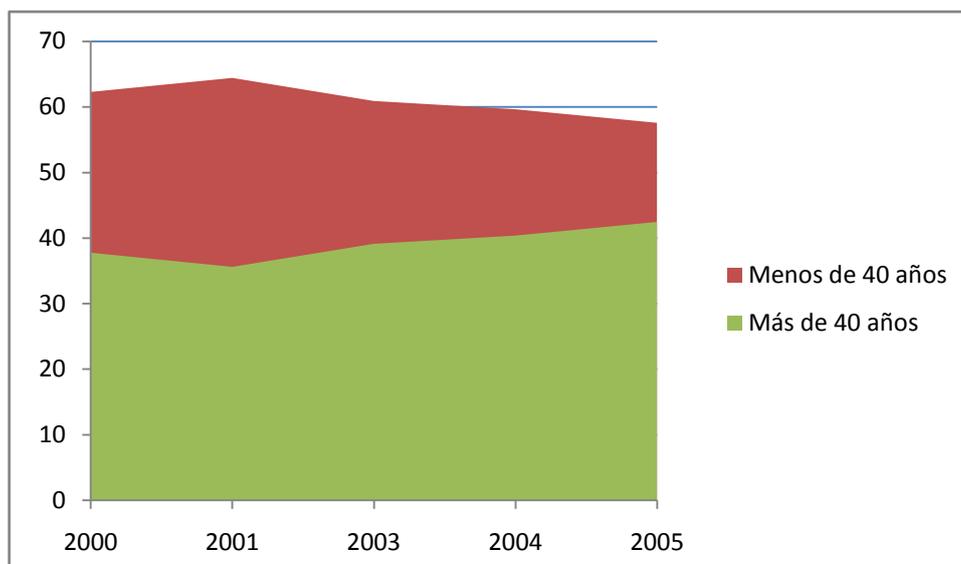


Figura 21: Composición de la PEA Rural por grupos de edad, 2000-2005

Fuente: (INEC, UNFPA, 2005 (¿?)) Cuadro 3.6, p. 15

Según los entrevistados, los campesinos de mayor edad son reacios a aceptar cambios en su manera de hacer las cosas, lo cual les predispondría a no aceptar fácilmente el paso de sistemas de riego tradicionales al riego por aspersión.

En la Sierra central, los continuos robos de partes de sistemas llevan a los productores a comprar insumos baratos, de mala calidad y poca duración

A los productores pequeños no les interesa comprar insumos (por ejemplo, goteros o aspersores) de la mejor calidad porque los robos son muy frecuentes; a estas piezas se les considera desechables, porque se pierden con frecuencia. Esto conspiraría contra el avance tecnológico continuo, porque los productores no se arriesgarían a probar nuevas partes (por ejemplo, aspersores o goteros más eficientes) mientras estas tengan altos precios durante su fase de introducción al mercado. Esta sería una barrera de borde, porque las condiciones de inseguridad en el campo obedecen a una serie de factores sociales cuya solución depende de la acción concertada de muchas instituciones y del fortalecimiento de las asociaciones campesinas en muchos aspectos que rebasan el alcance de este trabajo.

6.3.3.6. Barreras por problemas Técnicos

Deficiente diseño y ejecución de proyectos para promover la tecnificación del riego desde el Estado

Según técnicos, distribuidores y líderes de organizaciones de regantes en Tungurahua y Chimborazo, en algunos casos se ha regalado todos los insumos para instalar sistemas de riego parcelario. Señalan que, cuando los productores reciben los equipos para instalar sistemas de riego gratuitamente, no los cuidan ni se apropian de ellos. A esto se suma el hecho de que muchos proyectos de esta naturaleza son diseñados “en escritorio”, sin diagnóstico previo ni acuerdo con las organizaciones de productores, por lo que los equipos podrían no ser adecuados para la realidad local. También se señala que, una vez completada la entrega de los insumos o las obras acordadas, no existe seguimiento ni asistencia técnica por parte del MAGAP o los GAD que financian los proyectos.

Al respecto, el PNRD señala, citando un estudio efectuado específicamente para su diseño, que *“entre los años 2008 y 2009, la inversión pública en riego fue mayor a los 137 millones de dólares, de los cuales alrededor de 75 millones estuvieron orientados a apoyar al riego campesino, “sin embargo, el énfasis ha sido atender la infraestructura de manera centralizada, con escasa o nula participación y sin control social, provocando otra vez desencuentros técnicos y sociales. Lo positivo es haber iniciado procesos de capacitación a los regantes, para su fortalecimiento en lo técnico, social, organizativo y de gestión”*. (P. 43).

Los regantes de Tungurahua también señalaron que existirían problemas en la fiscalización de obras públicas de riego.

Variable calidad en los materiales para instalar sistemas de riego tecnificado

En varias provincias de Sierra y Costa se encontraron anuncios de fábricas de manguera de polietileno reciclada, para transporte de agua y riego por goteo; muy pocas mencionan conformidad con las normas INEN sobre calidad. En la visita a un proveedor en Cotopaxi, se pudieron observar piezas de sistemas de aspersión “sin marca”, de fabricación nacional y (aparentemente) razonable calidad, prácticamente idénticas a las producidas por fabricantes reconocidos. Según los proveedores, el mercado está bien provisto de mangueras y partes de sistemas de riego de todas las calidades. Como los pequeños productores están interesados en ahorrar todos los costos, compran las partes más baratas sin considerar su durabilidad y rendimiento.

No se monitorea la disponibilidad ni el consumo de agua

En ninguno de los sistemas visitado se encontraron esfuerzos por monitorear el agua captada ni repartida en los ramales, peor el agua consumida en la parcela. En muchos casos las asignaciones originales se “fijan” al soldar las compuertas para garantizar el volumen que pasa en cada toma; pero esta medida no sería definitiva por cuanto los

canales sufren de azolve o daños que podrían alterar el caudal transportado. Además, la medida no permite hacer ajustes en caso necesario.

A nivel de la parcela, los agricultores riegan cuando les toca el turno, a menos que esté lloviendo. No tienen una idea más exacta sobre las necesidades de agua de sus cultivos, si bien algunos monitorean la humedad del suelo manualmente.

Urbanización de tierras labrantías y uso indebido de los derechos adquiridos de agua para riego

Tanto en el sistema Chamo Guano, como en el Poza Honda y en los sistemas de riego apoyados por el proyecto PACT en Tungurahua, la expansión espacial de ciudades y poblaciones ha significado que tierras labrantías pasen a ser vendidas como aptas para urbanizarse. Los propietarios de las tierras (y de los derechos de agua para riego sobre ellas), cuando tienen autorizaciones individuales (como es el caso en Tungurahua), venden sus derechos de uso a otros agricultores, con lo que se tiende a la acumulación de varios derechos en manos de pocos agricultores.

La oferta de capacitación (desde el sector público) no coincide con la demanda de los agricultores

Los directivos de los sistemas de riego señalan que la capacitación ofrecida por entidades públicas no necesariamente toca los temas de interés de los agricultores, quienes necesitan adquirir mayores conocimientos sobre la tecnificación de sistemas de riego.

No existe capacidad para diseñar adecuadamente los reservorios, parte esencial de sistemas de riego

Tanto en sistemas comunitarios como en las parcelas, los agricultores tienen dificultades para decidir dónde situar los reservorios cómo edificarlos y cuál deberá ser su tamaño de acuerdo con las necesidades. Según regantes de Tungurahua (Taller PACT, 2012), en esa provincia se han construido varios reservorios sin criterios técnicos; esto, unido a la falta de capacitación, ha llevado a la producción de daños y al abandono de los reservorios. Algunos casos se pueden ver en los sistemas Guachi-Pelileo, Mocha-Guachi y Ambato-Guachi-Pelileo.

Este déficit de capacidades afectaría tanto al MAGAP a nivel central y provincial, como a los GAD-Ps, que actualmente deben asumir la gestión del riego a nivel provincial. Esta falta de capacidades incrementaría los costos de los sistemas. Por ejemplo, los regantes de Tungurahua (taller PACT, 2013) mencionaron que algunos reservorios individuales

fomentados por el MAGAP como parte de sistemas de riego individuales son muy caros; en general, su costo varía entre USD \$4 a USD \$9/m3.

No hay capacitación para operadores de reservorios

Una vez que los reservorios han sido instalados por cualquier institución, no hay seguimiento ni entrenamiento a los operadores, quienes, sobre todo en el caso de reservorios medianos y grandes, deben saber cómo manejar el llenado del reservorio y cuándo evacuarlo en caso de necesidad. Esta ignorancia sería la causa de accidentes, sobre todo cuando hay exceso de escorrentía (Taller PACT, 2013).

6.3.4. Propuesta de Plan de Acción para la tecnología “Riego Tecnificado (por aspersión y goteo)”

6.3.4.1. *Facilitar préstamos a Juntas de Regantes y regantes individuales, para financiar el mantenimiento de sistemas y las mejoras tecnológicas*

Las Juntas de Regantes deben ocuparse del mantenimiento de los ramales secundarios y terciarios y del riego en las parcelas. Lo que alcanzan a recaudar con la tarifa volumétrica (ver antes) no es suficiente para financiar un mantenimiento apropiado (Oleas, comunicación personal 2013); aunque se deben transparentar los costos del mantenimiento y la operación de los sistemas, no necesariamente se puede cobrar por ellos a los regantes. En esa situación, resultaría apropiado facilitar préstamos a las Juntas, que tienen personería jurídica, y a los regantes para su gestión individual. Las Juntas podrían inclusive funcionar como prestamistas para los regantes, gracias a la constitución de Cajas Comunitarias (Lloret, Oleas, comunicaciones personales 2013).

6.3.4.2. *Difundir los esquemas de aseguramiento para pequeños campesinos*

El seguro agrícola con prima subsidiada por el Estado se difunde gracias a que los créditos para producción agrícola otorgados por el Banco Nacional de Fomento se acompañan obligatoriamente de un seguro; el Banco financia el 60% de la prima del seguro. Se aseguran las pérdidas por fenómenos climáticos catastróficos, plagas y enfermedades incontrolables; se cubre la inversión realizada en el cultivo o los costos de producción directos (preparación del suelo, mano de obra, insumos, semilla, herbicidas, insecticidas y fungicidas).

Algunos agricultores arroceros en el sistema Poza Honda conocían y utilizaban el seguro agrícola, básicamente por tener créditos del BNF. En Chimborazo, el presidente de la Junta General de Usuarios del sistema Chambo Guano mencionó que la cobertura solo se refería a la inversión y costos de producción, pero que no cubría el lucro cesante por los cultivos perdidos, por lo que no era interesante para los productores.

En todo caso, se debe seguir monitoreando el avance del seguro agrícola subsidiado. Actualmente el seguro es prestado por una empresa privada (QBE Seguros Colonial). Podría ser oportuno explorar otros esquemas de seguro, en proyectos piloto financiados por cooperación internacional (por su mayor flexibilidad en el uso de los fondos).

6.3.4.3. Desarrollar esquemas más flexibles de asignación de derechos, que puedan responder a cambios en la disponibilidad de agua

Existe una propuesta de la Secretaría Técnica del Comité de Gestión de la Subcuenca del Chambo, de, una vez instaladas regletas de medición en las bocatomas, desarrollar acuerdos para disminuir proporcionalmente las asignaciones de agua cuando ocurran estiajes, en sistemas de riego de la provincia de Chimborazo. En el contexto del proyecto PACT en Tungurahua, cuando los usuarios de un sistema comunitario acuerdan pasar al riego tecnificado, las negociaciones implican lograr arreglos que respeten los derechos de los regantes pero logren mayor equidad y eficiencia.

6.3.4.4. Fortalecer la asistencia técnica a los productores

Desde hace muchos años, los agricultores no cuentan con asistencia técnica provista desde el sector público; reciben información e indicaciones de los vendedores de sistemas de riego, semillas y otros insumos y en el peor de los casos, de vendedores locales al minero, que no tienen conocimientos técnicos. Se propone el financiamiento de parcelas demostrativas que permitan a los campesinos constatar el uso de mejores prácticas agrícolas, entre las que se incluyen las de riego. Esta medida permitiría, a mediano y largo plazo, mejorar los conocimientos de los productores y les llevaría a adquirir mejores equipos de riego.

6.3.5. Cuadro resumen de las medidas

Medida	Por qué se requiere de la medida	Quién la implementa	Plazo	Cuánto costaría / Fuentes de financiamiento	Indicadores de éxito	Riesgos
Fortalecimiento de las Organizaciones de Regantes – asistencia financiera	Las organizaciones de regantes son responsables del mantenimiento de ramales secundarios y terciarios, y de apoyar a sus miembros en el riego parcelario. Estas actividades difícilmente se financiarán únicamente con el cobro de tarifas; es necesario prestar asistencia financiera a estas instancias, que podrían convertirse en prestamistas para sus afiliados.	MAGAP, Banco Nacional de Fomento, Organizaciones de Regantes, cooperación internacional	15 años	3.000.000 por organización para actividades de fortalecimiento; préstamos para gestión según necesidades	Organizaciones de regantes de sistemas específicos funcionando con directivas elegidas periódicamente, administración estable, contabilidad y rendimiento de cuentas periódico	Ayuda discontinua, que apunte al corto plazo. Los procesos de fortalecimiento institucional suelen ser prolongados y requieren de apoyo continuo.
Seguro agrícola	Los eventos climáticos extremos pueden amenazar el éxito de las cosechas. Con este riesgo, los agricultores podrían evitar el asumir los costos de tecnificar el riego, al no saber si obtendrán un retorno razonable por su inversión	Ministerio de Agricultura y Ganadería, empresas aseguradoras	Continuo	5.000.000 anuales para subsidiar los costos de las primas para pequeños campesinos	Porcentaje de campesinos que pueden pagar sus créditos productivos después de estaciones excesivamente lluviosas o secas.	Cancelación de la política de subsidiar las primas. Eventos climáticos de alcance nacional o regional que eleven excesivamente la siniestralidad y amenacen la sostenibilidad financiera del seguro.
Esquemas flexibles para manejar la asignación de agua en situaciones de escasez	En sequías prolongadas y en un contexto de deterioro de las cuencas aportantes, los caudales entregados a los sistemas de riego han disminuido,	SENAGUA, INAMHI, GAD provinciales, Organizaciones	15 años	1.000.000	Cifras sobre caudales utilizados por sistema de riego y ramal; conocimiento sobre el	El marco legal no permita flexibilidad en los arreglos, desalentando a los

	así como el agua que llega a las parcelas. Se requiere acordar esquemas de reparto que permitan mayor equidad en estas circunstancias, disminuyendo proporcionalmente las dotaciones y evitando el fenómeno “cabeza-cola”.	de Regantes			consumo promedio por parcela. Existencia de un documento por cada sistema de riego, donde se expliquen las medidas a tomar en caso de escasez.	usuarios de la idea de “ceder” temporalmente sus derechos en pro de un reparto equitativo de la poca agua disponible.
Asistencia técnica a los productores	La adopción de nuevas tecnologías y la experimentación entrañan riesgos que muchos productores dudan en asumir. Las parcelas demostrativas servirían como instancias para demostrar las bondades de las tecnologías y su correcto manejo.	MAGAP, GAD provinciales, organizaciones de regantes, universidades locales	10 años	1.000.000	Existencia de al menos una parcela demostrativa en cada sector de riego de sistemas específicos.	Las Organizaciones de Regantes, el MAGAO o los GAD no prestan asistencia y soporte continuos para mantener las parcelas funcionando.

6.4. MARCO HABILITANTE PARA SUPERAR LAS BARRERAS ENCONTRADAS

Se proponen a continuación algunas estrategias y medidas cuya concreción contribuirá a mejorar la difusión de cualquiera de las tecnologías mencionadas.

Promover la gestión de recursos hídricos a nivel de cuenca

Las soluciones tecnológicas no resolverían por sí mismas los desafíos del cambio climático, a menos que se adopten en el marco de una comprensión integral de la gestión de los recursos hídricos. Para avanzar hacia hacer realidad este enfoque, es necesario poner en práctica varias estrategias:

- Instalar sistemas de información hidro-meteorológica y de la disponibilidad y uso del agua en cuencas.
- Utilizar escenarios de oferta y demanda de los recursos hídricos. Para llegar a ello, será necesario desarrollar la capacidad de modelar las cuencas, tomando en cuenta entradas y salidas del recurso, deforestación, pérdida de zonas de recarga, urbanización y otros cambios en el uso del suelo. Sobre la base de información de este tipo será posible definir medidas de protección de zonas de recargas y/o de regulación e inclusive evaluar la necesidad y factibilidad de construir nuevas obras de aprovechamiento.
- Estimar los impactos ambientales, económicos y sociales de las prácticas de gestión actual o futura de los recursos hídricos
- Conformar espacios democráticos de diálogo entre actores involucrados en el uso y gestión del agua (como el comité de gestión de la subcuenca del río Chambo, de la cuenca del Río Chambo).
- Desarrollar, tanto en GAD como en asociaciones de usuarios, sus capacidades de gestión de conflictos, de negociación y lograr acuerdos sociales para reducir pérdidas de agua.

Fortalecer la capacidad de las instituciones relacionadas con la gestión del agua y del riego

Es necesario fortalecer las capacidades de los GAD provinciales y las organizaciones de regantes a nivel local; a nivel nacional se debe fortalecer a la SENAGUA, que como autoridad única del agua debería liderar la reflexión y asistencia técnica sobre cómo lograr equidad en la asignación de derechos y cómo llegar a acuerdos que permitan manejar los sistemas con mayor flexibilidad y eficiencia. También es necesario fortalecer al INAMHI, especialmente en lo relativo a su capacidad de monitorear caudales y de predecir el tiempo, pero también en su capacidad de comunicar información de manera útil para los usuarios.

Desarrollar una demanda de productos provenientes de la Agricultura Sostenible (sanos, justos)

Los pequeños productores no tienen poder para imponer precios en el mercado de bienes de consumo. Esfuerzos del sector público por ayudar a los productores a organizarse, y por desarrollar una demanda que acepte mayores precios a cambio de productos más sanos, podrían disminuir el riesgo y promover la adopción de tecnologías por parte de más productores.

Promover la Investigación – acción participativa sobre temas poco comprendidos, como los niveles de uso (y pérdida) de agua en riego en el campo

Este aspecto debe ser explorado y los productores deben comprender, con experiencias de primera mano, cómo utilizan el agua y cómo lograr una gestión más eficiente y ahorrativa.

Planificar y ordenar el uso del suelo peri-urbano

En las ciudades de Riobamba, Ambato, Portoviejo y Rocafuerte se debe lograr un acuerdo sobre el uso del suelo, estableciendo diálogos entre GAD Municipales, Juntas de Regantes de los sistemas de riego y GAD provinciales. Se deben fortalecer mecanismos para mantener actualizados los catastros, delimitar zonas de vivienda y agrícolas y respetar las zonificaciones; se trata de mantener la funcionalidad de la infraestructura productiva para la zona agrícola.

Poner en práctica propuestas piloto de gestión antes de pasar a la formulación de políticas de alcance nacional

Por ejemplo, en temas como la fijación de tarifas para financiar la operación y mantenimiento, las mejores formas de brindar asesoría técnica, cómo subsidiar la tecnificación de sistemas de riego, etc. Se requiere sistematizar lo que ya se sabe pero además probar soluciones a pequeña escala.

Comunicar mejor los éxitos y las lecciones aprendidas de innumerables experiencias de riego en el país

En todas las tecnologías existen experiencias exitosas y otras que ejemplifican lo que no se debe hacer. El conocimiento adquirido por ONG, comunidades, juntas de regantes,

organismos de cooperación, el MAGAP y los GAD debería sistematizarse y compartirse extensamente para beneficio de las nuevas propuestas.

PARTE 4: IDEAS DE PROYECTO

RESUMEN EJECUTIVO

Este documento presenta algunos perfiles de proyecto para superar las barreras que dificultan la difusión y adopción generalizada de las tecnologías Recarga Controlada de Acuíferos y Tecnificación del riego (por goteo y aspersión). Se muestran cuatro perfiles: *Caja comunitaria para financiar el mejoramiento de prácticas agrícolas y de riego, dirigido a la Junta General de Usuarios del Sistema de riego Chambo-Guano; Mejora en la eficiencia del riego parcelario en un sector del mismo sistema de riego, mediante la disminución de pérdidas y la capacitación para el mejoramiento de prácticas productivas; el Manejo interinstitucional de riesgos y amenazas del Sistema de Riego Chambo Guano; y el Monitoreo de recursos hídricos del acuífero de Cantagallo, en la provincia de Manabí.*

Los tres primeros perfiles (Caja comunitaria y mejora del riego parcelario en un ramal del sistema) atienden a la superación de barreras para la diseminación y adopción del riego tecnificado (tanto por aspersión como por goteo) en el sistema de riego Chambo Guano y otros sistemas públicos de la provincia de Chimborazo. Por un lado, se propone, aprovechando la fortaleza organizacional de la Junta General de Usuarios, su desarrollo para que pueda conformar una Caja Comunitaria, con lo cual estaría en posición de facilitar préstamos a sus afiliados, que podrían así incursionar en la tecnificación del riego de sus parcelas. Esto se complementaría con el segundo proyecto, que financiaría el establecimiento de parcelas demostrativas de mejores prácticas agrícolas (incluyendo las de riego) y el mejoramiento de las condiciones de un importante ramal del sistema que, por su grado de deterioro, presenta pérdidas a lo largo de su recorrido.

El siguiente proyecto se ejecutaría en todos los sistemas públicos de riego de la provincia de Chimborazo y en él tendría un rol preponderante el GAD provincial de Chimborazo; consiste en la detección y mitigación de riesgos que afectan a los ramales principales de los sistemas de riego, tanto aquellos derivados de su desgaste natural como los secundarios al avance de la frontera urbana y la ocupación desordenada del territorio alrededor del canal. Se facilitaría la detección de las amenazas a lo largo del recorrido, la elaboración de mapas de riesgo y la coordinación interinstitucional necesaria para mitigar las amenazas según su carácter.

El último proyecto se refiere al estudio y monitoreo hidrológico del Acuífero de Cantagallo, ubicado al sur de la provincia de Manabí, que provee de agua para varios usos a los habitantes de la cordillera costanera y poblaciones cercanas pero que no ha sido caracterizado adecuadamente; y el estudio, a nivel de pilotaje, de su potencial recarga mediante el uso de recolectores de agua a partir de la neblina, que se instalarían en un sector húmedo del bosque protector Cantagallo, de 8.170 hectáreas, localizado entre las subcuencas de los ríos Cantagallo y Jipijapa. Se trataría de un estudio pionero que intentaría, no solo caracterizar el acuífero, sino monitorear su aporte a las microcuencas de la zona, para facilitar su uso sostenible en el futuro. El proyecto sería ejecutado por una entidad no gubernamental que agrupa a ingenieros de la provincia.

CAPÍTULO 7: IDEAS DE PROYECTO

7.1. PERFIL DE PROYECTO CAJA COMUNITARIA PARA FINANCIAR EL MEJORAMIENTO DE PRÁCTICAS AGRÍCOLAS Y DE RIEGO – JUNTA GENERAL DE USUARIOS DEL SISTEMA DE RIEGO CHAMBO-GUANO

7.1.1. Introducción – Antecedentes

Los pequeños agricultores se resisten a adoptar nuevas tecnologías para mejorar su eficiencia y productividad por una serie de razones, entre las que se cuentan la baja rentabilidad de los cultivos y la importante suma que debe invertirse inicialmente, para adquirir e instalar la tecnología. Los préstamos otorgados por cooperativas campesinas suelen tener altos intereses; los otorgados por el Banco Nacional de Fomento, en condiciones más favorables, demoran mucho por la serie de requisitos y trámites que es necesario efectuar. La Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Chambo Guano, máximo organismo de gobierno de los beneficiarios del sistema, cuenta con patrimonio propio y capacidades que le permitirían constituir una Caja de crédito para beneficio de sus integrantes.

7.1.2. Objetivo General

Desarrollar y poner a disposición de los regantes del sistema Chambo Guano, financiamiento de fácil acceso para implementar mejoras en su riego parcelario y sus prácticas agrícolas.

7.1.3. Objetivos Específicos

- Constituir una Caja Comunitaria como organismo adscrito a la Junta General de Usuarios del sistema de Riego Chambo Guano.
- Desarrollar la capacidad de la Directiva de la Junta General de Usuarios para dirigir estratégicamente la Caja Comunitaria.
- Fortalecer el funcionamiento de la Caja Comunitaria a fin de que esta pueda entregar préstamos para cubrir las necesidades financieras de productores que busquen mejorar sus prácticas agrícolas y de riego, adquirir insumos y semillas y cubrir otras necesidades.

7.1.4. Productos

1. Diseño e implementación de un plan de formación profesional de los directivos y empleados de la Caja Comunitaria.
2. Diseño e implementación de un plan de capacitación y asistencia técnica para los directivos y socios de la Junta General de Usuarios antes, durante y después del proceso de constitución de la Caja Comunitaria.
3. Constitución legal de la Caja Comunitaria.

7.1.5. Actividades

- Contratación de servicios profesionales de asesoría y capacitación.
- Proceso de capacitación.
- Trámites legales para la constitución de la Caja Comunitaria.

7.1.6. Cronograma y Presupuesto

COMPONENTES DEL PROYECTO	Recursos USD	%	Años					OBSERVACIONES
			1	2	3	4	5	
Asesoría y Capacitación	100.000	45%						
Plan de formación profesional para empleados de la Caja Comunitaria	50.000							
Plan de capacitación y asistencia técnica para directivos y socios de la Junta General de Usuarios	50.000							
Constitución de la Caja Comunitaria	45.000	20%						
Asistencia legal y acompañamiento	10.000							
Gastos de constitución	5.000							
Seguros, otros gastos	30.000							
Inicio de operaciones de la Caja Comunitaria	75.000	34%						
Salarios de directivos y empleados por un año	75.000							
Total	220.000							

NOTA: Este presupuesto no incluye el monto destinado a la capitalización inicial de la Caja, que probablemente incluya un aporte de la propia Junta, así como un préstamo otorgado por el Banco Nacional de Fomento.

7.1.7. Vínculos con planes y prioridades de desarrollo

La Constitución de la República del Ecuador, el Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV) 2009-2013 (SENPLADES, 2009) y la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) contemplan políticas, lineamientos, objetivos y planes relacionados con gestión de los recursos hídricos y protección de infraestructura para garantizar el Buen Vivir

La Constitución de la República del Ecuador (2008) en su artículo 414 busca reducir el impacto del cambio climático con la adopción de medidas adecuadas y transversales que eviten la deforestación y contaminación atmosférica, implementando además medidas para la conservación de los bosques y la vegetación; para la protección de la población en riesgos. Otros artículos de la Constitución referentes a los derechos en su título II mencionan la importancia de garantizar el recurso agua para la población y la promoción de un ambiente sano, garantizar los derechos de la naturaleza, y la conservación del patrimonio natural y los ecosistemas.

Agendas sectoriales como la Política Ambiental Nacional se refieren específicamente a la adaptación al cambio climático para disminuir la vulnerabilidad social, económica y ambiental con estrategias para mitigar los impactos del cambio climático y otros eventos naturales y antrópicos de la población y ecosistemas y la implementación el manejo integral del riesgo para hacer frente a los eventos extremos asociados al cambio climático.

Por otro lado el Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV) determina las directrices de planificación e inversión públicas a nivel nacional. El Objetivo 4 (*Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable*) se refiere al medio ambiente; llama a estimar los impactos del cambio climático y a proponer medidas de adaptación,

La Tabla 24 detalla los objetivos, políticas y lineamientos del PNBV relacionados con esta propuesta de proyecto.

Tabla 24: Políticas y lineamientos del Plan Nacional del Buen Vivir relacionados con los objetivos de la idea de proyecto

Objetivo 4: Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable	
Política	Lineamientos
Política 4.6. Reducir la vulnerabilidad social y ambiental ante los efectos producidos por procesos naturales y antrópicos generadores de riesgos.	Lineamiento C: Fomentar acciones de manejo integral, eficiente y sustentable de las tierras y cuencas hidrográficas que impulsen su conservación y restauración con énfasis en tecnologías apropiadas y ancestrales que sean viables para las realidades locales.

Objetivo 11: Establecer un Sistema Económico Social. Solidario y sostenible	
Políticas	Lineamientos
Política 11.1. Impulsar una economía endógena para el Buen Vivir, sostenible y territorialmente equilibrada, que propenda a la garantía de derechos y a la transformación, diversificación y especialización productiva a partir del fomento a las diversas formas de producción.	<ul style="list-style-type: none"> • Fomentar la producción nacional vinculada a la satisfacción de necesidades básicas para fortalecer el consumo doméstico y dinamizar el mercado interno. • Fortalecer la producción nacional de software, agroalimentaria, del tejido y del calzado, bajo parámetros social y ambientalmente responsables.
Política 11.2. Impulsar la actividad de pequeñas y medianas unidades económicas asociativas y fomentar la demanda de los bienes y servicios que generan.	<ul style="list-style-type: none"> • Impulsar las pequeñas y medianas unidades productivas para el fortalecimiento y complementariedad territoriales, tanto a nivel nacional como en esquemas de integración regional. • Capacitar a las asociaciones de pequeños productores y productoras sobre las demandas internas de bienes y servicios a nivel local y regional. • Difundir las ventajas, aportes y potencialidades de la producción asociada. • Crear marcos regulatorios específicos que reflejen y faciliten el funcionamiento de los procesos comunitarios, cooperativos y asociativos en general. • Generar y estimular líneas de financiamiento específicas para el acceso a activos y medios de producción por parte de las unidades económicas populares y solidarias, en especial de las más desfavorecidas, contemplando mecanismos de prevención y atención del riesgo productivo.
Política 11.3. Impulsar las condiciones productivas necesarias para el logro de la soberanía alimentaria.	<ul style="list-style-type: none"> • Fomentar la producción de alimentos sanos y culturalmente apropiados orientados al consumo interno, mediante un apoyo integral que potencie las capacidades productivas y la diversidad de las pequeñas y medianas unidades, urbanas y rurales, de las comunidades campesinas, indígenas, montubias y afroecuatorianas. • Proteger la producción local de alimentos básicos a través de precios de sustentación, subsidios productivos y mecanismos similares.
Política 11.9. Promover el acceso a conocimientos y tecnologías y a su generación endógena como bienes públicos.	<ul style="list-style-type: none"> • Promover la sostenibilidad ecosistémica de la economía a través la implementación de tecnologías y prácticas de producción limpia.
Política 11.11. Promover la sostenibilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Impulsar iniciativas de producción sostenible de bienes y servicios, que consideren la capacidad de regeneración de la naturaleza para el mantenimiento de la integridad y la

<p>ecosistémica de la economía a través la implementación de tecnologías y prácticas de producción limpia.</p>	<p>resiliencia de los ecosistemas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Generar incentivos a la adopción de tecnologías limpias.
<p>Política 11.13. Promover el ahorro y la inversión nacionales, consolidando el sistema financiero como servicio de orden público, con un adecuado funcionamiento y complementariedad entre sus sectores público, privado y popular solidario</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fortalecer la arquitectura financiera del sector público para constituir un sólido subsector de fomento de la inversión social y productiva, que atienda principalmente a las pequeñas y medianas unidades económicas, y que sea capaz de proteger a la economía de los impactos financieros externos. • Crear una arquitectura financiera específica y mecanismos de tratamiento preferencial para el sector financiero popular y solidario, a fin de asegurar condiciones justas para su funcionamiento y un rol protagónico en el desarrollo de la economía popular y solidaria. • Consolidar mecanismos alternativos de capitalización de las pequeñas y medianas unidades productivas.

Fuente: Plan Nacional del Buen Vivir, SENPLADES

Elaboración: Equipo consultor

La agricultura es uno de los sectores priorizados por la **Estrategia Nacional de Cambio Climático** (ENCC, MAE, 2012) para dirigir esfuerzos de adaptación. El desarrollo de capacidades y la búsqueda de mecanismos de financiamiento para la adaptación (y la mitigación) están contemplados dentro del **Plan Nacional de Creación y Fortalecimiento de Condiciones**. El Plan tiene como objetivo principal “**crear en el país el entorno necesario para la implementación de la Estrategia Nacional para el Cambio Climático**” y tiene cuatro objetivos específicos: (1) generar y poner a disposición información sobre cambio climático en Ecuador; (2) fomentar la concienciación de los ecuatorianos sobre los desafíos del cambio climático, a través de la gestión del conocimiento; (3) **desarrollar y fortalecer las capacidades humanas e institucionales para afrontar los retos del cambio climático en Ecuador**; y (4) **facilitar el uso de mecanismos, herramientas tecnológicas y financiamiento para actividades de adaptación y mitigación del cambio climático en Ecuador**. Para su implementación se han definido cinco programas: (1) Programa de Investigación, Generación y Levantamiento de Información; (2) Programa de Concienciación, Comunicación e Involucramiento; (3) Programa de Fortalecimiento de Capacidades Humanas e Institucionales; (4) **Programa de Inversión y Sostenibilidad Financiera**; y (5) **Programa de Desarrollo y Transferencia de Tecnología**. El Cuadro siguiente detalla los Objetivos Específicos, Resultados y Lineamientos del Plan Nacional de Creación y Fortalecimiento de Condiciones que se aplicarían a esta propuesta de proyecto.

Tabla 25: Objetivos Específicos, Resultados al 2013 y Lineamientos al 2017 del Plan Nacional de Creación y Fortalecimiento de Condiciones de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (relacionados con este proyecto)

Objetivo Específico	Resultados al 2013	Lineamientos para la acción para el año 2017
<p>Objetivo Específico 4: Facilitar el uso de mecanismos, herramientas tecnológicas y financiamiento para actividades de adaptación y mitigación del cambio climático en Ecuador.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Al menos 2 entidades públicas y 2 privadas o de la Sociedad Civil se han beneficiado del uso de tecnología específica que contribuyen a la adaptación o mitigación del cambio climático en el país. • Al menos 2 entidades públicas y 2 privadas o de la Sociedad Civil han accedido a financiamiento específico destinado a actividades de adaptación o mitigación del cambio climático en el país. • Se cuenta con ciudadanos que disponen de las capacidades para gestionar el acceso a recursos tecnológicos y financieros para ser usados en actividades de adaptación o mitigación del cambio climático a nivel nacional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fomentar el fortalecimiento de capacidades nacionales para desarrollar o recuperar tecnologías especializadas para la adaptación y mitigación del cambio climático. • Fomentar el desarrollo de capacidades nacionales para hacer uso de las oportunidades y mecanismos de cooperación especializados en la transferencia de tecnología específica para cambio climático. • Promover las inversiones nacionales e internacionales destinadas a implementar actividades de adaptación al cambio climático.

Fuente: ENCC, MAE 2012

Elaboración: equipo consultor

7.1.8. Valores y beneficios del proyecto – vínculo con intervenciones existentes y actores locales

El proyecto contribuirá a fortalecer la capacidad de la Junta General de Usuarios del sistema Chambo Guano para apoyar a sus integrantes en la mejoría de prácticas agrícolas y la tecnificación del riego, donde ello sea técnicamente factible y en cultivos de mayor rentabilidad, y un mejor manejo del riego por inundación en cultivos menos rentables y

donde las condiciones dificulten la tecnificación. Se pueden poner condiciones al otorgamiento de préstamos, vinculadas con asistencia a capacitación, visita a parcelas demostrativas y toma de medidas para el ahorro del agua. De esta forma se estarán promoviendo prácticas adaptativas.

7.1.9. Indicadores de monitoreo y evaluación

Se proponen los siguientes indicadores para el monitoreo y la evaluación de impacto:

Actividades	INDICADOR	OBSERVACIONES
Constitución de la Caja Comunitaria	Caja Comunitaria constituida legalmente	Una medición al final del primer año
Capacitación de directivos y asociados a la JGU	Número de personas capacitadas	Una medición anual
Actividad de la Caja	Número de préstamos otorgados, monto, porcentaje de recuperación de préstamos	Una medición anual

7.1.10. Riesgos - desafíos a superar

El principal riesgo potencial sería el mal manejo de la Caja que ocasione un deterioro de sus índices financieros, por poca capacidad para la gestión por parte de sus directivos. Las medidas para tratar este riesgo son la capacitación y el acompañamiento técnico y la supervisión de las entidades correspondientes a nivel nacional (la Superintendencia de Economía Popular y Solidaria, SEPS).

7.1.11. Responsabilidades y coordinación

La responsabilidad primaria del proyecto recae en la Junta General de Usuarios del Sistema Chambo Guano.

7.2. PERFIL DE PROYECTO *MEJORA EN LA EFICIENCIA DEL RIEGO MEDIANTE LA DISMINUCIÓN DE PÉRDIDAS Y LA CAPACITACIÓN*

7.2.1. Introducción – Antecedentes

El sistema de riego Chambo – Guano es un eje dinamizador de la agricultura en los cantones Riobamba, Chambo y Guano, especialmente desde los últimos 15 a 20 años. Su construcción se inició en 1949; entró en operación en 1952. Inicialmente, su caudal era de 2,5 m³/s y cubría una superficie de 2500 ha. A partir del año 1995, mejoras en su infraestructura y en la organización del riego lograron un incremento substancial del caudal, que llegó a 4,5 m³/s , y de la superficie regada, que actualmente es de 5.787 ha. Se trata de un sistema público/estatal, no transferido a los usuarios, y actualmente es manejado por el GADP-Chimborazo y la Junta General de Usuarios (JGU).

El sistema permite una agricultura intensiva en zonas relativamente planas, con buenos suelos, y con buen acceso al mercado urbano de Riobamba y desde ahí a la sierra central y la costa. Beneficia a **11.243 familias** y sus 37.000 lotes localizados entre los 2.600-2.800 msnm, registrados en el padrón de la JGU.

El agua del canal principal se distribuye de forma continua a todas las derivaciones (“tomas”) y dentro de las tomas (una toma a veces sirve a varios módulos), en la mayoría de los casos según la demanda, en algunos casos según turnos (esto es, todos los usuarios usan el agua en forma secuencial) y en muy pocos casos con horario fijo de turnos (zonas 1 y 2). Las compuertas de cada ramal solo se pueden abrir hasta el caudal definido, gracias a la existencia de topes de suelda.

La operación y el mantenimiento del canal principal están a cargo ahora del GADP Chimborazo que paga dos operadores. Hasta 2012 esta función estuvo a cargo del MAGAP-SRD y antes, la ejecutaron el Instituto Nacional de Riego (INAR) y la Corporación Regional Sierra Centro (CORSICEN). Estos cambios institucionales sobre las responsabilidades de operación y mantenimiento han afectado a la continuidad y claridad en las responsabilidades de las partes. Los usuarios temen que la respuesta del GADP frente a emergencias en la infraestructura del sistema sea lenta, porque la institución tiene que cumplir con los procedimientos de compra pública para adquirir los servicios e insumos que se podrían requerir para reparaciones urgentes.

La Junta General de Usuarios está a cargo de la operación y mantenimiento de los canales secundarios y terciarios, según el Acta de Entendimiento de administración, operación y mantenimiento del Sistema, firmada entre el CNRH, el CORSICEN, y La Corporación de Juntas de Regantes del Sistema de Riego Chambo del 3 de mayo de 1996.

En 2011, el presupuesto de la JGU fue de 71.841 USD. Esto incluye personal operativo y administrativo (5 personas, 32%), gastos operativos (8,3%), mantenimiento del sistema

(35.400 USD o 49%) y capacitación e imprevistos (10%) (JGU, 2011:66). En ese año la JGU invirtió 44.000 USD para limpieza del canal principal (JGU, 2011:1).

Un 90% del área está bajo riego por superficie, sea mediante surcos (para el cultivo de hortalizas como lechuga, zanahoria, cebolla, papa, alverja, frejol, maíz) o canteros (para alfalfa). Se aplica riego por goteo para cultivos de fresa, tomate riñón en invernadero; y riego por aspersión para pastos cultivados.

Un sector del sistema, conocido como TB11, fue objeto de una serie de intervenciones en un intento por tecnificar el riego. Así, se construyeron varios reservorios y conducciones por tubería que llegaron hasta válvulas, de las que salen actualmente canales abiertos que llegan hasta unos 4000 o 5000 lotes. Sus propietarios no quisieron adoptar el riego presurizado y actualmente riegan sus lotes mediante inundación – esta decisión es económicamente adecuada, puesto que son cultivadores de hortalizas, con baja rentabilidad, y no pueden incursionar en las inversiones necesarias para instalar sistemas de riego a presión. Los canales abiertos, no revestidos, están deteriorados y pierden agua, disminuyendo así la eficiencia en el uso del recurso. La JGU propone, mediante este proyecto, el mejoramiento de la eficiencia en la conducción de este ramal, unido a la capacitación a sus usuarios para una aplicación más eficiente del riego por inundación y la mejora en sus prácticas agrícolas.

7.2.2. Objetivo General

Mejorar la eficiencia de la conducción de agua así como las prácticas y métodos de riego parcelario y cultivo, en las parcelas regadas por el ramal TB 11 del Sistema de Riego Chambo Guano.

7.2.3. Objetivos Específicos

- Recubrir alrededor de 164 kilómetros de canales abiertos.
- Capacitar a los usuarios del ramal en mejores técnicas de riego por inundación, manejo de cultivos, uso de fertilizantes.

7.2.4. Productos

- 1) 164 kilómetros de canales abiertos recubiertos y con disminución de pérdidas.
- 2) Alrededor de 2300 socios de la JGU capacitados en mejores técnicas de riego y cultivo.

7.2.5. Actividades

- Adquisición de insumos y su distribución a las juntas de regantes del ramal.
- Revestimiento de los canales con la participación de los beneficiarios y la administración de la JGU.
- Establecimiento de parcelas demostrativas en los sectores de las juntas de regantes.

7.2.6. Cronograma y Presupuesto

Componente / Actividad	Recursos (USD)	%	AÑOS*					OBSERVACIONES
			1	2	3	4	5	
Recubrimiento de canales	2.589.150	85 %						
Compra de materiales	2.460.000							15 dólares por metro lineal
Jornales diarios	6.150							Avance de 2 metros por persona por día, 200 días-persona trabajados, alrededor de 400 personas trabajando, jornal diario de 15 dólares
Costos administrativos al 5%	123.000							
Capacitación a los regantes	470.000	15 %						
Diagnóstico de necesidades de capacitación	10.000							
Implementación de parcelas demostrativas de 500 m2, 12 juntas	360.000							Para 5 años
Talleres, eventos de difusión, difusión por medios de comunicación y otros	100.000							Para 5 años
Gran total	3.059.150							

**Se refiere a años después del inicio del proyecto*

7.2.7. Vínculos con planes y prioridades de desarrollo

El Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV) determina las directrices de planificación e inversión públicas a nivel nacional. El Objetivo 4 (*Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable*) se refiere al medio ambiente; llama a estimar los impactos del cambio climático y a proponer medidas de adaptación. El Tabla 26 detalla los objetivos, políticas y lineamientos del PNBV relacionados con esta propuesta de proyecto.

Tabla 26: Políticas y lineamientos del Plan Nacional del Buen Vivir relacionados con los objetivos de la idea de proyecto

Objetivo 4: Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable	
Política	Lineamientos
Política 4.6. Reducir la vulnerabilidad social y ambiental ante los efectos producidos por procesos naturales y antrópicos generadores de riesgos.	Lineamiento C: Fomentar acciones de manejo integral, eficiente y sustentable de las tierras y cuencas hidrográficas que impulsen su conservación y restauración con énfasis en tecnologías apropiadas y ancestrales que sean viables para las realidades locales.
Objetivo 11: Establecer un Sistema Económico Social. Solidario y sostenible	
Políticas	Lineamientos
Política 11.1. Impulsar una economía endógena para el Buen Vivir, sostenible y territorialmente equilibrada, que propenda a la garantía de derechos y a la transformación, diversificación y especialización productiva a partir del fomento a las diversas formas de producción.	<ul style="list-style-type: none"> • Fomentar la producción nacional vinculada a la satisfacción de necesidades básicas para fortalecer el consumo doméstico y dinamizar el mercado interno. • Fortalecer la producción nacional de software, agroalimentaria, del tejido y del calzado, bajo parámetros social y ambientalmente responsables.
Política 11.3. Impulsar las condiciones productivas necesarias para el logro de la soberanía alimentaria.	<ul style="list-style-type: none"> • Fomentar la producción de alimentos sanos y culturalmente apropiados orientados al consumo interno, mediante un apoyo integral que potencie las capacidades productivas y la diversidad de las pequeñas y medianas unidades, urbanas y rurales, de las comunidades campesinas, indígenas, montubias y afroecuatorianas. • Proteger la producción local de alimentos básicos a través de precios de sustentación, subsidios productivos y mecanismos similares.

<p>Política 11.9. Promover el acceso a conocimientos y tecnologías y a su generación endógena como bienes públicos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Promover la sostenibilidad ecosistémica de la economía a través la implementación de tecnologías y prácticas de producción limpia.
<p>Política 11.11. Promover la sostenibilidad ecosistémica de la economía a través la implementación de tecnologías y prácticas de producción limpia.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Impulsar iniciativas de producción sostenible de bienes y servicios, que consideren la capacidad de regeneración de la naturaleza para el mantenimiento de la integridad y la resiliencia de los ecosistemas. • Generar incentivos a la adopción de tecnologías limpias.

Fuente: Plan Nacional del Buen Vivir, SENPLADES

Elaboración: Equipo consultor

La agricultura es uno de los sectores priorizados por la **Estrategia Nacional de Cambio Climático** (ENCC, MAE, 2012) para dirigir esfuerzos de adaptación. Algunos Objetivos Específicos de la ENCC contemplan la adaptación al cambio climático en lo tocante a la producción alimentaria. El Cuadro siguiente detalla los objetivos, resultados y lineamientos de la ENCC en lo relacionado con esa propuesta de proyecto.

Tabla 27: Objetivos Específicos, Resultados al 2013 y Lineamientos al 2017 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (relacionados con este proyecto)

Objetivo Específico	Resultados al 2013	Lineamientos para la acción para el año 2017
<p>Objetivo Específico 1: Establecer condiciones que garanticen la soberanía alimentaria y la producción agropecuaria frente a los impactos del cambio climático.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El diseño de proyectos del Plan Nacional de Riego ha incorporado criterios y el resultado de estudios de vulnerabilidad al cambio climático para construir sistemas de riego más eficientes, evitar pérdidas de agua de riego y atender a zonas prioritarias 	<ul style="list-style-type: none"> • Fomentar la implementación de medidas de adaptación (tales como diversificación de especies más resistentes a los cambios del clima, la creación de bancos de germoplasma, el uso de especies que contribuyan a evitar la erosión, entre otros) en los sistemas productivos

	<p>según criterios de soberanía alimentaria. Se ha iniciado la ejecución de al menos 6 proyectos hídricos multipropósito con esos criterios.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se ha implementado la tecnificación del riego en 11 provincias del país con criterios de adaptación al cambio climático 	<p>de los sectores ganadero y agrícola más importantes en términos económicos y de soberanía alimentaria, para aumentar su capacidad de respuesta frente a eventos climáticos extremos y así asegurar la disponibilidad de alimentos sanos suficientes y nutritivos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementar medidas para asegurar una alimentación sana, nutritiva, natural y con productos del medio en la población de atención prioritaria, para disminuir su vulnerabilidad ante los impactos del cambio climático. • Identificar, incorporar, desagregar, adaptar y asimilar tecnologías que permitan aumentar la diversificación de la producción agrícola y ganadera, así como su capacidad de respuesta frente a los impactos del cambio climático.
--	--	---

Fuente: ENCC, MAE 2012

Elaboración: equipo consultor

7.2.8. Valores y beneficios del proyecto – vínculo con intervenciones existentes y actores locales

Los ingresos regulares de la JGU no le permiten emprender obras de esta envergadura, que tendrían gran impacto en el consumo de agua en el sistema y dejarían más agua disponible para usuarios aguas abajo. Al mismo tiempo, estas reparaciones no son competencia del GAD provincial. Finalmente, la mejoría en la infraestructura se acompañaría de capacitación a los usuarios de este ramal en mejores prácticas agrícolas y de riego.

Este es un caso especial, en el sentido de que la posibilidad de tecnificar el riego ya se ha planteado pero no es conveniente por la baja rentabilidad de los cultivos de la zona. La propuesta de la JGU es razonable, al plantear que es posible mejorar la práctica del riego

por inundación aprovechando el conocimiento de agricultores más experimentados. La instalación de parcelas demostrativas de buenas prácticas es, según la JGU, el mecanismo más idóneo para capacitar a los productores, que pueden ver los efectos de las mejores prácticas y así vencer su reticencia a adoptarlas.

7.2.9. Indicadores de Monitoreo y Evaluación

Componente/ actividad	INDICADOR	OBSERVACIONES
Recubrimiento de canales	Kilómetros de canal revestido	Una medición anual
Entrenamiento y capacitación	Número de parcelas demostrativas instaladas	Una medición anual
	Número de capacitaciones impartidas	Una medición anual

7.2.10. Riesgos – desafíos a superar

El riesgo principal sería que las juntas de regantes del ramal no comprometan su participación en el proceso. Para manejar el riesgo, el proyecto es liderado por la JGU, organismo de gobierno elegido por los propios regantes y cercano a sus necesidades y realidad.

7.2.11. Responsabilidades y coordinación

Directiva de la Junta General de Usuarios del Sistema Chambo Guano, con colaboración del GAD provincial.

7.3. PERFIL DE PROYECTO: MANEJO INTERINSTITUCIONAL DE RIESGOS Y AMENAZAS EN LOS SISTEMAS DE RIEGO DE CHIMBORAZO

7.3.1. Introducción – Antecedentes

Según el COOTAD, los GAD provinciales deben asumir la competencia de operar y mantener los sistemas de riego públicos uniprovinciales. Un aspecto importante de esta responsabilidad es el manejo de riesgos y problemas puntuales a lo largo del recorrido de los ramales principales: sitios inestables, lugares propensos a deslizamientos, descargas domésticas e industriales, ocupación de los márgenes del canal con viviendas o cultivos. El

manejo de estos problemas exige un esfuerzo de coordinación interinstitucional y una estimación de las acciones necesarias para superarlos, así como de sus costos.

7.3.2. Objetivo General

Identificar y remediar amenazas y riesgos que afectan a los canales principales de los sistemas de riego públicos de la provincia de Chimborazo.

7.3.3. Objetivos Específicos

- Señalar los puntos donde los canales principales podrían sufrir daños por las características físicas del terreno, usos indebidos del suelo cercano al canal o puntos de deterioro de la infraestructura, y formular medidas para manejarlos.
- Identificar puntos de contaminación del canal por efluentes domésticos e industriales y escorrentía.
- Establecer las necesarias coordinaciones interinstitucionales para asegurar un adecuado manejo de las amenazas y riesgos.

7.3.4. Productos

- 1) Mapas de amenazas de los canales principales de los sistemas de riego de la provincia.
- 2) Identificación y caracterización de los vertidos que afectan al canal, para ser entregado al Ministerio de Salud Pública.
- 3) Planes de acción para resolver las amenazas y problemas de contaminación, acordados con las entidades correspondientes (Ministerio de Salud, Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos y GAD municipales / parroquiales).

7.3.5. Actividades

- Contratación de consultoría para la identificación y caracterización de las amenazas que podrían afectar a los canales principales; incluye un diseño preliminar de medidas de remediación y una estimación de costos.
- Contratación de consultoría para la identificación de puntos de vertido de contaminantes y la caracterización de los vertidos.
- Proceso participativo para discutir los resultados y formular planes de acción, con la participación de regantes, instituciones responsables y autoridades provinciales.

7.3.6. Cronograma y Presupuesto

Componente / Actividad	Recursos (USD)	%	Años (*)					Comentarios
Mapas de amenazas								
Consultoría para la identificación y caracterización de amenazas y el diseño preliminar de medidas	50.000							
Consultoría para la identificación y caracterización de vertidos	30.000							
Diseño e implementación de planes de respuesta								
Organización y facilitación de reuniones para compartir los hallazgos y diseñar medidas	10.000							
Implementación de soluciones estructurales (movimiento de tierras, reparaciones, desalojos, etc.)	500.000							
Gran total	590.000							

**Se refiere a años después del inicio del proyecto*

7.3.7. Vínculos con planes y prioridades de desarrollo

Tanto el Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV) 2009-2013 (SENPLADES, 2009) como la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) contemplan políticas, lineamientos, objetivos y planes relacionados con una mejor gestión de la información hidrológica y climática. Es de resaltar el hecho de que la ENCC incluye las intervenciones relacionadas con este proyecto dentro de lo que podría comprenderse como el desarrollo de un marco habilitante para enfrentar el cambio climático, puesto que las coloca en el **Plan Nacional de Creación y Fortalecimiento de Condiciones**, que forma parte del **Mecanismo de Implementación** de la Estrategia. El Plan sería el instrumento para viabilizar la implementación de los otros dos planes de la Estrategia (de Mitigación y de Adaptación).

El PNBV determina las directrices de planificación e inversión públicas a nivel nacional. Su objetivo 4 (Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable) se refiere al medio ambiente. El Objetivo 4 (*Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable*) se refiere al medio ambiente; llama a estimar los impactos del cambio climático y a proponer medidas de adaptación, lineamientos que serán imposibles de cumplir si no se conoce la situación de estos recursos y su evolución en el tiempo. Finalmente, el Objetivo 10 se refiere al fortalecimiento de las instituciones estatales y a su conexión con redes de la ciudadanía y muy particularmente, a *“Generar información precisa sobre oferta, demanda y calidad de agua como herramienta para la redistribución del recurso hídrico”* (Lineamiento I).

La Tabla 28 detalla los objetivos, políticas y lineamientos relacionados con esta propuesta de proyecto.

Tabla 28: Políticas y lineamientos del Plan Nacional del Buen Vivir relacionados con los objetivos de la idea de proyecto

Objetivo 3: Mejorar la calidad de vida de la población

Políticas	Lineamientos
Política 3.6. Garantizar vivienda y hábitat dignos, seguros y saludables, con equidad, sustentabilidad y eficiencia	<ul style="list-style-type: none"> • Ampliar la cobertura y acceso a agua de calidad para consumo humano y a servicios de infraestructura sanitaria: agua potable, eliminación de excretas, alcantarillado, eliminación y manejo adecuado de residuos. • Diseñar, implementar y monitorear las normas de calidad ambiental tanto en zonas urbanas como rurales, en coordinación con los diferentes niveles de gobierno y actores relacionados.
Política 3.7. Propiciar condiciones de seguridad humana y confianza mutua entre las personas en los diversos entornos	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar y vigilar el cumplimiento de normas y estándares de los diferentes espacios para evitar posibles efectos de contaminantes físicos, químicos y biológicos, de estrés, fatiga, monotonía, hacinamiento y violencia. • Diseñar y aplicar sistemas de alerta, registro y monitoreo permanente y atender oportunamente accidentes, enfermedades y problemas asociados con contaminación ambiental y actividades laborales.

Objetivo 4: Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable

Política	Lineamientos
Política 4.4. Prevenir, controlar y mitigar la contaminación ambiental como aporte para el mejoramiento de la calidad de vida.	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar normas y estándares de manejo, disposición y tratamiento de residuos sólidos domiciliarios, industriales y hospitalarios, y sustancias químicas para prevenir y reducir las posibilidades de afectación de la calidad ambiental. • Regular criterios de preservación, conservación, ahorro y usos sustentables del agua e implementar normas para controlar y enfrentar la contaminación de los cuerpos de agua mediante la aplicación de condiciones explícitas para el otorgamiento de las autorizaciones de uso y aprovechamiento
Política 4.5. Fomentar la adaptación y mitigación a la variabilidad climática con énfasis en el proceso de cambio climático.	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporar programas y planes de contingencia ante eventuales impactos originados por el cambio de clima que puedan afectar las infraestructuras del país. • Impulsar programas de adaptación a las alteraciones climáticas, con énfasis en aquellas vinculadas con la soberanía energética y alimentaria.
Política 4.6. Reducir la vulnerabilidad social y ambiental ante los efectos producidos por procesos naturales y antrópicos generadores de riesgos.	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporar la gestión de riesgos en los procesos de planificación, ordenamiento territorial, zonificación ecológica, inversión y gestión ambiental. • Implementar programas de organización de respuestas oportunas y diferenciadas de gestión de riesgos, para disminuir la vulnerabilidad de la población ante diversas amenazas. • Fomentar acciones de manejo integral, eficiente y sustentable de las tierras y cuencas hidrográficas que impulsen su conservación y restauración con énfasis en tecnologías apropiadas y ancestrales que sean viables para las realidades locales. • Analizar la vulnerabilidad y el aporte a la adaptación al cambio climático de infraestructuras estratégicas existentes y futuras.

Fuente: Plan Nacional del Buen Vivir, SENPLADES

Elaboración: Equipo consultor

La agricultura es uno de los sectores priorizados por la **Estrategia Nacional de Cambio Climático** (ENCC, MAE, 2012) para dirigir esfuerzos de adaptación. Algunos Objetivos Específicos de la ENCC contemplan la adaptación al cambio climático en lo tocante a la producción alimentaria. El Cuadro siguiente detalla los objetivos, resultados y lineamientos de la ENCC en lo relacionado con esa propuesta de proyecto.

Tabla 29: Objetivos Específicos, Resultados al 2013 y Lineamientos al 2017 de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (relacionados con este proyecto)

Objetivo Específico	Resultados al 2013	Lineamientos para la acción para el año 2017
<p>Objetivo Específico 1: Establecer condiciones que garanticen la soberanía alimentaria y la producción agropecuaria frente a los impactos del cambio climático.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El diseño de proyectos del Plan Nacional de Riego ha incorporado criterios y el resultado de estudios de vulnerabilidad al cambio climático para construir sistemas de riego más eficientes, evitar pérdidas de agua de riego y atender a zonas prioritarias según criterios de soberanía alimentaria. Se ha iniciado la ejecución de al menos 6 proyectos hídricos multipropósito con esos criterios. • Se ha implementado la tecnificación del riego en 11 provincias del país con criterios de adaptación al cambio climático 	<ul style="list-style-type: none"> • Fomentar la implementación de medidas de adaptación (tales como diversificación de especies más resistentes a los cambios del clima, la creación de bancos de germoplasma, el uso de especies que contribuyan a evitar la erosión, entre otros) en los sistemas productivos de los sectores ganadero y agrícola más importantes en términos económicos y de soberanía alimentaria, para aumentar su capacidad de respuesta frente a eventos climáticos extremos y así asegurar la disponibilidad de alimentos sanos suficientes y nutritivos. • Implementar medidas para asegurar una alimentación sana, nutritiva, natural y con productos del medio en la población de atención prioritaria, para disminuir su vulnerabilidad ante los impactos del cambio climático. • Identificar, incorporar, desagregar, adaptar y asimilar tecnologías que permitan aumentar la diversificación de la producción agrícola y ganadera, así como su capacidad de respuesta frente a los impactos del cambio climático.

Fuente: ENCC, MAE 2012

Elaboración: equipo consultor

7.3.8. Valores y beneficios del proyecto – vínculo con intervenciones existentes y actores locales

Al ser estructuras que atraviesan extensos territorios, los canales de riego están sujetos a variedad de amenazas vinculadas con diversos campos de la actividad humana y el medio ambiente. Una gestión apropiada de las amenazas que podrían afectar el funcionamiento de los canales puede ser una oportunidad para lograr acuerdos y colaboración interinstitucionales.

7.3.9. Indicadores de Monitoreo y Evaluación

Componente/ actividad	INDICADOR	OBSERVACIONES
Mapeo de riesgos	Existencia de mapas de riesgo de los canales principales de la provincia	Una medición anual
Implementación de soluciones	Kilómetros de canales declarados “libres de riesgos y contaminación”. Definición propuesta: <i>no existen sobre el sistema amenazas generadas en inestabilidad del terreno alrededor del sistema, al menos hasta 30 metros a cada lado del mismo; los drenajes para la escorrentía funcionan adecuadamente; la estructura no tiene defectos que puedan comprometer su funcionamiento adecuado. En cuanto a la contaminación, no se observan, en una inspección visual, descargas de aguas contaminadas u objetos en el canal.</i>	Una medición anual

7.3.10. Riesgos – desafíos a superar

El mayor riesgo para este proyecto sería la imposibilidad de lograr acuerdos entre instituciones responsables de diversos aspectos relacionados con las amenazas. Será necesaria la gestión del GAD provincial, responsable de la operación y mantenimiento de los canales, para establecer mecanismos de coordinación y lograr una adecuada colaboración de las instituciones.

7.3.11. Responsabilidades y coordinación

La responsabilidad principal de este proyecto recae en el Gobierno Autónomo Provincial de Chimborazo.

7.4. PERFIL DE PROYECTO: MONITOREO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS DE LAS SUBCUENCAS DE CANTAGALLO Y JIPIJAPA Y DEL ACUÍFERO DE CANTAGALLO, MANABÍ-ECUADOR

7.4.1. Introducción - Antecedentes

El bosque protector ABVP Cantagallo³⁶ es un área de 8.170 hectáreas de bosque húmedo y semi húmedo, localizada entre las subcuencas de los ríos Cantagallo y Jipijapa. En estas cuencas se origina además el acuífero de Cantagallo, que se supone se alimenta de la precipitación que ocurre en el territorio ocupado por el bosque, en forma de bruma durante los meses de junio a diciembre, y de las lluvias entre febrero y abril. Nueve comunidades cercanas, con alrededor de 2000 habitantes, obtienen su agua para consumo del acuífero; además existen emprendimientos agrícolas que también hacen uso del agua.

El bosque protector sufre de deforestación debido al avance de actividades agrícolas y a la extracción de madera. Se supone que los niveles del acuífero están disminuyendo, lo cual pondría en riesgo el abastecimiento de agua para estas comunidades.

Este proyecto apunta a conocer las condiciones hidrogeológicas del acuífero de Cantagallo y probar un mecanismo para acelerar su recarga, a fin de mantener sus niveles freáticos. Para ello, plantea mejorar la red hidrometeorológica de la zona y desarrollar la capacidad básica de manejo de datos en técnicos locales, logrando así un proceso de transferencia de tecnología para que las instituciones participantes y actores locales gestionen los recursos hídricos de manera sostenible.

7.4.2. Objetivo General

Gestionar con un enfoque integrado los recursos hídricos provenientes de las subcuencas de Cantagallo y Jipijapa.

7.4.3. Objetivos Específicos

- Caracterizar el acuífero de Cantagallo, mediante estudios técnicos hidrogeológicos que incluyan la edad del acuífero, sus dinámicas y conexiones hidráulicas y que permitan desarrollar un modelo numérico de su funcionamiento.

³⁶ Creado en Enero de 1989 mediante acuerdo N°28, publicado en registro oficial N° 112 el 19 de Enero de 1989

- Poner en marcha un sistema de monitoreo hidrometeorológico y de caudales en las subcuencas de Cantagallo y Jipijapa
- Integrar los resultados de los estudios a fin de modelar el funcionamiento de las subcuencas de Cantagallo y Jipijapa y del acuífero de Cantagallo.
- Desarrollar una experiencia piloto de recarga del acuífero Cantagallo mediante la captación de agua proveniente de niebla en el Bosque Protector Sancán-Cantagallo.

7.4.4. Productos

- 1) Un sistema de información hidrológica y meteorológica de las subcuencas de Cantagallo y Jipijapa, instalado y funcionando en una universidad o institución local.
- 2) Software para modelación hidrológica adquirido e instalado en una universidad o institución pública local (incluyendo el hardware necesario) y un grupo de técnicos /as locales, entrenados sobre su funcionamiento básico e introduciendo datos.
- 3) Modelos hidrológicos de las cuencas de los ríos Cantagallo y Jipijapa, desarrollados y en uso por parte de profesionales locales
- 4) Acuífero de Cantagallo caracterizado y modelado.
- 5) Diseñada e implementada una intervención para la captación de niebla en el Bosque protector ABVP Cantagallo.

7.4.5. Actividades

- Diagnóstico de la localización y estado de estaciones hidrológicas y meteorológicas en las cuencas de interés y elaboración de un plan para la adquisición e instalación de estaciones.
- Adquisición e instalación de estaciones hidrológicas y meteorológicas.
- Consultorías para evaluar la idoneidad de los modelos hidrológicos disponibles y sugerir los más apropiados para el contexto local, incluyendo los requisitos de hardware, equipamiento adicional y recursos humanos necesarios.
- Adquisición e instalación de Software y Hardware para análisis de los datos y modelación hidrológica.
- Introducción de datos y modelación de las cuencas hidrográficas.
- Inventario de pozos en la zona de influencia del proyecto
- Estudio hidrogeológico del Acuífero de Cantagallo.
- Diseño e implementación de un proyecto para la captación de niebla y recarga del acuífero de Cantagallo.

7.4.6. Cronograma y Presupuesto

El presente perfil de proyecto está contemplado para cinco años, con un presupuesto de USD \$2.015.000.

Componente / Actividad	Recursos (USD)	AÑOS*					OBSERVACIONES
		1	2	3	4	5	
Sistema de información hidrológica y meteorológica							
Diagnóstico de necesidades	15.000						
Adquisición e instalación de estaciones hidrológicas y meteorológicas	100.000						
Adquisición de software y hardware	780.000						
Consultorías para la evaluación y definición de modelos apropiados – hidrología; incluye instalación de software	20.000						Existen programas de modelación hidrológica y de tiempo que no tienen costo.
Licitación y compra de hardware	150.000						
Adquisición de datos meteorológicos de centros mundiales	10.000						Proceso continuo – se buscaría adquirir datos de libre acceso de centros de datos mundiales. Los costos corresponden a tiempo dedicado a la búsqueda de fuentes y establecimiento de convenios.
Modelación de la hidrología de las subcuencas – pruebas, ajustes, mejoramiento continuo	250.000						Salarios, movilización de técnicos, otros gastos operativos
Modelación climática – pruebas, ajustes, mejoramiento continuo	200.000						Salarios
Entrenamiento y acompañamiento técnico continuo	150.000						
Estudio Hidrogeológico	900.000						
Consultoría para estudio hidrogeológico del Acuífero Cantagallo	800.000						Estudio completo en dos años
Consultoría inventario de pozos	100.000						
Recarga de Acuífero	220.000						
Diseño de un proyecto de captación de niebla y recarga del acuífero de Cantagallo.	20.000						
Implementación del proyecto	200.000						
Gran total	1.950.000						

**Se refiere a años después del inicio del proyecto*

7.4.7. Vínculos con planes y prioridades de desarrollo

La Constitución de la República del Ecuador, el Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV) 2009-2013 (SENPLADES, 2009) y la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) contemplan políticas, lineamientos, objetivos y planes relacionados con gestión de los recursos hídricos y protección de infraestructura para garantizar el Buen Vivir

La Constitución de la República del Ecuador (2008) en su artículo 414 busca reducir el impacto del cambio climático con la adopción de medidas adecuadas y transversales que eviten la deforestación y contaminación atmosférica, implementando además medidas para la conservación de los bosques y la vegetación; para la protección de la población en riesgos. Otros artículos de la Constitución referentes a los derechos en su título II mencionan la importancia de garantizar el recurso agua para la población y la promoción de un ambiente sano, garantizar los derechos de la naturaleza, y la conservación del patrimonio natural y los ecosistemas.

Agendas sectoriales como la Política Ambiental Nacional se refieren específicamente a la adaptación al cambio climático para disminuir la vulnerabilidad social, económica y ambiental con estrategias para mitigar los impactos del cambio climático y otros eventos naturales y antrópicos de la población y ecosistemas y la implementación el manejo integral del riesgo para hacer frente a los eventos extremos asociados al cambio climático.

El Plan Nacional del Buen Vivir (PNBV) 2009-2013 (SENPLADES, 2009) determina las directrices de planificación e inversión públicas a nivel nacional. Su Objetivo 4 (*Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable*) se refiere al medio ambiente; llama a estimar los impactos del cambio climático y a proponer medidas de adaptación.

La Tabla 30 detalla los objetivos, políticas y lineamientos relacionados con esta propuesta de proyecto.

Tabla 30: Políticas y lineamientos del Plan Nacional del Buen Vivir relacionados con los objetivos de la idea de proyecto

Objetivo 4: Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable

Política	Lineamientos
Política 4.2. Manejar el patrimonio hídrico con un enfoque integral e integrado por cuenca hidrográfica, de aprovechamiento estratégico del Estado y de valoración sociocultural y ambiental.	Lineamiento A: Diseñar y aplicar reformas institucionales tendientes a fortalecer la regulación, el acceso, la calidad y la recuperación de los recursos hídricos , e implementar un proceso de desconcentración articulado a los procesos de planificación de todos los niveles de gobierno. Lineamiento B: Establecer lineamientos públicos integrales e integrados de conservación, preservación y manejo del

	<p>agua, con criterios de equidad y racionalidad social y económica.</p> <p>Lineamiento E: Impulsar la investigación para la restauración, reparación, rehabilitación y mejoramiento de los ecosistemas naturales y la estructura de las cuencas hidrográficas.</p>
<p>Política 4.6. Reducir la vulnerabilidad social y ambiental ante los efectos producidos por procesos naturales y antrópicos generadores de riesgos.</p>	<p>Lineamiento C: Fomentar acciones de manejo integral, eficiente y sustentable de las tierras y cuencas hidrográficas que impulsen su conservación y restauración con énfasis en tecnologías apropiadas y ancestrales que sean viables para las realidades locales.</p> <p>Lineamiento D: Implementar un sistema de investigación y monitoreo de alerta temprana en poblaciones expuestas a diferentes amenazas.</p>

Fuente: Plan Nacional del Buen Vivir, SENPLADES

Elaboración: Equipo consultor

Los recursos hídricos forman parte de los sectores priorizados por la **Estrategia Nacional de Cambio Climático** (ENCC, MAE, 2012) para dirigir esfuerzos de adaptación. Las menciones al manejo de aguas subterráneas se encuentran en los siguientes Objetivos Específicos y Resultados Esperados:

Tabla 31: Menciones específicas al aprovechamiento de acuíferos en la Estrategia Nacional de Cambio Climático

Objetivo Específico	Resultado esperado al 2013
<p>Objetivo Específico 4: Manejar el patrimonio hídrico con un enfoque integral e integrado por Unidad Hidrográfica, para asegurar la disponibilidad, uso sostenible y calidad del recurso hídrico para los diversos usos humanos y naturales, frente a los impactos del cambio climático.</p>	<p>Resultado 2: Con criterios de sostenibilidad se han identificado y aprovechado acuíferos con agua de buena calidad para diferentes usos humanos y naturales, como medida para contrarrestar los impactos de las sequías en al menos dos sitios del país.</p>

Fuente: Estrategia Nacional de Cambio Climático

Elaboración: Equipo consultor

7.4.8. Valores y beneficios del proyecto – vínculo con intervenciones existentes y actores locales

Este proyecto pasaría de la caracterización del acuífero a la validación de una tecnología para captar agua como mecanismo para recarga del acuífero; además se propone modelar la dinámica del acuífero para pasar a la formulación de lineamientos prácticos para su manejo. El proyecto sería liderado por la FIASUM, organización de la sociedad civil de base local.

7.4.9. Indicadores de Monitoreo y Evaluación

Componente/ actividad	INDICADOR	OBSERVACIONES
Monitoreo hidrológico y climático	Al menos una estación hidrológica y una estación meteorológica instaladas en las cuencas de interés	Una sola medición al final del primer año
Adquisición de software y hardware	Equipos instalados en un espacio apropiado	Una sola medición
Entrenamiento y capacitación	Número de profesionales que han recibido capacitación por tema	Una medición anual
Modelación hidrológica	Existencia y aplicación de un modelo hidrológico de la cuenca	Una medición anual
Estudio hidrogeológico	Documento técnico validado	Una medición a mitad del estudio y una al final

7.4.10. Riesgos – desafíos a superar

Las instituciones participantes deberán asignar técnicos/as a estas tareas, distrayéndolos de otras labores; ello podría ocasionar que no puedan dedicar todo su tiempo de trabajo al proyecto. Para mitigar este riesgo, el presupuesto incluye el pago de salarios; a fin de financiar contrataciones adicionales.

7.4.11. Responsabilidades y coordinación

El proyecto sería liderado por la Fundación de Ingenieros Agrónomos del sur de Manabí “FIASUM” conjuntamente con el Gobierno Provincial de Manabí, que deberá mantener el interés y la participación de un conjunto de actores, sobre todo públicos, a lo largo de todo el esfuerzo, y velar por que la capacidad instalada y desarrollada se traduzca en productos útiles.

En particular se cuenta con el interés de la Escuela Politécnica del Litoral “ESPOL”, quien cuenta con un equipo de especialistas con experiencia en el estudio de acuíferos en la zona costera del país, lo que garantizaría un apoyo técnico para el desarrollo de las actividades del proyecto.

Se debe generar una alianza estratégica entre el GAD Manabí, FIASUM, INAMHI y ESPOL con la finalidad de llevar a cabo de manera coordinada las actividades previstas en el presente proyecto. Esta alianza no puede estar deslindada de generar convenios con los principales actores del Valle de Cantagallo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOLIT Cia. Ltda (2008). Catastro de usuarios del sistema de riego de Poza Honda – Informe definitivo. Corporación Reguladora del Manejo Hídrico de Manabí, Departamento de Riego y Drenaje. Enero de 2008.
- Asamblea Nacional - Comisión Especializada de Soberanía Alimentaria, desarrollo del Sector Agropecuario y Pesquero. (2010). Proyecto de Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Uso y Aprovechamiento del Agua. Quito.
- Boldt, J., I. Nygaard, U. E. Hansen, S. Trærup (2012). Overcoming Barriers to the Transfer and Diffusion of Climate Technologies. UNEP Risø Centre, Roskilde, Denmark, 2012
- Burbano, N., Becerra, S., & Pasquel, E. (2011). Introducción a la Hidrogeología del Ecuador. Quito.
- Bustamante M, Albán M, Argüello A, (2011). Los páramos del Chimborazo : Un estudio socio-ambiental para la toma de decisiones. Gobierno Autónomo Descentralizado de Chimborazo / EcoCiencia / CODESAN /Programa BioAndes / Proyecto Páramo Andino. Quito
- Centella, A. & Bezanilla, A., (2008). Informe Final Análisis de Escenarios de Cambio Climático con el PRECIS y el Modelo Japonés, Proyecto PACC-MAE. Quito. 37 pp.
- Centella, Abel, y Bezanilla, A. (2008). Escenarios de Cambio Climático para Ecuador. Quito, 37 p.
- CESA/AVSF (2011). Estado actual de la subcuenca del río Chambo, Una primera aproximación para una planificación participativa de los recursos hídricos. Secretaría Técnica del Comité de Gestión de la Subcuenca Chambo. Riobamba-Ecuador.
- CESA-SIPAE (2006). Dinámicas agrarias en la cuenca del Río Chambo: una aproximación a la comprensión de las presiones sobre sus zonas de altura. Enero – Mayo 2006.
- Chimborazo, Oscar, Silvana Guitarra (Angel Muñoz, revisor), (2010). Escenarios de cambio climático con las salidas del modelo TL-959 - Ecuador. Quito, Diciembre de 2010.
- Chowdhury, Sarwat, John Higelin, Karen Holmes, y Gail Karlsson (2010). Manual para realizar una evaluación de necesidades en materia de tecnología para el cambio climático. PNUD. 170pp.
- Christensen, J.H., B. Hewitson, A. Busuioc, A. Chen, X. Gao, I. Held, R. Jones, R.K. Kolli, W.-T. Kwon, R. Laprise, V. Magaña Rueda, L. Mearns, C.G. Menéndez, J. Räisänen, A. Rinke, A. Sarr and P. Whetton (2007) Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.) (2007). Regional Climate Projections. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis.

Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

- Clements, R., J. Haggan, A. Quezada, and J. Torres (2011). Technologies for Climate Change Adaptation – Agriculture Sector. X. Zhu (Ed.). UNEP Risø Centre, Roskilde, 2011
- CNRH (2007). Estudio hidrológico de la subcuenca del Río Chambo e implementación de un modelo hidrológico. Informe ejecutivo. Quito, abril de 2007. 36pp.
- Comisión de Auditoría Integral del Crédito Público (CAIC) (2008). Informe Final de Auditoría de la Deuda Multilateral. Créditos para ejecución del proyecto multipropósito Jaime Roldós Aguilera (CEDEGE). Noviembre 2008. Accesible en http://www.auditoriadeuda.org.ec/index.php?Itemid=57&catid=47:deuda-multilateral&id=97:creditos-cedege&option=com_content&view=article
- Comisión Interinstitucional del Gobierno Provisional Autónomo de la provincia de Santa Elena (CIGPAPSE, 2007). Plan Preliminar de Desarrollo para la Provincia de Santa Elena 2008. Diciembre de 2007.
- Comunidad Económica Europea (1995). Guerra a la pobreza. Como multiplicar por diez la producción agrícola en cinco años con un proyecto de desarrollo. Proyecto Chambo – Desarrollo Agrícola (1990-1995). Convenio 87/1 – Ecuador. 62pp.
- Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), Abril de 2007. ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CHAMBO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO HIDROLÓGICO - INFORME EJECUTIVO. Quito.
- CRM - INERHI – CONADE, SECRETARIA GENERAL ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS (1991). Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de la Provincia de Manabí - Resumen Ejecutivo 1991
- Decreto Ejecutivo No. 424. RO 127 de 13 de Febrero de 1989. Estatutos de la Comisión de Estudios CEDEGE. Accesible en <http://www.derecho-ambiental.org/Derecho/Legislacion/Ley-Creacion-CEDEGE.html>
- Decreto Ejecutivo No. 57. RO No. 40, 5 de octubre de 2009. Fusi6nase por absorci6n la Comisi6n de Estudios para el Desarrollo de la Cuenca del Rí0 Guayas, CEDEGE, a la Secretarí0 Nacional del Agua, para la conformaci6n del Organismo de Gestió0 de Recursos Hídricos de la Cuenca del Rí0 Guayas, que se transformará en la Subsecretarí0 de la Demarcaci6n Hidrográ0fica del Guayas. Accesible en: http://www.derechoecuador.com/index.php?option=com_content&view=article&id=5171:registro-oficial-no-40-lunes-5-de-octubre-de-2009&catid=307:octubre&Itemid=552
- Decreto Supremo No. 2672. RO 645 de 13 de Diciembre de 1965. Ley de Creaci6n de la Comisi6n de Estudios CEDEGE. Accesible en <http://www.derecho-ambiental.org/Derecho/Legislacion/Ley-Creacion-CEDEGE.html>
- Doornbos, Bernita (2011). Los efectos locales del cambio climá0tico en Tungurahua y su implicancia para la agricultura bajo riego. Programa de Agua y Cuencas de

Tungurahua (PACT) - Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua - CES-GFA. 93pp.

- Durango, Jaime, Jordan, Charles (2012). Producto 2: informe del portafolio de tecnologías. Consultoría Evaluación de las necesidades tecnológicas para el uso técnico del agua para riego en el sector agrícola. Junio 2012
- Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Chimborazo. (2009). Plan de Gobierno "Segunda Minga por Chimborazo" 2009-2014. Riobamba.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Santa Elena. (2012). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2012-2021. Tomo II: Participación Ciudadana y Diagnóstico Estratégico. Santa Elena.
- Gobierno de la República del Ecuador (2012). Estrategia Nacional al Cambio Climático-ENCC- 2011-2025 Quito-Ecuador
- Gobierno del Ecuador - Congreso Nacional . (2004). Ley de Recursos Hídricos, Codificación por el H. Congreso Nacional. Quito.
- Gobierno del Ecuador – Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (2012)
- Gobierno del Ecuador – Secretaría Nacional de Planificación (2009). Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013
- Hendriksen, Jochiem L.T. (2010). Competition for water resources. Over-allocation of water rights and the challenges it brings about in the Chambo River Basin, Ecuador. Thesis MSc, International Land and Water Management, Wageningen University, the Netherlands. 88pp.
- INEC, UNFPA. (2005 (¿?)). Estudios Demográficos en Profundidad: Análisis y proyección de la Población Económicamente Activa (PEA) del Ecuador. Quito.
- Jochiem L.T. Hendriksen, Marzo 2010. Competition for water resources: Over-allocation of water rights and the challenges it brings about in the Chambo river basin, Ecuador. M.Sc. Thesis, Irrigation and Water Engineering Group (IWE)
- Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Chambo (2011). Administración, operación y mantenimiento del sistema de riego. 2010 – 2011. Riobamba - Ecuador 85pp.
- Knight Piésold Consultingn (2002). Centro de Rehabilitación de Manabí - Plan Integral de Gestión Socioambiental
- Lybbert, Travis y Daniel Sumner (2010). Agricultural Technologies for Climate Change Mitigation and Adaptation in Developing Countries: Policy Options for Innovation and Technology Diffusion. Issue Brief No. 6. ICTSD. 32pp.
- MAGAP-SRD (2012). Diagnóstico general de los sistemas de riego estatales en Chimborazo: Chambo. 36pp.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). (2012). Plan Nacional de Riego y Drenaje. Quito.

- Muñoz, Angel (2010). Validación y Análisis de Consenso de Modelos de Escenarios de Cambio Climático para Ecuador. Proyecto INAMHI-MAE-SCN-PRAA-PACC. Quito, septiembre 2010.
- OEA-INERHI-CONADE (1989). Resumen Ejecutivo del Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de la provincia de Manabí. Departamento de Desarrollo Regional Portoviejo – Ecuador, Junio de 1989
- Ontaneda, Gonzalo (2012). Situación Climatológica Nacional y en Tungurahua. Presentación realizada en el X FORO CLIMÁTICO NACIONAL OCTUBRE 16 – AMBATO. Accesible vía: <http://www.inamhi.gob.ec/foroclima/2012/Foros%20Nacionales/X%20Foro/SITU%20CLIMAT%20NACIONAL%20G%20Ontaneda.pdf>
- Ontaneda, Gonzalo, Gustavo García y Aída Arteaga (2002a). Evidencias del cambio climático en Ecuador. Actualización. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) - Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central. Comité Nacional sobre el Clima / GEF-PNUD /Ministerio del Ambiente /Proyecto ECU/99/G31 Cambio Climático. Fase II. Quito, Ecuador. Junio 2002. 92pp.
- Orlando, Alfredo (2002a). Proyecto de Ordenamiento Territorial y Equipamiento de los Centros Poblados. Informe de Avance. EN: CEDEGE - Proyecto de desarrollo agrícola y general del valle del río Javita – Guayaquil, Abril 2002.
- Orlando, Alfredo (2002b). Programa de Gestión Ambiental para el Desarrollo del Valle del Río Javita. Informe de Avance. EN: CEDEGE - Proyecto de desarrollo agrícola y general del valle del río Javita – Guayaquil, Abril 2002.
- Orlando, Alfredo (2002c). Desarrollo Institucional y Comunal. Informe de Avance. EN: CEDEGE - Proyecto de desarrollo agrícola y general del valle del río Javita – Guayaquil, Abril 2002.
- Orlando, Alfredo (2002d). Programa de Gestión Ambiental para el Desarrollo del Valle del Río Javita. Informe de Avance. EN: CEDEGE - Proyecto de desarrollo agrícola y general del valle del río Javita – Guayaquil, Abril 2002.
- Orlando, Alfredo (2002e). Estudio Edafológico del Valle del Río Javita. Informe de Avance. EN: CEDEGE - Proyecto de desarrollo agrícola y general del valle del río Javita – Guayaquil, Abril 2002.
- Plan Nacional de Riego y Drenaje
- PNUD (2010). MANUAL PARA REALIZAR UNA Evaluación de necesidades en materia de tecnología para el cambio climático. New York
- Ramón, G. (2008). Formas ancestrales de almacenamiento de agua en los andes de páramo: una mirada histórica. Quito: http://www.mindalae.com/imagenes/mindalae/galo_valarezo/descarga_de_material/pdf/formas_ancestrales_de_almacenamiento_de_agua.pdf.

- Rossel, Frédéric, Eric Cadier, Gustavo Gómez (1996). Las inundaciones en la zona costera ecuatoriana: causas, obras de protección existentes y previstas. EN: Bull. Inst. fr. Études andines 1996, 25 (3): 399-420
- Samuel Maignan, Nicolalde, V. (2007). Límites de la intensificación agropecuaria en un contexto de mercado inestable: el caso de la cuenca baja del río Portoviejo. EN: Michel Vaillant, Cepeda, D., Gondard, P., Zapatta, A., Meunier, A. (Editores), 2007. Mosaico Agrario: diversidades y antagonismos socioeconómicos en el campo ecuatoriano. SIPAE-IRD-IFEA, 2007
- Secretaría Técnica del Comité de Gestión de la Subcuenca del Chambo, 2011. Estado actual de la subcuenca del río Chambo Una primera aproximación para una planificación participativa de los recursos hídricos (documento interno)
- UNECE (2009). Guidance on Water and Adaptation to Climate Change. Economic Commission for Europe- Convention on the Protection and Use of Transboundary Water courses and International Lakes. 127pp.

ANEXOS

Anexo I. Fichas de tecnologías

Resumen de las tecnologías propuestas

Categoría de tecnología	Tecnología	Nivel o escala de uso (detalle)	Observaciones sobre su uso	Existencia de la tecnología actualmente			Plazo de disponibilidad	De mercado o no
				Existente	Propuesto por actores	Necesario según equipo consultor y disponible en otros países		
Tecnologías para la Planificación para el cambio y la variabilidad climática	1. Sistemas de monitoreo climático y del cambio climático: Mantener e incrementar la red hidro-meteorológica; fomentar el acceso y la capacidad para el uso de información hidro-meteorológica	Estado Nacional Instituciones Intermedias	Hay estaciones hidro-meteorológicas en las zonas pero insuficientes y la información no es analizada, ni usada		✓	✓	Corto a Mediano	No
	2. Pronóstico del tiempo , estacional hasta interanual; entre otros usos, para análisis y previsión de eventos excepcionales; que alimenta a sistemas de alerta temprana	Estado Nacional, Instituciones Intermedias, Organizaciones de regantes, Productores individuales	La ciudad de Quito usa pronósticos de precipitación. Ningún usuario ni institución los usa en las provincias analizadas			✓	Mediano a largo	No
	3. Seguro agrícola	Estado Nacional, Instituciones Intermedias (para subsidios); Productores individuales	Algunos agricultores lo aplican, con subsidio a la prima. Obligatoriedad en caso de solicitar préstamo al Banco Nacional de Fomento.	✓	✓		Corto a Mediano	Sí
Tecnologías para el uso y	4. Uso de información climática (histórica, pronósticos) para planificar el ciclo de cultivo y determinar los requerimientos	Parcela; familias y productores	No se observó uso de información climática			✓	Mediano	Si

Categoría de tecnología	Tecnología	Nivel o escala de uso (detalle)	Observaciones sobre su uso	Existencia de la tecnología actualmente			Plazo de disponibilidad	De mercado o no
				Existente	Propuesto por actores	Necesario según equipo consultor y disponible en otros países		
manejo sostenible y eficiente del agua de riego: nivel parcelario	hídricos.	individuales						
	5. Monitoreo de humedad del suelo para planificar las aplicaciones parcelarias de riego.	Parcela; familias y productores individuales	No se observó monitoreo de humedad			✓	Corto a Mediano	Sí
	6. Riego de superficie con prácticas mejoradas; por ejemplo, riego en canchales, riego por surcos	Parcela; familias y productores individuales	Algunos productores en Chimborazo, Javita	✓	✓		Corto a Mediano	Sí
	7. Riego por aspersión: Sistema de Riego Móvil / Aspersores con bajo ángulo de aplicación / Aspersores de doble boquilla / Mini cañones/ Riego Subfoliar / Riego por micro-aspersión	Parcela; familias y productores individuales	Algunos productores en Chimborazo, Javita, Poza Honda	✓	✓		Corto a Mediano	Sí
	8. Riego por goteo	Parcela; familias y productores individuales	Algunos productores en Chimborazo, Javita, Poza Honda	✓	✓		Corto a Mediano	Sí
	9. Reservorios <ul style="list-style-type: none"> Reservorios individuales para almacenaje nocturno o entre turnos Reservorios comunales / compartidos entre regantes para almacenaje nocturno o de turnos Embalses para almacenaje estacional 	Organizaciones de regantes Parcela; familias y productores individuales	Productores individuales, organizaciones de regantes, embalses propuestos en la cuenca alta del río Chambo, el embalse San Vicente (Javita), el	✓	✓		Corto a Mediano	Sí

Categoría de tecnología	Tecnología	Nivel o escala de uso (detalle)	Observaciones sobre su uso	Existencia de la tecnología actualmente			Plazo de disponibilidad	De mercado o no
				Existente	Propuesto por actores	Necesario según equipo consultor y disponible en otros países		
	o interanual • (la descripción hace referencia a todos los tamaños de reservorio – de seleccionarse esta tecnología, se hará una descripción más detallada)		embalse Poza Honda y sus conexiones					
Tecnologías para el uso y manejo sostenible y eficiente del agua de riego a nivel de un sistema de riego	10. Instrumentos y capacidades para medir y monitorear el agua efectivamente consumida , usando medidores del volumen de agua entregada, a nivel de parcela y/o por ramal, sector o módulo del sistema de riego. Con esta información y el monitoreo se definirían parámetros de volumen por hectárea aceptados como “adecuados”; sobre esta base se puede diseñar mecanismos de tipo económico, incentivos, o de transferencia de tecnología para lograr un menor uso del agua, que esté más de acuerdo con los requerimientos hídricos.	Organizaciones de regantes / Gobiernos comunales o locales	No se miden los caudales entregados en cada parcela; no se miden los caudales utilizados. Se tienen cálculos gruesos del volumen de agua por hectárea en cada sistema de riego.		✓	✓	Mediano a Largo	Si
	11. Instrumentos económicos (tarifas de agua, tasas, etc.) dentro de los sistemas de aprovechamiento de agua para incentivar mayor eficiencia en el uso. Se propone mejorar los sistemas de tarifación existentes actualmente, que no se basan en el volumen de agua consumido. El cobro de las tarifas se trata en los instrumentos	Estado Nacional, Organizaciones de regantes	Actualmente el sistema de cobranza por el servicio es por hectárea empadronada. En Poza Honda no se cobra tarifas.			✓	Mediano	No

Categoría de tecnología	Tecnología	Nivel o escala de uso (detalle)	Observaciones sobre su uso	Existencia de la tecnología actualmente			Plazo de disponibilidad	De mercado o no
				Existente	Propuesto por actores	Necesario según equipo consultor y disponible en otros países		
	legales y acuerdos que rigen la gestión de los sistemas de riego. De seleccionarse esta tecnología, se describirán con detalle los sistemas propuestos.							
	12. Planificar para reducir el uso de agua en la agricultura bajo riego	Organizaciones de regantes / Gobiernos comunales o locales	En Chambo se paga tarifa por hectáreas de riego pero no se monitorea el consumo real.		✓	✓	Mediano	No
	13. Reparto de emergencia: acuerdos y mecanismos establecidos previamente de reparto de caudales en épocas de estiaje	Organizaciones de regantes / Gobiernos comunales o locales / Empresas de agua potable Parcela; familias y productores individuales	Propuesta de un mecanismo de reparto de caudales en épocas de estiaje: sobre la base de la medición efectiva (y visible para todos) de caudales captados por grupos de usuarios y la constatación en un determinado momento de un caudal mínimo o umbral crítico, se activará un plan según el cual los sistemas deberán disminuir los niveles de los caudales de captación (CESA-AVSF, s/f:22) PROPUESTA EXISTENTE/EN CONSTRUCCION		✓	✓	Mediano	No

Categoría de tecnología	Tecnología	Nivel o escala de uso (detalle)	Observaciones sobre su uso	Existencia de la tecnología actualmente			Plazo de disponibilidad	De mercado o no
				Existente	Propuesto por actores	Necesario según equipo consultor y disponible en otros países		
	14. “Siembra de lluvia” o mejorar infiltración en el suelo y en acuíferos (Recarga de acuíferos)	Organizaciones de regantes / Gobiernos comunales o locales	Se tiene una referencia en Chimborazo.	✓		✓	Corto a Mediano	No
	15. Cosecha de agua lluvia	Organizaciones de regantes / Gobiernos comunales o locales Parcela; familias y productores individuales	No se han visto casos	✓			Corto a Mediano	No
	16. Acceso a fuentes alternativas de agua para riego P.ej. <ul style="list-style-type: none"> • Uso de agua subterránea y bombeo con bombas impulsadas por energía solar o viento • Pozos someros (10-12m) en el lecho del río con bombas superficiales para riego por gravedad y goteo 	Organizaciones de regantes / Gobiernos comunales o locales Parcela; familias y productores individuales	Chimborazo, valle del Javita, valle del río Portoviejo	✓		✓	Mediano a Largo (si se usan energías alternativas)	Si

Categoría de tecnología	Tecnología	Nivel o escala de uso (detalle)	Observaciones sobre su uso	Existencia de la tecnología actualmente			Plazo de disponibilidad	De mercado o no
				Existente	Propuesto por actores	Necesario según equipo consultor y disponible en otros países		
Manejo del suelo	17. Andenes y terrazas de formación lenta	Parcela; familias y productores individuales	No se observaron casos			✓	Mediano a Largo	No
	18. Manejo integrado de nutrientes Manejo de materia orgánica del suelo para fomentar capacidad de retención de humedad	Parcela; familias y productores individuales	Dos casos en Chambo; un caso en Valdivia	✓		✓	Corto a Mediano	No
	19. Manejo de la salinidad del suelo	Organizaciones de regantes / Gobiernos comunales o locales Parcela; familias y productores individuales	En el valle del río Portoviejo, productores de arroz afirman que las inundaciones periódicas sirven para "lavar" la salinidad (siempre y cuando exista una buena red de drenaje). En el valle del Javita, se afirma que las camaroneras promueven la salinización al descargar sus aguas al río. Un análisis de suelos del área menciona suelos salinos por su origen, en partes bajas del valle.	✓	✓	✓	Corto a Mediano	No

Categoría de tecnología	Tecnología	Nivel o escala de uso (detalle)	Observaciones sobre su uso	Existencia de la tecnología actualmente			Plazo de disponibilidad	De mercado o no
				Existente	Propuesto por actores	Necesario según equipo consultor y disponible en otros países		
Manejo sostenible de cultivos	20. Diversificación de cultivos y nuevas variedades <ul style="list-style-type: none"> • Cambio de cultivo y/o de variedad de cultivo • Cultivos más resistentes al estrés hídrico • Variedades de arroz de secano (que se cultiva sin inundación) • Bioteología para la adaptación al cambio climático en cultivos 	Parcela; familias y productores individuales	Desarrollo de variedades de papa resistentes a sequía; desarrollo de arroz para cultivo sin inundación (INIAP Chimborazo y Portoviejo)	✓		✓	Mediano a Largo	Si
	21. Manejo Integrado de Plagas Uso de predadores biológicos para control de plagas (p.ej. problema de ácaros en frutilla)	Parcela; familias y productores individuales	Un caso en Chambo, otro en Valdivia		✓	✓	Corto a Mediano	Si
	22. Manejo, control y regulación del microclima <ul style="list-style-type: none"> • Invernaderos • Control de temperatura en invernaderos • Sombra (frutillas) • Barreras vivas como rompevientos alrededor de parcelas contra heladas 	Parcela; familias y productores individuales	Invernaderos en uso en Chambo-Guano para productos rentables. Un productor piensa que podría poner "sombra" sobre sus frutillas. Se sabe que la presencia de árboles en la parcela limita el impacto de las heladas y el viento	✓	✓		Corto	Si
Sistemas productivos	23. Agro-forestaría	Parcela; familias y productores	No se observaron casos			✓	Mediano	No

Categoría de tecnología	Tecnología	Nivel o escala de uso (detalle)	Observaciones sobre su uso	Existencia de la tecnología actualmente			Plazo de disponibilidad	De mercado o no
				Existente	Propuesto por actores	Necesario según equipo consultor y disponible en otros países		
sostenibles		individuales					a Largo	
Fortalecimiento de capacidades y organización de actores	24. Sistemas de extensión agrícola a nivel comunitario Escuelas de campo para agricultores (<i>Farmer Field Schools</i>)	Instituciones Intermedias o Estado Nacional	Las Escuelas de la Revolución Agraria (ERA) organizan el trabajo en las comunidades diagnosticando sus necesidades de desarrollo de capacidades y estableciendo parcelas demostrativas. El programa de asistencia "Hombro a Hombro" es una nueva iniciativa del MAE, que buscaría reemplazar a las ERAs. Actualmente, salvo la asistencia técnica (interesada) de las casas comerciales, los agricultores no tienen asistencia técnica en el diagnóstico y manejo de plagas y enfermedades. <i>"Nosotros nos arriesgamos en la agricultura pero sin ninguna ayuda"</i> .	✓	✓	✓	Corto a Mediano	No

Notas:

1. La Categoría de tecnologías está basado en Clements et al., 2011
2. Plazo, Escala y De mercado o no basado en Chowdhury et al. (2010: viii-ix, 41)
3. Escala de tecnologías:

- *Pequeña escala: una tecnología que se aplica a nivel doméstico y/o de la comunidad, que se podría ampliar a escala a un programa*
 - *Gran escala: una tecnología que se aplica en una escala mayor que a nivel doméstico o de la comunidad*
4. *Plazo de disponibilidad:*
- *Corto plazo: Tecnologías que han demostrado ser fiables y encontrarse a disposición comercial en un entorno de mercado similar*
 - *Mediano plazo: Tecnologías de medio plazo, que serían precomerciales en el mercado en un plazo de 5 años*
 - *Largo plazo*
5. *De mercado o no:*
- *Las tecnologías que no son de mercado se refieren a actividades en el área de fomento de la capacidad, cambios en la conducta, formación de redes de información, capacitación e investigación*

1. Sistemas de Monitoreo del Clima

Escala y Plazo	Estado Nacional Instituciones Intermedias / Mediano a largo plaz
CARACTERÍSTICAS	<p>Un sistema de monitoreo del clima integra observaciones de satélite, datos basados en tierra y modelos de pronóstico para vigilar y predecir los cambios en el tiempo y el clima. Un registro histórico de mediciones puntuales se construye a lo largo del tiempo, proporcionando datos para permitir el análisis estadístico y la identificación de los valores medios, las tendencias y variaciones del clima. Cuanto mejor sea la información disponible, mejor será la comprensión del clima y mejores las condiciones para evaluar su situación y evolución a nivel local, regional, nacional y global. Esto se ha vuelto particularmente importante en el contexto del cambio climático, a medida que aumenta la variabilidad climática y cambio de los patrones históricos.</p> <p>La observación sistemática del sistema climático es generalmente llevada a cabo por centros meteorológicos nacionales y otros organismos especializados. Estas instituciones toman medidas y hacen las observaciones con métodos estándar y en lugares preestablecidos de la atmósfera, el océano y los sistemas terrestres. Dado que los sistemas nacionales de vigilancia forman parte de una red global, es vital que exista tanta coherencia como sea posible en la forma en que se ejecutan las mediciones y observaciones. Esto incluye la precisión, las variables medidas y las unidades en que se miden.</p> <p>La Organización Meteorológica Mundial (OMM) cumple una función esencial en esto. Los Servicios Meteorológicos o Hidrometeorológicos Nacionales (SMHN) de los 189 Estados y territorios miembros de las Naciones Unidas son miembros de la OMM. Esto permite que la organización establezca y promueva las mejores prácticas en la vigilancia del clima</p>

nacional, prestando apoyo a los SMHN.

En 1992, se estableció el Sistema Mundial de Observación del Clima (SMOC) para asegurar que las observaciones y la información necesarias para abordar las cuestiones relacionadas con el clima sean obtenidas y puestas a disposición de todos los usuarios potenciales. La iniciativa fue co-patrocinada por la OMM, la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), la organización de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el Consejo Internacional para la Ciencia (ICSU). El objetivo declarado del SMOC es " *proporcionar información completa sobre la totalidad de este sistema, que comprende una amplia gama de procesos físicos, químicos y propiedades biológicas y atmosféricas, oceánicos, hidrológicos, y terrestres. El SMOC está destinada a satisfacer toda la gama de requisitos nacionales e internacionales sobre el clima y observaciones relacionadas con él.*"

A continuación se describen las variables a observar:

Variables esenciales del clima

Superficie:

- Temperatura del aire, velocidad y dirección del viento, vapor de agua, presión, precipitación (lluvia / nieve), superficie de presupuesto de la radiación. Incluye mediciones a altitudes estandarizadas a nivel global, en estrecha proximidad a la superficie.

Aire, capas superiores (hasta la estratopausa):

- temperatura, velocidad y dirección del viento, vapor de agua, propiedades de las nubes, radiación (incluida la radiación solar)
- Composición: dióxido de carbono, metano y otros gases de efecto invernadero de larga vida (incluyendo óxido nitroso (N₂O), clorofluorocarbonos (CFC), hidroclorofluorocarbonos (HCFC), hidrofluorocarburos (HFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆), y los perfluorocarbonos (PFC), ozono y aerosoles, con el apoyo de sus precursores (Dióxido de nitrógeno (NO₂), dióxido de azufre (SO₂), formaldehído (HCHO) y el monóxido de carbono (CO)).

Oceánica de la superficie:

- temperatura, salinidad superficial del mar, nivel del mar, estado del mar, hielo marino, contenido de la superficie, color del océano. Incluye las mediciones en la capa superficial de mezcla, por lo general dentro de la parte superior de 15m.
- Presión parcial de dióxido de carbono, acidez de los océanos, fitoplancton

Sub-superficial:

- temperatura, salinidad, corriente, nutrientes, presión parcial de dióxido de carbono, acidez de los océanos, trazadores de oxígeno.

Terrestre

- Caudal fluvial, uso del agua, aguas subterráneas, lagos, cubierta de nieve, glaciares y casquetes de hielo; capas de hielo, permafrost, albedo, cobertura del suelo (incluyendo el tipo de vegetación), fracción de la radiación absorbida fotosintéticamente activa (FAPAR), índice de área foliar (IAF), biomasa sobre el suelo, carbono del suelo, alteración del fuego, humedad del suelo.

Las condiciones atmosféricas superficiales son las más simples de las Variables Climáticas a medir. Se puede lograr mediciones precisas con un equipo relativamente sencillo. Los siguientes instrumentos se utilizan para medir las diferentes variables atmosféricas de superficie sobre tierra, mar y hielo:

Instrumentos de medición de variables atmosféricas	
Un termómetro para medir la temperatura del aire y la superficie del mar	Un barómetro para medir la presión barométrica / presión de aire
Un higrómetro para medir la humedad	Un anemómetro para medir la velocidad del viento
Una veleta para medir la dirección del viento	Un pluviómetro para medir la precipitación
Un piranómetro para medir la radiación solar	

	<p>Estos instrumentos se colocan generalmente en conjunto en una estación meteorológica en lugares específicos en la superficie de la Tierra. En el mar, existen boyas equipadas con instrumentos adicionales para medir las variables oceánicas.</p> <p>La red mundial prevista por la OMM permite a los sistemas nacionales de vigilancia del clima de todos los Estados miembros introducir los datos en una base de datos central que sea accesible a todos. Este es un recurso vital, especialmente para los países en desarrollo que de otro modo no tendrían acceso a datos recopilados tecnología de punta para la vigilancia del clima. Sin embargo, la red también crea la responsabilidad, en todos los Estados Miembros, de asegurar que los datos que aportan sean de suficiente calidad.</p> <p>En general, es necesario mejorar las observaciones en todos los niveles, para mejorar la capacidad de los países de adaptarse al cambio climático. La efectiva planificación de la adaptación requiere de mejores observaciones, mejores datos locales, regionales, nacionales y globales, así como de redes más densas, la recuperación de los datos históricos, el fomento de apoyo entre las comunidades de usuarios que tienen una demanda de información sobre el clima, y promover una mayor colaboración entre el proveedores y usuarios de información sobre el clima. El trabajo con las poblaciones locales para incorporar las metodologías tradicionales de previsión puede proporcionar información clave sobre las condiciones climáticas locales y las vulnerabilidades que serán esenciales para la planificación efectiva de la adaptación.</p>
<p>FUNCIONALIDAD</p>	<p>Adaptación al Cambio Climático</p> <p>La tecnología contribuye positivamente a la adaptación al cambio climático. Hay muchas ventajas de tener un sistema nacional de vigilancia climático completo y fiable. A nivel nacional, el pronóstico exacto del tiempo es muy valioso para muchos sectores, en particular para la gestión de los recursos hídricos. El manejo integrado de recursos hídricos requiere como fundamental herramienta el pronóstico del clima y la cantidad y calidad de los recursos hídricos que estarán disponibles para los diferentes usos. El desconocimiento de estos parámetros limita la gestión y la transparencia en las asignaciones y dificulta la resolución de conflictos, que se prevén mayores con el cambio climático. Además, el sistema de monitoreo del clima asociado con modelos de planificación hídrica mejora la capacidad de gestión de los recursos hídricos y el manejo de la infraestructura de regulación hídrica, contribuyendo a desarrollar la capacidad de adaptación al cambio climático.</p>

	<p>Aspectos Socio-Económicos y ambientales</p> <p>El sistema de monitoreo permite una mejor gestión de los recursos hídricos y consecuentemente gestionar caudales ecológicos de los cuerpos de agua, mejorando las condiciones de los ecosistemas acuáticos. La implementación de un sistema de monitoreo del clima en conjunto con un modelo de planificación de recursos hídricos, mejora la capacidad de adaptación al cambio climático y contribuye a la eficiencia en la distribución del recurso, el óptimo manejo de infraestructuras y la gestión de riesgos. Esto evita principalmente costos asociados a pérdidas por sequía e inundación, al mejorar la operación de la infraestructura reguladora de agua, y dado el caso, puede mejorar la productividad de la región por la eficiencia en la distribución del recurso. Además, la implementación de esta tecnología será una herramienta de utilidad para manejar conflictos sociales y mejorar de alguna manera las capacidades organizativas en torno a la gestión integrada de agua.</p> <p>Alineación con los Objetivos de Desarrollo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plan Nacional de Creación y Fortalecimiento de condiciones.- Objetivo específico 1, “Generar y poner a disposición información de país sobre cambio climático en Ecuador.” <p>Plan Nacional de Creación y Fortalecimiento de condiciones.- Objetivo específico 1, Lineamiento para la acción (2017) #2 ,”Promover acciones para ajustar los modelos climáticos a las condiciones del país, incluyendo entre otros, el análisis de los modelos propuestos por el IPCC y la implementación de un sistema de observación hidro-meteorológica fortalecido, mejorando la resolución de los modelos climáticos existentes.”</p>
<p>REQUERIMIENTOS</p>	<p>Desarrollo de conocimientos</p> <p>La evaluación de los impactos y la vulnerabilidad al cambio climático y, posteriormente el trabajo en la planificación de la adaptación depende de información de buena calidad. Una vez que la información ha sido recogida, debe ser analizada y se introduce en los modelos informáticos complejos para hacer predicciones acerca de las condiciones futuras del clima. El mantenimiento de un sistema nacional de monitoreo climático es una tarea importante que requiere una amplia gama de personal especialmente capacitado. La población local puede estar capacitada para utilizar el equipo y tomar las medidas exactas de campo que luego pueden ser alimentados en la base de datos de los Servicios Meteorológicos o Hidrometeorológicos. Para procesar y analizar los datos en bruto, sin embargo, requiere numerosos funcionarios de experiencia y alto nivel técnico.</p>

	<p>Requisitos institucionales y de organización</p> <p>Un sistema nacional de vigilancia del clima es en sí misma un conjunto de redes de monitoreo regionales y locales, pero todo el sistema debe ser gestionado y coordinado por el Servicio Nacional de Meteorología designado o el Servicio Hidrometeorológico (SMHN). Los SMHN también deben compartir los datos climáticos fácilmente con otras organizaciones nacionales e internacionales pertinentes, así como con los investigadores.</p> <p>Requisitos financieros y costos</p> <ul style="list-style-type: none"> - A pesar de las grandes ventajas de la tecnología en términos económicos, en términos financieros, la principal desventaja de un sistema de vigilancia del clima es el costo: no solo del capital de inversión necesario para adquirir, instalar y operar todo el equipo necesario, sino también los costos permanentes de mantenimiento de los equipos para garantizar la recolección exacta de datos, los costos asociados a la construcción y mantenimiento de bases de datos, y los costos en capacitación y formación de talento humano para asegurar que los datos se interpretan correctamente y, en última instancia, lo que garantiza que la información relevante sea comunicada a las personas adecuadas en el momento oportuno y en un lenguaje adecuado.
<p>BARRERAS Y OPORTUNIDADES</p>	<p>De acuerdo al estudio de vulnerabilidad a los riesgos climáticos en el sector de los recursos hídricos en la cuenca del Portoviejo (proyecto PACC del Ministerio del Ambiente), la información sobre precipitación no es suficiente como para afirmar que existen cambios importantes en esta característica climática, lo cual determina limita la identificación de patrones del clima cambiante. La falta de series completas de datos hidrometeorológicos, deficiencias en la densidad en las estaciones en las cuencas de análisis y la longitud de las series de datos incrementan la incertidumbre sobre el análisis estadístico de tendencias en cuanto se refiere a la precipitación.</p> <p>Esto afecta la capacidad de respuesta y de toma de decisiones en el manejo de las obras de infraestructura de la provincia de Manabí. A finales del 2011 y principios de 2012, se han producido eventos extremos de sequías e inundaciones en la provincia de Manabí, declarándose estados de emergencia por sequía e inundaciones prácticamente a mes seguido. La falta de monitoreo e información sobre las condiciones climáticas, no ha permitido un mejor manejo del sistema de embalses y regulación hídrica que hubiese prevenido o al menos mitigado ambas amenazas. Un sistema de monitoreo del</p>

	<p>clima asociado con modelos de planificación hídrica tendría un gran potencial de aplicación en las cuencas de Portoviejo y Jipijapa.</p> <p>En cuanto a la subcuenca del Chambo, los propios actores locales, organizados en el Comité de Gestión de la Subcuenca del Chambo, plantean constituir una red de observaciones hidroclimáticas que les permita incorporar consideraciones de tiempo y clima en el manejo de los recursos hídricos de la cuenca. Mediciones de caudales, precipitación y temperatura ayudarían en una repartición equitativa del agua y podrían contribuir a mejorar la transparencia y equidad.</p> <p>Las principales barreras para la implementación de esta tecnología son los recursos financieros y humanos necesarios para establecer y mantener un sistema nacional de monitoreo. El personal capacitado, el hardware y software necesarios son un gran compromiso financiero y de tiempo. Para muchos países en desarrollo, otros problemas más acuciantes tienen una prioridad mayor.</p>
<p>Fuentes Bibliográficas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Gobierno de la República del Ecuador, “Estrategia Nacional al Cambio Climático-ENCC- 2011-2025; 2011. Quito-Ecuador • Proyecto MAE/GEF/PNUD “Adaptación al Cambio Climático a través de una efectiva Gobernabilidad del Agua en Ecuador”, “Estudio de Vulnerabilidad a los Riesgos Climáticos en el sector de los recurso hídricos en la cuenca de los ríos Portoviejo y Chone”, 2009, Quito-Ecuador. • Elliot, M., Armstrong, A., Lobuglio, J. and Bartram, J. “Technologies for Climate Change Adaptation—The Water Sector”. T. De Lopez (Ed.).2011. Roskilde: UNEP Risoe Centre. • Quezada A, Haggar J, Torres J, Clements R, “Climate Change Monitoring System”, UNEP Risoe Centre, ClimatetechWiki, << http://climatetechwiki.org/content/climate-change-monitoring-system>>

2. Predicción estacional e interanual del tiempo

Escala y plazo	Estado Nacional, Instituciones Intermedias, Organizaciones de regantes, Productores individuales / Mediano a Largo Plazo
CARACTERÍSTICAS	<p>Esta tecnología permite un pronóstico de las condiciones meteorológicas para un período de tres a seis meses. Las predicciones estacionales se basan en datos climáticos existentes; en particular, se utilizan las temperaturas superficiales del mar, que se introducen en modelos dinámicos océano-atmósfera, junto con la síntesis de modelos nacionales e internacionales físicamente plausibles (Mayhew 1992, 1997, 2004). Las predicciones estacionales se pueden desarrollar utilizando modelos matemáticos del sistema climático (Alexandrov, 2006).</p> <p>Según la definición de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), la predicción estacional a interanual (SIP, por sus siglas en inglés: Seasonal to Interannual Prediction) oscila entre 30 días y un máximo de dos años comprendiendo: la perspectiva mensual, las perspectivas de tres meses (descripción de los parámetros meteorológicos promedio expresados como una desviación de los valores climáticos para ese período de 90 días) y perspectiva estacional (OMM, 2010).</p> <p>Los sistemas modernos con base científica facilitan la predicción estacional. La predicción de anomalías climáticas estacionales requiere el uso de complejos modelos binómicos océano-atmósfera. Se cree que la variabilidad del océano es un factor importante debido a la mayor capacidad del océano para absorber y liberar calor de nuevo a la atmósfera. Un esfuerzo considerable se ha hecho para mejorar la comprensión de los fenómenos responsables de la variabilidad estacional; la mayoría de las principales instituciones meteorológicas de todo el mundo ha desarrollado conjuntos de sistemas de predicción (EPS, por sus siglas en inglés: Ensemble Prediction Systems) para la predicción operativa de temporada elaborada con binomios atmósfera-océano, modelos de circulación general (Grupo de Meteorología de Santander, 2010).</p>



Figura 1: Centros Productores Mundiales (CPM) de pronósticos de largo alcance (Fuente: WMO 2010 (www.wmo.int))

Las siguientes instituciones han sido designadas oficialmente por la OMM como Centros Productores Mundiales (CPM) de pronósticos de largo alcance: Oficina de Meteorología (BoM) de **Australia**, Administración Meteorológica de **China** (CMA) / Centro Beijing Climático (CCC), el Centro de Predicción Climática (CPC) NOAA de **EE.UU.** , el Centro **Europeo** de Predicción Meteorológica a Medio Plazo (ECMWF), la Agencia Meteorológica de **Japón** (JMA) / Centro del Clima de Tokio (TCC), la Administración Meteorológica de **Corea** (KMA), Météo-France, la Oficina Meteorológica de **Reino Unido**, el Servicio Meteorológico de **Canadá**, Centro Hidrometeorológico de **Rusia**. Otros importantes centros mundiales de pronósticos estacionales son el Centro de Previsión del Tiempo y Estudios Climáticos / Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (CPTEC / INPE) de **Brasil**, el Instituto Internacional de Investigación para el Clima y la Sociedad (IRI) de **EE.UU.** y el Centro Climático (APCC) de la República de **Corea**.

	<p>El cambio climático es un reto al conocimiento tradicional sobre predicción estacional; los agricultores ya no pueden predecir el clima con indicadores naturales. Según Troccoli et al (2007), "<i>(los agricultores) a menudo tienen métodos tradicionales de predicción estacional, basados en las observaciones de aves, animales y plantas. Sin embargo, mientras que las prácticas tradicionales pueden ser resistentes al cambio, la experiencia demuestra a menudo que los agricultores desean tener otros sistemas de conocimiento que se pueden utilizar conjuntamente con, y tal vez en última instancia, desplazar a, las prácticas locales</i>" (Troccoli et al, 2007, 303). Por ejemplo, los agricultores de Burkina Faso han utilizado siempre las temperaturas del invierno, la fecha y la cantidad de las primeras lluvias, y el especial conocimiento predictivo de los adivinos y los líderes religiosos. Sin embargo, han admitido que los indicadores tradicionales ya no funcionan debido a los cambios en el clima y así dan la bienvenida a la nueva información (Kirshen et al, 2003).</p>				
<p>FUNCIONALIDAD</p>	<p>Aunque el conocimiento y la comprensión de las circunstancias socio-económicas es importante y debe ser tomado en cuenta, Meinke y Stone (2005, 221) han demostrado cómo el conocimiento de la variabilidad climática puede conducir a tomar mejores decisiones en la agricultura, independientemente de la ubicación geográfica y condiciones socioeconómicas. Dentro de los sistemas agrícolas, esta tecnología puede aumentar la preparación y dar lugar a mejores resultados sociales, económicos y ambientales. Ayuda a la toma de decisiones, desde las opciones tácticas de manejo del cultivo, hasta la comercialización de productos básicos, pasando por las decisiones políticas sobre el uso futuro de la tierra.</p> <p>De acuerdo con su investigación, y en base a un rango de escalas temporales y espaciales, los tipos de decisiones agrícolas que podrían beneficiarse de los pronósticos climáticos específicos se enumeran en la Tabla 1.</p> <table border="1" data-bbox="658 1088 1809 1305"> <thead> <tr> <th data-bbox="658 1088 1234 1177">Ejemplos de tipo de decisión</th> <th data-bbox="1234 1088 1809 1177">Frecuencia en años</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="658 1177 1234 1305">Logística (por ejemplo, la programación de las operaciones de siembra / cosecha)</td> <td data-bbox="1234 1177 1809 1305">Intra-estacional (<0,2)</td> </tr> </tbody> </table>	Ejemplos de tipo de decisión	Frecuencia en años	Logística (por ejemplo, la programación de las operaciones de siembra / cosecha)	Intra-estacional (<0,2)
Ejemplos de tipo de decisión	Frecuencia en años				
Logística (por ejemplo, la programación de las operaciones de siembra / cosecha)	Intra-estacional (<0,2)				

		Manejo táctico del cultivo (por ejemplo, fertilizantes / pesticidas de uso)	Intra-estacional (0,2-0,5)	
		Tipo de cultivo (por ejemplo, el trigo o garbanzos) o gestión de la manada	Estacional (0.5-1.0)	
		Secuencia de cultivos (por ejemplo, los barbechos largos o cortos) o carga animal	Interanuales (0,5-2,0)	
		La rotación de cultivos (cultivos por ejemplo, de invierno o verano)	Anual / semestral (1-2)	
		Sector de cultivos (por ejemplo, los cereales o algodón, pastos nativos o mejorados)	Década (~ 10)	
		Agroindustria (por ejemplo, cultivos o pastos)	Inter-década (10-20)	
		Uso del suelo (por ejemplo, la agricultura o los sistemas naturales)	Multi-década (> 20)	
		Uso de la tierra y la adaptación de los actuales sistemas	Cambio climático	

Fuente: Meinke and Stone 2005

Por otra parte, las SIP están vinculadas a una gran variedad de aplicaciones prácticas, desde las cuestiones relacionadas con la seguridad, como la gestión de los recursos hídricos, la seguridad alimentaria, y los pronósticos de desastres y prevención, para la planificación sanitaria, la gestión de la agricultura, suministro de energía y turismo. Es un elemento importante en algunos sistemas de políticas / toma de decisiones y es clave para el logro de los objetivos a largo plazo de la estrategia de adaptación al cambio climático (Troccoli et al, 2007). En el este de Europa, por ejemplo, las SIP se tendrán en cuenta para el fortalecimiento de la preparación para la sequía y la gestión, incluyendo los planes de contingencia de sequía, en los planos local, nacional, subregional y regional (Alexandrov, 2006).

Sin embargo, es importante mencionar que a pesar de los importantes logros en relación a las estrategias de adaptación basadas en los sistemas de predicción estacionales, solo se encuentran altos niveles de capacidad en regiones fuertemente conectadas con el fenómeno El Niño Oscilación del Sur (ENOS) (Arribas et al, 2009). La variación interanual en los patrones globales de circulación atmosférica y oceánica que causa lluvias locales y de temporada que varían en muchos lugares en todo el mundo es cuasi-periódica (Meinke y Stone, 2005; 228). De hecho, los pronósticos ENSO son el principal ejemplo de la predicción climática estacional por lo que hay una mejora continua en las técnicas utilizadas. Por ejemplo, la Oficina Meteorológica del Reino Unido ha desarrollado un nuevo sistema de predicción estacional (GloSea4) que es flexible, fácil de actualizar y permite mejorar la predicción en las regiones de El Niño (<http://www.metoffice.gov.uk/research/modelling-systems/unified-model/climate-models/glosea4>).

Alineación con los Objetivos de Desarrollo

La Constitución de Ecuador 2008: Capítulo segundo Derechos del Buen Vivir -Sección primera Agua y alimentación en su Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria.

La política 4.5 del Plan Nacional del Buen Vivir -PNBV en su lineamiento 7.- *elaborar modelos predictivos para identificar los efectos del cambio climático para todo el país*

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático -PNACC en su objetivo OE1: Establecer condiciones que garanticen la soberanía alimentaria y la producción agropecuaria frente a los impactos del cambio climático-

Lineamientos para 2017:

- Fomentar la implementación de medidas de adaptación (tales como diversificación de especies más resistentes a los cambios del clima, la creación de bancos de germoplasma, el uso de especies que contribuyan a evitar la erosión, entre otros) en los sistemas productivos de los sectores ganadero y agrícola más importantes en términos económicos y de soberanía alimentaria, para aumentar su capacidad de respuesta frente a eventos climáticos extremos y así asegurar la disponibilidad de alimentos sanos suficientes y nutritivos.
- Identificar, incorporar, desagregar, adaptar y asimilar tecnologías que permitan aumentar la diversificación de la producción agrícola y ganadera, así como su capacidad de respuesta frente a los impactos del cambio climático.

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático -PNACC en su objetivo **OE6**: *Tomar medidas para garantizar el acceso de los grupos de atención prioritaria y de atención prioritaria a recursos que contribuyan a fortalecer su capacidad de respuesta ante los impactos del cambio climático.*

Lineamientos para la acción al 2017: **L5**: Impulsar la prevención, adaptación y mitigación de los riesgos naturales atribuidos a eventos climáticos extremos originados en el cambio climático, en la infraestructura de los sectores estratégicos y productivos del país, a través de la implementación de planes específicos para el efecto.

<p>REQUERIMIENTOS</p>	<p>Desarrollo de conocimientos</p> <p>La evaluación de los impactos y la vulnerabilidad al cambio climático y, posteriormente el trabajo en la planificación de la adaptación depende de información de buena calidad. Una vez que la información ha sido recogida, debe ser analizada y se introduce en los modelos informáticos complejos para hacer predicciones acerca de las condiciones futuras del clima. El mantenimiento de un sistema nacional de monitoreo climático es una tarea importante que requiere una amplia gama de personal especialmente capacitado. La población local puede estar capacitada para utilizar el equipo y tomar las medidas exactas de campo que luego pueden ser alimentados en la base de datos de los Servicios Meteorológicos o Hidrometeorológicos. Para procesar y analizar los datos en bruto, sin embargo, requiere numerosos funcionarios de experiencia y alto nivel técnico.</p> <p>Requisitos institucionales y de organización</p> <p>Para utilizar esta herramienta de manera efectiva, Meinke y Stone sugieren un proceso participativo, interdisciplinario y con un enfoque de investigación que reúna a instituciones, disciplinas (como la ciencia del clima, los sistemas de ciencia agrícola, sociología rural, y otras) y personas (científicos, los responsables políticos y los beneficiarios directos) como socios iguales: "la ciencia del clima puede ofrecer información sobre los procesos climáticos, la ciencia de los sistemas agrícolas puede traducir estas ideas en las opciones de gestión y la sociología rural puede ayudar a determinar las opciones más factibles o deseables desde el punto de vista socio-económico "(2005, 221).</p> <p>La interpretación de las predicciones estacionales del clima no es fácil para los técnicos agrícolas y los agricultores, ya que se dan como las probabilidades de variaciones positivas o negativas en la temperatura o la precipitación. Aunque hay que reconocer que todas estas predicciones tienen una incertidumbre asociada a ellas, las comunidades agrícolas necesitan mucha ayuda en cuanto a la forma de identificar las tendencias estacionales probables. Igualmente, los servicios meteorológicos necesitan personal con habilidades para presentar la información de manera que el público la pueda interpretar y hacer uso de ella.</p>
------------------------------	---

	<p>Requisitos financieros y costos</p> <p>Para implementar esta tecnología, es necesario establecer un servicio meteorológico con personal cualificado, entrenado y con experiencia. Esto implica altos costos si un país o región está comenzando desde cero, aunque estos costos podrían reducirse considerablemente mediante el uso de oficinas en los edificios públicos y al asociarse con institutos científicos y centros mundiales de producción.</p>
<p>BARRERAS Y OPORTUNIDADES</p>	<p>El acceso a la predicción (del tiempo y estacional) y la información climática es común en la mayoría de los contextos de adaptación. Sin embargo, como ocurre con otras interrelaciones entre las comunidades y los expertos, será necesario invertir en métodos adecuados de comunicación y de intercambio de conocimientos (Ensor y Berger 2009), tales como campañas dirigidas a fomentar el uso de la información y plataformas electrónicas promovidas en las comunidades locales.</p> <p>Hacer pronósticos estacionales relevantes para los pequeños agricultores y asegurarse que la información llegue a ellos representa los principales retos. Por esta razón, las estrategias de comunicación son clave para usar esta tecnología de forma efectiva. Basándose en su experiencia en Lesotho, Ziervogel ha señalado que aunque la información de pronóstico climático estacional es útil para algunos agricultores, la difusión de la información es un desafío. Esto se debe a que a menudo se difunden en inglés en lugar de Sesotho, y a través de un comunicado de prensa que no tiene el apoyo de seguimiento que a los agricultores les gustaría. Como resultado, no son capaces de examinar la información con mayor profundidad. Esto dificulta la discusión entre los agricultores y los expertos en cuanto a cuáles son las necesidades de información y cómo puede ser utilizado (Ziervogel, 2007).</p> <p>Kirshen et al (2003, 4) han señalado algunos problemas de comunicación específicos que deben tenerse en cuenta, con base en las lecciones aprendidas de la experiencia de adaptación al cambio climático en África Occidental:</p> <p>* Distribución: no siempre se da una distribución equitativa de las previsiones a diferentes grupos de las aldeas</p>

	<p>* Medidas: los agricultores piensan en términos de la producción agrícola, la salud del ganado y la disponibilidad de agua, no en cantidad de lluvia.</p> <p>* Conceptos: es importante explicar que la previsión se basa en probabilidades, no certezas, y que cubre una región o área específica.</p> <p>* Medios de comunicación: a la mayoría de los agricultores se puede acceder por los medios de comunicación tradicionales, pero puede ser que tengan preguntas específicas que necesitan ser contestadas directamente. El proyecto <i>pronóstico del clima para los Recursos Agrícolas</i> (CFAR) ha realizado talleres en los que los agricultores "clave" (es decir, aquellos que se relacionan mucho con otros agricultores) explican las previsiones. Estos agricultores entonces actúan como intermediarios para difundir la previsión para otros agricultores en sus aldeas. Este proyecto es de la Universidad de Tufts y la Universidad de Georgia.</p> <p>Enfoques complementarios sugieren que, en lugar de reemplazar la previsión tradicional de los agricultores, la adaptación será más fácil si los nuevos pronósticos son tratados sinérgicamente junto con los métodos tradicionales como una forma comprensiva y cordial para introducir el uso de las nuevas tecnologías (Troccoli et al, 2007; 303).</p> <p>Oportunidades para la aplicación:</p> <p>Como con la mayor parte de las tecnologías aplicadas a nivel nacional, las oportunidades de implementación pueden ser encontradas donde hay una fuerte voluntad política de implementar un plan de acción nacional para hacer frente al cambio climático debido al tipo de inversión que se requiere, y donde las comunidades trabajan en redes verticales (con el gobierno y las instituciones formales).</p>
<p>Fuentes Bibliográficas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Gobierno de la República del Ecuador, “Estrategia Nacional al Cambio Climático-ENCC- 2011-2025; 2011. Quito-Ecuador • Clements, R., J. Haggard, A. Quezada, and J. Torres (2011). Technologies for Climate Change Adaptation – Agriculture Sector. X. Zhu (Ed.). <p>UNEP Risø Centre, Roskilde.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arribas, A., M. Glover, A. Maidens, K. A. Peterson, M. Gordon and C. MacLachlan (2009) Towards a new generation of seasonal forecasting systems. <i>Física de la Tierra</i>, 21, 219-224, UK. • Ensor, J. and R. Berger (2009) Understanding Climate Change Adaptation: Lessons from community-based approaches, Practical Action

Publishing, Rugby, UK.

- Meinke, H. and R. C. Stone (2005) Seasonal And Inter-Annual Climate Forecasting: The New Tool For Increasing Preparedness To Climate Variability And Change In Agricultural Planning And Operations. Climatic Change 70: 221–253
- Quezada, J Hagggar , J. Torres, R. Clements (2011), “Seasonal to Interannual Prediction”, Climate Tech Wiki, A Clean Technology Platform, UNEP Risø Centre, Roskilde, << <http://climatetechwiki.org/content/seasonal-interannual-prediction> >>

3. Seguro Agrícola

Escala y Plazo	Estado Nacional, Instituciones Intermedias (para subsidios); Productores individuales / Corto a mediano plazo
CARACTERÍSTICAS	<p>Las pérdidas de cosechas debidas a eventos climáticos extremos pueden causar graves dificultades para los agricultores. Les puede obligar a endeudarse, vendiendo sus bienes, incluso su tierra, y les impide invertir en la producción del año siguiente. Estos eventos son considerados como una razón importante de la poca capacidad de acumulación de bienes y capital de los agricultores pobres, que no logran salir de la pobreza tras ciclos y ciclos de pérdidas en sus cultivos. Con el cambio climático se espera que los eventos climáticos extremos sean más frecuentes; por lo tanto, sus impactos sobre el sustento de los agricultores serán mayores.</p> <p>Casi todos los agricultores tienen mecanismos tradicionales de adaptación para sobrevivir a los periodos de sequía, como la venta de ganado y la migración temporal a vender su fuerza de trabajo. Sin embargo, estos mecanismos pueden no ser capaces de amortiguar los impactos de los eventos extremos, o las sequías que duran más de una temporada. Por lo tanto, es fundamental encontrar mecanismos financieros para apoyar a los agricultores en los años de pérdidas financieras debido a eventos climáticos. Además, si tales pérdidas se hacen más frecuentes, los agricultores estarán menos dispuestos a tomar el crédito y los prestamistas pueden estar menos dispuestos a prestar (o aumentar los costos de los préstamos), debido a los altos riesgos involucrados. Si los agricultores no tienen acceso a crédito, entonces esto limita severamente su capacidad de invertir en la mejora de la productividad y la rentabilidad de los medios de subsistencia agrícola.</p> <p>El seguro climático contra la pérdida de cultivos es común en la agricultura de los países desarrollados, donde los agricultores se aseguran contra la pérdida de cosechas debido a fenómenos climáticos extremos, como inundaciones o sequías. Por lo general (y también en el caso ecuatoriano) se paga una prima para asegurar la cosecha; los pagos se hacen calculando la pérdida sufrida por el agricultor. Ante la dificultad de inspeccionar físicamente todas las parcelas afectadas, existen alternativas como el seguro basado en índices, utiliza modelos de impacto que representan cómo los extremos climáticos afectan a la producción de cultivos específicos, para</p>

determinar si los fenómenos climáticos han ocasionado una pérdida en las cosechas; en los Estados Unidos, el Federal Crop Insurance Plan ha ofrecido este tipo de seguros desde 1990. En el Ecuador, Seguros Colonial (ahora QBE) ha ofrecido seguros agrícolas desde hace 15 años; se asegura la producción de cada chacra. Desde hace dos años, el gobierno nacional subsidia un porcentaje de la prima del seguro. La tabla 1 muestra un resumen de los diferentes tipos de planes de seguros agrícolas; en un contexto como el ecuatoriano, valdría la pena estudiar el éxito del tipo de seguro aplicado actualmente (Seguro Climático Multi-Riesgo) y considerar, de ser ello necesario, aplicaciones de otros tipos de seguro en forma de estudio piloto.

Tabla 1: Resumen de los productos de seguros climáticos para la agricultura

Producto	Base	Aplicabilidad	Ejemplos exitosos
Seguro Climático de Riesgo nombrado	Seguro contra pérdida por un evento específico, pérdida verificada en campo	Ejemplo: seguro de granizo que cause una pérdida catastrófica específica y que pueda ser rápidamente identificada en campo	Todos los continentes, especialmente Estados Unidos y Canadá.
Seguro Climático Multi-riesgo	Seguro contra pérdida de cosechas superior al 50 al 70% de la cosecha esperada por cualquier causa	Altos costos y requiere verificación en terreno de las cosechas reales	Todos los continentes, especialmente Estados Unidos y Canadá. También en Ecuador
Seguro por índice climático	Se paga el seguro cuando se presentan ciertas condiciones climáticas que ocasionen pérdidas en producción	Permite a un gran número de pequeñas propiedades ser agregadas en un área uniforme. Costos bajos pues no se necesita verificación, pero altos costos en el desarrollo de modelos y monitoreo meteorológico.	India, Malawi, México, Canadá, Estados Unidos En el Ecuador: el nivel tecnológico de cada productor es muy variable, por lo que la vulnerabilidad variaría demasiado. Por esta razón no se ha aplicado este tipo de seguro

	Índice de Diferencias de Vegetación Normalizadas	Basado en monitoreo satelital del desarrollo de la vegetación	Principalmente aplicable en campos de pastoreo	México, España y Canadá
	Seguro contra inundaciones	Tradicionalmente basadas en una verificación individual de las áreas inundadas y sus pérdidas asociadas. Se explora sistemas basados en índices por monitoreo satelital del área y del número de días de inundación versus pérdidas en cosechas.	Requiere registro previo de las áreas de diferentes cultivos. Los niveles de riesgo varían considerablemente en pequeñas distancias geográficas.	Seguro basado en índices en investigación en el Sur Este de Asia.
	Seguro por índice Área/Cosecha	Seguro contra pérdida de cosechas por encima de un porcentaje en un distrito determinado. Los cambios en las cosechas son verificados independientemente sobre la base de verificaciones aleatorias en el distrito.	Aplicable para pérdidas por sequías, costos más bajos pues no se necesita verificación por cada granja sino que se aplica un índice general por todo el distrito.	Brasil, India, Estados Unidos
FUNCIONALIDAD	<p>Adaptación al Cambio Climático</p> <p>La protección financiera y la transferencia de riesgos son mecanismos que desarrollan capacidades de adaptación al cambio climático, pues generan resiliencia en los agricultores para poder hacer frente a los efectos negativos del cambio climático sobre sus cosechas. Esto reduciría el riesgo de que los agricultores pierdan sus tierras u otros bienes para reponerse de las pérdidas debidas a las condiciones climáticas extremas, consecuencias del calentamiento global.</p> <p>Aspectos Socioeconómicos y Ambientales</p>			

El seguro es más fácil de administrar como parte de otros servicios financieros a los agricultores, principalmente de crédito; cubriría el crédito en caso de pérdidas debidas a condiciones climáticas extremas.

Alineación con los Objetivos de Desarrollo

La Constitución de Ecuador 2008: Capítulo segundo Derechos del Buen Vivir -Sección primera Agua y alimentación en su Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria.

La política 4.5 del Plan Nacional del Buen Vivir -PNBV en su lineamiento 7- elaborar modelos predictivos para identificar los efectos del cambio climático para todo el país.

La Política 4.6 del PNBV en su lineamiento 4.- implementar un sistema de investigación y monitoreo de alerta temprana en poblaciones expuestas a diferentes amenazas; y su Lineamiento 5 .- desarrollar modelos específicos para el sector seguros (modelos catastróficos), que combinen riesgo y los parámetros financieros del seguro y reaseguro, para recrear eventos históricos y estimar pérdidas futuras;

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático -PNACC en su objetivo OE1: Establecer condiciones que garanticen la soberanía alimentaria y la producción agropecuaria frente a los impactos del cambio climático-

Lineamientos para 2017:

- Identificar, incorporar, desagregar, adaptar y asimilar tecnologías que permitan aumentar la diversificación de la producción agrícola y ganadera, así como su capacidad de respuesta frente a los impactos del cambio climático.
- El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático -PNACC en su objetivo **OE6**: Tomar medidas para

	<p>garantizar el acceso de los grupos de atención prioritaria y de atención prioritaria a recursos que contribuyan a fortalecer su capacidad de respuesta ante los impactos del cambio climático.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lineamientos para la acción al 2017: L5: Impulsar la prevención, adaptación y mitigación de los riesgos naturales atribuidos a eventos climáticos extremos originados en el cambio climático, en la infraestructura de los sectores estratégicos y productivos del país, a través de la implementación de planes específicos para el efecto.
<p>REQUERIMIENTOS</p>	<p>Requisitos institucionales y de organización</p> <p>El diseño de los seguros basados en índices climáticos requiere de dos conjuntos básicos de información.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Los datos históricos de las condiciones climáticas y la productividad de los cultivos para evaluar el riesgo de la producción y el detonante de la pérdida de cultivos importantes, y el riesgo económico asociado y, por tanto precio requerido para el producto 2. En caso de seguros por índices climáticos, datos en tiempo real del tiempo con una cobertura geográfica importante para evaluar si el disparador climático ha sido superado y el pago debe ser hecho. <p>Requisitos financieros y costos</p> <p>El desarrollo del seguro climático como un producto comercial generalmente ha implicado la colaboración entre compañías de seguros interesadas (públicas o privadas) y, en algunos casos, organizaciones nacionales o multilaterales como el Banco Mundial o los bancos regionales de desarrollo, que en el África han subsidiado los costos de desarrollo de productos de seguros climáticos. Muchas ONG también han desarrollado interés en estos productos, tales como Oxfam. Un aspecto esencial es educar a los agricultores sobre el producto y no crear falsas expectativas acerca de lo que ofrece.</p> <p>Normalmente, los agricultores pagan por el seguro, ya sea directamente o como un servicio adicional financiero asociado a un préstamo. En algunos casos, los costos del seguro son subsidiados por el gobierno, donde se considera estratégico para el país para apoyar a amortiguar los impactos del cambio climático. Algunos países</p>

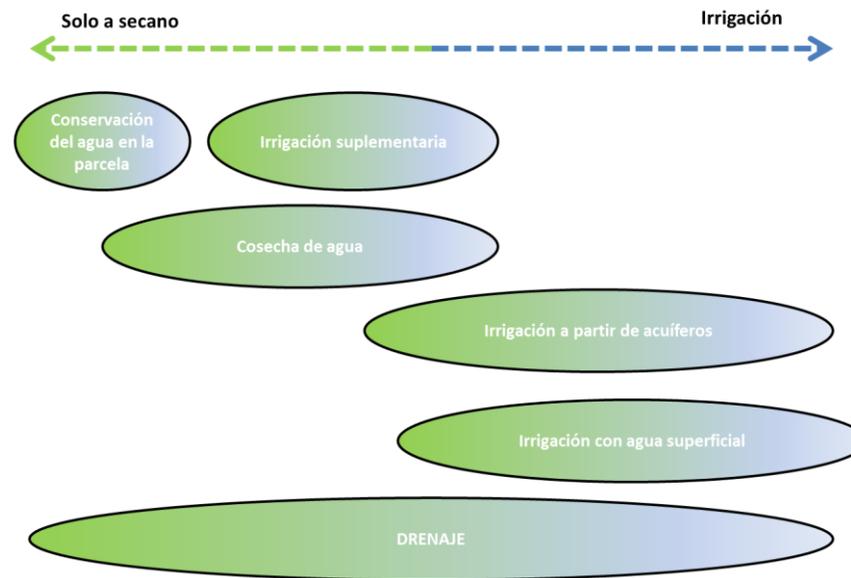
	<p>como Ecuador, México, Perú y Brasil subsidian la prima del seguro. Otros países pueden participar en la reaseguradora del seguro inicial, lo que también reduce los costos de la prima.</p>
<p>BARRERAS Y OPORTUNIDADES</p>	<p>Los seguros centrados en la producción (el modelo actualmente existente en el Ecuador) requieren de la inspección de las parcelas afectadas para constatar el daño; ello incrementa los costos y podría retrasar los pagos.</p> <p>Un seguro basado en índices requiere una importante capacidad para el análisis de riesgos meteorológicos relacionados con el diseño del índice, buenos registros históricos del clima, y una extensa red de estaciones meteorológicas para monitorear el clima actual. Otra desventaja es que como los pagos están conectados a la ocurrencia de un fenómeno climático de una cierta gravedad, si se producen pérdidas en los cultivos sin rebasar el índice determinado, el pago no se efectuará. O a la inversa, si el desencadenante ocurre, el pago se recibe incluso si no se han producido pérdidas. Este es el un costo de no tener una inspección in situ; debido a ello, se corre el riesgo de que las expectativas de los agricultores acerca de la indemnización no se cumplan, llevándoles a dudar del valor del seguro.</p> <p>El Banco Mundial ha apoyado el diseño y la experimentación de planes de seguros sobre el clima en muchos países de todo el mundo. También lo han hecho otros organismos de desarrollo como USAID, DFID y los bancos regionales de desarrollo. Sin embargo, la mayoría de las iniciativas han requerido el apoyo de los gobiernos nacionales, y apoyo técnico financiado por agencias externas. La mayoría de los agricultores no están acostumbrados a los seguros y en muchos casos no tienen una buena comprensión de la naturaleza del producto o las probabilidades de la compensación por pérdidas. El éxito de estos sistemas está en sensibilizar y educar a los agricultores sobre la gestión del riesgo financiero.</p>
<p>Fuentes Bibliográficas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Gobierno de la República del Ecuador, “Estrategia Nacional al Cambio Climático-ENCC- 2011-2025; 2011. Quito-Ecuador • Clements, R., J. Hagggar, A. Quezada, and J. Torres (2011). Technologies for Climate Change Adaptation – Agriculture Sector. X. Zhu (Ed.). • UNEP Risø Centre, Roskilde. • Quezada, J Hagggar , J. Torres, R. Clements (2011), “Index-based climate insurance”, Climate Tech Wiki, A Clean Technology Platform, UNEP Risø Centre, Roskilde, << http://climatetechwiki.org/content/index-based-climate-insurance >> • Ministerio de Coordinación de Desarrollo Social, “Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador SIISE”, 2001, Quito-Ecuador

- | | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none">• Patt, A., P. Suarez, and U. Hess (2010) How do small-holder farmers understand insurance, and how much do they want it? Evidence from Africa. <i>Global Environmental Change</i> 20: 153-161• Entrevista a Leonardo Regalado, Director Técnico Agropecuario y David Garzón, Director Comercial Agrícola Ganadero, QBE Seguros Colonial. Quito, Noviembre de 2012. |
|--|--|

4. Uso de información climática (histórica, pronósticos) para planificar el ciclo de cultivo y determinar los requerimientos hídricos

Escala y Plazo	Parcela; familias y productores individuales / Mediano plazo
CARACTERÍSTICAS	La adaptación al cambio climático exige usar racionalmente el agua en el sector agrícola. Eso es válido tanto para el agua de lluvia (la precipitación natural que alimenta a la humedad del suelo o “agua verde”) como para el agua en forma líquida que escurre y fluye por ríos y hacia acuíferos como “agua azul”. Las opciones entre el uso de agua lluvia y de riego, son múltiples (ver figura 1). El reto general es hacer un uso más productivo del volumen de agua disponible , sea de la lluvia, sea del riego (<i>more crop per drop</i>).

El manejo del agua en la agricultura: un continuo de prácticas



En los trópicos semiáridos tan solo un 15-30% de la lluvia se usa para la transpiración de las plantas, es decir es útil para fines productivos. El aumento de la temperatura con el cambio climático, implica mayores requerimientos hídricos para los cultivos. En un contexto de menos (en algunas localidades) y más variable precipitación (en la mayoría de las localidades), la medida en que estos requerimientos puedan ser cubiertos por el patrón de precipitación en cada localidad será cada vez menos predecible, y requerirá del acceso a riego (complementario).

Entender bien cuánto de los requerimiento hídricos de un ciclo de cultivo pueden ser cubiertos con razonable seguridad por la lluvia y cuándo requieren ser suplidos con riego y en qué cantidad, es una manera de manejar adecuadamente en conjunto el “agua verde” y el “agua azul” en el subsector riego. Desde los años 60, mucha

	<p>investigación y desarrollado tecnológico (i.e. métodos de riego presurizado) fue dedicado a estos temas, y actualmente hay herramientas informáticas que ayudan al diseñador y operador de sistemas de riego y al agricultor a planificar y eventualmente ajustar el ciclo de cultivo, optimizando el agua a su disposición.</p> <p>Estas herramientas fueron desarrolladas por la FAO y el más conocido para el cálculo de requerimientos hídricos basados en parámetros climáticos es CROPWAT, con su respectivo base de datos climático (CLIMWAT). Más recientemente, la FAO desarrolló AquaCrop, un modelo de cultivo que permite simular la respuesta del cultivo en términos de rendimientos frente a la dotación de agua, que puede ser entre secano a bajo riego total. Este modelo <i>“incluye el uso de valores de productividad del agua, normalizados para la demanda de la evaporación y para la concentración de CO2, lo que le da al modelo una capacidad de extrapolación para diversos lugares y estaciones, incluyendo futuros escenarios climáticos”</i> (Raes et al., 2009:1-8). Cabe anotar que también hay otros modelos de cultivo disponibles, aunque Cropwat es el más conocido y común.</p>
<p>FUNCIONALIDAD</p>	<p>Adaptación al Cambio Climático</p> <p>Anticipándose mayores temperaturas y probables mayores variaciones en la precipitación en tiempo y espacio, el manejo conjunto del agua verde y el agua azul se volverá más importante a futuro y tendrá que basarse más sólidamente en el conocimiento del clima histórico, considerando escenarios de cambio climático (a largo plazo) y pronósticos (a corto plazo). Es una medida no lamentable. Tanto diseñadores y operadores de sistemas de riego como regantes tienen que ser más conscientes de los requerimientos hídricos de los cultivos, de la forma más segura de suplirlos y saber identificar cultivos y variedades que quepan dentro del patrón (cambiante) de lluvia y acceso al riego (además de otros criterios). Los ajustes en el patrón de cultivos (tipo y variedad, calendario, observados en algunos casos en el campo, como <i>adaptación espontánea</i>) son una respuesta a cambios en el patrón de precipitación y podrán ser más dirigidos, con base en conocimientos climáticos locales.</p> <p>Aspectos Socio Económicos y Ambientales</p> <p>Los conocimientos sobre el manejo del agua en el suelo y las herramientas informáticas de diseño deben ir de la mano. La toma de decisiones adecuadas sobre el uso de agua en la agricultura (a secano y con mayor</p>

responsabilidad en bajo riego) debería tomar en cuenta la información climática, a más de otros factores. Es poco productivo invertir en mejorar la base de observación y registro de información climática y en el desarrollo de escenarios climáticos, si en el sector agricultura no se toma en cuenta esta información para el uso de la infraestructura y el agua para riego. Se debe generar una mayor cultura de uso de la información para las decisiones en el sector.

Alineación con los Objetivos de Desarrollo

La Constitución de Ecuador 2008: Capítulo tercero Soberanía alimentaria Art. 282.- El estado regulara el uso y manejo del agua de riego para la producción de alimentos, bajo los principios de equidad, eficiencia y sostenibilidad ambiental.

El Plan Nacional del Buen Vivir (SENPLADES, 2009) contiene la Política 4.6. *Reducir la vulnerabilidad social y ambiental ante los efectos producidos por procesos naturales y antrópicos generadores de riesgos*. Los lineamientos correspondientes incluyen: “(3) fomentar acciones de manejo integral, eficiente y sustentable de las tierras y demarcaciones hidrográficas que impulsen su conservación y restauración con énfasis en tecnologías apropiadas y ancestrales que sean viables para las realidades locales”. También contempla: Política 4.5 *fomentar la adaptación y mitigación a la variabilidad climática con énfasis en el proceso de cambio climático*. Lineamientos incluyen (3) impulsar programas de adaptación enfatizando en la soberanía energética y alimentaria.

El Plan Nacional de Riego y Drenaje (MAGAP-SRD, 2012:85-86, 102) tiene como Objetivo 1: ampliar la cobertura y mejorar la eficiencia social, económica y ambiental de todos los sistemas de riego y drenaje.

- Su Política 1.2 plantea: “Eleva los niveles de productividad sistémica y los rendimientos agropecuarios en las zonas de cultivo que actualmente tienen riego”.
- Uno de los Lineamientos estratégicos para la política 1.2 es “Priorizar la inversión orientada al mejoramiento del riego parcelario en programas de fomento a la Economía Popular y Solidaria.
- La meta a 4 años para este objetivo es: “A nivel nacional los sistemas públicos y comunitarios conllevan

	<p>procesos de tecnificación del riego parcelario para fortalecer los sistemas productivos campesinos”. Y: “Las nuevas áreas con riego público cuentan con procesos de tratamiento de suelos, de tecnificación del riego parcelario y servicios complementarios para la producción y comercialización.”</p> <p>La Estrategia Nacional de Cambio Climático -ENCC en su objetivo OE1: Establecer condiciones que garanticen la soberanía alimentaria y la producción agropecuaria frente a los impactos del cambio climático. Resultados esperados al 2013 contemplan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El diseño de proyectos del Plan Nacional de Riego ha incorporado criterios y el resultado de estudios de vulnerabilidad al cambio climático para construir sistemas de riego más eficientes, evitar pérdidas de agua de riego y atender a zonas prioritarias según criterios de soberanía alimentaria. Se ha iniciado la ejecución de al menos 6 proyectos hídricos multipropósito con esos criterios. • Se ha implementado la tecnificación del riego en 11 provincias del país con criterios de adaptación al cambio climático.
<p>REQUERIMIENTOS</p>	<p>Requisitos institucionales y de organización</p> <ul style="list-style-type: none"> • En algunos sistemas: poca flexibilidad de los regantes para manejar su dotación de riego. Es decir, el esquema de distribución del agua impone el intervalo y la dotación, mas no los requerimientos hídricos. Aún así, hay muchos sistemas que en la práctica operan sobre la demanda del lado del agricultor; ese sería el caso, por ejemplo, de la zona arrocera de Poza Honda. • Requiere de centros y profesionales con capacidades (socio) técnicas (vinculo teoría-practica) especializadas para desarrollar las capacidades de los regantes (p.ej. CER ESPOCH). <p>Requisitos financieros y costos</p> <ul style="list-style-type: none"> • El desarrollo de capacidades y la investigación aplicada, con un vínculo directo a la operación de sistemas requiere reforzarse, desde las carreras universitarias, pasando por cursos de actualización a técnicos y el desarrollo de cursos teóricos-prácticos para organizaciones de regantes, con apoyo de promotores comunitarios o locales capacitados. El número de profesionales en riego y

	<p>drenaje es aún insuficiente y las universidades que ofrecen programas de formación en riego (CER-ESPOCH, UNL etc.) son contados aunque deberían ser potenciados para este fin.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un proceso sostenido va a requerir un programa de inversiones substanciales de parte de MAGAP-SRD en coordinación con los GADPs quienes tienen la competencia y tarea de “realizar intervenciones orientadas al mejoramiento del riego parcelario y en programas de fomento a la Economía Popular y Solidaria” para “elevar los niveles de productividad sistémica y los rendimientos agropecuarios en las zonas de cultivo que actualmente tienen riego” (Política 1.2:PNRD, 2012).
<p>BARRERAS Y OPORTUNIDADES</p>	<p>Barreras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad y acceso a datos climáticos analizados y orientados al uso por actores del subsector. • Bajo costo del servicio de riego y no basado en volumen usado. • El costo del desarrollo de capacidades a múltiples niveles en el subsector (ver arriba). • Poca investigación aplicada en el tema en el país. <p>Oportunidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El cambio climático mismo (re) evidencia la necesidad de conocer bien el medio climático y considerarlo como un factor en la planificación de la producción. • La competencia entre diferentes sectores de uso (agua potable centros urbanos, hidroelectricidad, ecosistemas) y la conflictividad sobre el acceso al agua hace que los regantes sientan la presión real y creciente de usar mejor el agua. • El uso de riego presurizado a nivel de parcela está en incremento, y especialmente el riego por goteo permite aplicaciones más frecuentes y ligeras, para lo cual los conocimientos sobre el manejo del agua a nivel parcelario son más necesarios aún.
<p>Fuentes Bibliográficas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Constitución del Ecuador (2009) • Plan Nacional del Buen Vivir (SENPLADES, 2009) • Plan Nacional de Riego y Drenaje (MAGAP-SRD, 2012) • Gobierno de la República del Ecuador, “Estrategia Nacional al Cambio Climático-ENCC- 2011-2025; 2011. Quito-Ecuador

- | | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none">• AquaCrop Reference Manual. January 2009. Dirk RAES, Pasquale STEDUTO, Theodore C. HSIAO, and Elias FERERES with special support by Gabriella IZZI and Lee K. HENG with contributions of the AquaCrop Network• Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. 2007. Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. London: Earthscan, and Colombo: International Water Management Institute. |
|--|--|

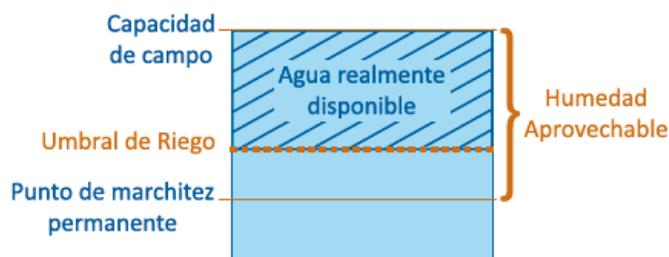
5. Monitoreo de la humedad del suelo para planificar las aplicaciones parcelarias de riego

Escala y Plazo	Parcela; familias y productores individuales / Corto a Mediano Plazo
----------------	--

CARACTERÍSTICAS

La adaptación al cambio climático exige usar racionalmente el agua en el sector agrícola. En el riego, es importante saber cuánto y cuando regar, siempre y cuando el agricultor cuente con cierta flexibilidad en el manejo de estos parámetros (p.ej. un reservorio individual, o posibilidad de intercambiar turnos).

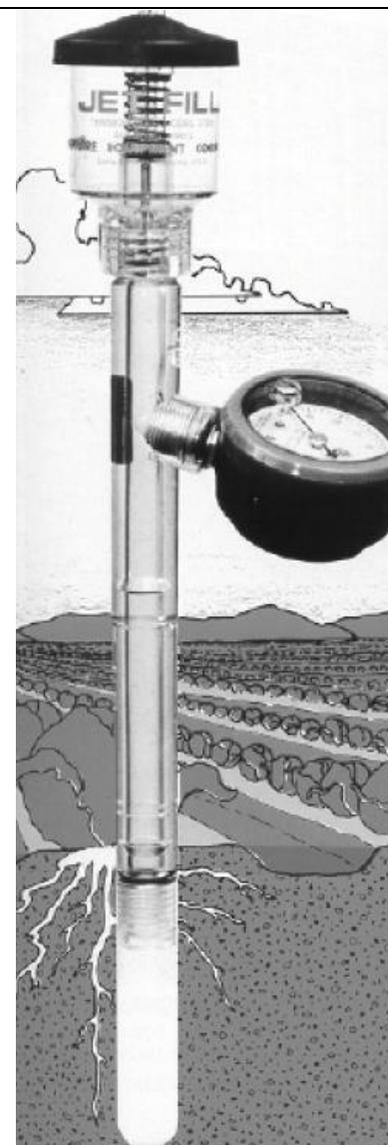
El agua almacenada en el suelo y que puede ser utilizada por el cultivo, es la diferencia entre la cantidad de agua almacenada a Capacidad de Campo (CC), que corresponde al contenido de agua almacenado en el suelo después de que han pasado 24 a 48 horas desde que se regó, y el Punto de Marchitez Permanente (PMP), o agua almacenada en el suelo de muy difícil utilización por la planta y que le produce daño irreversible. Este contenido de agua útil para la planta se conoce como Humedad Aprovechable (ver la Figura). El punto donde se repone el agua es el Umbral de Riego, (UR), el cual puede ser definido como un punto entre CC y PMP, donde se repone el agua antes de llegar a PMP (fuente: www.sepor.cl).



Para poder medir o apreciar el contenido de agua en el suelo en la zona de raíces se han desarrollado una serie de técnicas y sensores o medidores que permiten hacer esta tarea. Si sabemos cómo el cultivo va extrayendo el agua del suelo, podemos programar el riego para mantener un contenido de agua en el suelo, adecuado para el correcto funcionamiento de la planta (fuente: www.sepor.cl).

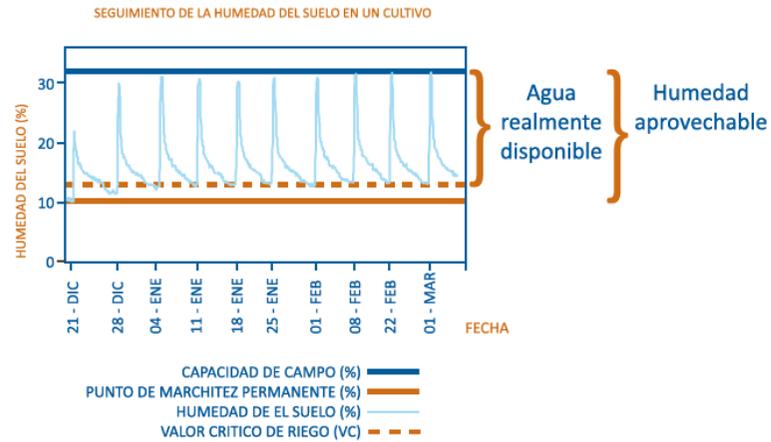
La primera forma es monitorear la profundidad de la humedad en el suelo visualmente, levantando las capas del suelo de la zona radicular con una barrena y aplicar el tacto con las manos, observando el color y la humedad a distintas profundidades (usando una pauta de campo).

Pero desde muchos años existen herramientas en el mercado que pueden ayudar al regante a monitorear la humedad. Un ejemplo es el tensiómetro (indica el esfuerzo que tienen que realizar las



raíces para extraer del suelo la humedad que necesita el cultivo). Un tensiómetro se compone de una cápsula de cerámica porosa llena de agua, que se entierra en el suelo a la profundidad de medición deseada, y que está conectada a un vacuómetro (ver figura) o indicador de vacío, por un tubo lleno de agua. El tensiómetro se llena de agua y se introduce en el terreno, colocando la cápsula a la profundidad del perfil a medir. El que la cápsula sea porosa permite que el agua salga de o entre en ella, lo que hace que al cabo de un cierto tiempo se establezca el equilibrio entre el agua del interior de la cápsula y el agua del suelo (fuente: www.sepor.cl).

La aplicación del monitoreo de la humedad del suelo permite optimizar las aplicaciones del riego en el tiempo, evitando regar demás, sabiendo más precisamente cuando es necesaria la dotación, Este proceso puede ser visualizado como sigue (fuente: www.sepor.cl):



FUNCIONALIDAD

Adaptación al Cambio Climático

Frente a la mayor probabilidad de variaciones de la precipitación en tiempo y espacio, lo que traerá una mayor conflictividad por el acceso al agua de riego, la gestión de la demanda del agua del riego aliviará múltiples problemas actuales y preparará a los agricultores para un acceso más apretado a futuro. Es una medida no lamentable. En condiciones de cultivo en campo abierto, permite conjugar mejor el agua de lluvia con la de riego.

Aspectos Socioeconómicos y Ambientales

Los conocimientos sobre el manejo del agua en el suelo y las herramientas de monitoreo deben ir de la mano.

Alineación con los Objetivos de Desarrollo

	<p>La Constitución de Ecuador 2008: Capítulo tercero Soberanía alimentaria Art. 282.- El estado regulará el uso y manejo del agua de riego para la producción de alimentos, bajo los principios de equidad, eficiencia y sostenibilidad ambiental.</p> <p>El Plan Nacional de Riego y Drenaje (MAGAP-SRD, 2012:85-86, 102) tiene como Objetivo 1: ampliar la cobertura y mejorar la eficiencia social, económica y ambiental de todos los sistemas de riego y drenaje.</p> <p>Su Política 1.2 plantea: “Elevar los niveles de productividad sistémica y los rendimientos agropecuarios en las zonas de cultivo que actualmente tienen riego”.</p> <p>Uno de los Lineamientos estratégicos para la política 1.2 es “Priorizar la inversión orientada al mejoramiento del riego parcelario en programas de fomento a la Economía Popular y Solidaria.</p> <p>La meta a 4 años para este objetivo es: “A nivel nacional los sistemas públicos y comunitarios conllevan procesos de tecnificación del riego parcelario para fortalecer los sistemas productivos campesinos”. Y: “Las nuevas áreas con riego público cuentan con procesos de tratamiento de suelos, de tecnificación del riego parcelario y servicios complementarios para la producción y comercialización.”</p> <p>La Estrategia Nacional de Cambio Climático -ENCC en su objetivo OE1: Establecer condiciones que garanticen la soberanía alimentaria y la producción agropecuaria frente a los impactos del cambio climático. Resultados esperados al 2013 contemplan:</p> <p>El diseño de proyectos del Plan Nacional de Riego ha incorporado criterios y el resultado de estudios de vulnerabilidad al cambio climático para construir sistemas de riego más eficientes, evitar pérdidas de agua de riego y atender a zonas prioritarias según criterios de soberanía alimentaria. Se ha iniciado la ejecución de al menos 6 proyectos hídricos multipropósito con esos criterios.</p> <p>Se ha implementado la tecnificación del riego en 11 provincias del país con criterios de adaptación al cambio climático.</p>
<p>REQUERIMIENTOS</p>	<p style="text-align: center;">Requisitos institucionales y de organización</p> <p style="text-align: center;">En algunos sistemas: poca flexibilidad de los regantes para manejar su dotación de riego</p> <p style="text-align: center;">Requiere de capacidades técnicas especializadas para desarrollar las capacidades de los regantes (p.ej. CER ESPOCH)</p> <p style="text-align: center;">Requisitos financieros y costos</p> <p style="text-align: center;">Los precios de los tensiómetros varían entre 100-150 USD/unidad, dependiendo de la profundidad requerida (ver http://www.irrometer.com/defaultsp.htm, http://www.irrometer.com/pdf/spanish/IRROMETERS/tecnologiadeltensiómetro.pdf)</p>
<p>BARRERAS Y OPORTUNIDADES</p>	<p style="text-align: center;">Barreras:</p>

	<p>Bajo costo del servicio de riego y no basado en volumen usado</p> <p>Costo del desarrollo de capacidades y equipos</p> <p>Oportunidades:</p> <p>El uso de riego presurizado a nivel de parcela está en incremento, y especialmente el riego por goteo permite aplicaciones más frecuentes y ligeras, para lo cual el monitoreo de la humedad del suelo es una actividad muy complementaria.</p>
<p>Fuentes Bibliográficas</p>	<p>Constitución del Ecuador (2009)</p> <p>Plan Nacional de Riego y Drenaje-MAGAP-SRD (2012)</p> <p>Gobierno de la República del Ecuador, "Estrategia Nacional al Cambio Climático-ENCC- 2011-2025; 2011. Quito-Ecuador</p> <p>http://www.sepor.cl/informacion_boletines/S201_Tecnicas_basicas_para_el_monitoreo_de_la_humedad_del_suelo.pdf</p> <p>http://www.irrometer.com/defaultsp.htm</p> <p>http://www.irrometer.com/pdf/spanish/IRROMETERS/tecnologiadeltensiometro.pdf</p>

6. Riego por superficie

<p>Escala y Plazo</p>	<p>Parcela; familias y productores individuales / Corto a mediano</p>
<p>CARACTERÍSTICAS</p>	<p>Este método es llamado también de gravedad; es sin duda el modo de riego más utilizado y difundido a nivel mundial. Se estima que se aplica en un 80% de la superficie irrigada, llegando en el caso de Ecuador a un 90%. Es un método tradicional que requiere de poca inversión y que absorbe mayor cantidad de mano de obra, lo que explica su enorme importancia y gran difusión en países como el nuestro. Existen muchos y variados sistemas de riego superficial por gravedad, siendo los principales: por inundación, en surcos, en canteros, en fajas de infiltración, en melgas, pozas (para frutales), o escorrentía libre.</p> <p>Este tipo de riego requiere de un mayor volumen de agua para que esta pueda infiltrarse en las parcelas según su tamaño, pendiente y tipo de cultivo. Generalmente es necesaria la conducción del agua a través de una acequia o canal principal distribuidor, que por lo general es de tierra (no revestido) a nivel de parcela. En el sistema de inundación se necesitan grandes caudales de agua para saturar el suelo y provocar la inundación requerida para ciertos cultivos, como en el caso del arroz (canterones) o en pozas individuales, para el caso de árboles frutales. La lámina de agua es muy grande y supera los 150 mm y el exceso de agua, una vez saturado el suelo, es conducido para ser utilizado en otros canterones o pozas.</p> <p>En términos generales los métodos de riego superficial son poco eficientes; en muchos casos no llega al 40%, de eficiencia, Como dato referencial se puede señalar que en el caso del riego superficial por surcos la eficiencia puede alcanzar entre el 55 y el 70%; en tanto que en curvas de nivel el rango estaría entre 60 y 75%.</p> <p>El tamaño de las parcelas que utilizan estos sistemas depende de la textura del suelo y principalmente de su pendiente, siendo más cortos y más anchos con pendientes menores (20 x 40 m), en tanto que se alargan y estrechan cuando aumentan las pendientes Por lo general se utilizan herramientas manuales como el azadón, azada, palas para la conducción y uso del agua.</p>

El diseño de un sistema de riego por superficie se ve condicionado por criterios o normas relacionadas con el cultivo, el clima, el suelo, la infiltración del mismo, la pendiente, longitud o dimensión, caudal aplicado y tiempo de riego; entraña por lo tanto el establecimiento de un diálogo entre técnicos y agricultores para considerar estos criterios. En ocasiones, cuando ya se ha implantado un determinado tipo de riego, el cultivo debe condicionarse a aquel en función del cual se diseñó, con los consiguientes problemas que ello implica. Una adecuada planificación previa es por tanto indispensable.

Todos los tipos de riego por superficie que se utilizan actualmente pueden clasificarse en dos: **riegos por inundación** (la parcela está nivelada a pendiente cero y no hay desagüe) y **riegos por escurrimiento** (la parcela tiene una pendiente longitudinal y el agua escurre desde la cabecera hasta el final). Dentro de esta clasificación podemos encontrar distintos tipos de riego según los métodos de manejo que se lleven a cabo, y que se enumeran a continuación.

Riego por tablares: Se trata de compartimientos cerrados de forma rectangular o cuadrada, separados por medio de diques o caballones de unos 50 cm de altura. Necesita que el terreno esté completamente nivelado tanto longitudinal como transversalmente. Cuando se emplean grandes caudales, es necesario que los tablares dispongan de estructuras especiales en la cabecera para evitar la erosión. El problema que pueden presentar es la pérdida de eficiencia por infiltración profunda.



Riego por tablares

Riego por fajas: Las fajas son franjas rectangulares estrechas en las que se divide el terreno, separadas por caballones longitudinales. Constan de acequias de abastecimiento en el extremo superior y canales de desagüe en el inferior. Deben tener una pendiente longitudinal muy uniforme para que la distribución del agua sea adecuada.



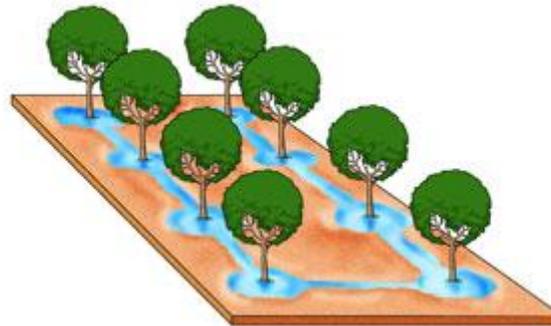
Riego por fajas

Riego por surcos: El riego por surcos está especialmente indicado para cultivos que son muy sensibles al encharcamiento, ya que al sembrarse sobre la parte alta del caballón se evita mojar el cuello de la planta. La separación de los surcos debe ser tal que asegure que todo el suelo ocupado por las raíces se moje. Estos surcos pueden estar en pendiente o a nivel. En el primer caso, el principal problema es la escorrentía que puede provocar la erosión del terreno. Con los surcos a nivel este problema se elimina.



Riego por surcos

Riego por alcorques: Es un tipo de riego muy utilizado en árboles, que consiste en unas acequias de tierra que conectan entre sí a unas pozas realizadas en torno a los troncos



Riego por alcorques

Riegos "de careo" de zonas de montaña: Se trata de una acequia que corre casi a nivel sobre una ladera y

tiene pequeñas salidas por las que el agua fluye escurriendo ladera abajo. Puede presentar graves problemas de erosión.

Riegos por boqueras: Consiste en aprovechar las avenidas que se producen en los cauces de zonas áridas cuando llueve. Se emplea para dar riegos de apoyo y para lavar sales en zonas donde no se pueda hacer de otro modo.

Pozas: Se utilizan en cultivos maderables y en pendientes acusadas, de forma que almacenan la lluvia y quedar a la disposición de la planta durante un periodo de tiempo.



Riego por pozas

Hay varios avances e innovaciones tecnológicas en estos métodos de riego, orientados a mejorar la uniformidad y eficiencia en el uso del agua en la parcela, controlar la percolación y la erosión, disminuir la escorrentía aguas abajo, entre otros.

Partiendo de la conducción y distribución del agua, se recomienda la utilización de canales de distribución

parcelaria revestidos (hormigón, ladrillo, polietileno) y el uso de compuertas verticales de regulación de los caudales de salida, las mismas que son accionadas en forma manual o por mecanismos de relojería o electrónicos. En las cabeceras de las parcelas, estos tubos deben ser perforados o con aberturas regulares llamadas compuertillas para regular el tiempo y el volumen de salida del agua a utilizarse en los surcos o fajas, a través de válvulas de control manual o automáticas.

Especial mención dentro de los procesos de modernización tecnológica del riego superficial merece lo relativo a la nivelación del suelo para la mejor utilización de los métodos, principalmente de canteros y surcos, puesto que es fundamental conseguir una adecuada y precisa nivelación para obtener la pendiente longitudinal y transversal apropiada para el riego superficial. En la actualidad, los **sistemas de nivelación de precisión con el uso de equipos laser** han tomado gran impulso en varios países, particularmente en Argentina y Brasil, en donde el uso de canteros es muy común para cereales y caña de azúcar. El sistema pretende conseguir mínimas desviaciones de la cota media del suelo para lograr la mayor uniformidad posible.

El “**Riego Intermitente**” consiste en la interrupción cíclica del suministro de agua de riego particularmente a los surcos, determinando períodos de secado y humedecimiento controlados para mejorar la eficiencia y uniformidad del riego. Este método se usa en suelos muy arenosos y de gran capacidad de infiltración, en los que es conveniente que los surcos no reciban de una sola vez todo el caudal requerido, sino que inicialmente se riegue sólo una parte de la longitud de los surcos y posteriormente el agua recorra más rápidamente el tramo humedecido para llegar a las partes no regadas anteriormente. Para ello se deben utilizar tuberías y válvulas de control intermitente denominadas **temporizadores**, que pueden ser accionadas por energía eléctrica (batería o fotovoltaica).

Otro sistema tecnológico es el “**Riego de caudales decrecientes o riego por cable**” que lleva a la disminución progresiva de los caudales a suministrarse a los surcos, a través de un sistema que contempla en su inicio un pequeño depósito de regulación del volumen del agua y un sistema automático para controlar la velocidad con que se desenrolla el cable que maneja los taponés de la tubería principal de distribución del

	agua.
FUNCIONALIDAD	<p>Sin duda es el modo de riego más generalizado que se ha observado en las cuatro provincias seleccionadas y en todo el país ya que alcanza un 82% de la superficie total de riego, según estudios recientes. Si se estima que la superficie bajo riego en Ecuador es de aproximadamente 860.000 ha, se puede señalar que la superficie bajo sistemas de riego superficial por gravedad estaría en el orden de las 700.000 has., distribuidas principalmente en las regiones litoral y sierra. Sin embargo es en la Sierra en donde se concentra la mayor extensión de riego superficial; conforme lo observado en las provincias de Chimborazo y Tungurahua.</p> <p>Debido a la escasez del recurso estos métodos de riego son menos utilizados en el litoral y específicamente en la provincia de Santa Elena. La mayor parte de estos sistemas se hallan en manos de comunidades campesinas y su construcción obedece a su propio esfuerzo, sin mayor apoyo estatal o de otro tipo; ello determina que los sistemas de conducción y los canales secundarios y terciarios sean por lo general poco eficientes, en ocasiones anti técnicos, con graves problemas en la administración y gestión del recurso y contribuyan a la poca eficiencia y eficacia de estos sistemas.</p> <p>Adicionalmente hay que considerar que este modo de riego facilita la contaminación de las aguas, al utilizar canales abiertos que conducen basuras, restos de productos agroquímicos, sedimentos y más materiales que afectan la calidad del agua a utilizarse y por ende al ambiente.</p> <p>A pesar de los problemas que significa el uso de esta tecnología, principalmente en el ahorro del agua y en la incidencia en problemas adicionales como la erosión, la afectación a los ecosistemas, los conflictos sociales, entre otros, hay que considerar que la masiva utilización de estos mecanismos de riego, el conocimiento tradicional de la técnica, la habilidad de los campesinos, la poca inversión requerida, la absorción de la mano de obra familiar, la disponibilidad del recurso hídrico, son varios de los aspectos positivos que abren una enorme posibilidad de potenciar y mejorar el uso de esta tecnología.</p> <p>Aspectos Socio-económicos y Ambientales</p> <p>Al demandar una mayor cantidad de agua y ocasionar erosión en muchos casos, este tipo de riego podría</p>

	<p>ocasionar impactos negativos en la disponibilidad de agua y la fertilidad de los suelos. Sin embargo, con un adecuado manejo que permita manejar sus ineficiencias, el riego superficial permitiría adaptar la producción agrícola a los efectos del cambio climático.</p> <p>Alineación con los Objetivos de Desarrollo</p> <p>Plan Nacional de Creación y Fortalecimiento de condiciones.- Objetivo específico 1, “Generar y poner a disposición información de país sobre cambio climático en Ecuador.”</p> <p>Plan Nacional de Creación y Fortalecimiento de condiciones.- Objetivo específico 1, Lineamiento para la acción (2017) #2 ,”Promover acciones para ajustar los modelos climáticos a las condiciones del país, incluyendo entre otros, el análisis de los modelos propuestos por el IPCC y la implementación de un sistema de observación hidro-meteorológica fortalecido, mejorando la resolución de los modelos climáticos existentes.”</p>
<p>REQUERIMIENTOS</p>	<p>Requisitos financieros y costos</p> <p>El desequilibrio que existe entre la disponibilidad del agua y los volúmenes requeridos para su uso en el método en referencia se debe en gran parte a los problemas existentes en la captación, conducción y distribución del sistema. Será necesario canalizar importantes inversiones para la adecuación y mejoramiento de la infraestructura física requerida, además de recursos para el fortalecimiento organizacional y la capacitación campesina. Heredia (2011) estima que sería necesaria una inversión aproximada de 560 dólares por hectárea. Estos costos pueden incrementarse según las características y localización de los predios a regarse, pero de todas maneras es innegable que este método de riego es el más económico y que menos inversión requiere frente a todos los demás métodos.</p> <p>En términos generales los bancos privados y las instituciones financieras no han otorgado el apoyo y servicio requeridos para el financiamiento de este tipo de riego identificado casi siempre con pequeños y medianos agricultores, no siempre sujetos de crédito. La Banca Pública, particularmente el Banco Nacional de Fomento, en</p>

	<p>los últimos años ha abierto líneas especiales de crédito para este sector productivo, pero la inversión no ha sido significativa, puesto que las instituciones prefieren el financiamiento de los sistemas presurizados.</p>
<p>BARRERAS Y OPORTUNIDADES</p>	<p>La tecnología genera beneficios económicos importantes, aunque no es la más aconsejada dentro de la modernización del riego por sus características de uso ineficiente del agua, incidencia en la erosión, alta escorrentía, mayor incidencia de plagas y enfermedades, entre otros.</p> <p>Su bajo costo, conocimiento tradicional generalizado y mayor uso de mano de obra son aspectos que determinan su enorme replicabilidad, aunque dentro de los procesos de mejoramiento tecnológico del riego no sea muy recomendable y se debe reducir su uso para cambiarlo con métodos más eficientes.</p> <p>Como en todo sistema de riego, es necesario fortalecer a las organizaciones que administran, operan y mantienen los sistemas. La debilidad en estos aspectos podría constituir una barrera.</p>
<p>Fuentes Bibliográficas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Gobierno de la República del Ecuador, “Estrategia Nacional al Cambio Climático-ENCC- 2011-2025; 2011. Quito-Ecuador • Instituto de Investigación y Formación Agraria: Sistema de Asistencia al regante en Andalucía, << http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ >> • Proyecto MAE/GEF/PNUD “Adaptación al Cambio Climático a través de una efectiva Gobernabilidad del Agua en Ecuador”, “Estudio de Vulnerabilidad a los Riesgos Climáticos en el sector de los recurso hídricos en la cuenca de los ríos Portoviejo y Chone”, 2009, Quito-Ecuador • Ministerio de Coordinación de Desarrollo Social, “Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador SIISE”, 2001, Quito-Ecuador

7. Sistemas de Riego por Aspersión

Escala y Plazo	Parcela; familias y productores individuales / Corto a mediano
CARACTERÍSTICAS	<p>Los sistemas de riego presurizado por aspersión o por goteo, pueden mejorar la eficiencia del agua y contribuir sustancialmente a la producción alimentaria. El riego por aspersión es un tipo de riego a presión que consiste en aplicar agua a la superficie del suelo mediante dispositivos mecánicos e hidráulicos que simulan la lluvia natural (véase la Figura 1). Estos dispositivos reponen el agua consumida por los cultivos o proporcionan el agua necesaria para ablandar el suelo para que sea viable para las actividades agrícolas. El objetivo del riego es suministrar a cada planta la cantidad justa de agua que necesita. El agua se distribuye por encima de la cabeza de alta presión de rociadores, atomizadores o armas montadas en bandas o las plataformas móviles.</p>  <p>Un sistema de riego por aspersión típicamente consiste en:</p>

i) Una unidad de bomba, que toma agua de la fuente y proporciona una presión de entrega en el sistema de tuberías. La bomba debe estar configurada para suministrar agua a una presión adecuada, de manera que el agua se aplique al ritmo y volumen adecuados para el cultivo y el tipo de suelo.

ii) tuberías principales y tuberías secundarias que liberan agua de la bomba a los laterales. En algunos casos, estas tuberías se instalan permanentemente en la superficie del suelo o se entierran. En otros casos, son temporales, y se pueden mover de un campo a otro. Los materiales de las tuberías principales incluyen fibrocemento, plástico o aleación de aluminio.

iii) Los laterales reparten agua de las tuberías a los rociadores. Pueden ser permanentes pero a menudo son portátiles y de aleación de aluminio o de plástico, de modo que puedan ser movidos fácilmente.

iv) los rociadores, dispositivos emisores de agua que convierten el chorro de agua en gotitas. La distribución de rociadores debe estar dispuesta de manera que se humedezca la superficie del suelo lo más uniformemente posible.

Una amplia gama de sistemas de rociadores está disponible para su aplicación a pequeña y gran escala.

Tabla 1: eficiencias del riego agrícola de riego por aspersión en diferentes climas (la eficiencia global comprende eficiencia de conducción, eficiencia del canal en campo, y eficiencia de la aplicación en campo).

Clima/temperatura	Eficiencia agrícola del riego
Frío	0.80
Moderado	0.75
Caliente	0.70
Desierto	0.65

Fuente: adaptado de FAO (1982)

Los avances tecnológicos en estos sistemas de riego son innumerables y dependen de las diferentes casas fabricantes y marcas existentes en un mercado sumamente amplio de enorme cambio e innovación, pudiéndose citar entre los principales:

Sistema de Riego Móvil: Este sistema de riego presurizado utiliza mecanismos de aspersión que no son fijos, sino que

pueden ser movidos según las necesidades del riego y del tipo de cultivo que se trate. Son muy utilizados para el riego de pastizales y praderas, así como para la jardinería y requerimientos paisajísticos, pero también en cultivos intensivos. Se compone en lo esencial de una línea móvil de plástico duro o PVC para riego por aspersion y constituye uno de los sistemas de riego presurizados más económicos del mercado. Se requiere de tuberías de acople rápido y muy resistentes a los golpes y al manipuleo. Sus principales especificaciones técnicas, entre otras, son: Protección UV contra los rayos solares; diámetros nominales de tuberías de 50 a 75 mm, en tanto que la longitud alcanza los 6 m.; trabajan con presiones de hasta 91 PSI. Permiten su uso con aspersores de diverso tipo, tales como:

Aspersores con bajo ángulo de aplicación: Se utilizan generalmente para cultivos arbóreos o de fuste elevado, para evitar el contacto directo del agua con el follaje y frutos de la planta, para no favorecer la proliferación de plagas y enfermedades. Estos aspersores vienen de diferentes marcas y características, siendo por lo general de fácil mantenimiento con opciones de instalar y reemplazar cualquier componente en forma rápida y segura, existiendo modelos con adaptadores antirrobo, pues en otros métodos similares la pérdida o sustracción de estos elementos es muy frecuente y ocasiona ingentes pérdidas a los usuarios.

Aspersores de doble boquilla: Este método utiliza aspersores que tienen dos salidas del agua al mismo tiempo, cuyo caudal puede ser regulado fácilmente. La doble boquilla proporciona excelente distribución y uniformidad para el riego en todas las presiones a utilizarse. La versatilidad del sistema permite una alta tasa de aplicación y mayor alcance, con ángulos de los chorros de agua que tienen unos 23° lo que permite su utilización en un amplio rango de cultivos. Los materiales que se utilizan para este tipo de aspersores con sus diversos componentes son muy resistentes a la temperatura (termoplásticos); otros elementos exteriores son de acero inoxidable.

Mini cañones: Este método está diseñado para obtener una máxima eficiencia en el riego con altos rangos de caudales, utilizando aspersores especiales de doble boquilla que mantienen el chorro y utilizan un mayor volumen de agua, con lo cual se mejoran la distribución y la uniformidad de la irrigación; adicionalmente puede alcanzar un ángulo de hasta 25° para una mayor eficiencia y alcance.

Riego Subfoliar: Para cultivos intensivos, particularmente en viveros y en invernaderos. Se utiliza un aspersor tipo *Smooth Drive* que está especialmente diseñado para el riego Sub-foliar tanto en campo abierto como en invernaderos, con un “difusor móvil” de características muy especiales que le permiten producir un patrón de aspersion extremadamente uniforme y sin distorsiones causadas por las columnas de soporte. Su manejo no es complejo y puede ser fácilmente utilizado por los

	<p>pequeños campesinos, pues el método de armado sencillo, no requiere herramientas especiales para manipular las boquillas. El hecho de que consigue una gran uniformidad de distribución, suave aplicación, su largo alcance y el no necesitar de elevadas presiones, lo convierte en una innovación que está siendo muy utilizada en diversos cultivos.</p> <p>Mini – Aspersión: Esta innovación tecnológica del riego por aspersión es uno de los avances más importantes y que despiertan mayor interés en el mejoramiento agroproductivo, pues permiten el uso de hasta tres boquillas (sistema “Triad”) ajustables a la dirección a la que se desea el chorro, para un mejor control y mayor eficiencia, concentrando el riego en la zona donde se desarrolla la mayor área radicular de la planta; es particularmente aconsejada para árboles o plantas de gran fuste y sirve en cualquier etapa de crecimiento, inclusive en plantas recién trasplantadas. Adicionalmente existen innovaciones que permiten que el aspersor se conecte directamente con el elevador, evitando acoples que dificultan el mantenimiento y, lo que es más importante, reduce las necesidades de filtros que generalmente requieren todos los sistemas de aspersión , con ahorros que superan el 50%.</p> <p>Micro Aspersión: Reciente innovación tecnológica que ha sido desarrollado para juntar el bajo costo del gotero con la distribución de agua del micro aspersor, resultando en una opción económica y de mucho ahorro del agua para el riego. Adicionalmente tiene menores exigencias para el filtrado, y utiliza materiales menos costosos que otros sistemas, particularmente que el sistema de goteo.</p> <p>Sistemas Computarizados: El enorme avance tecnológico en materia informática de los últimos años, se refleja también en el campo del riego, habiéndose desarrollada una serie de programas computacionales orientados sobre todo al manejo automático del riego, regulando los volúmenes, tiempos, cobertura del agua a utilizarse y posibilitando el uso de mecanismos tecnológicos importantes como la fertilización o fertirrigación. Entre los numerosos y diferentes programas existentes se puede mencionar como ejemplo el programa “WinSIPPTM” de Senninger el mismo que permite el cálculo de la cantidad y dispersión del agua que realizan los aspersores a utilizarse, así como genera una base de datos e ilustraciones de coeficientes de uniformidad y distribución, así como el coeficiente <i>scheduling</i>, que permite seleccionar el óptimo espaciamiento de los aspersores.</p>
<p>FUNCIONALIDAD</p>	<p>Adaptación al Cambio Climático</p> <p>El riego por aspersión es una tecnología que permite un uso más eficiente del suministro de agua. Esto es particularmente adecuado</p>

cuando existe un suministro de agua limitado o irregular para el uso agrícola. La tecnología de aspersión utiliza menos agua que la irrigación por gravedad, y proporciona una aplicación más uniforme de agua a la parcela de cultivo. Además, el riego por aspersión puede reducir el riesgo de congelación de cultivos debido a la ocurrencia de heladas; durante la noche, el movimiento de los rociadores y la aplicación de las gotas de agua pueden reducir el estrés causado por una disminución brusca de la temperatura (Snyder y Melo Abreu, 2005).

Aspectos Socio-Económicos y Ambientales

Puede ocurrir una elevada evapotranspiración en superficies regadas por aspersión, lo cual podría empeorar con los incrementos de temperatura previstos en un contexto de cambio climático. También puede ocasionarse la dispersión de sales y/o productos residuales fruto de la mala calidad del agua o del incremento de la fuerza del viento; estas desventajas son pequeñas en comparación con los beneficios mencionados.

Además, el riego por aspersión puede disminuir la incidencia de plagas y enfermedades y puede facilitar el lavado de suelos salinizados. También favorece la tecnificación e intensificación de los cultivos, contribuyendo así a frenar la ampliación de la frontera agrícola.

Frente a los procesos de urbanización, la disminución del tamaño de las familias y de la oferta de mano de obra en el campo, este tipo de riego requiere un menor número de jornales y un menor esfuerzo para atender el riego de una misma superficie

Alineación con los Objetivos de Desarrollo

La Constitución de Ecuador 2008: Capítulo tercero Soberanía alimentaria Art. 282.- El estado regulara el uso y manejo del agua de riego para la producción de alimentos, bajo los principios de equidad, eficiencia y sostenibilidad ambiental.

El Plan Nacional de Riego y Drenaje (MAGAP-SRD, 2012:85-86, 102) tiene como Objetivo 1: ampliar la cobertura y mejorar la eficiencia social, económica y ambiental de todos los sistemas de riego y drenaje.

Su Política 1.2 plantea: “Elevar los niveles de productividad sistémica y los rendimientos agropecuarios en las zonas de cultivo que actualmente tienen riego”.

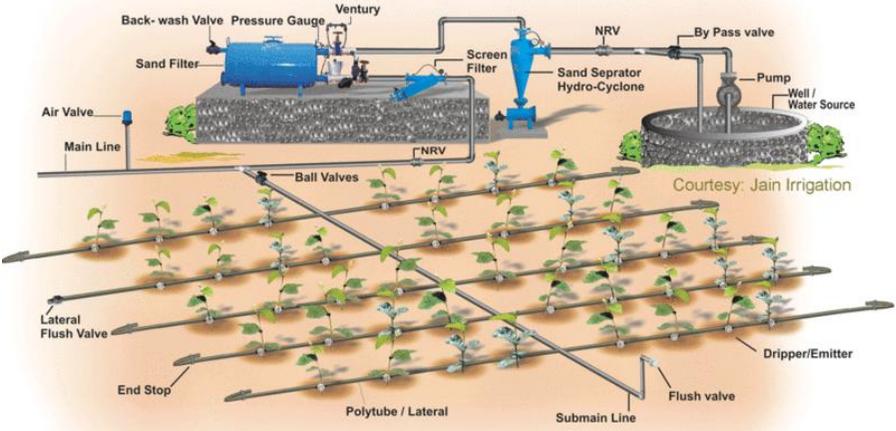
Uno de los Lineamientos estratégicos para la política 1.2 es “Priorizar la inversión orientada al mejoramiento del riego parcelario en programas de fomento a la Economía Popular y Solidaria.

La meta a 4 años para este objetivo es: “A nivel nacional los sistemas públicos y comunitarios conllevan procesos de tecnificación del riego parcelario para fortalecer los sistemas productivos campesinos”. Y: “Las nuevas áreas con riego público cuentan con procesos de tratamiento de suelos, de tecnificación del riego parcelario y servicios complementarios para la producción y comercialización.”

	<p>La Estrategia Nacional de Cambio Climático -ENCC en su objetivo OE1: Establecer condiciones que garanticen la soberanía alimentaria y la producción agropecuaria frente a los impactos del cambio climático. Resultados esperados al 2013 contemplan:</p> <p>El diseño de proyectos del Plan Nacional de Riego ha incorporado criterios y el resultado de estudios de vulnerabilidad al cambio climático para construir sistemas de riego más eficientes, evitar pérdidas de agua de riego y atender a zonas prioritarias según criterios de soberanía alimentaria. Se ha iniciado la ejecución de al menos 6 proyectos hídricos multipropósito con esos criterios.</p> <p>Se ha implementado la tecnificación del riego en 11 provincias del país con criterios de adaptación al cambio climático.</p>
<p>REQUERIMIENTOS</p>	<p style="text-align: center;">Requisitos institucionales y de organización</p> <p>Según Savva y Frenken (2002), es necesario cumplir con una serie de condiciones institucionales para difundir la tecnología de riego por aspersión; esto incluye el tratamiento adecuado de problemas de tenencia de la tierra y derechos de agua y el manejo de incentivos financieros. Si el riego por aspersión no está disponible a nivel nacional, se requeriría de inversiones para facilitar las importaciones y la fabricación nacional y para desarrollar las necesarias capacidades de manejo. A nivel local, será necesario fortalecer la organización social para el monitoreo participativo de los recursos hídricos y la calidad del agua.</p> <p style="text-align: center;">Requisitos financieros y costos</p> <p>El costo de instalar un sistema de riego adecuado para una unidad de producción familiar oscila entre los 600 y 2500 USD por hectárea, dependiendo del tipo de materiales utilizados y la cantidad de mano de obra aportada por los productores rurales. Las tecnologías de micro riego de costo asequible (AMITS por sus siglas en inglés: Affordable Micro Irrigation Technologies) son de bajo costo; la tecnología se envasa y se comercializa como kits que son adecuados para terrenos pequeños (25 m² a 4000 m²). La AMIT tiene la ventaja específica de ser asequible y fácil de entender, además de permitir una rápida recuperación de la inversión, divisibilidad y capacidad de expansión.</p> <p style="text-align: center;">Otros aspectos</p> <p>Un aspecto a tomar en cuenta se refiere a las necesidades de energía de los diferentes sistemas, desde su fabricación, hasta su transporte e instalación; además, la ubicación de la fuente de agua también afectará a la necesidad de energía para el bombeo (Savva y Frenken, 2002). También se deben considerar las preferencias locales, la capacidad para mantener el sistema, las implicaciones para los requerimientos de trabajo y cómo éstas pueden afectar a los diferentes miembros de la comunidad (Savva y Frenken, 2002). En ciertas regiones, se debe hacer un esfuerzo por manejar los riesgos de enfermedades transmitidas por el agua (Savva y Frenken, 2002). Finalmente, antes de instalar un sistema de riego se debe evaluar los impactos potenciales de drenaje y desviación de los recursos hídricos (Savva y Frenken, 2002).</p> <p>El mantenimiento del sistema se refiere principalmente a la limpieza regular de los componentes y la evaluación del estado de los sellos</p>

	<p>en las tuberías y boquillas de aspersión para evitar filtraciones de agua. Durante los períodos en que el equipo no está en uso, se recomienda almacenar los componentes en un lugar fresco y oscuro.</p>
<p>BARRERAS Y OPORTUNIDADES</p>	<p>Las barreras para la implementación incluyen la falta de acceso a la financiación para la compra de equipos, la falta de capacidades locales para el diseño, instalación y mantenimiento del sistema y la falta de componentes a nivel local.</p> <p>El riego por aspersión requiere de una fuente adecuada de agua dulce cerca de los cultivos; esto asegura que los costes se mantengan a un nivel razonable. En este aspecto, es necesario considerar la disponibilidad futura de agua, en un contexto de cambio climático; cuando no se conocen los posibles impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos, la instalación de un sistema de riego por aspersión podría conducir a conflictos por el uso del agua.</p> <p>Otra barrera es el hecho de que el riego por aspersión no es apropiado para todos los cultivos; hace falta brindar asistencia técnica a los campesinos para que la selección del método sea adecuada.</p> <p>En cuanto a las oportunidades, el riego por aspersión es una tecnología versátil, adecuada para su aplicación en una amplia variedad de contextos y escalas y con componentes de bajo costo o más sofisticados. Esta tecnología puede emplearse en combinación con otras medidas de adaptación tales como el establecimiento de juntas de usuarios de agua, cultivos múltiples y gestión de los fertilizantes.</p>
<p>Fuentes Bibliográficas</p>	<p>Gobierno de la República del Ecuador, “Estrategia Nacional al Cambio Climático-ENCC- 2011-2025; 2011. Quito-Ecuador</p> <p>Elliot, M., Armstrong, A., Lobuglio, J. and Bartram, J. “Technologies for Climate Change Adaptation—The Water Sector”. T. De Lopez (Ed.).2011. Roskilde: UNEP Risoe Centre.</p> <p>Quezada A, Haggar J, Torres J, Clements R, “Climate Change Monitoring System”, UNEP Risoe Centre, ClimatetechWiki, << http://climatetechwiki.org/content/climate-change-monitoring-system>></p> <p>Clements, R., J. Haggar, A. Quezada, and J. Torres (2011). Technologies for Climate Change Adaptation – Agriculture Sector. X. Zhu (Ed.).</p> <p>UNEP Risø Centre, Roskilde, 2011,</p> <p>Quezada, J Haggar , J. Torres, R. Clements (2011), “Sprinkler Irrigation”, Climate Tech Wiki, A Clean Technology Platform, UNEP Risø Centre, Roskilde, << http://climatetechwiki.org/content/sprinkler-irrigation >></p> <p>Savva, A. P. and K. Frenken (2002) Irrigation Manual Planning, Development Monitoring and Evaluation of Irrigated Agriculture with Farmer Participation. Volume I Modules 1 – 6.</p>

8. Sistemas de Riego por Goteo

Escala y Plazo	Parcela; familias y productores individuales / Corto a Mediano plazo
CARACTERÍSTICAS	<p>El riego por goteo se basa en la aplicación constante de una cantidad determinada y focalizada de agua a los cultivos. El sistema utiliza tuberías, válvulas y goteros o emisores pequeños para transportar el agua desde las fuentes (pozos, tanques o depósitos y) a la zona de la raíz y para aplicarlo en una cantidad predefinida.</p> <p>El sistema debe mantener niveles adecuados de humedad del suelo en la zona de raíces, fomentar el mejor uso de los nutrientes disponibles y contribuir a lograr un medio ambiente adecuado y saludable para los sistemas de raíces de las plantas. El sistema gestiona la cantidad exacta (o casi) en cuanto a requisitos de humedad para cada planta, reduce significativamente el desperdicio de agua y promueve un uso eficiente. En comparación con el riego superficial, que puede llegar a tener una eficiencia del 60% en el uso del agua y los sistemas de rociadores, que pueden tener un 75 % de eficiencia, el riego por goteo llegar a una eficiencia de hasta el 90% en el uso del agua (FAO, 2002).</p>  <p>The diagram illustrates a complete drip irrigation system. It starts with a 'Well / Water Source' connected to a 'Pump'. The water then flows through a 'By Pass valve' and an 'NRV' (Non-Return Valve) into a 'Sand Separator Hydro-Cyclone'. From there, it passes through a 'Screen Filter' and another 'NRV' into a 'Sand Filter'. The 'Sand Filter' includes a 'Ventury', a 'Pressure Gauge', and a 'Back-wash Valve'. The water then travels through a 'Main Line' with an 'Air Valve' and 'Ball Valves' to a 'Submain Line'. The 'Submain Line' branches into 'Polytube / Lateral' lines, which are equipped with 'Lateral Flush Valves' and 'End Stop' valves. Finally, the water reaches the 'Dripper/Emitter' at the base of the plants. The diagram is credited to 'Courtesy: Jain Irrigation'.</p> <p>En los últimos tiempos, la tecnología de riego por goteo ha recibido atención especial de los agricultores, ya que las necesidades de agua para usos agrícolas han aumentado y los recursos disponibles han disminuido. En particular, el riego por goteo se ha aplicado en las zonas áridas y semi-áridas, así como en zonas con flujos irregulares de agua (o en zonas con recursos hídricos subterráneos que se basan en patrones estacionales).</p>

Un sistema de riego por goteo típicamente consiste en:

Bombas o sistemas de agua a presión

Sistemas de filtración

Sistemas de aplicación de nutrientes

Controlador de retrolavado

Regulador de presión

Tubos (incluidos tubería principal y tubos)

Válvulas de Control

Válvulas de seguridad

Accesorios de polietileno y para conexiones

Emisores

Una amplia gama de componentes y opciones de diseño está disponible. La cinta de goteo varía en sus especificaciones, dependiendo del fabricante y de su uso. El espaciamiento de los emisores depende del sistema de raíces del cultivo y las propiedades del suelo.

Se puede identificar zonas de riego aptas para esta modalidad considerando factores como la longitud del campo, su topografía, la textura del suelo, la longitud óptima de la corriente, y la capacidad de filtro. Muchos proveedores de sistemas de riego utilizan programas de computadora para analizar estos factores y diseñar sistemas de goteo. Una vez que las zonas están asignadas y el sistema de goteo diseñado, es posible programar los riegos para satisfacer las necesidades únicas de los cultivos en cada zona. Los más recientes sistemas automáticos han sido particularmente útiles para ayudar a controlar los flujos y presiones y para identificar posibles fugas, reduciendo así los requerimientos de trabajo.

El diseño del sistema debe tener en cuenta el efecto de la topografía del terreno en la presión del agua y los requisitos de flujo. Se debe hacer un plan para lograr uniformidad en la distribución de agua considerando cuidadosamente la cinta, longitudes de riego, topografía, y la necesidad de enjuague periódico de la cinta. El diseño también debe incluir válvulas de alivio de vacío en el sistema. La Figura 2 muestra un sistema de riego por goteo para alcaparras presentada en el Perú.



Figura 2: Campo de Alcaparras bajo el sistema de riego por goteo en suelo arenoso del valle de Pisco, Perú (Fuente: Rafael Garvan, Gerente de Granja Agriver SAC (2001))

La tecnología de riego por goteo puede ayudar a los agricultores a adaptarse al cambio climático proporcionando un uso eficiente del agua. Particularmente en áreas sujetas a los impactos del cambio climático, como las sequías estacionales, el riego por goteo reduce la demanda de agua y reduce las pérdidas de agua por evaporación. La aplicación programada del agua proporcionará los recursos hídricos necesarios directamente a la planta cuando sea necesario. Además, la aplicación de fertilizantes es más eficiente ya que se pueden administrar directamente a través de las tuberías.

Como es el caso con un sistema de rociadores, el riego por goteo es más apropiado cuando hay un suministro de agua limitado o irregular. Esta tecnología utiliza incluso menos agua que el riego por aspersión, ya que el agua puede aplicarse directamente a los cultivos de acuerdo con los requisitos de la planta. Además, el sistema de goteo no se ve afectado por el viento o la lluvia (como ocurre con la tecnología de aspersión).

El sistema de riego por goteo posiblemente es el que ha tenido mayores innovaciones tecnológicas, existiendo una amplia variedad de sistemas y múltiples combinaciones que se pueden efectuar con sus diferentes componentes, que también pueden provenir de diversos fabricantes. Entre las innovaciones en materia de cintas de riego se puede mencionar a la "Cinta RO - DRIP®" que es una innovación desarrollada por el Grupo Industrial Amanco y distribuida en Ecuador por Plastigama; es de los más económicos dentro de este sistema pues su presión de trabajo de 6 a 12 PSI, requiere filtrado de 120 a 140 mesh, mueve continuamente la sal lejos de la zona de la raíz, es resistente a rasgaduras y otros daños (ataque de roedores, penetración de raíces), lo que le da mayor durabilidad. Una variación muy conocida en el mercado es la denominada Cinta de Riego AQUA – TRAXX que tiene una mayor resistencia, durabilidad, uniformidad de distribución, utilizando goteros de caudal turbulento que permiten una mejor uniformidad del riego y es altamente resistente a taponamientos. Pueden permitir la utilización de dos entradas de agua con mecanismos que la agitan y le dan cierta turbulencia, lo que reduce las obstrucciones al tener una menor sección por entrada, posibilitando también recorridos más largos y uniformes, ya que la

	<p>turbulencia mantiene las partículas en suspensión evitando las obturaciones.</p> <p>Otro de las innovaciones es la denominada “T-Tape” que constituye una de las más reconocidas y confiables en el país, que fuera inicialmente distribuida por ISRARIEGO y hoy por John Deere. Es muy versátil y puede ser instalada en la superficie del suelo, bajo plástico o invernaderos, e incluso de forma subterránea. Tiene diseños y materiales confiables y económicos, así como una amplia gama de configuraciones, incluyendo diversas longitudes y espesores de pared. Está recomendada para diversos cultivos, principalmente los de ciclo corto. En Manabí se ha visto su utilización en cultivos de cebolla, melón y sandía; en tanto que en la sierra se la utiliza en cultivo de fresas.</p> <p>Del mismo modo que en el caso de los goteros, existen diseños modernos (tales como el Gotero Autocompensado y Antidrenante) con sistemas de limpieza automática o auto limpieza para evitar los taponamientos tan frecuentes en los sistemas tradicionales, cuya susceptibilidad a las obstrucciones está en relación directa con el diámetro de los orificios de acople. Generalmente están fabricados con materiales resistentes a los ácidos, que les confieren características importantes de resistencia a la intemperie y los protegen de la degradación química, que puede ocurrir por la acumulación de sales provenientes del agua, pero particularmente de los productos que se utilizan para la fertirrigación.</p> <p>Otro tipo de gotero muy difundido en el mercado ecuatoriano es el de origen israelí llamado “Supertif” de flujo regulado para suelos con pendientes y que pueden trabajar con diferentes caudales y presiones, a la vez que con cintas o mangueras de gran extensión. El gotero Supertif es también recomendado para viveros e invernaderos en terrenos de topografía inclinada; a la vez que permiten un fácil acople y una limpieza oportuna y sin mayores dificultades. Adicionalmente este tipo de gotero permite el “auto lavado” del emisor cuando está en funcionamiento.</p>
<p>FUNCIONALIDAD</p>	<p>Adaptación al Cambio Climático</p> <p>El riego por goteo puede ayudar a utilizar el agua de manera eficiente. Un sistema de goteo bien diseñado reduce el escurrimiento del agua por percolación profunda o evaporación a casi cero. Si el consumo de agua se reduce, los costes de producción se reducen. Además, dificulta la aparición de enfermedades, incluyendo hongos. La programación de riego se puede administrar con precisión para satisfacer las demandas de los cultivos, contribuyendo así a un mayor rendimiento y calidad.</p> <p>Los productos químicos agrícolas se pueden aplicar de manera más eficiente y con precisión gracias al riego por goteo. Puesto que solo la zona radicular del cultivo es de regadío, el nitrógeno que ya está en el suelo está menos sujeto a pérdidas por lixiviación; así se pueden reducir los costos y pérdidas de fertilizantes nitrogenados. En el caso de los insecticidas, podrían ser necesarios menos productos.</p> <p>La tecnología del sistema de goteo es adaptable a terrenos donde otros sistemas no pueden funcionar bien debido a las condiciones climáticas o del suelo. Puede adaptarse a tierras con diferentes topografías y a cultivos que crecen en una amplia gama de características del suelo (incluyendo suelos salinos). Ha sido particularmente eficaz en zonas arenosas con cultivos permanentes tales como cítricos, aceitunas, manzanas y verduras. Un sistema de riego por goteo puede ser automatizado para reducir la necesidad de mano de obra.</p> <p>Aspectos Socioeconómicos y Ambientales</p> <p>La implementación del sistema de riego por goteo incide directamente en los resultados productivos y permite la una mayor productividad</p>

	<p>con el consecuente incremento de ingresos. Si bien se requiere también de conocimientos tecnológicos y otras condiciones de tipo empresarial, el sistema puede ser aplicado en la pequeña agricultura, particularmente hortícola en los sectores campesinos, conforme lo demuestran un sinnúmero de ejemplos observados en las diferentes visitas de campo efectuadas en las provincias seleccionadas. En términos generales el incremento de las áreas de cultivo, los nuevos cultivos, la mayor producción fruto de la tecnificación del riego, contribuyen a la absorción de mano de obra, a una mayor equidad de género y a la generación de empleo, así como a disminuir los procesos migratorios campo – ciudad.</p> <p style="text-align: center;">Alineación con los Objetivos de Desarrollo</p> <p>La Constitución de Ecuador 2008: Capítulo segundo, Derechos del Buen Vivir -Sección primera, Agua y alimentación en su Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria.</p> <p>Política 4.3 del PNBV, en el lineamiento 1: aplicar programas, e implementar tecnología e infraestructura orientadas al ahorro y a la eficiencia de las fuentes actuales y a la soberanía energética.</p> <p>La Política 4.6 del PNBV en su lineamiento 3.- fomentar acciones de manejo integral, eficiente y sustentable de las tierras y demarcaciones hidrográficas que impulsen su conservación y restauración con énfasis en tecnologías apropiadas y ancestrales que sean viables para las realidades locales.</p> <p>El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático -PNACC en su objetivo OE1: Establecer condiciones que garanticen la soberanía alimentaria y la producción agropecuaria frente a los impactos del cambio climático-</p> <p style="text-align: center;">Lineamientos para 2017:</p> <p>Fomentar la implementación de medidas de adaptación (tales como diversificación de especies más resistentes a los cambios del clima, la creación de bancos de germoplasma, el uso de especies que contribuyan a evitar la erosión, entre otros) en los sistemas productivos de los sectores ganadero y agrícola más importantes en términos económicos y de soberanía alimentaria, para aumentar su capacidad de respuesta frente a eventos climáticos extremos y así asegurar la disponibilidad de alimentos sanos suficientes y nutritivos.</p> <p>Identificar, incorporar, desagregar, adaptar y asimilar tecnologías que permitan aumentar la diversificación de la producción agrícola y ganadera, así como su capacidad de respuesta frente a los impactos del cambio climático.</p>
REQUERIMIENTOS	<p style="text-align: center;">Desarrollo de conocimientos</p> <p>A nivel mundial se estima que los costos de capacitación representan un 30% de los costos directos. En el caso del Ecuador la SRD los ha considerado en un promedio de US\$ 1.000 por hectárea.</p> <p style="text-align: center;">Requisitos institucionales y de organización</p>

	<p>Se requiere fortalecer a las organizaciones de regantes y a regantes individuales para que logren gestionar con precisión el mantenimiento y el control de flujo de agua. Por ejemplo, la cinta de goteo o el tubo deben mantenerse cuidadosamente a fin de evitar fugas o taponamiento y los emisores deben limpiarse regularmente para evitar el bloqueo con depósitos químicos. En ciertos casos, sería necesario rediseñar la granja con un programa de control de malezas.</p> <p style="text-align: center;">Requisitos financieros y costos</p> <p>El sistema por goteo es el más costoso y que más altas inversiones requiere, siendo el factor más importante que limita su expansión. El costo varía dependiendo del tipo de tecnología, los dispositivos automáticos y los materiales utilizados, así como de la cantidad de trabajo requerida. La SRD estima que en el país, los costos estarían en el orden de US\$3.000 a 10.000, pudiéndose llegar a un costo promedio de US\$ 6.811 por ha., con estimaciones de US\$ 1.544 para una superficie de 1.000 m² (SRD, 2011). Hay algunas experiencias de riego comunitario por goteo en donde la participación de los campesinos, principalmente con mano de obra, puede bajar los costos hasta un 30% (CESA 2011).</p> <p>En el país existen varias fuentes de financiamiento público y privado para la instalación de estos sistemas: Banco Nacional de Fomento (BNF), Corporación Financiera Nacional (CFN), banca privada; las propias empresas comerciales que distribuyen los equipos, herramientas y materiales y que brindan el asesoramiento técnico requerido, pueden ofrecer crédito directo o facilitar trámites con la banca privada u otros organismos financieros.</p>
<p>BARRERAS Y OPORTUNIDADES</p>	<p>Al igual que con el sistema de riego por aspersión, la tecnología de riego por goteo se enfrenta a algunos obstáculos, incluida la falta de acceso a financiación para la compra de equipo y una mayor inversión inicial.</p> <p>Condiciones técnicas tales como la presencia de suelo arcilloso, precipitaciones irregulares o pendientes empinadas pueden incrementar los costos de implementación y mantenimiento o afectar a la eficiencia del sistema de goteo.</p> <p>Otra barrera es el hecho de que esta tecnología no es apropiada para todos los cultivos. Hace falta brindar asesoramiento técnico a los campesinos interesados en su uso, a fin de que hagan una selección adecuada de la tecnología.</p> <p>El riego por goteo es particularmente adecuado para uso con el agua subterránea de pozos. Se requiere de arreglos institucionales y fortalecimiento de la capacidad de los usuarios de agua para evitar un uso excesivo de los recursos acuíferos y conflictos potenciales. El riego por goteo puede ser implementado a través de asociaciones de usuarios, para mejorar los beneficios económicos y reducir los costos iniciales.</p> <p>El riego por goteo es una tecnología versátil, adecuada para la aplicación en una amplia gama de contextos. Puede ser aplicado a escalas pequeñas o grandes y con componentes de bajo costo o más sofisticado.</p> <p>Esta tecnología puede emplearse en combinación con otras medidas de adaptación tales como el fortalecimiento de juntas de usuarios de agua, cultivos múltiples y manejo de fertilizantes. El riego por goteo contribuye a un uso eficiente del agua, reduce los requisitos de fertilizantes y aumenta la productividad del suelo. Es especialmente adecuado en zonas con escasez de agua permanente o temporal,</p>

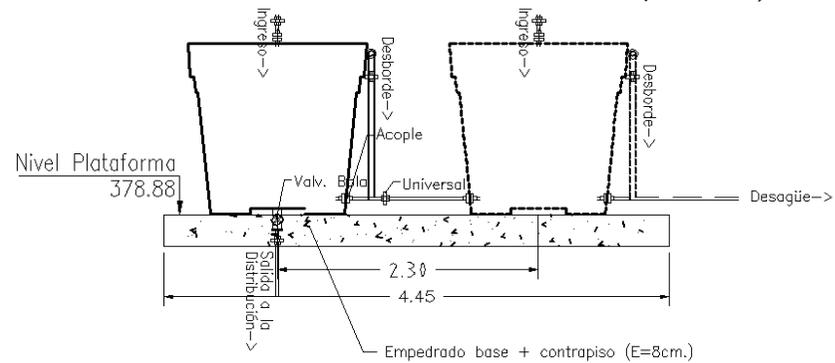
	puesto que también se pueden adoptar variedades de cultivos resistentes a estas condiciones.
Fuentes Bibliográficas	<p>Gobierno de la República del Ecuador, “Estrategia Nacional al Cambio Climático-ENCC- 2011-2025; 2011. Quito-Ecuador</p> <p>Elliot, M., Armstrong, A., Lobuglio, J. and Bartram, J. “Technologies for Climate Change Adaptation—The Water Sector”. T. De Lopez (Ed.).2011. Roskilde: UNEP Risoe Centre.</p> <p>Clements, R., J. Haggar, A. Quezada, and J. Torres (2011). Technologies for Climate Change Adaptation – Agriculture Sector. X. Zhu (Ed.).</p> <p>UNEP Risø Centre, Roskilde, 2011,</p> <p>Quezada, J Haggar , J. Torres, R. Clements (2011), “Drip Irrigation”, Climate Tech Wiki, A Clean Technology Platform, UNEP Risø Centre, Roskilde, << http://climatetechwiki.org/content/drip-irrigation>></p>

9. Reservorios

Escala y Plazo	Organizaciones de regantes Parcela; familias y productores individuales / Corto a Mediano Plazo
<p>CARACTERÍSTICAS</p>	<p>El almacenamiento de agua en reservorios permite contar con un suministro de agua de buena calidad en el verano o durante las sequías o veranillos que se presentan en invierno. Los reservorios pueden almacenar aguas de escorrentía provenientes de quebradas y ríos, o capturar aguas lluvias. Las estructuras detalladas en esta ficha corresponden a la categoría de macrocaptación o captación de mediana escala, por ser las que se pueden adaptar mejor a las necesidades de los pequeños y medianos productores agropecuarios.</p> <p>Los principales tipos de reservorio son:</p> <p>Reservorios Dique – Represa: Los embalses de represa almacenan gran parte del agua por encima del nivel de la superficie original del terreno; se considera que un estanque es de represa, cuando la profundidad del agua embalsada por encima de la superficie sobrepasa los 90 cm. Se construyen en áreas con pendientes suaves a moderadas y donde la represa se puede levantar transversalmente al eje de una depresión: el embalse se llena con agua de escorrentía. Puede ser necesario revestir el reservorio cuando los suelos no son arcillosos y se tiene alta infiltración del agua; los materiales más usados son plástico y geomembrana de PVC.</p> <p>La variante con gaviones se puede utilizar donde hay suficiente piedra para armar el dique. En este caso, no es necesario hacer movimientos de tierra en la depresión natural donde se construye el reservorio.</p> <p>Reservorios Excavados: Los reservorios excavados almacenan gran parte del agua debajo del nivel original del suelo. Se construyen en terrenos relativamente planos y donde hay sitios adecuados para construir una represa. Se pueden llenar tanto con el agua de escorrentía como por la infiltración de agua subterránea en la excavación.</p> <p>Reservorio Estanque.- Este tipo de reservorio es muy similar al excavado, con la diferencia de que el nivel del agua se puede llevar por encima del suelo mediante la construcción de paredes, principalmente de concreto. Se recomienda para zonas donde no se encuentren disponibles otros materiales de construcción. Cuando los suelos no son arcillosos, el piso se puede revestir con concreto, plástico o geomembrana de PVC.</p> <p>Reservorio Envase.- Son envases de diferentes tipos y tamaños; por ejemplo, envases plásticos, estañones de metal o cisternas construidas de concreto. Normalmente, este tipo de reservorio se utiliza para capturar aguas de techos. Puesto que la capacidad de almacenaje no es grande, el agua se utiliza principalmente para regar huertas caseras y escolares.</p> <p>Reservorio Dique Escalonado.- Es una variación del reservorio dique – represa con el cual se aprovecha la pendiente del terreno para construir diques en serie y, de esta forma, rebajar costos por movimientos de tierra.</p> <p>Tanques livianos semi-enterrados: aplicables a comunidades donde el volumen de reserva requerido no sea superior a los 20 m³ y los terrenos sean planos, ya que los tubos deben ser colocados horizontalmente. Los cabezales pueden construirse de ferrocemento para bajar costos. Los diámetros máximos dependen del mercado local. Su implantación debe realizarse en terrenos planos y duros, con una cama de arena para apoyar los tubos de PVC. Las juntas entre la tubería y los cabezales de concreto deberán realizarse con cemento asfáltico para garantizar la estanqueidad de la estructura.</p>

TANQUES RESERVA

PRIMERA ETAPA (1 TANQUE) SEGUNDA ETAPA (2 TANQUE)



Tanques de almacenamiento: Estas cisternas son rápidas de construir por los propios usuarios, los materiales se consiguen fácilmente. El tanque puede ser de ferrocemento. Para garantizar su impermeabilidad, los enlucidos se harán con hidrófugos de reconocida calidad y en proporciones adecuadas para este fin. La instalación de accesorios se realizará en los sitios más adecuados para los usuarios. El tanque puede llevar una llave en su parte inferior para la extracción del agua. El proceso incluye: a) colocación de malla, b) aplanado, c) colocación de PVC para conducción del agua de lluvia y d) cisterna con tapa.

	<p style="text-align: center;">Procesos de construcción y algunos tipos de cisternas</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Fuente: www.dip.go.ug, www.bosquedeniebla.com.mx/htm/ecocis.htm</p>
<p>FUNCIONALIDAD</p>	<p style="text-align: center;">Adaptación al Cambio Climático</p> <p>Ante la variabilidad del ciclo hidrológico que se anticipa como efecto del cambio climático, la regulación del suministro de agua para la agricultura es una medida de adaptación muy importante.</p> <p style="text-align: center;">Aspectos Socioeconómicos y Ambientales</p> <p>La construcción de reservorios individuales o comunitarios permite que los agricultores hagan frente a los períodos de estiaje, evitando las pérdidas en la producción.</p> <p style="text-align: center;">Alineación con los Objetivos de Desarrollo</p> <p>La Constitución de Ecuador 2008: Capítulo tercero Soberanía alimentaria Art. 282.- El estado regulará el uso y manejo del agua de riego para la producción de alimentos, bajo los principios de equidad, eficiencia y sostenibilidad ambiental.</p> <p>El Plan Nacional de Riego y Drenaje (MAGAP-SRD, 2012:85-86, 102) tiene como Objetivo 1: ampliar la cobertura y mejorar la eficiencia social, económica y ambiental de todos los sistemas de riego y drenaje.</p>

	<p>Su Política 1.2 plantea: “Elevar los niveles de productividad sistémica y los rendimientos agropecuarios en las zonas de cultivo que actualmente tienen riego”.</p> <p>Uno de los Lineamientos estratégicos para la política 1.2 es “Priorizar la inversión orientada al mejoramiento del riego parcelario en programas de fomento a la Economía Popular y Solidaria.</p> <p>La meta a 4 años para este objetivo es: “A nivel nacional los sistemas públicos y comunitarios conllevan procesos de tecnificación del riego parcelario para fortalecer los sistemas productivos campesinos”. Y: “Las nuevas áreas con riego público cuentan con procesos de tratamiento de suelos, de tecnificación del riego parcelario y servicios complementarios para la producción y comercialización.”</p> <p>La Estrategia Nacional de Cambio Climático -ENCC en su objetivo OE1: Establecer condiciones que garanticen la soberanía alimentaria y la producción agropecuaria frente a los impactos del cambio climático. Resultados esperados al 2013 contemplan:</p> <p>El diseño de proyectos del Plan Nacional de Riego ha incorporado criterios y el resultado de estudios de vulnerabilidad al cambio climático para construir sistemas de riego más eficientes, evitar pérdidas de agua de riego y atender a zonas prioritarias según criterios de soberanía alimentaria. Se ha iniciado la ejecución de al menos 6 proyectos hídricos multipropósito con esos criterios.</p> <p>Se ha implementado la tecnificación del riego en 11 provincias del país con criterios de adaptación al cambio climático.</p>				
<p>REQUERIMIENTOS</p>	<p style="text-align: center;">Desarrollo de conocimientos</p> <p>El diseño y construcción de reservorios de escala mediana y grande requiere de conocimientos técnicos en las áreas de ingeniería estructural, hidráulica y agrícola. Para reservorios de pequeña escala, existen manuales y especificaciones técnicas generales que pueden ser de utilidad en el caso de proyectos pequeños.</p> <p style="text-align: center;">Requisitos institucionales y de organización</p> <p>En cuanto a la organización, es necesario consolidar una junta de regantes para financiar o apoyar la construcción del reservorio, gestionar el agua y ejecutar el mantenimiento y mejoramiento de la infraestructura existente.</p> <p style="text-align: center;">Requisitos financieros y costos</p> <p>Los costos varían de acuerdo con la escala y al tipo de reservorio adecuado para cada caso. El <i>Manual de especificaciones técnicas para la elaboración de estructuras de captación de agua de lluvia</i>, del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica, desglosa unos valores referenciales para varios tipos de reservorios.</p> <table border="1" data-bbox="568 1155 1901 1292"> <thead> <tr> <th data-bbox="568 1155 1688 1206">Características del Reservorio</th> <th data-bbox="1688 1155 1901 1206">Costo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="568 1206 1688 1292">Movimiento de Tierra para reservorio tipo represa (140 m3). En suelo arcillosos, sin revestimiento.</td> <td data-bbox="1688 1206 1901 1292">900 USD</td> </tr> </tbody> </table>	Características del Reservorio	Costo	Movimiento de Tierra para reservorio tipo represa (140 m3). En suelo arcillosos, sin revestimiento.	900 USD
Características del Reservorio	Costo				
Movimiento de Tierra para reservorio tipo represa (140 m3). En suelo arcillosos, sin revestimiento.	900 USD				

		Reservorio Excavado revestido por concreto de 1,000 m3 (20x20x2.5)	43,450 USD	
		Reservorio tipo dique-represa con revestimiento plástico (polietileno) de 3,750 m3	18,403 USD	
		Reservorio tipo dique –represa con gaviones de 1,575 m3	26,520 USD	
		Reservorio tipo estanque revestido con plástico (polietileno) de 450 m3	1,830 USD	
		Reservorio tipo envase (9 envases de 22 m3)	32,742 USD	
		Reservorio tipo dique escalonado	77,700 USD	
BARRERAS Y OPORTUNIDADES	Dependiendo del manejo de las tarifas y la organización de la Junta de Regantes, la tecnología es sostenible; sin embargo tiene una barrera de acceso debido al necesario capital de inversión. Los costos varían de acuerdo con el tipo de captación, el volumen, la distancia a la fuente y condiciones topográficas en donde se implantará el proyecto, pero se consideran altos para comunidades empobrecidas.			
Fuentes Bibliográficas	<p>Gobierno de la República del Ecuador, “Estrategia Nacional al Cambio Climático-ENCC- 2011-2025; 2011. Quito-Ecuador</p> <p>Proyecto MAE/GEF/PNUD “Adaptación al Cambio Climático a través de una efectiva Gobernabilidad del Agua en Ecuador”, “Estudio de Vulnerabilidad a los Riesgos Climáticos en el sector de los recurso hídricos en la cuenca de los ríos Portoviejo y Chone”, 2009, Quito-Ecuador.</p> <p>Salinas , Adolfo. Manual de especificaciones técnicas para la elaboración de estructuras de captación de agua de lluvia (SCALL) en el sector agropecuario de Costa Rica y recomendaciones para su utilización /Adolfo Salinas Acosta, Rigoberto Rodríguez Quirós, David Morales Hidalgo. -- Nicoya: Universidad Nacional, CEMEDE, 2010</p> <p>Elliot, M., Armstrong, A., Lobuglio, J. and Bartram, J. “Technologies for Climate Change Adaptation—The Water Sector”. T. De Lopez (Ed.).2011. Roskilde: UNEP Risoe Centre.</p> <p>Quezada A, Haggar J, Torres J, Clements R, “Climate Change Monitoring System”, UNEP Risoe Centre, ClimatetechWiki, << http://climatetechwiki.org/ >></p> <p>Ministerio de Coordinación de Desarrollo Social, “Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador SIISE”, 2001,Quito-Ecuador</p>			

10. Instrumentos y capacidades para medir y monitorear el agua efectivamente consumida

Escala y Plazo	Organizaciones de regantes / Gobiernos comunales o locales / Mediano a Largo Plazo
CARACTERÍSTICAS	<p>La creciente demanda global por el recurso hídrico disminuye la disponibilidad del agua per cápita e incrementa los costos de producción. Una medida para enfrentar el problema es la optimización del aprovechamiento de los recursos hídricos disponibles, teniendo máximos cuidados en su conservación, minimizando su pérdida en las instalaciones y eliminando los consumos superfluos y los desperdicios; ello incluye contabilizar el volumen de agua suministrada para efectos de cobranza, correspondiendo un mayor pago a un mayor consumo.</p> <p>La implementación de la macro y micro medición en los sistemas de distribución de agua para riego es una herramienta muy valiosa para obtener ahorros considerables en la operación y prestación de este tipo de servicio; sin embargo es poco utilizada. Para fines de su administración y control, el agua debe considerarse como un bien económico considerando su ciclo hidrológico, su oferta – demanda y su costo de disposición. No se puede administrar lo que no se mide.</p> <p>Beneficios de la medición:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reducción de pérdidas por detección oportuna de fugas en la red de distribución de riego. • Reducción de costos asociados por tratamiento de agua y bombeo. • Medición eficiente de acuerdo a los perfiles de consumo de los usuarios. • Incremento de ingresos para el mantenimiento de sistemas de agua y riego por una oportuna facturación. <p>El desconocimiento de los datos básicos que proporcionan los medidores, conduce a los sistemas de distribución a tener fugas de capital aparentemente mínimas pero que con el tiempo provocan que los municipios u juntas de riego gasten más de lo necesario en energía eléctrica y administración.</p> <p>La determinación real del consumo de agua en un sistema de riego se hace a través de la medición de los caudales por medio de técnicas de macro y micro medición. La macro medición se refiere a la medición de caudales por sectores o zonas de consumo. La micro medición contabiliza el caudal a nivel parcelario y por usuario o agricultor. La combinación de macro y micro medición garantiza el control sobre el flujo de agua distribuido y es una herramienta útil para evitar la subfacturación o la pérdida del recurso.</p>

		<p>MICROMEDIDORES DE AGUA POTABLE</p> <p>Para uso parcelario o pequeños consumos en sistemas presurizados de riego</p>		
			<p>MACROMEDIDORES DE AGUA POTABLE</p> <p>Caudalímetros para medir la producción de agua, instalados a la bajada del tanque, salida de bombas, cisternas, o grandes bloques de abastecimiento.</p>	
<p>FUNCIONALIDAD</p>	<p>La macro y micro medición forman parte del sistema integral de medición. No tienen únicamente aplicaciones comerciales; generan datos útiles para incrementar la eficiencia. Son una inversión, su selección se debe efectuar dentro de un entorno de costo – beneficio.</p>			



Fuente: Badger Meter Co

Para que los clientes puedan pagar de forma proporcional a su consumo, es necesario que además de funcionar con la precisión adecuada, los medidores hayan sido seleccionados y dimensionados correctamente. Para permitir una lectura fácil y segura, el aparato debe ser ubicado de forma que el lector tenga fácil acceso, que el lugar tenga buena iluminación y sobre todo, que no ofrezca riesgo a la salud del lector.

Características de los medidores		Ventajas	Desventajas
Volumétricos	De pistón Rotativo	Comienza a indicar consumo con caudales muy bajos (3 a 5 litros por hora), por eso su caudal mínimo es bajo	Puede presentar problemas rápidamente, en caso que el agua no sea de óptima calidad
	De pistón Nutativo		Puede fallar por mala calidad de agua, y desgaste de piezas
Taquímetro	Multichorro	Son más baratos que los de tipo volumétrico	Caudal mínimo más elevado que sus similares volumétricos

	Unichorro	Trabajan mejor con agua de baja calidad, que contengan partículas	
--	-----------	---	--

. Fuente: Aliaga (2003)

MICROMEDICIÓN EN SISTEMAS A GRAVEDAD

Se puede calcular el caudal que pasa a través de una sección de un canal de un sistema de riego por medio del uso de vertederos. Para ello se podría simplemente alisar el fondo y los lados del canal, o recubrirlos con mampostería u hormigón o instalar una estructura construida con ese fin. Existe una amplia variedad de esos dispositivos. A continuación se describe una selección de los dispositivos que son fáciles de instalar y de hacer funcionar con referencia a manuales adecuados para estructuras más caras o complicadas.

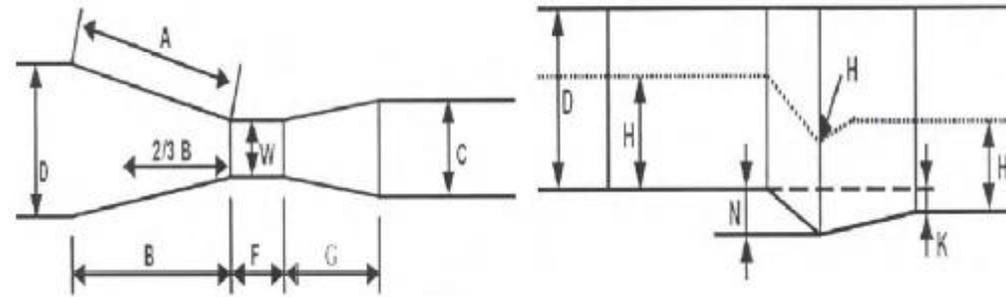
En general las estructuras que cambian el nivel del agua se denominan vertederos y las estructuras de tipo canal se denominan aforadores, aunque esta distinción no siempre se cumple. Una distinción más importante es entre dispositivos estándar y no estándar. Un vertedero o aforador estándar es el que se construye e instala siguiendo especificaciones uniformes y cuando el caudal puede calcularse a partir de la profundidad de la corriente mediante el empleo de diagramas o tablas de aforo, es decir, cuando el aforador ha sido previamente calibrado. Un vertedero o aforador no estándar es el que necesita ser calibrado individualmente después de la instalación, mediante el empleo del método velocidad/superficie como cuando se establece el aforo de una corriente.

TIPOS DE MEDIDORES

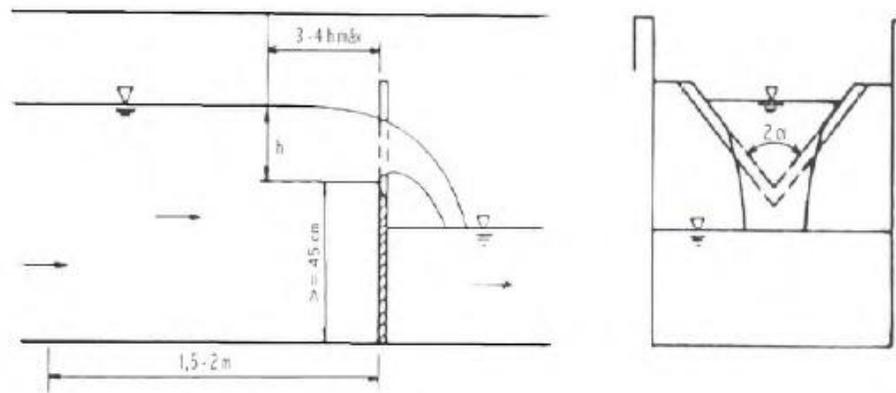
La construcción de cada medidor, impone diferencias como la pérdida de carga y costos menores de fabricación, aunque el principio fundamental es el mismo.

Tipo	Descripción	Observación
Tipo Venturi	El Venturi origina una pequeña pérdida de carga y con las debidas precauciones, se puede usar para	El medidor Venturi es un dispositivo preciso, para medir líquido en tuberías, pero su costo es alto.

			líquidos con determinadas concentraciones de sólidos		
		Pitot Modificado Tipo Annubar	Este tipo de medidor comercial es una innovación del tubo Pitot, tiene precisión aceptable y es simple en su instalación, operación y mantenimiento, lo que hace atractiva su adquisición.	La ubicación del Annubar en el conducto es importante, porque la turbulencia en el flujo afecta la precisión de la medición.	
		Medidor Velocimétrico	La medición se hace sobre la base de la proporcionalidad existente entre el número de revoluciones de la turbina y la velocidad del agua que atraviesa la tubería.	Este medidor utiliza, como elemento de medición, una turbina que trabaja en una tubería bajo presión, el flujo de agua entra en dirección axial a la misma.	
		Medidor Electromagnético	Son medidores de estado sólido que producen una señal de salida en unidades de frecuencia o una señal analógica, que puede ser de 4 - 20 mA.	El principio de operación de este medidor es la Ley de Faraday.	
		Medidores de Conducto Libre	Los medidores de conducto libre Parshall y Vertedero condicionan el flujo del agua en el canal de medición, de manera, que sea producida una señal de nivel, que indica el caudal a través de la curva de calibración del medidor.	La lectura de los medidores Vertedero y Parshall es hecha en el lugar de instalación por operadores entrenados.	
Fuente: ANESAPA					



Medidor Parshall



Medidor de Vertedero

Aspectos Socio-Ambientales

Muchas cuencas hidrográficas son deficitarias actualmente; esta situación se deteriorará en un contexto de cambio climático. Además, ello dará lugar a mayores y más frecuentes conflictos por la asignación de derechos de uso del agua. Una forma de mejorar la gobernabilidad de esta situación es transparentar el uso del agua; si se cumple con las autorizaciones otorgadas, si se desperdicia el agua, si hay usuarios perjudicados mientras otros se benefician con mayores cantidades a las asignadas o necesarias. Además, la medición de los caudales utilizados facilitará el cobro de tarifas.

Aspectos socioeconómicos y ambientales

La adopción generalizada de la macro y micro medición de caudales mejorará la gobernabilidad del recurso agua y disminuirá su desperdicio, contribuyendo así al mantenimiento de caudales ecológicos y liberando agua para otros usos.

Alineación con los Objetivos de Desarrollo

La Constitución de Ecuador 2008: Capítulo segundo Derechos del Buen Vivir -Sección primera Agua y alimentación en su Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria.

La Política 4.6 del PNBV en su lineamiento 3.- fomentar acciones de manejo integral, eficiente y sustentable de las tierras y demarcaciones hidrográficas que impulsen su conservación y restauración con énfasis en tecnologías apropiadas y ancestrales que sean viables para las realidades locales.

El Plan Nacional de Riego y Drenaje (MAGAP-SRD, 2012:85-86, 102) tiene como Objetivo 1: ampliar la cobertura y mejorar la eficiencia social, económica y ambiental de todos los sistemas de riego y drenaje.

	<ul style="list-style-type: none"> • Su Política 1.2 plantea: “Elevar los niveles de productividad sistémica y los rendimientos agropecuarios en las zonas de cultivo que actualmente tienen riego”. • Uno de los Lineamientos estratégicos para la política 1.2 es “Priorizar la inversión orientada al mejoramiento del riego parcelario en programas de fomento a la Economía Popular y Solidaria. • La meta a 4 años para este objetivo es: “A nivel nacional los sistemas públicos y comunitarios conllevan procesos de tecnificación del riego parcelario para fortalecer los sistemas productivos campesinos”. Y: “Las nuevas áreas con riego público cuentan con procesos de tratamiento de suelos, de tecnificación del riego parcelario y servicios complementarios para la producción y comercialización.” <p>Plan Nacional de Adaptación.- Objetivo específico 4, “Manejar el patrimonio hídrico con un enfoque integral e integrado por Unidad Hidrográfica, para asegurar la disponibilidad, uso sostenible y calidad del recurso hídrico para los diversos usos humanos y naturales, frente a los impactos del cambio climático.”</p> <p>Lineamiento para la acción (2017) #3 ,”Fomentar la optimización del uso y aprovechamiento del agua, sobre la base de los principios de equidad, solidaridad y responsabilidad socio-ambiental, para reducir la vulnerabilidad de las poblaciones frente a la escasez del recurso”</p>
REQUERIMIENTOS	<p>Desarrollo de conocimientos</p> <p>Los conocimientos técnicos necesarios para la implementación de la tecnología están ligados al aforo y mediciones para medir los caudales. Además, es necesario estudiar y determinar técnicamente la demanda “ideal” por parcela, que permita establecer volúmenes de uso a los agricultores, promoviendo además el uso eficiente del recurso hídrico.</p> <p>Requisitos institucionales y de organización</p>

	<p>Desde el punto de vista institucional es necesario un fortalecimiento a las organizaciones de regantes y establecer un marco jurídico y reglamentario claro que promueva el uso eficiente de los sistemas de riego y que obligue a los usuarios a consumir lo necesario. Para ello, varios instrumentos legales y normativos deben estar listos para guiar la gestión de las juntas de regantes y los operadores de los grandes sistemas de riego.</p> <p>Requisitos financieros y costos</p> <p>Las inversiones en macro y micro medición son financieramente sostenibles dado que permiten el control sobre el volumen facturado y evitan pérdidas económicas a las juntas de regantes, promoviendo el consumo responsable.</p>
<p>BARRERAS Y OPORTUNIDADES</p>	<p>Las principales barreras de esta tecnología pasan por el cumplimiento de los requisitos institucionales, de organización y normativos necesarios. Es necesario romper la barrera cultural sobre el precio del agua de riego y promover un consumo responsable del agua para pasar a implementar políticas de gestión del consumo, monitoreo de caudales e incentivos para el uso eficiente del agua.</p> <p>Una política de precios que penalice el desperdicio del agua es uno de los incentivos más eficaces para el ahorro de este recurso. Las políticas de precios pueden aplicarse de modo que los agricultores no paguen el coste total del agua pero que tampoco les resulte totalmente gratis. Por ejemplo, las tarifas pueden constar de una fracción, por ejemplo la mitad, con un precio básico por el volumen de agua normalmente utilizado, un precio más alto por el siguiente 25 por ciento del volumen y un precio mucho más alto por el último 25 por ciento. Con sistemas escalonados de tarifas de este tipo pueden producirse ahorros substanciales.</p>
<p>Fuentes Bibliográficas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Gobierno de la República del Ecuador, “Estrategia Nacional al Cambio Climático-ENCC- 2011-2025; 2011. Quito-Ecuador • Departamento de Desarrollo Sostenible, “ Medición sobre el terreno de la erosión del suelo y la escorrentía” Depósito de documentos de la FAO, • Elliot, M., Armstrong, A., Lobuglio, J. and Bartram, J. “Technologies for Climate Change Adaptation—The Water Sector”. T. De Lopez

	<p>(Ed.).2011. Roskilde: UNEP Risoe Centre.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quezada A, Hagggar J, Torres J, Clements R, “Climate Change Monitoring System”, UNEP Risoe Centre, ClimatetechWiki, << http://climatetechwiki.org/content/climate-change-monitoring-system>> • Aliaga, Pedro, “ Medición y control de Fugas”; Asociación Nacional de Empresas de Agua Potable y Alcantarillado, 2003, Diciembre • Gobierno de la República del Ecuador, “Estrategia Nacional al Cambio Climático-ENCC- 2011-2025; 2011. Quito-Ecuador • Secretaría Técnica del Comité de Gestión de la Subcuenca Chambo –CESA/AVF, “Estado actual de la subcuenca del río Chambo, Una primera aproximación para una planificación participativa de los recursos hídricos”, 2011. Riobamba-Ecuador • Sánchez, R.” Sistemas de Macro y Micro Medición y su aplicación para telegestión”, Badger Meter Co, 2004, México • Ministerio de Coordinación de Desarrollo Social, “Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador SIISE”, 2001,Quito-Ecuador • Farley “Malcon, Leakeage Management Control; A best practice training manual”, World Health Organization, 2001, Geneve- Switzerland
--	---

11. Instrumentos económicos para incentivar la eficiencia en el uso del agua en sistemas de riego

Escala y Plazo	Estado Nacional, Organizaciones de regantes, Instituciones Intermedias / Mediano a Largo plazo
CARACTERÍSTICAS	<p>Según los principios rectores para la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) establecidos en la declaración de la Conferencia de Dublín sobre Agua y Medio Ambiente en 1992, <i>“el agua tiene un valor económico en todos sus diversos usos en competencia y debería ser reconocida como un bien económico... en virtud de este principio, es esencial reconocer ante todo el derecho fundamental de todo ser humano a tener acceso al agua pura y al saneamiento, por un precio asequible. En el pasado, la ignorancia del valor económico del agua condujo al desperdicio y a la utilización de este recurso con efectos perjudiciales para el medio ambiente. La gestión del agua, en su condición de bien económico, es un medio importante para lograr el uso eficaz y equitativo del agua, y de alentar la conservación y protección de los recursos hídricos.”</i> (Moriarty et al., 2006).</p> <p>En todos los sistemas de riego visitados, se advirtió que los usuarios no conocen el volumen de agua que usan y, en general, no se preocupan si lo desperdician. En efecto, en el sistema de riego Chambo-Guano, los usuarios pagan una tarifa calculada sobre las hectáreas de riego y no sobre el consumo real; en el sistema Poza Honda, los usuarios no pagan ninguna tarifa. En un caso de un agricultor en Guano que no tenía acceso a riego y utilizaba agua de consumo humano, este llevaba una cuenta bastante exacta del volumen que utilizaba, puesto que debía pagarlo mensualmente en su cuenta de agua potable.</p> <p>Todo sistema de riego tiene un costo de manejo y suministro, que incluye la operación y mantenimiento, el capital e incluso los costos de las externalidades económicas y ambientales del sistema. Además, los usuarios pagan un precio o tarifa para consumir el agua pero también para poder verter agua contaminada a los cauces (Doornbos, 2007). El monto de la tarifa no se fija en un proceso puramente técnico; es el resultado de una deliberación que toma en cuenta factores como la recuperación de costos, la equidad y la sostenibilidad. En este monto puede influir la existencia de subsidios; también se pueden recuperar costos mediante impuestos.</p>

En el Ecuador el agua es considerada un bien nacional de uso público (Ley de Aguas, 1972); esto hace que la asignación del recurso esté en manos del estado, según las prioridades establecidas por la sociedad, reflejadas actualmente en la Constitución del 2008. El Estado debe gestionar el agua como bien público, pero ello no significa que sus usuarios y beneficiarios no participen en su cuidado ni procuren su uso eficiente.

Al año 2007 se estimaba que el valor promedio de la tarifa básica para los sistemas de riego en el país era de alrededor de 1 dólar por hectárea, cantidad prácticamente simbólica si se toma en cuenta el alto costo de la infraestructura de los sistemas de riego, que debería ser cubierto por esta tarifa. La tarifa volumétrica, que cubre el uso efectivo del agua y la operación y mantenimiento, debería calcularse dividiendo los costos de operación y mantenimiento entre el número de metros cúbicos utilizados por año. Pero como los volúmenes utilizados no se miden, en la práctica la tarifa se aplica como una cantidad por hectárea, definida por las juntas de regantes. Finalmente, la tarifa por concesión, que debería entregarse a la SENAGUA, también es mínima.

Se estima que un porcentaje muy bajo de usuarios cancela el valor correspondiente al uso del agua: si bien la actual indefinición del marco legal contribuye al problema, los mismos usuarios no pagan, como en el caso de Poza Honda. De esta manera, el sistema se deteriora, no puede mantenerse apropiadamente y sus operadores deben esperar la asignación de fondos del presupuesto general del estado para resolver problemas crónicos; esto mina la eficacia de la respuesta y le resta calidad y oportunidad al manejo.

En este sentido, se propone el uso de instrumentos económicos que lleven a los usuarios a buscar la eficiencia en su uso del agua. No se trata de establecer un mercado del agua ni de imponer sanciones a quienes gasten agua en exceso, sino de contribuir a la sostenibilidad económica y ecológica de los recursos hídricos y los servicios asociados con ellos (Doornbos, 2007).

A pesar de todo este razonamiento, existe un intenso debate mundial acerca de la efectividad de las tarifas como medio para lograr eficiencia en el uso del agua. Faurès (2007) argumenta que, a nivel mundial, casi no existen ejemplos del uso de tarifas como un mecanismo primario para mejorar la eficiencia. Las razones para ello son dos: en primer lugar, para ser equitativas las tarifas tendrían que basarse en una medición del volumen utilizado, lo cual no ocurre en la mayoría de sistemas a nivel mundial; en segundo lugar, para que la demanda de agua

	<p>disminuyera, los precios del agua tendrían que incrementarse a niveles inaceptables para los usuarios. Otros autores (Rogers, 2002) argumentan que sí es posible lograr la eficiencia por medio del cobro de tarifas.</p> <p>Esta tecnología se formularía más bien como una exploración de opciones para lograr un consumo más eficiente del agua. Tendría que ir de la mano de una medición, aunque sea no permanente sino basada en aforos, de los caudales derivados en ramales secundarios y terciarios; el hacer transparentes estas cifras y plantear el problema de la sustentabilidad ante los usuarios, quienes tendrían que participar en la definición de mecanismos para lograr una mejor gestión del agua en las parcelas. Las medidas tomadas por las Juntas podrían incluir la elevación de tarifas, la aplicación de descuentos si se comprueban disminuciones sustanciales en el consumo, concursos campesinos relacionados con la eficiencia en el uso del agua y otras intervenciones. De lo que se trata es de incorporar una reflexión acerca del agua como un bien económico en la gestión de los sistemas de riego.</p>
FUNCIONALIDAD	Se plantea la hipótesis de que ciertas medidas que recompensen el uso eficiente del agua y castiguen la ineficiencia podrían contribuir al ahorro del recurso en sistemas de riego.
REQUERIMIENTOS	Se necesitaría de la colaboración de varias instituciones: SENAGUA, Subsecretaría de Riego y Drenaje del MAGAP, entidades interesadas en el riego, universidades y juntas de regantes, para establecer una línea de base de caudales derivados y proponer medidas que busquen disminuir el desperdicio.
BARRERAS Y OPORTUNIDADES	Probablemente la barrera más importante sea la poca predisposición al pago por parte de los usuarios, especialmente en Poza Honda.
Fuentes Bibliográficas	<p>Moriarty, Patrick, John Butterworth y Charles Batchelor (2006) La gestión integrada de los recursos hídricos y el subsector de agua y saneamiento doméstico. IRC International Water and Sanitation Centre.</p> <p>Jean-Marc Faurès, ed. (2007) Reinventing Irrigation. EN: David Molden, ed. Water for Food, Water for Life. Earthscan, London and International Water Management Colombo: Institute, 2007</p>

	Doornbos, B. (2007) ¿Quién paga el costo de la gestión pública del agua en Ecuador?
--	---

12. Planificar para reducir el uso de agua en la agricultura bajo riego

Escala y Plazo	Organizaciones de regantes , Gobiernos comunales o locales / Mediano Plazo
CARACTERÍSTICAS	<p>La adaptación al cambio climático exige usar racionalmente el agua en el sector agrícola. Eso es válido tanto para el agua lluvia (la precipitación natural que alimenta a la humedad del suelo o “agua verde”) como para el agua en forma líquida que escurre y fluye por ríos y hacia acuíferos como “agua azul”. Las opciones entre el uso de agua lluvia y de riego, son múltiples. El reto general es hacer un uso más productivo del volumen de agua disponible, sea de la lluvia, sea del riego (<i>more crop per drop</i>).</p> <p><i>“Para reducir el agua utilizada en la irrigación se requiere de dos acciones: un cambio en las prácticas agrícolas y un cambio en la asignación del agua. Si los agricultores incrementan la productividad del agua azul, es más probable que usen el agua ahorrada en sus propias tierras, antes que dejarla fluir hacia las ciudades. Pero si se tienen que ajustar a menores asignaciones, podrían tratar de alcanzar al menos la misma producción que tenían antes utilizando menos agua”</i> (Molden et al., 2007:296).</p> <p>Las organizaciones de regantes como gestores de sistemas de riego comunitarios o transferidos, igual que los GADPs (y la SENAGUA) que están a cargo de la operación de sistemas de riego públicos, tienen la responsabilidad de planificar adecuadamente el uso del agua en los sistemas bajo su gestión. En muchos casos, esta gestión debería ser dirigida a reducir el uso de agua en zonas y usuarios que tienen sobredotación y sobreuso, para poder redistribuirla a usuarios y áreas (sub-regadas) dentro del mismo sistema o eventualmente dentro de la misma cuenca (y, en cuencas deficitarias, a otros sectores de uso).</p> <p>En general, la gestión del agua de riego tiene que ser cada vez más basada en la gestión de información y conocimientos y un monitoreo del uso del agua en el sistema, a los distintos niveles, en combinación con el logro de acuerdos y el desarrollo de capacidades de implementarlos. Se identifican algunos pasos para optimizar el uso del agua:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer el nivel de uso actual a nivel de sistema, diferenciado en tiempo y en espacio, a nivel de

regante/parcela

2. Acordar niveles de uso adecuados (franjas aceptables) en tiempo y en espacio mediante dialogo entre regantes, directivos e investigadores y ver ejemplos de éxito local pero también mirar extremos de uso excesivo.
3. Establecer metas anuales a nivel de sistema y monitorear el uso, seleccionando indicadores apropiados sobre el uso de agua a nivel de captación, ramal y parcela, y verificándolos periódicamente en acuerdo con los usuarios.
4. Difundir prácticas adecuadas (ver abajo)
5. Establecer incentivos para la reducción y el uso de las prácticas y nuevas a ser consideradas

Estas prácticas adecuadas incluyen (ver Molden et al., 2007:301):

1. Incrementar la productividad por unidad de agua evaporada, mediante por ejemplo:
 - a. Mejorar el manejo del suelo y del agua y las prácticas agronómicas que promueven la fertilidad del suelo, reducir la salinidad, o mejorar el ambiente para piscicultura y ganadería.
 - b. Cambio de las variedades de cultivo a las que pueden proporcionar mayores rendimientos o valores por cada unidad de agua consumida o que consumen menos agua.
 - c. Usando riego de déficit, riego complementario o riego de precisión para lograr mayores rendimientos por unidad de evapotranspiración, especialmente cuando se combina con otras prácticas de manejo.
 - d. Mejorar la gestión del agua de riego mediante una mejor planificación de las aplicaciones en el tiempo, para reducir el estrés en las fases críticas de crecimiento de cultivos o por el aumento de la fiabilidad del suministro de agua para que los agricultores inviertan más en otros insumos agrícolas, lo que lleva a una mayor producción por unidad de agua.
 - e. La disminución de la evaporación no productiva mediante la incorporación de abono orgánico (mulching), mejorando la infiltración y propiedades de almacenamiento del suelo; mejorando la cobertura del dosel; el riego por goteo subterráneo; hacer coincidir las fechas de siembra con

	<p>períodos de menor demanda evaporativa y reduciendo la evaporación de las tierras en barbecho y mesas altas de agua reduciendo las áreas de superficie de agua expuestas y disminuyendo la vegetación (control de malezas).</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Reducir al mínimo el agotamiento no productivo de los flujos de <i>agua azul</i> (teniendo cuidado de que éstos no estén cumpliendo otros propósitos importantes, como los humedales o el aprovechamiento por parte de otros agricultores): <ol style="list-style-type: none"> a. Reducir los flujos de agua a cuerpos inaprovechables, mediante intervenciones que reducen la percolación profunda y escorrentía superficial no recuperable, como el revestimiento de canales y el riego por goteo. b. Reducir al mínimo la salinización y la contaminación de los flujos de retorno. 3. Realizar suministros adicionales para uso humano con caudales no comprometidos, cuidando el equilibrio con usos humanos y ecológicos aguas abajo: <ol style="list-style-type: none"> a. Aumentar la capacidad de almacenamiento de agua (embalses, acuíferos, tanques, reservorios pequeños en las parcelas de los agricultores, y el almacenamiento de humedad del suelo), de modo que haya más agua disponible cuando esta pueda ser utilizada de manera más productiva. b. Mejora de la gestión de los sistemas de riego existentes para reducir caudales de drenaje. Entre las posibles intervenciones están: la reducción de los caudales requeridos mediante la mejora de la eficiencia de aplicación, tarifas de agua, y políticas de asignación y distribución. Políticas, diseño, intervenciones de gestión e institucionales pueden permitir una expansión de la superficie regada, el aumento de la intensidad de cultivo, o un mayor rendimiento dentro de las áreas de servicio. c. La reutilización de los flujos de retorno mediante el control, desvío y almacenamiento de flujos de drenaje y su reutilización.
FUNCIONALIDAD	<p>Adaptación al Cambio Climático</p> <p>El aumento de la temperatura con el cambio climático, implica <i>mayores requerimientos hídricos</i> para los cultivos.</p>

En un contexto de menos (en algunas localidades) y más variable precipitación (en la mayoría de las localidades), la medida en que estos requerimientos puedan ser cubiertos por el patrón de precipitación en cada localidad será cada vez menos predecible, y se requerirá de acceso a riego (complementario). El probable incremento en competencia entre sectores de uso y entre grupos de usuarios (potenciales) del mismo uso, en combinación con una agricultura a secano más riesgosa que a su vez genera demanda de acceso a riego, genera presiones sobre los agricultores que actualmente tienen acceso a riego para que reduzcan su uso, a favor de otros.

Aspectos Socioeconómicos y Ambientales

El análisis sobre la utilidad de las acciones que buscan incrementar la eficiencia del uso del agua, debe siempre hacerse a nivel de cuenca hidrográfica, basado en un entendimiento de la hidrología y los usos del agua en ella y los destinos de los flujos de retorno o reúso (“las pérdidas”) (Molden et al., 2007:289). El agua derivada de un río, y transportada en un sistema de riego con bajas eficiencias de conducción (pierde agua en el canal principal), bajas eficiencias de distribución (se pierde agua en la logística de la distribución, por no regar de noche por ejemplo) y de aplicación (se pierde agua por sobre-riego), termina en realidad en drenes superficiales y como aporte al acuífero. A menudo, estas “pérdidas” sirven a usuarios agua abajo.

La planificación de programas para la conservación del agua en la agricultura bajo riego debería partir de una comprensión completa de la hidrología regional, para evitar costosas soluciones que simplemente muevan el agua de un lugar a otro dentro del sistema de riego. Pero el concepto de la eficiencia en el uso del agua importa localmente, según la escala y fines específicos como por ejemplo el diseño de riego, para el buen funcionamiento y la supervisión de los sistemas existentes (Bos, Burton, y Molden 2005), el acceso equitativo al agua dentro de los sistemas de riego, el ahorro de energía y el control de inundaciones y la salinización. Es entonces necesario siempre **analizar el por qué, dónde y para quién se quiere reducir el agua usada** en sistemas de riego, para evaluar los costos y los beneficios de hacerlo, tanto a nivel individual, como para la organizaciones de regantes, como para el estado a nivel de cuencas.

Cabe anotar también que la difusión de prácticas adecuadas de producción bajo riego, debería ofrecer múltiples

beneficios sociales y económicos para los regantes, para que estas prácticas se vean atractivas y puedan ser tomadas en cuenta como tecnologías potenciales de uso. Ejemplos son: ahorro de mano de obra, evitar erosión del suelo, mejor calidad de producto o reducción de costos de producción.

Alineación con los Objetivos de Desarrollo

La Constitución de Ecuador 2008: Capítulo tercero Soberanía alimentaria Art. 282.- El estado regulará el uso y manejo del agua de riego para la producción de alimentos, bajo los principios de equidad, eficiencia y sostenibilidad ambiental.

El Plan Nacional de Riego y Drenaje (MAGAP-SRD, 2012:85-86, 102) tiene como Objetivo 1: ampliar la cobertura y mejorar la eficiencia social, económica y ambiental de todos los sistemas de riego y drenaje.

- Su Política 1.2 plantea: “Elevar los niveles de productividad sistémica y los rendimientos agropecuarios en las zonas de cultivo que actualmente tienen riego”.
- Uno de los Lineamientos estratégicos para la política 1.2 es “Priorizar la inversión orientada al mejoramiento del riego parcelario en programas de fomento a la Economía Popular y Solidaria.
- La meta a 4 años para este objetivo es: “A nivel nacional los sistemas públicos y comunitarios conllevan procesos de tecnificación del riego parcelario para fortalecer los sistemas productivos campesinos”. Y: “Las nuevas áreas con riego público cuentan con procesos de tratamiento de suelos, de tecnificación del riego parcelario y servicios complementarios para la producción y comercialización.”

La Estrategia Nacional de Cambio Climático -ENCC en su objetivo OE1: Establecer condiciones que garanticen la soberanía alimentaria y la producción agropecuaria frente a los impactos del cambio climático. Resultados esperados al 2013 contemplan:

- El diseño de proyectos del Plan Nacional de Riego ha incorporado criterios y el resultado de estudios de vulnerabilidad al cambio climático para construir sistemas de riego más eficientes, evitar pérdidas de agua de riego y atender a zonas prioritarias según criterios de soberanía alimentaria. Se ha iniciado la ejecución

	<p>de al menos 6 proyectos hídricos multipropósito con esos criterios.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se ha implementado la tecnificación del riego en 11 provincias del país con criterios de adaptación al cambio climático.
REQUERIMIENTOS	<p>Requisitos institucionales y de organización</p> <ul style="list-style-type: none"> • Requiere de investigación aplicada a nivel de cuenca sobre la hidrología y los usos de agua. • Requiere de una visión de gestión del agua a nivel de cuenca, un liderazgo de la SENAGUA, instrumentos de planificación y monitoreo y una coordinación entre distintos usos y usuarios de agua en la cuenca para entender el funcionamiento de la cuenca y las interdependencias entre sí. • Desarrollo de capacidades en el personal operativo y de gestión de las organizaciones de regantes, GADPs y otros operadores de sistemas de riego. <p>Requisitos financieros y costos</p> <ul style="list-style-type: none"> • El desarrollo de capacidades y la investigación aplicada, con un vínculo directo a la operación de sistemas requiere reforzarse, desde las carreras universitarias, pasando por cursos de actualización a técnicos y el desarrollo de cursos teóricos-prácticos para organizaciones de regantes, con apoyo de promotores comunitarios o locales capacitados. El número de profesionales en riego y drenaje es aún insuficiente y las universidades que ofrecen programas de formación en riego (CER-ESPOCH, UNL etc.) son contados aunque deberían ser potenciados para este fin. • Un proceso sostenido va a requerir un programa de inversiones substanciales de parte de MAGAP-SRD en coordinación con los GADPs quienes tienen la competencia y tarea de “realizar intervenciones orientadas al mejoramiento del riego parcelario y en programas de fomento a la Economía Popular y Solidaria” para “elevar los niveles de productividad sistémica y los rendimientos agropecuarios en las zonas de cultivo que actualmente tienen riego” (Política 1.2: PNRD, 2012).
BARRERAS Y OPORTUNIDADES	<p>Barreras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad y acceso a datos hidrológicos y el uso de modelos hidrológicos integrados que consideren demanda y flujos de retorno en cantidad y calidad. • Poca investigación aplicada en el tema de hidrología (esp. aguas subterráneas) en el país. • Bajo costo del servicio de riego, no basado en volumen usado.

	<ul style="list-style-type: none"> • El costo del desarrollo de capacidades (técnicas, de manejo de información) a múltiples niveles en el subsector (ver arriba). • Incertidumbres sobre 1. los beneficios prácticos de incrementar la productividad de agua relativo a otros factores de decisión; 2. la escala donde ocurren los potenciales beneficios; y 3. cómo el colectivo valora ganancias en la productividad de agua (ver Molden et al., 2007:304-305) <p>Oportunidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La competencia entre diferentes sectores de uso (agua potable centros urbanos, hidroelectricidad, ecosistemas) y la conflictividad sobre el acceso al agua hace que los regantes sienten la presión real y creciente de usar mejor el agua.
Fuentes Bibliográficas	<ul style="list-style-type: none"> • Constitución del Ecuador (2009) • Plan Nacional del Buen Vivir (SENPLADES, 2009) • Plan Nacional de Riego y Drenaje (MAGAP-SRD, 2012) • Gobierno de la República del Ecuador, “Estrategia Nacional al Cambio Climático-ENCC- 2011-2025; 2011. Quito-Ecuador • AquaCrop Reference Manual. January 2009. Dirk RAES, Pasquale STEDUTO, Theodore C. HSIAO, and Elias FERERES with special support by Gabriella IZZI and Lee K. HENG with contributions of the AquaCrop Network • Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. 2007. Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture. London: Earthscan, and Colombo: International Water Management Institute.

13. Reparto de emergencia: acuerdos y mecanismos establecidos para el reparto de caudales en épocas de estiaje

Escala y Plazo	Organizaciones de regantes, Gobiernos comunales o locales, Empresas de agua potable, Parcela; familias y productores individuales / Mediano plazo
CARACTERÍSTICAS	<p>En todos los sistemas de riego analizados y otros (Pita) es notorio el hecho de que, en épocas de estiaje, cuando el agua escasea, aparecen conflictos que hasta la fecha no han pasado a mayores. En general, los usuarios tienen pequeños encontrones entre ellos, o con los canaleros y cuidadores del sistema, por aprovechar el agua (colocando piedras o chambas de yerba, haciendo “tapes”, maniobrando compuertas) más allá de lo que les correspondería en tiempo y caudal. En tanto la escasez no sea extrema, estos pequeños conflictos podrían continuar presentándose indefinidamente y se resolverían cuando llegue la lluvia. Sin embargo, en un contexto de cambio climático, es muy probable que la escasez sea prolongada y que los conflictos no puedan resolverse tan sencillamente.</p> <p>En general, existe entre los usuarios conciencia acerca de la necesidad de llegar a un mejor reparto del agua en tiempos de escasez. El Comité de gestión de la subcuenca del Chambo, facilitado por CESA-AVSF, propone un mecanismo sencillo que se basa en la instalación de regletas en los puntos de derivación de los sistemas de riego y de los canales primarios y secundarios. En cuanto se detecta una disminución del caudal en el origen del sistema, se disminuye la dotación en todos los ramales, repartiendo equitativamente el agua disponible y evitando los problemas cabeza-cola (CESA-AVSF, 2012).</p> <p>Sobre esta idea y en acuerdo con los usuarios de los sistemas, se desarrollarían mecanismos de reparto adecuados a cada situación local.</p>
FUNCIONALIDAD	Adaptación al Cambio Climático

Todas las cuencas estudiadas son deficitarias; en un contexto de mayores temperaturas y probables mayores variaciones en la precipitación en tiempo y espacio, se puede anticipar que los sistemas (especialmente aquellos que no tienen embalses) sufrirán de déficits y conflictos por el agua, cuando los usuarios localizados aguas arriba logren aprovechar el caudal asignado pero los usuarios aguas abajo no puedan recibir su asignación. El desarrollo de mecanismos de reparto negociados con anticipación y conocidos por todos los interesados contribuirá a disminuir la conflictividad y a mantener la producción.

Aspectos Socio Económicos y Ambientales

Evitar los conflictos por el agua, preservando la gobernabilidad de los sistemas de riego, es vital para lograr un funcionamiento ininterrumpido. El deterioro de los paisajes agrarios debido a la falta de agua tendrá también impactos ambientales.

Alineación con los Objetivos de Desarrollo

La Constitución de Ecuador 2008: Capítulo tercero Soberanía alimentaria Art. 282.- El estado regulará el uso y manejo del agua de riego para la producción de alimentos, bajo los principios de equidad, eficiencia y sostenibilidad ambiental.

El Plan Nacional del Buen Vivir (SENPLADES, 2009) contiene la Política 4.6. *Reducir la vulnerabilidad social y ambiental ante los efectos producidos por procesos naturales y antrópicos generadores de riesgos*. Los lineamientos correspondientes incluyen: “(3) fomentar acciones de manejo integral, eficiente y sustentable de las tierras y demarcaciones hidrográficas que impulsen su conservación y restauración con énfasis en tecnologías apropiadas y ancestrales que sean viables para las realidades locales”..

El Plan Nacional de Riego y Drenaje (MAGAP-SRD, 2012:85-86, 102) tiene como Objetivo 1: ampliar la cobertura y mejorar la eficiencia social, económica y ambiental de todos los sistemas de riego y drenaje.

Su Política 1.2 plantea: “Elevar los niveles de productividad sistémica y los rendimientos agropecuarios en las

	<p>zonas de cultivo que actualmente tienen riego”.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uno de los Lineamientos estratégicos para la política 1.2 es “Priorizar la inversión orientada al mejoramiento del riego parcelario en programas de fomento a la Economía Popular y Solidaria. • La meta a 4 años para este objetivo es: “A nivel nacional los sistemas públicos y comunitarios conllevan procesos de tecnificación del riego parcelario para fortalecer los sistemas productivos campesinos”. Y: “Las nuevas áreas con riego público cuentan con procesos de tratamiento de suelos, de tecnificación del riego parcelario y servicios complementarios para la producción y comercialización.” <p>La Estrategia Nacional de Cambio Climático -ENCC en su objetivo OE1: Establecer condiciones que garanticen la soberanía alimentaria y la producción agropecuaria frente a los impactos del cambio climático. Resultados esperados al 2013 contemplan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El diseño de proyectos del Plan Nacional de Riego ha incorporado criterios y el resultado de estudios de vulnerabilidad al cambio climático para construir sistemas de riego más eficientes, evitar pérdidas de agua de riego y atender a zonas prioritarias según criterios de soberanía alimentaria. Se ha iniciado la ejecución de al menos 6 proyectos hídricos multipropósito con esos criterios. • Se ha implementado la tecnificación del riego en 11 provincias del país con criterios de adaptación al cambio climático.
<p>REQUERIMIENTOS</p>	<p>Requisitos institucionales y de organización</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se requiere tener sistemas de monitoreo de caudales y, en el mejor de los casos, modelos de las cuencas hidrográficas y sistemas de pronóstico del tiempo para anticipar períodos de escasez. • Se requiere de la predisposición favorable de la SENAGUA a permitir el funcionamiento de un sistema que en cierto modo flexibiliza el tema de las autorizaciones de uso, puesto que, en cierto punto, se entrega menos agua de la asignada. Visto que muchos aprovechamientos de agua no han sido registrados por la SENAGUA y que en la actualidad no se conoce, en la mayoría de casos, cuánta agua usa cada usuario, cabría esperar que esta

	<p>institución acceda a la implementación de estos esquemas, al menos con un enfoque experimental.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para que un sistema de reparto de la escasez funcione, es necesaria la anuencia de todos los usuarios. Esto significa que las organizaciones de regantes deben tener capacidad y legitimidad para llevar adelante estos arreglos. <p>Requisitos financieros y costos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los costos serían relativamente bajos; en el caso mínimo, se necesitaría poner regletas en las captaciones y mantener sistemas de comunicación con todos los usuarios para avisar del inicio y la finalización del reparto emergente. • A mediano y largo plazo se necesitará desarrollar capacidades de monitoreo de la información. Los costos serán tan altos como el grado de sofisticación tecnológica que se quiera alcanzar (uso de modelación y pronósticos, por ejemplo).
<p>BARRERAS Y OPORTUNIDADES</p>	<p>Barreras:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a permitir un manejo flexible de los caudales autorizados, por parte de la SENAGUA. • Resistencia a recibir menos agua de la asignada, por parte de los usuarios. • Poca investigación aplicada en el tema en el país. • En el caso de Poza Honda y Javita, la existencia de los embalses asegura un abastecimiento continuo de agua. Esto podría dar a los usuarios y las autoridades una sensación de seguridad que haría parecer innecesario el desarrollo de mecanismos como el propuesto. <p>Oportunidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El cambio climático mismo pone en evidencia la necesidad de cambiar los esquemas tradicionales de manejo del agua, ante la escasez que todos los usuarios han experimentado.
<p>Fuentes Bibliográficas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Constitución del Ecuador (2009) • Plan Nacional del Buen Vivir (SENPLADES, 2009) • Plan Nacional de Riego y Drenaje (MAGAP-SRD, 2012) • Gobierno de la República del Ecuador, “Estrategia Nacional al Cambio Climático-ENCC- 2011-2025; 2011. Quito-Ecuador

- | | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none">• CESA-AVSF (2012) Propuesta integral de gestión de la información en la subcuenca del Chambo |
|--|---|

14. Siembra de Lluvia / Recarga de Acuíferos

Escala y Plazo	Organizaciones de regantes / Gobiernos comunales o locales / Corto a Mediano Plazo					
CARACTERÍSTICAS	<p>El uso no sustentable del agua subterránea ha ocasionado graves problemas, como el abatimiento de los niveles freáticos o piezométricos, la intrusión de agua de mar y la subsidencia del terreno. El cambio climático agravará estos problemas, debido a la elevación del nivel medio del mar. La recarga controlada de acuíferos puede contribuir a paliar estos problemas; el agua almacenada puede utilizarse en tiempos de escasez, convirtiéndose en una alternativa a la construcción de grandes presas.</p> <p>La Recarga de Acuíferos (RCA) implica el almacenamiento y el tratamiento del agua dentro de los acuíferos a través de estructuras como pozos de inyección, embalses de infiltración y galerías para introducir agua proveniente de la lluvia, tormentas, agua residual tratada, ríos o agua de otros acuíferos.</p> <p>La RCA es intencional; esto la diferencia de la recarga que ocurre a partir de la infiltración profunda del agua de riego o debido a fugas de las tuberías de abastecimiento de agua potable, fenómenos en los que la recarga es incidental. La RCA es una herramienta de gestión del agua subterránea; puede ser útil para restablecer la presión en acuíferos sobreexplotados, reducir la intrusión salina o fenómenos de subsidencia en suelos. Por sí sola, no es una solución definitiva para los acuíferos sobreexplotados y podría servir únicamente para aumentar los caudales de extracción. Sin embargo, puede tener un importante papel como parte de un conjunto de medidas de control de la extracción y del restablecimiento del balance hídrico subterráneo.</p> <table border="1" data-bbox="638 1114 1830 1279"> <thead> <tr> <th colspan="2" data-bbox="638 1114 1830 1182">OBJETIVOS DE LA RECARGA DE ACUÍFEROS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="638 1182 1234 1279">Como parte de una estrategia de manejo integral del agua en una cuenca</td> <td data-bbox="1234 1182 1830 1279">Estabilizar o aumentar los niveles del agua subterránea en acuíferos sobreexplotados</td> </tr> </tbody> </table>		OBJETIVOS DE LA RECARGA DE ACUÍFEROS		Como parte de una estrategia de manejo integral del agua en una cuenca	Estabilizar o aumentar los niveles del agua subterránea en acuíferos sobreexplotados
OBJETIVOS DE LA RECARGA DE ACUÍFEROS						
Como parte de una estrategia de manejo integral del agua en una cuenca	Estabilizar o aumentar los niveles del agua subterránea en acuíferos sobreexplotados					

Almacenar agua en los acuíferos para su uso futuro	Reducir las pérdidas por evaporación y escurrimiento
Suavizar las fluctuaciones en la oferta/demanda de agua	Almacenar agua en el subsuelo cuando no hay espacio superficial disponible para la construcción de presas
Reducir el escurrimiento superficial y la erosión del suelo	Mejorar la calidad del agua
Mantener caudales ecológicos en ríos o arroyos	Manejar la intrusión salina y la subsidencia del terreno
Disponer/reusar el agua de desecho o de las tormentas	

FUENTES DE AGUA UTILIZABLES PARA LA RECARGA DE ACUÍFEROS	
Arroyos y ríos perennes	Agua potable tratada
Arroyos intermitentes, <i>wadis</i> o avenidas	Agua de lluvia recolectada en los techos
Presas	Agua residual tratada
Agua de tormenta urbana	

Un proyecto de recarga controlada de agua subterránea puede alargar la vida útil de un acuífero, y por lo tanto

su capacidad de producir agua para la subsistencia, pero tiene aspectos que hay que considerar como:

- La necesidad de limpiar las áreas de infiltración y de manejar obstrucciones en la superficie.
- Si se dispone de información básica inadecuada, podrían cometerse errores a la hora de diseñar un sistema de recarga.
- Si no se infiltra la cantidad y la calidad del agua esperada, el agua resultante en el acuífero podrá ser de baja calidad.
- Puede darse el caso de que se presenten pérdidas de agua por infiltración debido a deficiencias geológicas no conocidas o mal identificadas. Siempre es necesario empezar por un proyecto piloto y después proceder a su implementación a una escala mayor.
- No contar con personal capacitado, para lo cual se recomienda solicitar apoyo a instituciones internacionales de reconocido prestigio como la UNESCO o IAH (Asociación Internacional de Hidrogeólogos).

En un proyecto de recarga de acuíferos no todos los beneficios van a ser cuantificables ni visibles, pero se sabe que si se hace correctamente se podrán obtener los siguientes beneficios directos:

BENEFICIOS DE UN PROYECTO DE RECARGA DE ACUÍFEROS	
Estabilización/aumento de los niveles piezométricos	Aumento del flujo de base (gasto ecológico) en ríos
Control de la intrusión salina	Reducción de la subsidencia del terreno
Fuente sostenible de agua subterránea	Sostenibilidad de áreas irrigadas
Estabilización de la erosión del suelo	Análisis positivo de la relación costo-beneficio
Mejoramiento del nivel de vida	Mitigación de inundaciones

Control de la contaminación

Ahorro de espacio superficial para el almacenamiento del agua

PRINCIPALES TECNOLOGÍAS PARA RECARGAR ACUÍFEROS

Las técnicas de recarga de acuíferos han sido aplicadas por milenios y varían en complejidad, desde la simple recolección de agua de lluvia hasta la inyección de agua residual tratada al interior de acuíferos salobres mediante pozos profundos.

	Tecnología	Subtipo	
TÉCNICAS PARA INFILTRAR AGUA	Métodos de distribución	Estanques y Balsas de Infiltración	
		Inundación controlada	
		Zanjas, surcos y drenajes de riego	
		Riego	
	Infiltración inducida		
Pozos	Pozo de recarga profunda	ASTR	ASR
	Pozos de recarga someros		
TÉCNICAS PARA INTERCEPTAR AGUA	Modificación de los cauces de los arroyos y ríos	Presas para la recarga de acuíferos	
		Presas sub-superficiales	
		Presas de almacenamiento de arena	
		Técnicas de ampliación de los cauces	
	Captación de agua de lluvia	Barreras que sobresalen de la superficie de la tierra	
Zanjas de infiltración, surcos y tinas ciegas			

FUNCIONALIDAD

Adaptación al Cambio Climático

La tecnología contribuye positivamente a la adaptación al cambio climático. Un clima más cálido es muy

	<p>probable que resulte en sequías más frecuentes. Además, el crecimiento de la población va a llevar a muchos países al estrés hídrico y a la escasez de agua en las próximas décadas. Explorar fuentes alternativas de almacenamiento y explotación de recursos hídricos fortalece la capacidad de respuesta de las comunidades al cambio climático.</p> <p>Aspectos Socioeconómicos y Ambientales</p> <p>La recarga controlada de acuíferos contribuye a su explotación sostenible. Representa una alternativa y un ahorro en obras de infraestructura costosas y de impacto ambiental. El mayor acceso de agua puede liberar recursos en términos de talento humano y tiempo, que pueden emplearse en actividades productivas. La recarga controlada de acuíferos ayuda a mantener caudales ecológicos en ríos o arroyos y a proteger el ecosistema acuático</p> <p>Alineación con los Objetivos de Desarrollo</p> <p>Plan Nacional de Adaptación.- Objetivo específico 4, “Manejar el patrimonio hídrico con un enfoque integral e integrado por Unidad Hidrográfica, para asegurar la disponibilidad, uso sostenible y calidad del recurso hídrico para los diversos usos humanos y naturales, frente a los impactos del cambio climático”; Resultados al 2013 #2, “Con criterios de sostenibilidad se han identificado y aprovechado acuíferos con agua de buena calidad para diferentes usos humanos y naturales, como medida para contrarrestar los impactos de las sequías en al menos dos sitios del país.”</p>
REQUERIMIENTOS	<p>Desarrollo de conocimientos</p> <p>Ejemplos puntuales de recarga controlada de acuíferos a través de zanjas de infiltración o humedales lénticos de infiltración se pueden mencionar en las provincias de Loja, Manabí, Pichincha, entre otras. Sin embargo, dada la falta de información detallada acerca de los acuíferos y los recursos hídricos subterráneos, su despliegue a escala regional no ha sido posible. La recarga de acuíferos para su posterior explotación requiere de estudios de aguas subterráneas.</p>

	<p>Requisitos institucionales y de organización</p> <p>Esta tecnología requiere de reglas claras sobre el uso y aprovechamiento de las aguas de los acuíferos, para su recarga y explotación sostenible. Es necesario tener un reglamento en torno a las autorizaciones de agua y control sobre sus formas de uso. Además debe quedar claro el papel que juegan los diferentes actores que gestionan el agua de riego, donde se definan los derechos y responsabilidades en torno a la gestión del agua.</p> <p>Requisitos financieros y costos</p> <p>Los costos de la recarga controlada de acuíferos dependen de la tecnología que se emplee (por infiltración natural, a presión, etc). La decisión sobre la tecnología más apropiada, además de los criterios técnicos, debe considerar la relación costo/beneficio de la recarga, y cómo esta tecnología responde y mejora las condiciones de la zona de implantación. La recarga controlada de acuíferos es potencialmente económica y financieramente rentable si consideramos las alternativas en términos de almacenamiento de agua y sostenibilidad de la explotación.</p>
<p>BARRERAS Y OPORTUNIDADES</p>	<p>La principales barreras para implementación y difusión de esta tecnología son: falta de conocimiento sobre el comportamiento de los acuíferos y la situación hidrogeológica de las zonas de intervención; los problemas en torno a la gobernabilidad del agua, debido entre otras razones a la no aprobación de la Ley de Recursos Hídricos y su reglamentación; y los altos costos de la inversión necesaria.</p>
<p>Fuentes Bibliográficas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Gobierno de la República del Ecuador, “Estrategia Nacional al Cambio Climático-ENCC- 2011-2025; 2011. Quito-Ecuador • Elliot, M., Armstrong, A., Lobuglio, J. and Bartram, J. “Technologies for Climate Change Adaptation—The Water Sector”. T. De Lopez (Ed.).2011. Roskilde: UNEP Risoe Centre. • Ministerio de Coordinación de Desarrollo Social, “Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador SIISE”, 2001, Quito-Ecuador

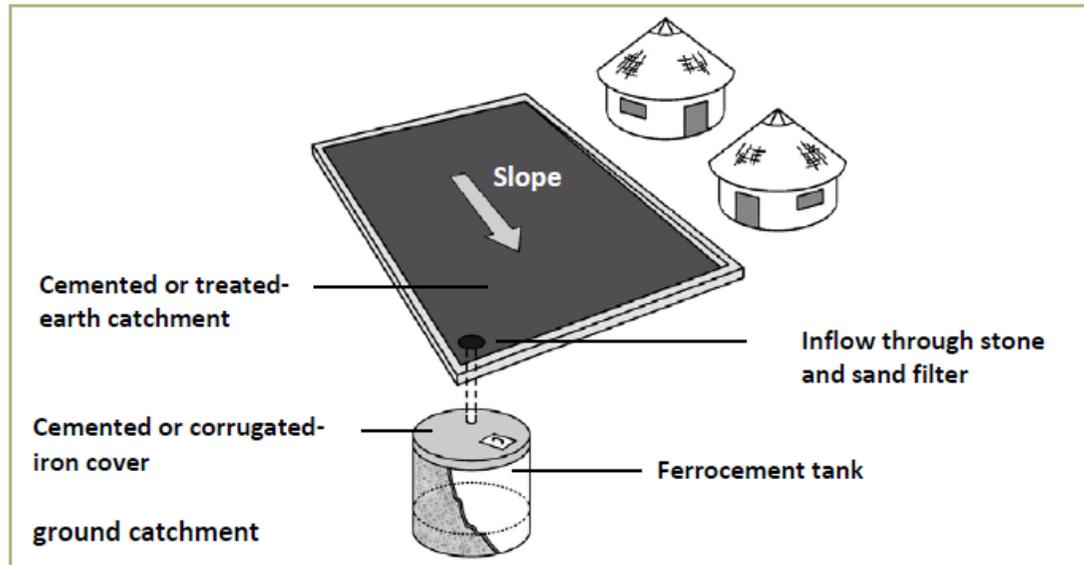
- | | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none">• Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos INDRHI, “Aumento de la Oferta Hídrica”, 2010, República Dominicana |
|--|---|

15. Cosecha de Agua de Lluvia para riego

Escala y Plazo	Organizaciones de regantes / Gobiernos comunales o locales, Parcela; familias y productores individuales / Corto a mediano plazo
CARACTERÍSTICAS	<p>Las precipitaciones pueden proporcionar aguas muy limpias. Existe un margen considerable para la recogida de agua de lluvia cuando cae, antes de que esta se pierda debido a la evaporación, la transpiración y el escurrimiento y drenaje, y antes de que el agua se contamine. La recolección de agua de lluvia es una tecnología especialmente adecuada para zonas donde no hay agua superficial o donde el agua subterránea es profunda o inaccesible debido a las condiciones de dureza del terreno, o bien cuando el agua subterránea es demasiado salada o ácida.</p> <p>La captación de aguas pluviales se define como un método para provocar, recoger, almacenar y conservar escorrentía superficial local para la agricultura en regiones áridas y semi-áridas (Boers y Ben Asher, 1982). Para la recolección de agua de lluvia y almacenamiento se utilizan tanto estructuras pequeñas como de gran escala, incluyendo ollas de agua, tanques, depósitos y presas. Los sistemas de recolección de agua de lluvia comúnmente utilizados se construyen a partir de varios componentes principales:</p> <p>En el terreno, en superficie:</p> <p>Las aguas que fluyen por el suelo durante la lluvia se desvían hacia un tanque por debajo de la superficie (Figura 1). Hay una mayor posibilidad de pérdida de agua en relación con la recogida de agua en techos, debido a la infiltración en el suelo. El agua es generalmente de menor calidad que la que se recoge directamente de las precipitaciones.</p> <p>Las técnicas disponibles para aumentar la escorrentía en las cuencas terrestres incluyen: i) eliminar o alterar la cubierta vegetal, ii) el aumento de la pendiente del terreno y su cobertura con un suelo artificial, y iii) la reducción de la permeabilidad del suelo por compactación y aplicación de productos químicos (PNUMA, 1982). También se pueden utilizar membranas impermeables para facilitar la escorrentía. La captación en tierra es aplicable para zonas bajas y planas y es adecuada para la producción agrícola a gran escala, ya que permite su</p>

almacenamiento in-situ.

Figura 1 Sistema de Captación en tierra



En Paraguay, se conocen como tajamares las zonas bajas utilizadas para el almacenamiento de agua de lluvia. Los tajamares se construyen en zonas con suelos arcillosos de al menos 3 m de profundidad; de ellos salen canales de distribución que transportan el agua desde el área de almacenamiento hasta las áreas de uso. Las áreas de recolección y almacenamiento deben ser cercadas para evitar la contaminación por animales. Esta tecnología se combina generalmente con tanques de almacenamiento construidos de arcilla. El agua se suministra por medio de una bomba, generalmente accionada por molino de viento, desde el tanque de almacenamiento.

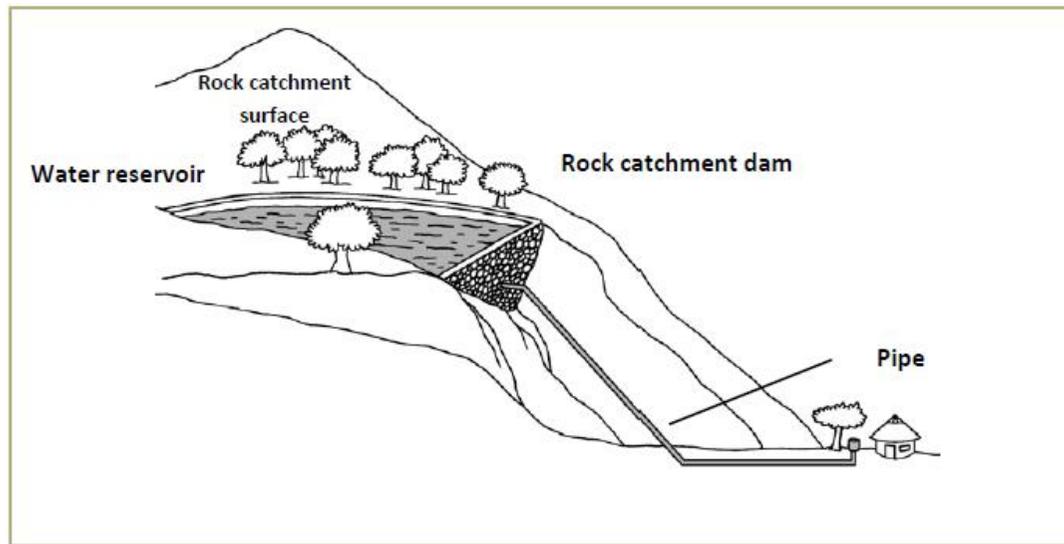
El agua almacenada en tajamares se utiliza normalmente para el ganado en abrevaderos y puede ser utilizada

para el consumo interno después de filtrarse y/o clorarse. Tajamares individuales también se han utilizado como un medio para recargar acuíferos subterráneos. En Paraguay se calcula que el costo de construcción de un tajamar es de \$ 4.500; incluye no solo la preparación del suelo, sino también el costo del equipo auxiliar, como el tanque de almacenamiento y los molinos de viento.

En superficies rocosas:

Las superficies de roca también se pueden utilizar como zonas de captación. Se pueden encontrar en la parte superior de pendientes rocosas o en afloramientos rocosos expuestos en tierras bajas, donde suelen formar huecos naturales o valles que pueden convertirse en reservorios de agua mediante la construcción de una presa (Figura 2). El desarrollo de una zona de captación en roca generalmente implica la limpieza de la vegetación del sitio, así como la señalización de dicha zona que se incluye con las canaletas. La superficie rocosa no debe ser fracturada o rota, ya que el agua se podría filtrar a zonas más profundas o debajo de la presa. Al igual que con las captaciones en el suelo, el agua es generalmente de menor calidad que con la recolección directa de la precipitación. La calidad del agua puede ser mejorada limitando el acceso a la zona (por ejemplo, animales y niños) (WaterAid, sin fecha).

Figura 2 Captación en Roca:



Fuente: UNEP IETC, 1998

Sistemas de transporte:

Existen varios tipos de sistemas de transporte para llevar el agua desde la captación hasta el dispositivo de almacenamiento, incluyendo canalones, tuberías, rieles, y drenajes de superficie o canales. A mayor escala, los sistemas de transporte pueden requerir de bombas para transportar el agua a través de grandes distancias. En todo caso, los sistemas de transporte deben ser construidos a partir de materiales químicamente inertes, tales como madera, bambú, plástico, acero inoxidable, aluminio o fibra de vidrio, con el fin de no afectar negativamente a la calidad del agua (UNEP, 1997). En el caso de las captaciones en roca, los canalones pueden ser construidos a partir de un muro de piedra construido con piedras unidas con mortero (PNUMA CITA, 1998). Para recoger agua de lluvia en los hogares se necesita de cunetas, bajantes, chimeneas y filtros para trasladar y limpiar el agua recogida antes de que esta entre en el dispositivo de almacenamiento.

	<p>Dispositivo de almacenamiento:</p> <p>Los dispositivos de almacenamiento se utilizan para almacenar el agua que se obtiene de las zonas de captación y son clasificados como (i) tanques de almacenamiento sobre el suelo y (ii) cisternas o recipientes de almacenamiento subterráneo. Estas instalaciones pueden variar en tamaño, desde un metro cúbico hasta cientos de metros cúbicos para grandes proyectos. Generalmente el almacenamiento de captaciones en roca se hace con represas y tuberías; a escala doméstica se utilizan recipientes de plástico, baldes, bidones, tarros de barro o cerámica, cemento, tarros y bidones viejos de aceite. Los dispositivos se pueden hacer a bajo costo con materiales locales como bambú y acero, recubiertos con una mezcla de arena y cemento (WaterAid, sin fecha). Son cada vez más populares los tanques de ferro-cemento en los que el mortero se aplica a un marco de alambre cilíndrico, que ayuda a controlar la formación de grietas; se pueden construir tanques de hasta 100 m³ de capacidad. Para el almacenamiento de grandes cantidades de agua, por lo general se requiere de un tanque más grande o de una cisterna con suficiente resistencia y durabilidad. Normalmente, estos tanques pueden ser contruidos a partir de ladrillos recubiertos con cemento. La presa es la forma más común de dispositivo de almacenamiento para recoger el agua de una captación de roca.</p> <p>Se requiere de mantenimiento para mantener limpios los depósitos y para inspeccionar los canalones, tuberías y grifos; generalmente consiste en la eliminación de suciedad, hojas y otros materiales acumulados. Esta limpieza debe efectuarse anualmente, antes del comienzo de la temporada de lluvias. En las regiones con lluvias impredecibles, se requiere de un mantenimiento y limpieza más regulares para asegurar que el equipo se mantenga en buen estado de funcionamiento. Las grietas en los tanques de almacenamiento pueden crear problemas importantes y deben ser reparadas inmediatamente para evitar la pérdida de agua. En el caso de captaciones en el suelo y en roca, es necesario prestar atención adicional para evitar daños y contaminación y para mantener el área de captación libre de vegetación.</p>
<p>FUNCIONALIDAD</p>	<p>Adaptación al Cambio Climático</p> <p>El cambio climático está alterando los patrones de precipitación a nivel global; algunas regiones están sufriendo una drástica caída en las precipitaciones, lo que disminuye los caudales. En el África subsahariana, donde dos</p>

terceras partes de la región son desierto y tierras secas, la necesidad de mejorar la gestión del agua en el sector agrícola es particularmente crítica. La captación de aguas pluviales representa una estrategia de adaptación para las personas que viven con alta variabilidad de las precipitaciones, tanto para el abastecimiento doméstico como para mejorar los cultivos, y mantener al ganado (UNEP y SEI, 2009). Generalmente, la cantidad de agua disponible a través de la recolección de agua de lluvia es limitada y debe ser utilizada con prudencia para aliviar el estrés hídrico durante las etapas críticas de crecimiento del cultivo. El riego suplementario es una estrategia clave y puede ayudar a aumentar la producción en más de un 100 por ciento. Una pequeña inversión proporciona entre 50 y 200 mm de agua adicional por hectárea por temporada. Si esta estrategia se combina con el manejo agronómico mejorado, se puede más que duplicar la productividad del agua y los rendimientos en la pequeña agricultura de secano (PNUMA y SEI, 2009).

Aspectos Socioeconómicos y Ambientales

Las tecnologías de aprovechamiento del agua de lluvia son fáciles de instalar y operar. La población local puede ser capacitada fácilmente para aplicar estas tecnologías y los materiales de construcción generalmente están disponibles. La recolección de agua de lluvia es práctica, ya que provee de agua en el punto de uso y los agricultores tienen el control total de sus propios sistemas. El uso de la tecnología de captación de aguas pluviales promueve la auto-suficiencia y tiene un impacto ambiental mínimo. Los costes de funcionamiento son bastante bajos. La construcción, operación y mantenimiento no requieren de mano de obra intensiva y el agua recogida es de calidad aceptable para usos agrícolas. Otros beneficios incluyen el aumento de los niveles de humedad del suelo y el aumento del nivel freático a través de la recarga artificial. La recolección de agua de lluvia y su aplicación al logro de mayores rendimientos de los cultivos puede alentar a los agricultores a diversificar sus actividades, incrementar su producción, elegir mejores cultivos, comprar animales más grandes o invertir en insumos para mejorar sus cultivos, incluyendo infraestructura de riego, fertilizantes y agentes para el control de plagas (UNEP y SEI, 2009).

Alineación con los Objetivos de Desarrollo

La Constitución de Ecuador 2008: Capítulo segundo, Derechos del Buen Vivir -Sección primera, Agua y

	<p>alimentación en su Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria.</p> <p>La política 4.5 del Plan Nacional del Buen Vivir -PNBV en su lineamiento 3.- impulsar programas de adaptación enfatizando en la soberanía energética y alimentaria; la Política 4.6 del PNBV en su lineamiento 3.- fomentar acciones de manejo integral, eficiente y sustentable de las tierras y demarcaciones hidrográficas que impulsen su conservación y restauración con énfasis en tecnologías apropiadas y ancestrales que sean viables para las realidades locales.</p> <p>El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático -PNACC en su objetivo OE1: Establecer condiciones que garanticen la soberanía alimentaria y la producción agropecuaria frente a los impactos del cambio climático.</p> <p>Lineamientos para 2017:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fomentar la implementación de medidas de adaptación ... en los sistemas productivos de los sectores ganadero y agrícola más importantes en términos económicos y de soberanía alimentaria, para aumentar su capacidad de respuesta frente a eventos climáticos extremos y así asegurar la disponibilidad de alimentos sanos suficientes y nutritivos. • Identificar, incorporar, desagregar, adaptar y asimilar tecnologías que permitan aumentar la diversificación de la producción agrícola y ganadera, así como su capacidad de respuesta frente a los impactos del cambio climático.
<p>REQUERIMIENTOS</p>	<p>Desarrollo de conocimientos</p> <p>Para que una iniciativa de recolección de agua de lluvia sea exitosa, es necesario conocer la oferta y la demanda de agua en la zona. Datos importantes incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La cantidad de precipitaciones (mm / año).

El patrón de precipitaciones - el régimen de lluvias y las precipitaciones totales, a menudo determinarán la viabilidad de una tecnología de recolección de agua de lluvia. Un clima donde llueva regularmente durante todo el año significa que el requisito de almacenamiento es bajo y por lo tanto el coste del sistema será proporcionalmente bajo y viceversa.

- Área de la superficie de recolección (m²).
- La capacidad de almacenamiento disponible (m³).
- La tasa de consumo diario (litros / habitante / día).
- Número de usuarios.
- Costo - un factor importante en cualquier régimen.
- Las fuentes de agua alternativas – dónde están las fuentes alternativas de agua disponible, esto puede hacer una diferencia significativa en el patrón de uso. Si hay una fuente de agua subterránea a poca distancia de la vivienda (por ejemplo dentro de un kilómetro más o menos), entonces un sistema de recolección de agua de lluvia que puede proporcionar un suministro fiable de agua a la granja para la mayor parte del año, tendrá un impacto significativo en el estilo de vida del usuario.
- La estrategia de gestión del agua - cualesquiera que sean las condiciones, una estrategia de gestión cuidadosa del agua es siempre una medida prudente. En situaciones donde hay una fuerte dependencia de agua de lluvia almacenada, es necesario controlar o manejar la cantidad de agua que se utiliza para que no se seque antes de lo esperado.

Requisitos institucionales y de organización

Esta tecnología es fácil de instalar y operar, y no implica ningún requisito institucional o de organización específico. Sin embargo, los gobiernos y los donantes pueden desempeñar un papel clave en la concesión de subvenciones para la compra de equipo y así hacer la tecnología accesible a un mayor número de agricultores, especialmente los pequeños, que pueden tener problemas para reunir el capital de inversión (PNUMA y SEI, 2009).

Requisitos financieros y costos

El costo de los sistemas de captación de agua de lluvia dependerá del tipo de materiales usados, de la cisterna de captación y la estructura de conducción y almacenamiento pero, en general se considera bajo (PNUMA, 1997). El tanque de almacenamiento es el elemento más costoso, y por lo general representa alrededor del 90% del costo total (WaterAid, sin fecha). Una revisión de 311 estudios de caso de recolección de aguas pluviales y gestión del agua de lluvia en la India que el costo-beneficio de estos programas fue relativamente alto (1.2.14 Joshi et al, 2005).

- En Bután, un proyecto de tres años de cosecha de agua de lluvia para apoyar a los agricultores ante la escasez de agua durante los períodos secos e irregulares en las lluvias monzónicas contó con un presupuesto total de \$ 850.000. Las actividades incluyeron:
 - El desarrollo de riego basado en tecnologías de aprovechamiento de agua de lluvia a pequeña escala
 - Fortalecimiento de la participación de los agricultores y los servicios de investigación y extensión
 - Evaluación de la vulnerabilidad
 - Reconocimiento del terreno
 - Crédito rural
 - Gestión de proyectos
 - Identificación de áreas vulnerables a la sequía y las lluvias monzónicas erráticas
 - Evaluación de imágenes de sensores remotos / fotografías para determinar las zonas adecuadas para la captación de agua
 - Evaluación de las tecnologías disponibles y probadas de recolección de agua de lluvia para su aprobación
 - La adaptación de la tecnología a las necesidades y requerimientos específicos de cada lugar vulnerable
 - Investigar nuevos diseños y tecnologías mejoradas (estudiar y modelar el comportamiento de la escorrentía)
 - Demostración de tecnologías emergentes, como sistemas de agua suplementarios, sistemas de doble

	<p>propósito, sistemas combinados, el modelado de la escorrentía</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formación de los agricultores en el mantenimiento de sus inversiones, y la utilización eficaz del agua de lluvia recolectada • Análisis económico de las técnicas de recolección de agua de lluvia.
<p>BARRERAS Y OPORTUNIDADES</p>	<p>La principal desventaja de la tecnología de recolección de agua de lluvia es la oferta limitada y la incertidumbre de las precipitaciones. El agua de lluvia no es una fuente confiable en períodos secos o en sequías prolongadas. La baja capacidad de almacenamiento limitará el potencial de usar el agua de lluvia en los cultivos; si se quiere aumentar la capacidad de almacenamiento, aumentarán los costos de construcción y operación, haciendo a la tecnología menos viable económicamente. La eficacia del almacenamiento puede ser limitada por la evaporación que se produce entre las lluvias. En cuencas con excedentes limitados, la cosecha de agua de lluvia aguas arriba puede tener un impacto dañino aguas abajo, pudiendo llevar a graves conflictos comunitarios. Además, cuando la escorrentía se genera en una amplia zona y se concentra en pequeñas estructuras de almacenamiento, existe el peligro potencial de degradación de la calidad del agua, a través de la introducción de agroquímicos y otras impurezas (UNEP y SEI, 2009).</p> <p>El costo de los sistemas de almacenamiento de agua de lluvia es a menudo citado como un posible obstáculo para una mayor difusión de esta tecnología (Gould, 1992). Para los hogares más pobres algún tipo de mecanismo de financiamiento, preferentemente acompañado de un subsidio, será la única manera de adquirir un sistema de recolección de agua de lluvia. La falta de una política nacional para la recolección de agua de lluvia también podría representar un obstáculo para la difusión de la tecnología. Los sistemas de propiedad comunal pueden sufrir de falta de protección, cuidado y mantenimiento (Hatibu y Mahoo, 1999).</p> <p>Oportunidades para la Implementación</p> <p>La baja y variable productividad y en las zonas agrícolas de secano es la principal causa de la pobreza del 70% de los pobres del mundo (PNUMA y SEI, 2009). Esta tecnología permitiría aumentar la productividad en regiones con precipitaciones escasas e irregulares; podría constituir un primer punto de entrada para el éxito de los programas de desarrollo de la granja a nivel regional.</p>

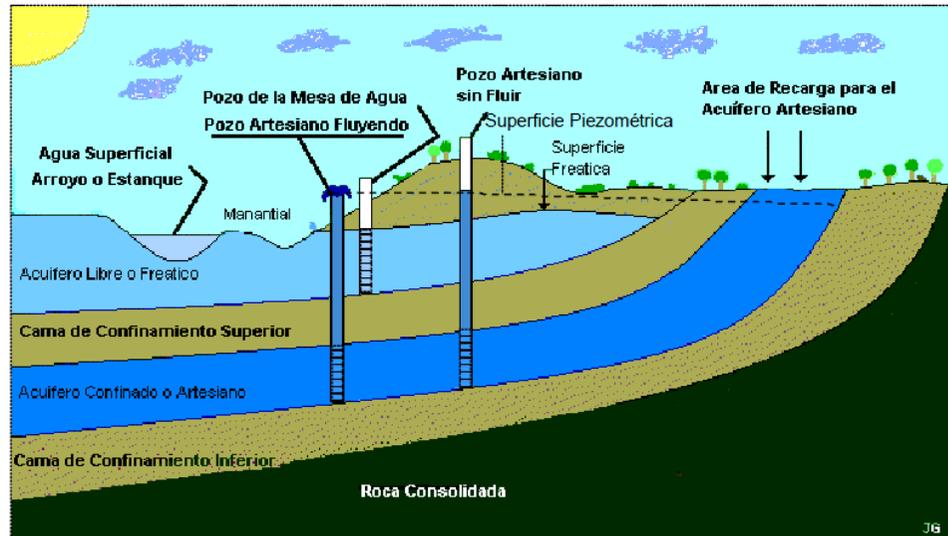
Fuentes Bibliográficas	<ul style="list-style-type: none"> • Gobierno de la República del Ecuador, “Estrategia Nacional al Cambio Climático-ENCC- 2011-2025; 2011. Quito-Ecuador • Clements, R., J. Hagggar, A. Quezada, and J. Torres (2011). Technologies for Climate Change Adaptation – Agriculture Sector. X. Zhu (Ed.). UNEP Risø Centre, Roskilde, 2011, available at http://tech-action.org/ • Elliot, M., Armstrong, A., Lobuglio, J. and Bartram, J. “Technologies for Climate Change Adaptation—The Water Sector”. T. De Lopez (Ed.).2011. Roskilde: UNEP Risoe Centre. • Ministerio de Coordinación de Desarrollo Social, “Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador SIISE”, 2001,Quito-Ecuador • Quezada, J Hagggar , J. Torres, R. Clements (2011), “Rainwater harvesting”, Climate Tech Wiki, A Clean Technology Platform, UNEP Risø Centre, Roskilde, << http://climatetechwiki.org/content/rainwater-harvesting >>
-------------------------------	--

16. Fuentes Alternativas de Agua para Riego

Escala y Plazo	Organizaciones de regantes / Gobiernos comunales o locales, Parcela; familias y productores individuales / Mediano a largo plazo
CARACTERÍSTICAS	<p>En comunidades sin acceso a sistemas de riego, es importante facilitar el acceso a fuentes alternativas de agua para enfrentar la sequía. Existen variados métodos, no necesariamente sin impactos, que los productores utilizan para obtener el líquido vital. Aquí se describe el manejo y explotación de pozos para acceder a aguas subterráneas.</p> <p>Tres estrategias son útiles para obtener agua de fuentes subterráneas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perforación de pozos nuevos / profundización de pozos existentes. (Enfoque convencional; para lograr un máximo impacto se necesita estudiar los acuíferos para decidir la mejor ubicación de los pozos) • Reparación de pozos dañados (En muchas zonas secas, los pozos dañados pueden hacer pensar que se ha agotado el agua subterránea) • Pozos de alivio de uso restringido, únicamente durante períodos de sequía. <p>Los pozos son perforaciones verticales de pequeño diámetro que atraviesan diferentes estratos geológicos, entre los que puede haber acuíferos. El proceso de perforación cambia de rendimiento de acuerdo al estrato que está atravesando y la determinación de si éste es un acuífero o no, se hace con base en las muestras que se va extrayendo. Existen métodos mecanizados y manuales para perforar pozos. Hay diversos métodos de perforación manual, la mayoría de los cuales son por percusión.</p> <p>El procedimiento aquí recomendado fue adaptado por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del ambiente (CEPIS) y la Organización de la Salud (OPS) combinando las técnicas de rotación y percusión. La fuerza motriz necesaria proviene de los operadores o perforadores; con la ayuda de una torre de 3 patas dotada con una polea en la cúspide, se levantan y se dejan caer libremente barras de perforación que llevan una broca en la punta, que después de quedar enterradas en el suelo, se giran manualmente en el sentido de las manecillas del reloj y de esta manera se va extrayendo el material rocoso por abrasión del mismo.</p> <p>Este sistema de perforación de tipo artesanal se viene utilizando de forma exitosa en algunos países de la región andina, en zonas donde el acceso a equipos es difícil y costoso. La perforación manual de pozos profundos de pequeño diámetro</p>

siguiendo este modelo va orientada a poblaciones de escasos recursos que habitan en regiones aisladas, permitiéndoles acceder a los recursos hídricos subterráneos de una manera simple y económica, mejorando sustancialmente su calidad de vida.

TIPOS DE ACUÍFEROS



Fuente: Organización Panamericana de la Salud

Como se muestra en la figura 2, el equipo de perforación está integrado por una Torre de Perforación, un sistema para rotación (broca, tubería y manija), un sistema de percusión y un sistema de inyección de lodo (fosas de lodo y bomba de lodo).

Etapas Previas:

- Inicialmente se debe seleccionar el sitio apropiado para la perforación, lo cual incluye, además de la concertación con la comunidad, una serie de estudios hidrogeológicos previos que ayuden a identificar los posibles acuíferos e interpretar cuál es su disposición. El sitio también debe estar alejado de posibles fuentes de contaminación de las aguas subterráneas.

- Preparación y montaje de los equipos de perforación con todas las especificaciones técnicas (torre de perforación, barras o tubería de perforación, broca, bomba de lodo y bomba de agua).

Etapa de Perforación:

Una vez contruidos y montados todos los equipos de perforación, se procede a su instalación en el sitio seleccionado y se inicia la etapa de perforación.

- Instalación del equipo de perforación, que incluye anclaje de la torre de perforación, instalación de la manija o agarrador en forma de “T”, los tubos de perforación y la broca, la excavación de las fosas de lodo, instalación de la bomba de lodo y de la manguera de inyección.
- Posteriormente viene la etapa de perforación en sí, que consiste en un proceso combinado de rotación y percusión basado en la fuerza de los operadores o perforadores.

Etapa Posterior a la Perforación:

- Esta etapa incluye la limpieza del pozo, el entubado del pozo, la instalación del sello sanitario, la instalación de la bomba de agua y del cabezal.
- Finalmente se deben tener en cuenta unas recomendaciones sobre el cuidado y mantenimiento preventivo de las instalaciones y sobre el control de la posible contaminación del sitio.

SISTEMA DE PERFORACIÓN MANUAL DE POZOS PROFUNDOS

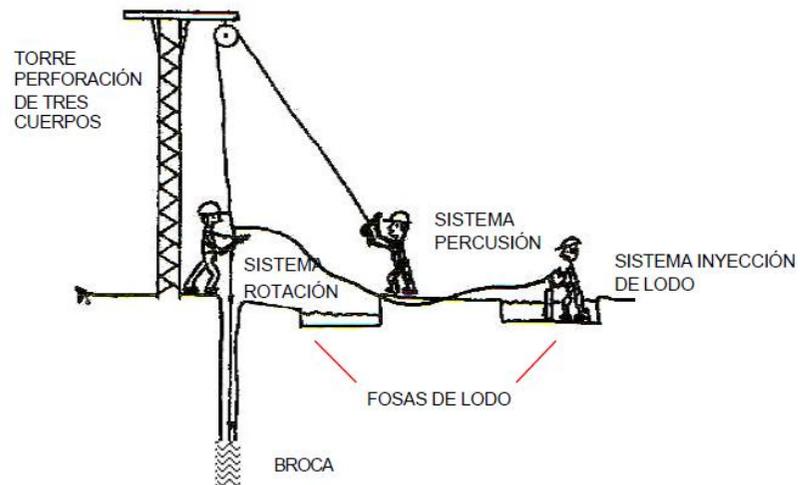


Figura 2 Fuente: Organización Panamericana de la Salud

En cuanto a la bomba, hay varias opciones entre las que destacan las recogidas por el MIDUVI:

Bombas accionadas por Molinos de Viento

Los molinos de viento tienen 18 aspas, de diferentes diámetros según el modelo. El movimiento de las aspas es transformado por una caja de engranajes para mover las bombas sumergibles, que tienen capacidad de elevación recomendable hasta 300 m. Las bombas que se utilizan son tipo pistón. La inversión inicial es más alta, pero los costos de operación y mantenimiento son mínimos, se elimina el pago de energía eléctrica para bombeo.

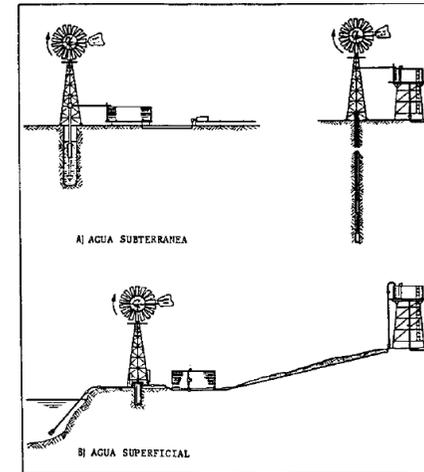


Figura 10.2
Sistema de abastecimiento de agua bombeada con molinos de viento

Bomba Manual Flexi OPS

Sus ventajas incluyen:

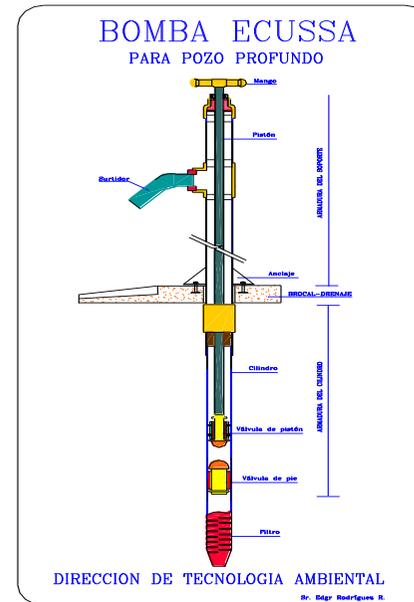
- Aplicable a poblaciones rurales dispersas o pequeños centros poblados.
- .La propiedad familiar de la bomba permite garantizar el cuidado y durabilidad
- Permite atender a sectores de bajos ingresos en situaciones de una débil gestión institucional del agua potable y el saneamiento a nivel local.
- Tiempo de instalación en el sitio del proyecto de 1 hora y sin requerimiento de herramientas especiales.
- Fabricación nacional y disponibilidad de repuestos.
- .Construcción con materiales livianos.
- Resistente a la acción corrosiva de las aguas subterráneas.

Bomba manual para pozo profundo ECU-SSA.

La facilidad de su construcción permite formar pequeñas empresas dentro de la comunidad. Está hecha de materiales de los que se puede disponer en cualquier ferretería del mercado nacional. Las válvulas de repuesto son de fácil construcción.

La instalación en el sitio toma aproximadamente 1 hora, se requieren sólo herramientas básicas para instalar y mantener.

Costo módico, al alcance de sectores de bajos ingresos.



Bombas solares con energía fotovoltaica.

Los sistemas solares autónomos o fotovoltaicos domiciliarios son instalados en viviendas campesinas que no tienen acceso a la red de distribución. Estos sistemas requieren de una batería para almacenar energía durante las horas de actividad solar y así poder asegurar el suministro de electricidad durante la noche, o en periodos de escasez de la luz solar. Los sistemas pequeños cubren las necesidades más básicas; los sistemas más grandes pueden alimentar, además, una

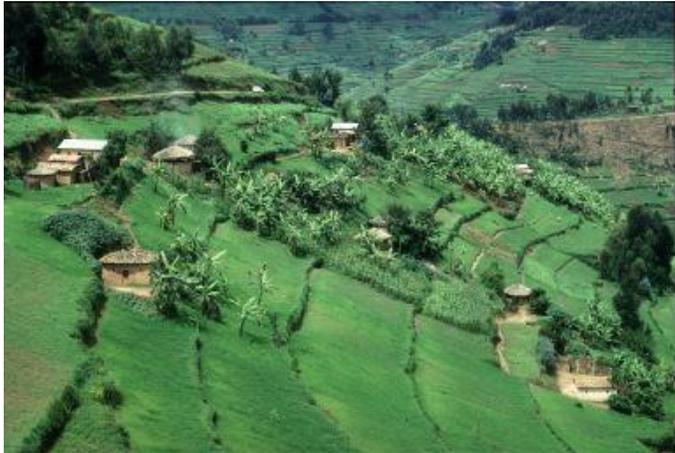


	<p>motobomba eléctrica de agua. El conjunto electrógeno está compuesto por un panel solar, un controlador de carga, una batería de almacenamiento, instalación eléctrica y una estructura de soporte.</p>
<p>FUNCIONALIDAD</p>	<p>Adaptación al Cambio Climático</p> <p>La tecnología contribuye positivamente a la adaptación al cambio climático. El aprovechamiento de acuíferos, significa incrementar la oferta de recurso. La inestabilidad en el suministro hídrico es una barrera para el desarrollo económico y humano. El acceso a las aguas subterráneas de los más desfavorecidos permite liberar la dependencia de suministros alternativos, reduciendo los gastos de obtener el agua por tanqueros.</p> <p>Alineación con los Objetivos de Desarrollo</p> <p>La Constitución de Ecuador 2008: Capítulo segundo Derechos del Buen Vivir -Sección primera, Agua y alimentación en su Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria.</p> <p>La política 4.5 del Plan Nacional del Buen Vivir -PNBV en su lineamiento 3.- impulsar programas de adaptación enfatizando en la soberanía energética y alimentaria;</p> <p>La Política 4.6 del PNBV en su lineamiento 3.- fomentar acciones de manejo integral, eficiente y sustentable de las tierras y demarcaciones hidrográficas que impulsen su conservación y restauración con énfasis en tecnologías apropiadas y ancestrales que sean viables para las realidades locales.</p> <p>El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático -PNACC en su objetivo OE1: Establecer condiciones que garanticen la soberanía alimentaria y la producción agropecuaria frente a los impactos del cambio climático</p>

	<p>El Objetivo estratégico OE4 del PNACC en los lineamientos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Promover la implementación de medidas que permitan mantener el ciclo hidrológico para garantizar la disponibilidad del agua requerida por la sociedad y los ecosistemas; medidas como la conservación o recuperación de la vegetación nativa en las áreas de recarga de agua, o la minimización en el uso de fertilizantes y plaguicidas que contaminan los acuíferos.
REQUERIMIENTOS	<p>Desarrollo de conocimientos</p> <p>Conocimiento sobre los acuíferos y las posibilidades de explotación sostenible de los mismos.</p> <p>Requisitos institucionales y de organización</p> <p>Regulaciones en torno al aprovechamiento de aguas subterráneas y organización para la gestión del recurso.</p> <p>Requisitos financieros y costos</p> <p>La perforación manual de pozos y el uso de bombas manuales reducen considerablemente el capital inicial de inversión, el mantenimiento y la operación de los pozos. Sin embargo, dadas las condiciones socioeconómicas de las comunidades rurales más dispersas y alejadas, el capital de inversión puede convertirse en una barrera para su implementación</p>
BARRERAS Y OPORTUNIDADES	<p>Es necesario tener un inventario hídrico de la zona de intervención, incluyendo los recursos hídricos de aguas subterráneas en cantidad y calidad. Además se debe regular el uso y el aprovechamiento del recurso mediante autorizaciones expedidas por la Autoridad Única del Agua.</p>
Fuentes Bibliográficas	<ul style="list-style-type: none"> • Gobierno de la República del Ecuador, “Estrategia Nacional al Cambio Climático-ENCC- 2011-2025; 2011. Quito-Ecuador. • Secretaría Técnica del Comité de Gestión de la Subcuenca Chambo CESA/AVSF, “Estado actual de la subcuenca del río Chambo, Una primera aproximación para una planificación participativa de los recursos hídricos”, 2011. Riobamba-Ecuador. • Organización Panamericana de la Salud, “Perforación Manual de Pozos Profundos de pequeño diámetro”, Reglamento Técnico del sector Agua y Saneamiento”, Reglamento RAS. 2003, Colombia. • Elliot, M., Armstrong, A., Lobuglio, J. and Bartram, J. “Technologies for Climate Change”

- | | |
|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none">• Adaptation “The Water Sector”. T. De Lopez (Ed.).2011. Roskilde: UNEP Risoe Centre.• Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), Subsecretaría de Servicios Domiciliarios de Agua Potable, Saneamiento y Residuos Sólidos (SSDAPSyRS) “Inventario de tecnologías apropiadas para la prestación de servicios de agua y saneamiento en sectores rurales del Ecuador” Programa de Gobernabilidad del Agua y Saneamiento en Ecuador, 2011. Quito, Ecuador.• Ministerio de Coordinación de Desarrollo Social, “Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador SIISE”, 2001. Quito, Ecuador.• Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos INDRHI, “Aumento de la Oferta Hídrica”, 2010. República Dominicana. |
|--|---|

17. Terrazas de Formación Lenta

Escala y Plazo	Parcela; familias y productores individuales / Mediano a largo plazo
CARACTERÍSTICAS	<p>La terraza es una superficie nivelada utilizada en la agricultura para cultivar terreno en pendientes, colinas o montañas. Se pueden utilizar terrazas en terrenos relativamente planos, cuando las condiciones del suelo y clima son conducentes a la erosión. Las terrazas son eficaces para el cultivo de una amplia variedad de productos: arroz, papa, maíz, olivos y viñedos. Tienen cuatro funciones principales (Gonzales de Olarte y Trivelli 1999):</p> <ol style="list-style-type: none">1) Mejorar las condiciones naturales para la producción agrícola;2) Reducir la tasa de erosión;3) Aumentar la humedad del suelo, y4) Generar beneficios ambientales positivos.  <p>Las terrazas de formación lenta se construyen a partir de una combinación de zanjas de infiltración, setos y paredes de tierra o piedra. Esta tecnología reduce la escorrentía, aumentando la infiltración del agua e interceptando los sedimentos del suelo (UNESCO-ROSTLAC, 1997). Se llaman terrazas de formación lenta porque requieren entre tres y cinco años, y posiblemente incluso diez años, para desarrollarse plenamente.</p>

Las terrazas de formación lenta se pueden construir donde el terreno es muy inclinado y donde el suelo es lo suficientemente profundo como para crear un efecto de arrastre. Esto conduce a la formación de escalones con sedimentos que se acumulan debido a la lluvia y la gravedad. Se excavan zanjas a nivel, a lo largo de la línea de contorno de la pendiente y luego se construye un terraplén de tierra, piedras o plantas a intervalos regulares. El suelo erosionado se acumula en estas barreras y las terrazas se forman lentamente. Para evitar que las lluvias intensas rompan las barreras, se recomienda una inclinación de un uno o dos por ciento (Fantappiè, sin fecha).

Dependiendo del tipo de suelo, se deben cavar zanjas generalmente de 40 cm de ancho y 40 cm de profundidad. La longitud recomendada de la terraza es entre 50 y 80 metros y la altura de la pendiente debe ser igual a la altura de la tierra o zanjas de piedra (Soluciones Prácticas ITDG-, 2007).

Las mejores plantas para cultivar a lo largo de las franjas de protección serán aquellas resistentes a las condiciones locales y que crezcan rápido. Siempre que sea posible, las plantas utilizadas deben además poder proporcionar madera para combustible y alimentos para el ganado. Siempre que sea posible, se deben plantar especies leguminosas para mejorar el suministro de nitrógeno al suelo (Fantappiè, sin fecha). La estructura de las terrazas de formación lenta se muestra en la Figura 1 a continuación.

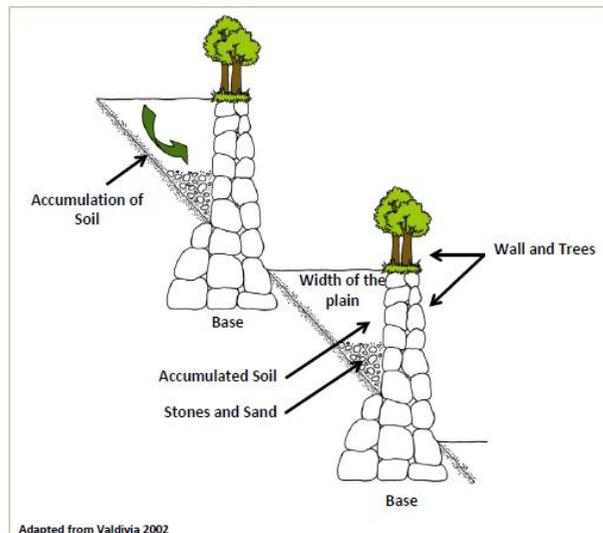


Figura 1: Estructura de las terrazas de formación lenta (Fuente: Valdivia, 2002, adaptado por Valdivia de Carrión, 1999)

Se han desarrollado otras opciones que requieren de menor inversión y que también son eficaces atrapando sedimento, pero no requieren la construcción de estructuras físicas. Una opción es el uso de setos plantados (Young 1997), este sistema ha sido utilizado en

	<p>10.000 hectáreas de tierra en Filipinas, Ruanda y Haití. Las coberturas dobles de <i>Leucaena</i>, <i>Gliricidia</i> o arbustos similares se plantan a una distancia de 4 a 8 metros a lo largo del contorno. Los arbustos se podan dos o tres veces al año y las hojas y ramas son aplicados al suelo o contra los tallos de los arbustos, para atrapar el sedimento en movimiento. Esto conduce a la formación de terrazas de hasta 50 cm de altura en los primeros dos a tres años. Otra alternativa es utilizar especies de gramíneas de profundas raíces como <i>Vetiver</i> o césped <i>Panicum</i>, de uso frecuente para corte y acarreo de forraje. Un método aún más simple es dejar fajas de vegetación natural a la hora de preparar el suelo para la plantación, que poco a poco forman los bordes de terrazas (ICRAF, 1996). Estos métodos de barrera viva reducen la erosión a la mitad y mejoran significativamente la infiltración de las precipitaciones.</p>								
<p>FUNCIONALIDAD</p>	<p style="text-align: center;">Adaptación al Cambio Climático</p> <p>Esta tecnología facilita la adaptación al cambio climático conservando la calidad del suelo y optimizando el aprovechamiento del agua. Esto es particularmente importante en zonas donde existe incertidumbre acerca de los patrones de precipitación, como ocurre en las zonas altas andinas. Las fuertes lluvias, junto con un suelo pobre, originan deslizamientos y avalanchas. Las terrazas de formación lenta reducen la erosión del suelo y, en consecuencia, el peligro de grandes deslizamientos.</p> <p>Las terrazas también proporcionan un método para regular el microclima para la producción agrícola. Al capturar el calor del sol en las paredes de piedra, las terrazas absorben el calor durante el día y lo liberan en la noche, ayudando a crear un micro-clima interior un poco más cálido que puede proteger los cultivos contra las heladas, prolongar la temporada de crecimiento y permitir la diversificación de los cultivos (Marte, 2005).</p> <p style="text-align: center;">Aspectos Socioeconómicos y Ambientales</p> <p>Las terrazas de formación lenta permiten el desarrollo de grandes áreas de tierras cultivables en terrenos accidentados y pueden facilitar el uso de modernas técnicas de cultivo, tales como la mecanización, el riego y el transporte en los terrenos en pendiente. Aumentan el contenido de humedad del suelo mediante la retención de una mayor cantidad de agua. Aumentan la exposición del suelo al sol y llenan la tierra con los sedimentos que se depositan en cada nivel y mantienen su fertilidad, aumentando el contenido de materia orgánica y la conservación de la biodiversidad.</p> <p>Las terrazas de formación lenta también han demostrado aumentar la productividad de los cultivos. Una investigación realizada en Perú encontró que la productividad incrementaba de manera importante en el caso de los guisantes (Tabla 1). El maíz, las habas y las patatas también mejoraron su productividad. La razón más importante de este incremento se asigna a una mayor retención de agua.</p> <p style="text-align: center;">Tabla 1: Rendimientos de los cultivos (kg / ha) de los principales cultivos en La Encañada, Perú – uso de terrazas de formación lenta</p> <table border="1" data-bbox="450 1233 1601 1329"> <thead> <tr> <th>Cultivos</th> <th>Campo con terrazas</th> <th>Campo sin terrazas</th> <th>Incremento (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Patata</td> <td>4300</td> <td>3800</td> <td>13.16</td> </tr> </tbody> </table>	Cultivos	Campo con terrazas	Campo sin terrazas	Incremento (%)	Patata	4300	3800	13.16
Cultivos	Campo con terrazas	Campo sin terrazas	Incremento (%)						
Patata	4300	3800	13.16						

Maíz	951	749	19.77
Cebada	798	726	9.92
Tubérculo andino	6709	6331	5.97
Habas de frijol	755	640	17.97
Guisante	830	596	39.26

Fuente: Ganoza, 1988; CONDESAN, 1995; 60.

Alineación con los Objetivos de Desarrollo

La Constitución de Ecuador 2008: Capítulo segundo Derechos del Buen Vivir -Sección primera Agua y alimentación en su Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria.

Política 4.3 del PNBV, en el lineamiento 1: aplicar programas, e implementar tecnología e infraestructura orientadas al ahorro y a la eficiencia de las fuentes actuales y a la soberanía energética; Política 4.6 del PNBV en su lineamiento 3.- fomentar acciones de manejo integral, eficiente y sustentable de las tierras y demarcaciones hidrográficas que impulsen su conservación y restauración con énfasis en tecnologías apropiadas y ancestrales que sean viables para las realidades locales.

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático -PNACC en su objetivo OE1: Establecer condiciones que garanticen la soberanía alimentaria y la producción agropecuaria frente a los impactos del cambio climático-

Lineamientos para 2017:

Fomentar la implementación de medidas de adaptación ... en los sistemas productivos de los sectores ganadero y agrícola más importantes en términos económicos y de soberanía alimentaria, para aumentar su capacidad de respuesta frente a eventos climáticos extremos y así asegurar la disponibilidad de alimentos sanos suficientes y nutritivos.

Identificar, incorporar, desagregar, adaptar y asimilar tecnologías que permitan aumentar la diversificación de la producción agrícola y ganadera, así como su capacidad de respuesta frente a los impactos del cambio climático.

REQUERIMIENTOS

Desarrollo de conocimientos

	<p>Es necesario conocer el diseño de la terraza, su construcción y mantenimiento, incluyendo las técnicas de nivelación, así como los cultivos que mejor se ajustan a esta tecnología. El método más confiable para definir el contorno es el método A-frame (http://www.appropedia.org/The_'(Practical_Action_Brief))). Para emitir un juicio sobre la relación costo-beneficio de un programa de terrazas de formación lenta, es necesario tener información sobre las inversiones de capital y los probables beneficios económicos.</p> <p style="text-align: center;">Requisitos institucionales y de organización</p> <p>Las terrazas de formación lenta se pueden implementar a nivel de granja sin arreglos institucionales ni organizacionales específicos. No obstante, los organismos gubernamentales locales pueden proporcionar asistencia en forma de transferencia de tecnología, capacitación y subsidios. En términos de organización social, debe aprovecharse la ética del trabajo comunal y otros sistemas de cooperación mutua para una construcción más rápida y un mantenimiento más eficiente.</p> <p style="text-align: center;">Requisitos financieros y costos</p> <p>El componente más costoso de la construcción de la terraza es la mano de obra, cuyo costo dependerá de los salarios medios diarios locales. El tiempo necesario para construir una terraza de formación lenta dependerá de la mano de obra disponible, el tipo de suelo y la época del año. Las herramientas básicas necesarias (tales como picos y palas) por lo general pertenecen a los agricultores y se pueden utilizar sin costo adicional. Una vez construida la terraza, los costos anuales de mantenimiento son mínimos (Treacey, 1989). Las investigaciones indican que dos personas pueden construir 7m² de pared en un día. Suponiendo que una pared de una terraza común mida 1,8 m de altura y 50 metros de largo, dos personas podrían restaurar una terraza completa en dos semanas, o construir una totalmente nueva en un período un poco más largo (Valdivia, 2002). En un proyecto en el norte de Perú, se construyeron terrazas con una inversión inicial de US \$ 350 / h y se requiere de \$ 86 / h al año para mantenimiento (Yanggen et al, 2003).</p>
<p style="text-align: center;">BARRERAS Y OPORTUNIDADES</p>	<p>Las barreras para la implementación incluyen la falta de acceso al crédito y el lento ritmo de cambio en términos del tiempo que toma para que las cosechas aumenten, lo que puede tardar hasta diez años (Yanggen et al, 2003). Esto puede llevar a los agricultores a abandonar la tecnología si no se comprenden sus beneficios a largo plazo . Yanggen et al (2003) estiman que en el caso peruano, para que esta tecnología sea atractiva se requerirían subsidios de alrededor del 40% del costo total. Teniendo en cuenta el tiempo necesario para obtener resultados, la falta de acceso a derechos sobre la tierra podría impedir que un agricultor adopte esta tecnología por sobre las prácticas tradicionales. Esto se debe a que los agricultores con formas precarias de tenencia de la tierra tienden a tener horizontes más cortos de planificación y visualizan las estructuras permanentes que requieren inversiones a largo plazo como más riesgosas (Dvorak, 1996).</p> <p>La reducción de la superficie de tierra disponible para el cultivo debido al espacio ocupado por la zanja y los bancos, o franjas de vegetación puede ser un desincentivo importante para los agricultores con un acceso muy limitado a la tierra. También hay poco incentivo para invertir en la conservación del suelo ya que la tierra cultivada se alquila a otros terratenientes.</p> <p style="text-align: center;">Oportunidades para la aplicación:</p>

	<p>La construcción de terrazas puede proporcionar una oportunidad para las mejoras en las prácticas de gestión del suelo, los cultivos y el agua. Estos a su vez pueden proporcionar oportunidades a los agricultores para aumentar la producción de cultivos y diversificar la producción agrícola para generar ingresos adicionales.</p>
<p>Fuentes Bibliográficas</p>	<p>Gobierno de la República del Ecuador, “Estrategia Nacional al Cambio Climático-ENCC- 2011-2025; 2011. Quito-Ecuador</p> <p>Elliot, M., Armstrong, A., Lobuglio, J. and Bartram, J. “Technologies for Climate Change Adaptation—The Water Sector”. T. De Lopez (Ed.).2011. Roskilde: UNEP Risoe Centre.</p> <p>Clements, R., J. Hagggar, A. Quezada, and J. Torres (2011). Technologies for Climate Change Adaptation – Agriculture Sector. X. Zhu (Ed.). UNEP Risø Centre, Roskilde, 2011,</p> <p>CONDESAN (1995), Proyecto PIDAE. La Encañada. Caminos hacia la sostenibilidad. ASPADERUC, CONDESAN - Centro Internacional de la Papa. Fondo Peru – Canada. ISBN 92- 9060177-9.</p> <p>Delgadillo and Delgado (2003), J. Delgadillo P. and F. Delgado B. Evaluación de la implementación de prácticas de conservación de suelos: el caso, LEISA Revista de Agroecología.</p> <p>Dvorak, K. A. (1996) Catalogue of Soil Conservation Practices and Projects in Central America. Internal Report. Tegucigalpa: International Centre for Tropical Agriculture.</p> <p>Fantappiè M. (no date) Conservation and Reclamation of Volcanic Deteriorated Soils in Ecuadorian Andes</p> <p>Ministerio de Coordinación de Desarrollo Social, “Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador SIISE”, 2001,Quito-Ecuador</p> <p>Quezada, J Hagggar , J. Torres, R. Clements (2011), “Slow-forming terraces”, Climate Tech Wiki, A Clean Technology Platform, UNEP Risø Centre, Roskilde, << http://climatetechwiki.org/content/slow-forming-terraces>></p>

18. Manejo Integrado de Nutrientes

Escala y plazo	Parcela; familias y productores individuales / Corto a mediano plazo
CARACTERÍSTICAS	<p>El suelo es un requisito fundamental para la producción agrícola, ya que proporciona a las plantas anclaje, el agua y los nutrientes. Los suelos ofrecen un suministro seguro de minerales y fuentes de nutrientes orgánicos pero a menudo tienen que ser enriquecidos con aplicaciones externas o fertilizantes, para mejorar el crecimiento vegetal. Los fertilizantes mejoran la fertilidad del suelo y se aplican para promover el crecimiento de la planta, mejorar los rendimientos agrícolas y apoyar la intensificación agrícola.</p> <p>Los fertilizantes se clasifican normalmente como orgánicos o minerales. Los fertilizantes orgánicos se obtienen a partir de sustancias de origen vegetal o animal, como el estiércol, compost, algas y paja de cereal. Los fertilizantes orgánicos contienen generalmente niveles más bajos de nutrientes, ya que se combinan con la materia orgánica que mejora las características físicas y biológicas de los suelos.</p> <p>Los fertilizantes minerales más utilizados están basados en nitrógeno, potasio y fosfato. El uso óptimo y equilibrado de los aportes de nutrientes de los fertilizantes minerales será de importancia fundamental para satisfacer la creciente demanda mundial de alimentos (International Food Policy Research Institute, 1995). El uso de fertilizantes minerales se ha multiplicado casi por cinco desde 1960 y ha apoyado significativamente el crecimiento de la población mundial. Sin embargo, las preocupaciones ambientales y las limitaciones económicas han llevado a considerar que las necesidades de nutrientes de los cultivos no se deben satisfacerse únicamente a través de fertilizantes minerales. El uso eficiente de todas las fuentes, incluidas las fuentes de nutrientes orgánicos, residuos reciclables, fertilizantes minerales y biofertilizantes por lo tanto debe ser promovido a través de la gestión integrada de los nutrientes (Roy et al, 2006).</p> <p>El objetivo de la gestión integrada de nutrientes (GIN) es integrar el uso de nutrientes naturales del suelo para aumentar la productividad de los cultivos y conservar la productividad para las generaciones futuras (FAO, 1995a). La GIN apunta a una utilización óptima de las fuentes de nutrientes en un sistema de cultivo o base de</p>

cultivos de rotación. Esto anima a los agricultores a centrarse en la planificación a largo plazo y hacer una mayor consideración de los impactos ambientales.

La GIN se basa en una serie de factores, incluyendo la aplicación adecuada de nutrientes y la conservación y transferencia de conocimientos acerca de las prácticas de la GIN a agricultores e investigadores. Los niveles de nutrientes de las plantas pueden incrementarse mediante una serie de prácticas tales como terrazas, cultivos en franjas, labranza de conservación, cultivos intercalados y la rotación de cultivos. La GIN incluye nuevas técnicas, tales como la colocación profunda de fertilizantes y el uso de inhibidores o los revestimientos de urea (el uso de una capa de recubrimiento ayuda a retardar la actividad y el crecimiento de las bacterias responsables de la desnitrificación) que se han desarrollado para mejorar la absorción de nutrientes.

Los componentes clave del enfoque GIN son:

1) Análisis para determinar la disponibilidad de nutrientes y las deficiencias en plantas y suelos. Estos son:

- Análisis de los síntomas de las plantas: las pistas visuales pueden proporcionar indicios de deficiencias de nutrientes específicos. Por ejemplo, las plantas deficientes en nitrógeno parecen raquílicas y palidecen en comparación con las plantas sanas.
- El análisis de tejidos y suelos - cuando los síntomas no son visibles, después de la cosecha se pueden analizar en un laboratorio muestras de tejido y suelo y compararse con muestras de referencia a partir de una planta sana.
- La evaluación sistemática de las limitaciones y oportunidades en las prácticas actuales de manejo de la fertilidad del suelo y cómo se relacionan con el diagnóstico de nutrientes; por ejemplo, el uso insuficiente o excesivo de fertilizantes.
- Evaluación de la productividad y la sostenibilidad de los sistemas agrícolas. Diferentes climas, tipos de suelo, cultivos, prácticas de explotación agraria y tecnologías dictan el equilibrio correcto de nutrientes necesarios. Una vez que estos factores se entienden, se pueden seleccionar tecnologías apropiadas de GIN.
- La gestión y el desarrollo participativo de la tecnología de GIN, con el liderazgo de agricultores

experimentados para la experimentación y el desarrollo de la tecnología. La necesidad de tecnologías apropiadas a nivel local muestra que es esencial la participación de los agricultores en las pruebas y análisis de toda la tecnología de GIN.

- Las duras condiciones climáticas son una de las principales causas de la erosión del suelo y el agotamiento de las reservas de nutrientes. Al aumentar la fertilidad del suelo y la mejora de la sanidad vegetal, la GIN puede tener efectos positivos en los cultivos de las siguientes maneras:
- Se ha demostrado que un buen suministro de fósforo, nitrógeno y potasio ejerce una considerable influencia en la susceptibilidad o la resistencia de las plantas hacia muchos tipos de plagas y enfermedades
- Un cultivo que recibe nutrición equilibrada es capaz de explorar un mayor volumen de suelo con el fin de acceder a agua y nutrientes. Además, el desarrollo de raíces mejoradas permite a la planta el acceso al agua de las capas profundas del suelo. Con un sistema radicular bien desarrollado, los cultivos son menos susceptibles a la sequía.
- Bajo condiciones crecientes de salinidad, las plantas pueden ser suplementadas con potasio para mantener el crecimiento normal.
- Con la apropiada fertilización con potasio, el punto de congelación de la savia de la célula se reduce, lo que mejora la tolerancia a condiciones más frías (Figura 1)

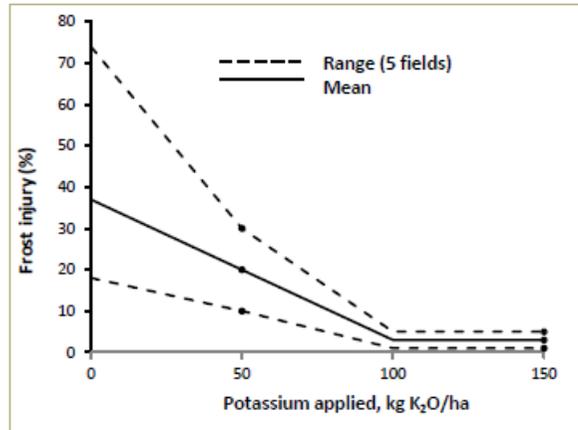


ilustración © climatetechwiki.org

Figura 1: Efecto de la aplicación de potasio en lesión de Escarcha a los cultivos de patata (Fuente: Grewal y Sharma, 1978)

FUNCIONALIDAD

Adaptación al Cambio Climático

La GIN permite adaptar la nutrición vegetal y el manejo de la fertilidad del suelo a las características del lugar, aprovechando el uso combinado y armónico de los nutrientes orgánicos e inorgánicos para atender las necesidades concurrentes de la producción de alimentos y la viabilidad económica, ambiental y social. La GIN empodera a los agricultores mediante el aumento de sus conocimientos técnicos y su capacidad de toma de decisiones. También promueve cambios en el uso del suelo, rotación de cultivos, y las interacciones entre la silvicultura, la ganadería y los sistemas de cultivo como parte de la intensificación agrícola y la diversificación.

El enfoque GIN también es sensible a los cambios en las condiciones climáticas y podría producir efectos negativos si los nutrientes del suelo y de los cultivos no son monitoreados sistemáticamente para hacer los necesarios cambios en las prácticas de fertilización. En el caso de pequeños agricultores, los altos costos de los

fertilizantes pueden representar una proporción demasiado elevada de los costes totales de producción, haciendo inviable el uso de fertilizantes inorgánicos.

Alineación con los Objetivos de Desarrollo

La Constitución de Ecuador 2008: Capítulo segundo Derechos del Buen Vivir -Sección primera Agua y alimentación en su Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria.

La política 4.5 del Plan Nacional del Buen Vivir -PNBV en su lineamiento 3.- impulsar programas de adaptación enfatizando en la soberanía energética y alimentaria;

La Política 4.6 del PNBV en su lineamiento 3.- fomentar acciones de manejo integral, eficiente y sustentable de las tierras y demarcaciones hidrográficas que impulsen su conservación y restauración con énfasis en tecnologías apropiadas y ancestrales que sean viables para las realidades locales.

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático -PNACC en su objetivo OE1: Establecer condiciones que garanticen la soberanía alimentaria y la producción agropecuaria frente a los impactos del cambio climático-

Resultados al 2013:

- RE4: El Programa Soberanía y Seguridad Alimentaria Basada en La Producción Sana de Alimentos ha iniciado su implementación y ha incorporado un enfoque adicional de adaptación al cambio climático

Lineamientos para 2017:

- Fomentar la implementación de medidas de adaptación ... en los sistemas productivos de los sectores ganadero y agrícola más importantes en términos económicos y de soberanía alimentaria, para aumentar su

	<p>capacidad de respuesta frente a eventos climáticos extremos y así asegurar la disponibilidad de alimentos sanos suficientes y nutritivos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar, incorporar, desagregar, adaptar y asimilar tecnologías que permitan aumentar la diversificación de la producción agrícola y ganadera, así como su capacidad de respuesta frente a los impactos del cambio climático. 			
<p>REQUERIMIENTOS</p>	<p>Requisitos institucionales y de organización</p> <p>El éxito de la GIN dependerá de los esfuerzos combinados de agricultores, investigadores, agentes de extensión, gobiernos y organizaciones no gubernamentales. La simple entrega de fertilizantes no es suficiente para apoyar la implementación de la GIN; es necesario contar con marcos normativos adecuados, al igual que estructuras de mercado, infraestructura, facilidades de crédito y transferencia de tecnología y conocimiento. La GIN requiere conocer los requerimientos de las plantas; cómo y con qué intervalos se puede integrar la satisfacción de estos requerimientos para obtener altos niveles de productividad. Para determinar esto será necesaria una investigación localizada, pero también será útil contar con la cooperación de centros nacionales e internacionales de investigación agrícola. El personal de extensión es capaz de traducir los datos de investigación en recomendaciones prácticas, debiendo tener en cuenta tanto la experiencia de los agricultores como de los resultados de investigación aplicables.</p> <p>Requisitos financieros y costos</p> <p>El principal costo asociado con el manejo integrado de nutrientes se refiere a la compra y distribución de fertilizantes inorgánicos, que se ven afectados por una serie de factores (Tabla 1).</p> <p style="text-align: center;">Tabla 1: Coste medio de fertilizantes por tonelada métrica en África</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th data-bbox="577 1238 775 1319">País</th> <th data-bbox="775 1238 1758 1319">Factores que afectan al costo</th> <th data-bbox="1758 1238 1890 1319">Costo</th> </tr> </thead> </table>	País	Factores que afectan al costo	Costo
País	Factores que afectan al costo	Costo		

		<p>Mozambique</p> <p>País costero. Mercado privado dominado por un solo importador haciendo un bajo volumen de compras. Ausencia de red al por menor resultante de la baja provisión en las zonas rurales. Muy altos costos de transporte e infraestructura vial deficiente. No tienen manufactura local o instalaciones de mezcla. Baja demanda de fertilizantes y consumos.</p>	\$ 554	
		<p>Malawi</p> <p>País sin litoral. Los fertilizantes son uno de los cuatro mercados más grandes del país. Importador neto con parte de la producción local.</p> <p>El Gobierno juega un papel central en la importación y distribución a través de licitación pública.</p> <p>Elección del puerto (Sudáfrica, Tanzania o Mozambique) afecta en gran medida el costo y disponibilidad. Los altos costos de transporte debido a altos precios del combustible y la infraestructura vial deficiente. Programa de fertilizante subsidiado con el esquema de agricultor vale. Excesivos importadores, al por mayor, y márgenes de minoristas.</p>	\$495	
		<p>Ghana</p> <p>País costero. Todos los fertilizantes importados. Mercado privatizado dominado por tres grandes importadores-mayoristas. Bien organizados distribuidores y comerciantes. No hay derechos de importación o impuesto sobre las ventas directas. Mercado en fase de crecimiento. Mercado de competencia de precios robusto.</p>	\$ 386	

	<table border="1" data-bbox="577 193 1892 347"> <tr> <td data-bbox="577 193 779 347"></td> <td data-bbox="779 193 1758 347"> Predominancia del buque (de los proveedores internacionales) y transporte por carreteras (de los proveedores de Nigeria y distribuidores). Los altos costos de almacenamiento en los puertos. Altas costes de transporte interior </td> <td data-bbox="1758 193 1892 347"></td> </tr> </table> <p data-bbox="495 453 1973 523">Los fertilizantes orgánicos proporcionan una tecnología de bajo a ningún costo para mejorar la fertilidad del suelo.</p>		Predominancia del buque (de los proveedores internacionales) y transporte por carreteras (de los proveedores de Nigeria y distribuidores). Los altos costos de almacenamiento en los puertos. Altas costes de transporte interior	
	Predominancia del buque (de los proveedores internacionales) y transporte por carreteras (de los proveedores de Nigeria y distribuidores). Los altos costos de almacenamiento en los puertos. Altas costes de transporte interior			
BARRERAS Y OPORTUNIDADES	<p data-bbox="495 580 1973 884">La insuficiente disponibilidad de crédito a un precio asequible se menciona con frecuencia como una restricción en el uso de fertilizantes. El acceso a la fertilización mineral puede ser limitado en zonas rurales o subdesarrolladas debido a los altos precios de la importación y los altos costos del transporte. La falta de una infraestructura adecuada para la distribución y la conservación también puede ser una barrera para el acceso y uso. Además, los fertilizantes tienen una vida útil limitada y la demanda puede ser alta en ciertas temporadas; si no se ha hecho una adecuada planificación, puede producirse escasez. La competencia por los recursos orgánicos puede ser elevada en zonas donde los residuos de cultivos se utilizan para la alimentación de animales y combustible.</p> <p data-bbox="495 922 1973 959">Oportunidades para la aplicación:</p> <p data-bbox="495 1002 1973 1305">Una fuente potencial de fertilizante sin explotar son los residuos urbanos. Aunque la calidad de los fertilizantes producidos a partir de residuos urbanos no puede compararse con los fertilizantes producidos comercialmente, el lodo (Residual, semi-sólida de material que queda a partir de las aguas residuales industriales, o los procesos de tratamiento de aguas residuales) contiene nitrógeno, fósforo, potasio y otros micronutrientes. La utilización de los residuos urbanos en tierras agrícolas cercanas a los centros urbanos da un buen uso a un material que de otra manera sería tratado través de costosos medios (Gruhn et al, 2000). Las asociaciones de agricultores y servicios de extensión proporcionan una oportunidad para la producción y difusión de información sobre las tecnologías apropiadas costo-efectividad.</p>			

Fuentes Bibliográficas

- Gobierno de la República del Ecuador, “Estrategia Nacional al Cambio Climático-ENCC- 2011-2025; 2011. Quito-Ecuador
 - Elliot, M., Armstrong, A., Lobuglio, J. and Bartram, J. “Technologies for Climate Change Adaptation—The Water Sector”. T. De Lopez (Ed.).2011. Roskilde: UNEP Risoe Centre.
 - Quezada A, Haggar J, Torres J, Clements R, “Climate Change Monitoring System”, UNEP Risoe Centre, ClimatetechWiki, << <http://climatetechwiki.org/content/climate-change-monitoring-system>>>
 - FAO (1995a) Integrated plant nutrition system. FAO Fertiliser and Plant Nutrition Bulletin No. 12. Rome. 426 pp.
 - FAO (2008b) Current world fertiliser trends and outlook to 2011/12, FAO, Rome
 - Gruhn, P., F. Goletti, M. Yudelman (2000) Integrated nutrient management, soil fertility and sustainable agriculture: current issues and future challenges, IFRPI 2020 Vision Brief.
 - Clements, R., J. Haggar, A. Quezada, and J. Torres (2011). Technologies for Climate Change Adaptation – Agriculture Sector. X. Zhu (Ed.).
 - UNEP Risø Centre, Roskilde, 2011,
 - Quezada, J Haggar , J. Torres, R. Clements (2011), “Integrated nutrient management”, Climate Tech Wiki, A Clean Technology Platform, UNEP Risø Centre, Roskilde, << <http://climatetechwiki.org/content/integrated-nutrient-management> >>
 - IFPRI (International Food Policy Research Institute) (1995) Biophysical limits to global food production (2020 Vision). Washington, DC. 2.
- Roy, R. N., A. Finck, G. J. Blair and H. L. S. Tandon (2006) Plant nutrition for food security, FAO Rome, 2006.

19. Manejo de la salinidad del suelo

Escala y Plazo	Organizaciones de regantes / Gobiernos comunales o locales ; Parcela; familias y productores individuales / Corto a mediano plazo
CARACTERÍSTICAS	<p>La salinidad se refiere a la cantidad de sales presentes en el suelo y puede ser estimada midiendo la conductividad eléctrica (CE) de una solución extraída del suelo. La sal es un compuesto químico formado por iones con carga negativa, enlazados a iones con carga positiva; los fertilizantes son sales.</p> <p>La salinidad puede afectar el crecimiento de las plantas de varias maneras:</p> <p>Daños directos:</p> <p>Disminución de la absorción del agua por las raíces (porque las plantas tienen que utilizar más energía para absorber el agua con alto potencial osmótico); bajo condiciones extremas de salinidad, las plantas no pueden absorber el agua y se marchitan, incluso cuando el suelo alrededor de las raíces se siente mojado al tacto.</p> <p>Toxicidad por iones específicos: cuando la planta absorbe agua que contiene iones de sales perjudiciales (por ejemplo, sodio, cloruro, exceso de boro etc.), pueden aparecer síntomas visibles, tales como puntas y bordes de las hojas quemadas, deformaciones de las frutas etc.</p> <p>Daños indirectos:</p> <p>Interferencia con la absorción de nutrientes esenciales: un desequilibrio en la composición de las sales en el suelo puede resultar en una competencia perjudicial entre los elementos; el exceso de un ion limita la absorción de otros ("Antagonismo"). Por ejemplo, el exceso de cloruro reduce la absorción del nitrato, el exceso de fósforo reduce la absorción del manganeso, y el exceso de potasio limita la absorción del calcio.</p> <p>El efecto del sodio en la estructura del suelo: En suelos que contienen altos niveles de sodio, este desplaza al</p>

calcio y el magnesio, que son adsorbidos en la superficie de partículas de arcilla en el suelo. Como resultado, la agregación de las partículas del suelo se reduce, y el suelo tiende a dispersarse. Cuando está mojado, un suelo sódico tiende a sellarse, su permeabilidad se reduce drásticamente y, por tanto, la capacidad de infiltración de agua se reduce también. Cuando está seco, un suelo sódico se endurece y aterriona. Esto puede resultar en daños a las raíces. Hay que considerar también que la salinidad por sí misma mejora la estructura del suelo y elimina, hasta cierto punto, el efecto negativo del sodio, pero por supuesto, no se puede incrementar la salinidad sin afectar el crecimiento de las plantas.

Los Factores que afectan a la salinidad del suelo son:

- El agua de riego - La cantidad total de sales disueltas en el agua de riego, y su composición, influyen en la salinidad del suelo. Por lo tanto, se debe monitorear algunos parámetros, como el CE de la fuente de agua y su contenido de minerales.
- Abonos - El tipo y la cantidad de fertilizantes aplicados al suelo afectan a su salinidad. Algunos fertilizantes contienen altos niveles de sales que son potencialmente perjudiciales, tales como cloruro de potasio o sulfato de amonio. El mal uso de fertilizantes conduce a la acumulación de sales en el suelo, y debe ser evitado.
- Régimen y métodos de riego - Para prevenir la acumulación excesiva de sales en la zona de la raíz, es necesario aplicar una cantidad extra de agua, la *fracción de lavado*, de manera que supere a la necesaria para la evapotranspiración. Esta fracción de agua debe pasar a través de la zona radical para desplazar, de este modo, el exceso de sales. La frecuencia y la cantidad de lavado dependen de la calidad del agua, del clima, del suelo y de la sensibilidad del cultivo a la salinidad. Cuando el suelo se seca, la concentración de sales aumenta. Las sales se acumulan en perfiles específicos según el régimen de riego y el tipo de equipo de riego utilizado. Por ejemplo, al regar mediante aspersores, el agua y las sales se mueven más profundamente, según la capacidad de infiltración del suelo y la cantidad de agua aplicada. Cuando se utiliza goteros, también hay un movimiento lateral del agua y las sales.
- Las características del campo y su historia agrícola - Un suelo mal drenado podría llegar a un nivel de salinidad perjudicial para las plantas y la cosecha entera. Un suelo que no fue lavado después de un ciclo

de cultivo puede contener un alto nivel de sales acumuladas.

Como Evitar y Manejar la Salinidad en el Suelo:

1. Seleccionar un cultivo que se adapte a las condiciones del campo. La selección debe considerar:

- El tipo y las características del suelo - por ejemplo, la capacidad de infiltración del suelo, cuánto aire contiene, cuánta agua será necesaria para lavar el suelo a fin de evitar la acumulación de salinidad, problemas especiales de drenaje etc. Por ejemplo, es preferible no utilizar cultivos sensibles a la salinidad en un suelo que no está bien drenado.
- Las condiciones de microclima en el campo- parámetros tales como la dirección del viento y la radiación solar pueden afectar el consumo de agua de los cultivos.
- La historia agrícola del suelo - ¿se acumularon sales en el suelo durante el cultivo anterior?
- La calidad del agua de riego - Verificar la calidad de la fuente de agua disponible. Qué tipo de sales contiene y cuál es el nivel total de sales en ella
- El tipo de sistema de riego y su distribución - ¿qué tipo de sistema de riego se va a utilizar? Cada tipo de sistema de riego tiene su propio patrón de distribución de agua, dependiendo también de las propiedades del suelo. Asegurar que los emisores sean colocados a distancias apropiadas, para permitir el riego uniforme.

2. Conocer el requisito de lixiviación del cultivo.-

- Asegurar que las cantidades de agua de riego coincidan con la fase de crecimiento del cultivo, aplicando el mínimo necesario para eliminar la acumulación de sales en el suelo. Esto significa que siempre se tiene que aplicar un poco más agua que el consumo del cultivo, para permitir la lixiviación de sales por debajo de la zona de raíces.
Para evitar la acumulación de sales, los suelos pesados requieren de más agua que los suelos arenosos.
- El requerimiento de lixiviación se expresa como $LR = (\text{agua lixiviada}) / \text{Agua aplicada}$. Una ecuación general para calcular el requerimiento de lixiviación es $LR (\%) = (CEar) / (5CEu - CEar)$; donde $CEar$ es el CE del agua de riego, y ECu es el umbral de salinidad medida en el extracto saturado del suelo, por encima

del cual el rendimiento empieza a descender.

- La cantidad total de agua para ser aplicada es $AW = ET / (1-LR)$, donde AW es la cantidad de agua que debe aplicarse, ET es el consumo de agua sobre la base de la evapotranspiración

3. Mantener los Intervalos correctos entre los riegos.- El régimen de riego y los intervalos entre riegos deben ser adecuados a las condiciones del suelo y a la fase de crecimiento. Riegos frecuentes y superficiales tienen como resultado la acumulación de sales dentro de la zona radicular, mientras que aplicaciones más grandes, en intervalos más largos, lavarán las sales debajo de la zona de raíces.

4. Utilizar los tipos adecuados de abonos y aplicarlos correctamente.- Deben coincidir el tipo de fertilizante y sus cantidades con los requisitos del cultivo y con los nutrientes que ya están disponibles en el suelo. Hay fertilizantes que contienen sales que son tomadas en muy pocas cantidades por las plantas, tales como el cloruro. Estas sales tienden a acumularse en el suelo.

5. Análisis periódicos de suelo. – El análisis del suelo da una mejor indicación del contenido de sales en el suelo. En muchos casos los agricultores se dan cuenta de que hay un problema de salinidad sólo después de que sus rendimientos o la calidad de la cosecha se reducen. Un enfoque práctico para evitar la acumulación de salinidad tempranamente, es probar el suelo 5 veces durante un período de crecimiento de 8 meses (una prueba cada 6 semanas más o menos). Es recomendado hacer por lo menos un análisis de agua también. Las pruebas indicarán cualquier cambio en el contenido de sales del suelo, lo que permitirá ajustar la fertilización y el régimen de riego, según sea necesario. Esta es la manera más barata y más práctica para dar seguimiento a la condición de las sales en el suelo, manteniendo la calidad de la cosecha y el rendimiento a nivel óptimo. Los análisis de suelo se efectúan en laboratorios apropiados, con métodos estandarizados y bastante difundidos. Las Juntas de Regantes o los GAD-P podrán efectuar los análisis, o los mismos campesinos, según sea de su interés.

6. Medidas adicionales.-

- Al identificar un problema de salinidad durante la temporada de cultivo, se recomienda lavar el suelo,

incluso si significa arriesgar algún daño al cultivo, antes que permitir el empeoramiento adicional de la cosecha debido a la salinidad.

- El lavado el suelo debe ser cuidadosamente planificado, según las condiciones del cultivo. Es necesario contar con drenaje adecuado para evitar inundaciones en las zonas bajas de los terrenos tratados.
- En suelos arenosos que desaguan fácilmente, el impacto del lavado en la cosecha es generalmente insignificante.
- En los suelos pesados, se pueden encontrar problemas de infiltración de agua y de drenaje que pueden tener como resultado el exceso de agua y la falta de aire para las raíces. Lavar los suelos pesados es un proceso prolongado y su resultado final es difícil de anticipar; por lo tanto, se debe tomar un cuidado adicional cuando se cultiva en suelos pesados: en cuanto se llegue a la acumulación de salinidad, o por lo menos identificar el problema al tiempo, cuando los niveles de sales son todavía relativamente fáciles de lavar. Si todo lo demás falla y el lavado es el curso de acción elegido, en suelos más pesados no se debe aplicar la cantidad máxima de agua absorbida por el suelo y se deben aplicar los intervalos más largos posibles. Entre tanto, la fertilización debe usar solo cantidades mínimas de nitrógeno.

7. Manejo de Problemas de Calidad del Agua de Riego.- El agua utilizada para el lavado debe ser de la mejor calidad posible, porque el propósito del proceso de lavado es reducir la salinidad del suelo a los niveles del agua de riego. Para manejar los problemas de infiltración relacionados con la calidad del agua de riego se puede utilizar el parámetro RAS (Relación de adsorción de sodio) que sirve para predecir los problemas de infiltración del agua en el suelo.

8. La aplicación de enmiendas al suelo o al agua de riego.- El objetivo de la aplicación de enmiendas al suelo es contrarrestar el efecto del sodio, aumentando el contenido del calcio soluble o la salinidad del agua de riego.

- El yeso es la enmienda de suelos más comúnmente utilizada. Ya que los problemas causados por el sodio afectan principalmente a los centímetros superiores del suelo, se prefiere hacer pequeñas aplicaciones repetidas de yeso, integrado en una profundidad superficial. Si la salinidad del agua de riego es baja ($CE < 0,5 \text{ ds / m}$), se puede aplicar el yeso con el agua de riego a dosis de 1.4 meq/l (28 ppm) de calcio disuelto.
- Cuando existe cal (CaCO_3) en el suelo se pueden utilizar enmiendas con una reacción ácida. Ejemplos son el azufre elemental, ácido sulfúrico y sulfato férrico.

	<ul style="list-style-type: none"> • Residuos orgánicos: estas enmiendas mejoran la estructura del suelo y la infiltración de agua, manteniendo el suelo poroso. <p>9. Mezclar fuentes de agua.- La infiltración del agua puede ser mejorada, ya sea por el aumento de la salinidad del agua de riego o por la reducción de la RAS. La RAS puede reducirse diluyendo el agua de riego con otra agua de baja concentración de sodio, incluso si las concentraciones del calcio y del magnesio son más altas.</p>
<p>FUNCIONALIDAD</p>	<p>Adaptación al Cambio Climático</p> <p>Los escenarios de cambio climático anticipan un aumento de las temperaturas, mayores tasas de evapotranspiración y una mayor evaporación de los cuerpos de agua, combinados con una disminución en la precipitación (menor disponibilidad de agua, la reducción de agua en los embalses). También se esperan cambios en los patrones de precipitación, con una distribución más irregular que en la actualidad, lo que provocará un aumento de la escorrentía y la infiltración.</p> <p>Bajo este escenario, la disponibilidad y calidad del agua se reducirán, esto último porque habrá menos agua disponible para diluir las sales y contaminantes arrastrados por la escorrentía; en zonas con excesiva carencia, podría ser posible que los agricultores deban usar agua de menor calidad, arriesgándose a dañar sus terrenos. Además, la diseminación del riego como medida de adaptación podría traer problemas de salinización si no existe un adecuado manejo de fertilizantes.</p> <p>Alineación con los Objetivos de Desarrollo</p> <p>La Constitución de Ecuador 2008: Capítulo segundo Derechos del Buen Vivir - Sección segunda Ambiente sano, Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, <i>sumak kawsay</i>. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.</p>

	<p>La Política 4.6 del PNBV versa sobre la reducción de la vulnerabilidad social y ambiental ante los efectos producidos por procesos naturales y antrópicos generadores de riesgos. En su lineamiento 3.- fomentar acciones de manejo integral, eficiente y sustentable de las tierras y demarcaciones hidrográficas que impulsen su conservación y restauración con énfasis en tecnologías apropiadas y ancestrales que sean viables para las realidades locales.</p> <p>El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático -PNACC en su objetivo OE1: Establecer condiciones que garanticen la soberanía alimentaria y la producción agropecuaria frente a los impactos del cambio climático; y su OE5: Conservar y manejar sustentablemente el patrimonio natural y sus ecosistemas terrestres y marinos para contribuir con su capacidad de respuesta frente a los impactos del cambio climático.</p> <p>Resultados al 2013: RE5: Se han generado al menos dos proyectos de manejo sostenible de la tierra para combatir la desertificación y degradación de la tierra en las áreas con mayor afectación considerando criterios de cambio climático.</p>
<p>REQUERIMIENTOS</p>	<p>Requisitos conocimiento</p> <p>Es necesario tener conocimiento sobre las condiciones del suelo y su capacidad de infiltración. Además es conveniente establecer un programa de monitoreo del suelo para analizar la eficacia de las medidas propuestas. También es necesario conocer a profundidad el tipo de cultivo y su demanda de agua, el tipo de riego requerido y la resistencia a la salinidad, para garantizar la eficacia en la gestión del terreno y su salinidad.</p> <p>Requisitos financieros y costos</p> <p>Los costos de la implementación de estas técnicas dependen de las escala y de las condiciones existentes en el terreno, así como de la disponibilidad de cultivos resistentes o con capacidad de adaptación a las condiciones de salinidad. El manejo de la salinidad mediante técnicas de lavado es una práctica que no requiere mayor inversión si existe un sistema de riego cercano; se deben mejorar las condiciones del drenaje del terreno para evitar daños por inundación.</p>

<p>BARRERAS Y OPORTUNIDADES</p>	<p>El drenaje de tierras de regadío tiene dos propósitos: reducir el exceso de agua de las tierras e, igualmente importante, controlar y reducir la salinización que inevitablemente acompaña a las tierras que tienen drenaje natural insuficiente en las regiones áridas y semiáridas. El drenaje adecuado también permite la diversificación de cultivos y la intensificación del uso de la tierra, el crecimiento de variedades de alto rendimiento, el uso efectivo de insumos tales como los fertilizantes y el uso de maquinaria agrícola.</p> <p>Sin embargo, el drenaje tiene dos inconvenientes importantes. Primero, el agua de drenaje a menudo está contaminada con sales, microelementos, sedimentos y trazas de insumos agrícolas, por lo tanto, las aguas de drenaje deben ser evacuadas de una manera apropiada. Segundo, la mejora del drenaje en un área incrementa el caudal aguas abajo, aumentando así el riesgo de inundaciones. Por lo tanto, los nuevos proyectos de drenaje deben considerar no solo los beneficios de una producción agrícola sostenible sino también los efectos colaterales sobre el medio ambiente.</p>
<p>Fuentes Bibliográficas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Gobierno de la República del Ecuador, “Estrategia Nacional al Cambio Climático-ENCC- 2011-2025; 2011. Quito-Ecuador • FAO, Rome .World Soil Resources Reports No. 105.. Proceedings of the Global Forum on Salinization and Climate Change (GFSCC2010) Valencia, 25–29 October 2010. Disponible en: http://www.fao.org/agriculture/crops/noticias-eventos-oletines/detail/es/item/116096/icode/?no_cache=1 • Smart Fertilización Inteligente: “Efectos sobre la salinidad del suelo”, “Como evitar y manejar la salinidad del suelo”. Disponibles en: http://www.smart-fertilizer.com/ • Clements, R., J. Haggar, A. Quezada, and J. Torres (2011). Technologies for Climate Change Adaptation – Agriculture Sector. X. Zhu (Ed.). UNEP Risø Centre, Roskilde, 2011. • FAO: “Mejora de la agricultura para regadío”, Depósito de Documentos de la FAO. Disponible en: http://www.fao.org/docrep/005/Y3918S/y3918s10.htm • Instituto de Suelos, Cuba. Ministerio de la Agricultura (2007): “Caracterización y evaluación de la salinidad”. Disponible en: http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/5420/salinidad.pdf

20. Diversificación de Cultivos y nuevas variedades

Escala y Plazo	Parcela; familias y productores individuales / Mediano a Largo Plazo											
CARACTERÍSTICAS	<p>La diversificación de cultivos se refiere a la incorporación de nuevos cultivos o sistemas de cultivo para la producción agrícola en una granja en particular, teniendo en cuenta los rendimientos de diferentes cultivos y las diversas oportunidades de comercialización. Las principales razones para la diversificación de cultivos son:</p> <table border="1" data-bbox="499 552 1966 1150"> <tr> <td data-bbox="499 552 1234 679"> <ul style="list-style-type: none"> • Reducir la dependencia de insumos no agrícolas </td> <td data-bbox="1234 552 1966 679"> <ul style="list-style-type: none"> • Reducir al mínimo la contaminación del medio ambiente </td> </tr> <tr> <td data-bbox="499 679 1234 807"> <ul style="list-style-type: none"> • Aumento de los ingresos de las explotaciones agrícolas pequeñas </td> <td data-bbox="1234 679 1966 807"> <ul style="list-style-type: none"> • En función de la rotación de cultivos, la disminución de plagas, enfermedades y problemas de malezas </td> </tr> <tr> <td data-bbox="499 807 1234 895"> <ul style="list-style-type: none"> • Soportar la fluctuación de precios </td> <td data-bbox="1234 807 1966 895"> <ul style="list-style-type: none"> • Mejora de forraje para los animales de ganado </td> </tr> <tr> <td data-bbox="499 895 1234 1023"> <ul style="list-style-type: none"> • Efectos atenuantes de la creciente variabilidad climática </td> <td data-bbox="1234 895 1966 1023"> <ul style="list-style-type: none"> • Conservación de los recursos naturales </td> </tr> <tr> <td data-bbox="499 1023 1234 1150"> <ul style="list-style-type: none"> • Equilibrar la demanda de alimentos </td> <td data-bbox="1234 1023 1966 1150"> <ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la seguridad alimentaria de la comunidad. </td> </tr> </table> <p>Parte de la diversificación de cultivos incluye la introducción de nuevas especies y variedades mejoradas de cultivos para mejorar la productividad de la planta, la calidad, la salud y el valor nutritivo y / o desarrollar</p>		<ul style="list-style-type: none"> • Reducir la dependencia de insumos no agrícolas 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir al mínimo la contaminación del medio ambiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de los ingresos de las explotaciones agrícolas pequeñas 	<ul style="list-style-type: none"> • En función de la rotación de cultivos, la disminución de plagas, enfermedades y problemas de malezas 	<ul style="list-style-type: none"> • Soportar la fluctuación de precios 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora de forraje para los animales de ganado 	<ul style="list-style-type: none"> • Efectos atenuantes de la creciente variabilidad climática 	<ul style="list-style-type: none"> • Conservación de los recursos naturales 	<ul style="list-style-type: none"> • Equilibrar la demanda de alimentos 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la seguridad alimentaria de la comunidad.
<ul style="list-style-type: none"> • Reducir la dependencia de insumos no agrícolas 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir al mínimo la contaminación del medio ambiente 											
<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de los ingresos de las explotaciones agrícolas pequeñas 	<ul style="list-style-type: none"> • En función de la rotación de cultivos, la disminución de plagas, enfermedades y problemas de malezas 											
<ul style="list-style-type: none"> • Soportar la fluctuación de precios 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora de forraje para los animales de ganado 											
<ul style="list-style-type: none"> • Efectos atenuantes de la creciente variabilidad climática 	<ul style="list-style-type: none"> • Conservación de los recursos naturales 											
<ul style="list-style-type: none"> • Equilibrar la demanda de alimentos 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la seguridad alimentaria de la comunidad. 											

	<p>resistencia a las enfermedades de los cultivos, las plagas y el estrés ambiental. En este tema tiene importancia la biotecnología, definida por el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) como <i>“toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos”</i>.</p> <p>Se pueden introducir especies de cultivos nuevos y mejorados considerando dos procesos diferentes:</p> <p>Experimentación agrícola con nuevas variedades: Los agricultores han introducido especies nuevas y mejoradas durante siglos, sobre todo en las regiones que constituyen centros mundiales de la diversificación de cultivos, tales como Mesoamérica, los Andes, África y partes de Asia, en respuesta a condiciones de estrés ambiental. Hay miles de variedades de todos los cultivos importantes, con grandes variaciones en su capacidad para adaptarse a las condiciones climáticas. Los investigadores agrícolas y agentes de extensión pueden ayudar a los agricultores a identificar nuevas variedades que pueden adaptarse mejor a las cambiantes condiciones climáticas. En algunos casos, los agricultores podrán participar en el cruce de semillas seleccionadas de las variedades vegetales que demuestran las cualidades que buscan propagarse, y desarrollar nuevas variedades con las características que desean.</p>
<p>FUNCIONALIDAD</p>	<p>Adaptación al Cambio Climático</p> <p>El objetivo de la diversificación de cultivos es permitir que los agricultores no dependan de un solo cultivo para generar sus ingresos. Cuando los agricultores dependen de un solo cultivo, están expuestos a un alto riesgo en caso de fenómenos meteorológicos imprevistos (heladas, granizo, sequía) y la aparición de plagas. La introducción de una gama más amplia de variedades también puede aumentar la biodiversidad natural y fortalecer la capacidad del agroecosistema para responder a estas tensiones, reduciendo el riesgo pérdidas totales y también proporcionando medios alternativos de generación de ingresos a los productores . Con una parcela diversificada, el agricultor aumenta sus posibilidades de hacer frente a la incertidumbre y / o los cambios creados por el cambio climático: los diversos cultivos responderán a la variabilidad de maneras diferentes. Por ejemplo, si el frío puede afectar negativamente a un cultivo, la producción de otro podría aumentar.</p>

Usando la biotecnología, es posible desarrollar cultivos con mayor resistencia a las tensiones que podrían resultar del cambio climático: estrés hídrico y calor, salinización, escasez de agua y nuevas plagas. Se trata de asegurar la continuidad de la producción agrícola a pesar de las incertidumbres sobre los impactos futuros del cambio climático.

Aspectos Socioeconómicos y Ambientales

La diversificación de cultivos ofrece mejores condiciones para la seguridad alimentaria y permite a los agricultores cultivar productos excedentes para la venta en el mercado y así obtener mayores ingresos para satisfacer otras necesidades relacionadas con el bienestar de los hogares; permite que los agricultores accedan a los mercados nacionales e internacionales con nuevos productos, alimentos y plantas medicinales. El abandono del monocultivo puede ser muy beneficioso para los agricultores de los países en desarrollo y puede contribuir a la seguridad alimentaria. La diversificación también permite gestionar el riesgo de precio, en el supuesto de que no todos los productos van a ser afectados por bajos precios de mercado al mismo tiempo. En comparación con la producción de monocultivos, las técnicas de manejo de cultivos diversificados generalmente incluyen prácticas más sostenibles.

Los enfoques participativos aumentan la validez, precisión y sobre todo la eficiencia del proceso de investigación y sus resultados. Los procesos participativos también mejoraran la capacidad de los agricultores para buscar información, fortalecer la organización social, y experimentar con diferentes variedades de cultivos y prácticas de gestión.

Alineación con los Objetivos de Desarrollo

La Constitución de Ecuador 2008: Capítulo segundo Derechos del Buen Vivir -Sección primera Agua y alimentación en su Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria.

	<p>La política 4.5 del Plan Nacional del Buen Vivir -PNBV en su lineamiento 3.- impulsar programas de adaptación enfatizando en la soberanía energética y alimentaria;</p> <p>El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático -PNACC en su objetivo OE1: Establecer condiciones que garanticen la soberanía alimentaria y la producción agropecuaria frente a los impactos del cambio climático</p> <p>Lineamientos para 2017:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fomentar la implementación de medidas de adaptación (tales como diversificación de especies más resistentes a los cambios del clima, la creación de bancos de germoplasma, el uso de especies que contribuyan a evitar la erosión, entre otros) en los sistemas productivos de los sectores ganadero y agrícola más importantes en términos económicos y de soberanía alimentaria, para aumentar su capacidad de respuesta frente a eventos climáticos extremos y así asegurar la disponibilidad de alimentos sanos suficientes y nutritivos. • Identificar, incorporar, desagregar, adaptar y asimilar tecnologías que permitan aumentar la diversificación de la producción agrícola y ganadera, así como su capacidad de respuesta frente a los impactos del cambio climático. <p>Lineamientos para la acción al 2025:</p> <ul style="list-style-type: none"> • L1: Afianzar la producción local de alimentos de calidad y su diversificación manejando los impactos del cambio climático y asegurando el acceso a alimentos sanos, suficientes y nutritivos.
REQUERIMIENTOS	<p>Desarrollo de conocimientos</p> <p>Al tomar decisiones sobre la diversificación de sus cultivos, los agricultores deben considerar si los ingresos generados por sus nuevos emprendimientos serán mayores que los de las actividades existentes, con riesgo similar o inferior. Los nuevos cultivos podrían no ser técnicamente posibles o inadecuados para muchos agricultores en términos de sus recursos de tierra, trabajo y capital. Además, podrían no existir mercados para los nuevos productos. Por lo tanto, es necesario desarrollar estudios de viabilidad y de mercado antes de proponer la diversificación de cultivos y la adopción de nuevas variedades.</p>

El fitomejoramiento requiere conocimientos técnicos e inversión en recursos humanos y financieros, así como tiempo para crear nuevas variedades con características mejoradas y para introducirlas en el mercado y que sean adoptadas por los agricultores. Además, es necesario asegurarse de que las nuevas variedades ofrezcan oportunidades prometedoras, y, también, que su introducción no vaya a exponer a los agricultores a nuevos o mayores riesgos.

Requisitos institucionales y de organización

Con el fin de apoyar la innovación agrícola, las comunidades tienen que estar vinculadas a los programas de investigación y deben tener acceso a los productos de investigación. Estos enlaces pueden ser directos o a través de organizaciones intermediarias, como las ONG y las organizaciones de desarrollo. En todos los casos, estos enlaces tienen que ser explícitos e institucionalizados. El apoyo a la selección descentralizada por los agricultores de las variedades preferidas (así como su producción y comercialización) debe ser visto como parte de un conjunto más amplio de intervenciones para descentralizar la prestación de servicios a los agricultores.

Se recomienda establecer "comités de agricultores" con el fin de sincronizar la diversificación en las fincas o parcelas vecinas que comparten ecosistemas comunes. El comité ejerce cierta autoridad mediante el establecimiento de la cartera de cultivos más apropiada y puede ayudar a los agricultores locales para acceder a financiamiento y apoyo técnico. También se podría coordinar la producción para responder a la demanda del mercado, ya sea escalonando para proporcionar un suministro estable o coincidiendo para hacer una venta a granel.

Requisitos financieros y costos

Los costos de la experimentación de los agricultores son generalmente bajos, pero los resultados sólo pueden tener aplicabilidad local. La inversión de capital se refiere a la compra de nuevas variedades de semillas (si no está disponible "salvaje" a nivel local) y tiempo de trabajo. Cuando los agricultores están llevando a cabo un proyecto iniciado por una agencia externa, los costos de capital para la formación, expertos técnicos y personal de campo, con equipos de granja ensayo (una parcela experimental puede ser establecida) y visitas de campo

	<p>también pueden ser necesarios. En un proyecto en México, los costos estimados totales de un proyecto de cinco años que involucró a cerca de 1.000 agricultores fueron de alrededor de \$ 300.000 (Smale et al, 2003).</p> <p>Los requerimientos financieros de la diversificación giran en torno a los costos involucrados en la investigación de las especies que se plantarán y capacitación en el manejo de sistemas diversificados. Estudios preliminares de viabilidad y de mercado también deben ser considerados en los requisitos financieros. Los costos de infraestructura (transporte y almacenamiento) y el marketing también deben ser considerados</p>
<p>BARRERAS Y OPORTUNIDADES</p>	<p>La experimentación de los agricultores usando solo variedades nativas puede limitar la gama de beneficios y las respuestas que se pueden encontrar entre los materiales que se prueba, a pesar de que la adaptación local y la aceptación estén garantizadas. Al mismo tiempo, se pueden dar problemas con la introducción de especies exóticas que después de ser introducidas se transformen en plagas. Hay varios ejemplos de especies introducidas que se han escapado de control, convirtiéndose en plagas o malezas s (Ojasti, 2001; Hall, 2003).</p> <p>Una limitación de la diversificación de cultivos es que puede ser difícil lograr altos rendimientos por hectárea, debido a que tienen una mayor gama de cultivos que manejar. En cuanto a la agricultura comercial, el acceso a los mercados nacionales e internacionales puede ser limitado por una serie de factores, entre ellos la política del gobierno, incluidas las subvenciones, el precio y el suministro de insumos, infraestructura para el almacenamiento y el transporte, entre otros. Los agricultores también podrían obtener pobres resultados económicos si los cultivos no son seleccionados sobre la base de una evaluación del mercado. Por ejemplo, las variedades de cultivos resistentes a la sequía podrían alcanzar un precio de mercado bajo, si no hay suficiente demanda.</p> <p>Oportunidades para la aplicación:</p> <p>Las oportunidades para cultivos mejorados y nuevas variedades de cultivos surgen donde las especies nativas pueden ser desarrollados para la venta en los mercados nacionales e internacionales. Mediante la implementación de estrategias de desarrollo de mercado y la integración de los distintos actores a través y dentro de las etapas de entrada de suministro, producción, venta / almacenamiento y comercialización de la</p>

	<p>cadena de valor de la producción, la rentabilidad y la competitividad de los cultivos puede aumentar. También pueden surgir oportunidades de asociaciones innovadoras entre productores, institutos de investigación y el sector privado.</p>
<p>Fuentes Bibliográficas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Gobierno de la República del Ecuador, “Estrategia Nacional al Cambio Climático-ENCC- 2011-2025; 2011. Quito-Ecuador • Elliot, M., Armstrong, A., Lobuglio, J. and Bartram, J. “Technologies for Climate Change Adaptation—The Water Sector”. T. De Lopez (Ed.).2011. Roskilde: UNEP Risoe Centre. • Clements, R., J. Hagggar, A. Quezada, and J. Torres (2011). Technologies for Climate Change Adaptation – Agriculture Sector. X. Zhu (Ed.). UNEP Risø Centre, Roskilde, 2011, available at http://tech-action.org/ • Quezada, J Hagggar , J. Torres, R. Clements (2011), “Crop Diversification and New Varieties”, Climate Tech Wiki, A Clean Technology Platform, UNEP Risø Centre, Roskilde, << << http://climatetechwiki.org/content/crop-diversification-and-new-varieties>> • Ministerio de Coordinación de Desarrollo Social, “Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador SIISE”, 2001,Quito-Ecuador

21. Manejo Integrado de Plagas

Escala y Plazo	Parcela; familias y productores individuales / Corto a Mediano Plazo
CARACTERÍSTICAS	<p>El Manejo Integrado de Plagas (MIP), también conocido como manejo ecológico de plagas (MEP) es un enfoque para aumentar las fortalezas de los sistemas naturales reforzando los procesos naturales de regulación de plagas y mejorando la producción agrícola. Esta práctica puede ser definida como el uso de tácticas múltiples para mantener las poblaciones de plagas a niveles inferiores a los que causan daño económico, al tiempo que se proporciona protección contra los riesgos para los seres humanos, los animales, las plantas y el ambiente. El MIP hace un uso completo de los procesos naturales y culturales, incluyendo la resistencia del huésped y el control biológico; se hace énfasis en el crecimiento de un cultivo sano con la menor perturbación posible de los agro-ecosistemas, fomentando los mecanismos naturales de control de plagas. Los plaguicidas químicos son usados solo donde y cuando estos métodos naturales no logran mantener las plagas por debajo de los niveles perjudiciales (Frison et al, 1998; 10).</p> <p>La base de este método natural de control de plagas es la biodiversidad del sistema agroecológico. Esto es debido a que a mayor diversidad de especies de enemigos naturales, menor es la densidad de la población de la plaga, y como la diversidad de enemigos naturales disminuye, la población de plagas se incrementa (Pesticide Action Network North America 2009).</p> <p>Los componentes clave de un enfoque MEP son:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Manejo del cultivo: Selección de cultivos apropiados para el clima local y las condiciones del suelo. Las prácticas incluyen: <ul style="list-style-type: none"> La selección en función de la resistencia a las plagas, variedades locales, nativas y cultivos bien adaptados. La rotación de cultivos basados en leguminosas para aumentar la disponibilidad de nitrato del suelo, mejorando así la fertilidad y las condiciones para las plantas. El uso de cultivos de cobertura, tales como abono verde para reducir la infestación de malezas, enfermedades y ataques de plagas (Esto se basa en la competencia entre las especies de plantas diferentes. La idea es dejar el menor espacio posible para las 'malas hierbas' que se establecerán de manera que no compitan con los cultivos por los nutrientes del suelo y no se conviertan en anfitriones de plagas (insectos) o enfermedades de los cultivos (bacterias y hongos).) Integración de sistemas de cultivos intercalados y agroforestería. El uso del espaciamiento de cultivos, cultivos intercalados y la poda para crear condiciones desfavorables para las plagas 2. Manejo del suelo: el mantenimiento de la nutrición del suelo y los niveles de pH para proporcionar la mejor química, física y biología del hábitat para los cultivos. Las prácticas incluyen: <ul style="list-style-type: none"> La construcción de un suelo sano (suelo relativamente libre de hongos, bacterias e insectos, con los nutrientes básicos (nitrógeno, fósforo

	<p>y potasio) en el nivel óptimo y con niveles de acidez o alcalinidad (pH) que los hacen disponibles para los cultivos y una estructura de acuerdo con los requerimientos de las diferentes plantas.</p> <p>El uso de rotaciones de cultivos más largas para aumentar las poblaciones microbianas del suelo y eliminar enfermedades, los insectos y los ciclos de malezas.</p> <p>La aplicación de abonos orgánicos para ayudar a mantener el equilibrio del pH y los niveles de nutrientes. Los microbios en el compost mejoran la absorción de agua y el intercambio de aire.</p> <p>Reactivación de nutrientes del suelo mediante el alivio de la compactación del suelo.</p> <p>Reducir la alteración del suelo (labranza) – el suelo sin alterar cuenta con el suministro suficiente de materia orgánica y proporciona un buen hábitat para la fauna del suelo. Para ello se puede:</p> <p>Mantener el suelo cubierto con residuos de cultivos o plantas vivas.</p> <p>Liberar insectos beneficiosos y proporcionarles un hábitat adecuado</p> <p>Gestión de la densidad de población y estructura con el fin de disuadir enfermedades</p> <p>Cultivos para el control de malas hierbas basándose en el conocimiento del período crítico de competencia</p> <p>Gestión de los límites del campo y de los hábitats en el terreno para atraer a los insectos beneficiosos, y atrapar o confundir a las plagas de insectos.</p> <p>Las estrategias de MIP pueden tener varios niveles de integración; no es común que los cuatro niveles ocurran simultáneamente (Frison et al, 1998; 11):</p> <p>El control de una sola plaga en un cultivo en particular</p> <p>El control de varias plagas en el cultivo mismo</p> <p>Varios cultivos (y especies distintas a los cultivos) dentro de una sola unidad de producción (granja)</p> <p>Varias fincas en una región (en toda el área de control de plagas).</p> <p>Estas prácticas, si son bien implementadas, dan como resultados sistemas que son:</p> <p>Auto-reguladores, manteniendo a las poblaciones de las plagas dentro de los límites aceptables</p> <p>Auto-suficientes, con necesidad mínima de intervenciones "reactivas"</p> <p>Resistentes al estrés como la sequía, la compactación del suelo, invasiones de plagas</p> <p>Capaces de recuperarse del estrés.</p>
--	---

	<p>La atención pública mundial se ha centrado en la importancia del MIP desde la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro en junio de 1992. La Agenda 21, el plan de acción elaborado por la conferencia, reconoció la contaminación por plaguicidas como una amenaza importante para la salud humana y el medio ambiente en todo el mundo e identificó al MIP como un elemento clave en el desarrollo sostenible de la agricultura (Frison et al, 1998; 9).</p>
<p>FUNCIONALIDAD</p>	<p style="text-align: center;">Adaptación al Cambio Climático</p> <p>El MIP es una biotecnología que pertenece a las denominadas tecnologías "limpias" que combina el ciclo de vida de los cultivos, los insectos y los hongos implicados, con insumos naturales externos (por ejemplo, plaguicidas biológicos) que permite una mejor garantía de buena cosecha, incluso en condiciones difíciles de plagas y enfermedades que surgen con los cambios de temperatura y nivel de agua (aumento de la humedad relativa del aire y la escorrentía) típicos del cambio climático.</p> <p>El MIP contribuye a la adaptación al cambio climático, proporcionando un ecosistema sano y equilibrado en el que se reduce la vulnerabilidad de las plantas a las plagas y enfermedades (LEISA, 2007). Mediante la promoción de un sistema de agricultura diversificada, la práctica del MIP mejora la resiliencia de los agricultores frente a los riesgos que plantea el cambio climático, tales como daños a las cosechas causadas por plagas y enfermedades de reciente aparición.</p> <p style="text-align: center;">Aspectos Socioeconómicos y Ambientales</p> <p>Con el enfoque de MIP, los agricultores pueden disminuir los costos de los plaguicidas, combustible, equipos y mano de obra utilizada para aplicarlos. Un estudio de 22 años comparando los sistemas orgánicos y convencionales de maíz / soja encontró que los métodos orgánicos de cultivo para estos cultivos utilizan un promedio de 30 por ciento menos de energía fósil (Pimentel et al, 2005). Aunque esto puede causar un ligero descenso en el rendimiento productivo, el riesgo de perder toda la cosecha se reduce drásticamente.</p> <p>También hay informes de que los niveles de producción han aumentado cuando ha habido una reducción en el uso de los plaguicidas (Pesticide Action Network North America 2009). Este es el caso cuando existen controladores específicos para una plaga determinada, por ejemplo, en el África occidental la introducción de la avispa ha sido un espectacular control de la babosa de la yuca, preservando así el alimento básico para millones de africanos (FAO, 1996b).</p> <p style="text-align: center;">Alineación con los Objetivos de Desarrollo</p> <p>La Constitución de Ecuador 2008: Capítulo segundo Derechos del Buen Vivir -Sección primera Agua y alimentación en su Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria.</p> <p>La política 4.5 del Plan Nacional del Buen Vivir -PNBV en su lineamiento 3.- impulsar programas de adaptación enfatizando en la</p>

	<p style="text-align: center;">soberanía energética y alimentaria;</p> <p style="text-align: center;">El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático -PNACC en su objetivo OE1: Establecer condiciones que garanticen la soberanía alimentaria y la producción agropecuaria frente a los impactos del cambio climático</p> <p style="text-align: center;">Lineamientos para 2017:</p> <p style="text-align: center;">Identificar, incorporar, desagregar, adaptar y asimilar tecnologías que permitan aumentar la diversificación de la producción agrícola y ganadera, así como su capacidad de respuesta frente a los impactos del cambio climático.</p> <p style="text-align: center;">Lineamientos para la acción al 2025:</p> <p>L1: Afianzar la producción local de alimentos de calidad y su diversificación manejando los impactos del cambio climático y asegurando el acceso a alimentos sanos, suficientes y nutritivos.</p> <p>Objetivo estratégico OE4 del PNACC, Lineamiento 9: Promover la implementación de medidas que permitan mantener el ciclo hidrológico para garantizar la disponibilidad del agua requerida por la sociedad y los ecosistemas; medidas como la conservación o recuperación de la vegetación nativa en las áreas de recarga de agua, o la minimización en el uso de fertilizantes y plaguicidas que contaminan los acuíferos.</p>
<p>REQUERIMIENTOS</p>	<p style="text-align: center;">Requisitos institucionales y de organización</p> <p>Es necesario desarrollar políticas que permitan a los agricultores organizarse con el fin de ejecutar de manera conjunta las soluciones propuestas. La acción colectiva puede aumentar el éxito del desarrollo y la implementación del MIP; reduciendo los costos de implementación. Además, la mejora de los vínculos entre la investigación y la extensión, más servicios de extensión, servicios de supervisión y consultores privados pueden conducir a una mejor coordinación y procesos de retroalimentación.</p> <p>Se deben emprender esfuerzos de comunicación para que se aprecien los beneficios de la aplicación de este enfoque. La comunicación debe centrarse principalmente en mostrar la amplia gama de ventajas de esta tecnología en comparación con otras opciones disponibles (tales como sostenibilidad a largo plazo y sin dañar el medio ambiente). Estas iniciativas deberían ser lideradas por organismos del sector público, tales como los ministerios de medio ambiente.</p> <p style="text-align: center;">Requisitos financieros y costos</p> <p>Un programa de MIP implementado por el CATIE en Nicaragua, en colaboración con setenta proveedores de servicios locales (ONG, organizaciones de productores, prestadores de servicios técnicos, agentes de extensión del gobierno), capacitó a más de 300 agentes de extensión. Estos a su vez formaron a más de 8.000 agricultores, pero probablemente llegaron a unos 15.000 agricultores a través de colaboradores que demostraban las técnicas a grupos de agricultores que no eran directamente atendidos por el programa. El uso de</p>

	<p>pesticidas por parte de los agricultores se redujo entre un 30 y 70 por ciento, la incidencia de las principales plagas se redujo, y los rendimientos de los cultivos aumentaron ligeramente. El costo combinado del programa de formación fue de aproximadamente \$ 6,6 millones en cinco años, pero se considera que ha generado un beneficio neto aproximado de \$ 1,8 debido a la reducción de costos de producción y al incremento de los rendimientos (Guharay et al, 2005)</p>
<p>BARRERAS Y OPORTUNIDADES</p>	<p>Las principales limitaciones para el desarrollo y la adopción de programas de MEP se dividen en cuatro categorías:</p> <p>Técnica: la falta de estudios y la complejidad del MIP;</p> <p>Económico: Un obstáculo importante para la aplicación de esta tecnología es que los agricultores generalmente prefieren plaguicidas comerciales porque son más fáciles de aplicar y gestionar. Además, los productos químicos tienen precios más bajos, los plaguicidas selectivos son más caros y no existen políticas fiscales que favorezcan al MIP frente al uso de plaguicidas.</p> <p>Institucional: escasos vínculos entre la investigación, la extensión, los agricultores y consultores privados.</p> <p>Educación: falta de comprensión del MIP por parte de los agricultores y extensionistas, la falta de especialistas en MIP (Frison et al, 1998; 16-17).</p> <p>El MIP es complejo y para los agricultores es difícil entender y adoptar estrategias que con frecuencia les obligan a cambiar toda su filosofía de control de plagas (Frison et al, 1998; 21). También existe una idea errónea de que los pesticidas son esenciales para obtener altos rendimientos.</p> <p>Oportunidades para la aplicación:</p> <p>En los sistemas de producción agrícola donde el medio ambiente está relativamente libre de elementos contaminantes (como plaguicidas) y las plagas y enfermedades se están volviendo cada vez más agresivas, las condiciones para el desarrollo del MIP son mejores. Esto se debe a que no hay necesidad de "limpiar" primero el entorno. Cuando se utiliza el MIP, los agricultores pueden beneficiarse de la oportunidad de vender sus productos como productos orgánicos saludables que pueden alcanzar un precio de mercado más alto si existen políticas para ello.</p>
<p>Fuentes Bibliográficas</p>	<p>Gobierno de la República del Ecuador, "Estrategia Nacional al Cambio Climático-ENCC- 2011-2025; 2011. Quito-Ecuador</p> <p>Elliot, M., Armstrong, A., Lobuglio, J. and Bartram, J. "Technologies for Climate Change Adaptation—The Water Sector". T. De Lopez (Ed.).2011. Roskilde: UNEP Risoe Centre.</p> <p>FAO (1996b) El control de Plagas. Programa Especial sobre Seguridad Alimentaria. Focus publicación. http://www.fao.org/FOCUS/S/SpeclPr/spro12-s.htm</p> <p>Clements, R., J. Haggard, A. Quezada, and J. Torres (2011). Technologies for Climate Change Adaptation – Agriculture Sector. X. Zhu (Ed.).</p>

	<p>UNEP Risø Centre, Roskilde, 2011,</p> <p>Quezada, J Haggard, J. Torres, R. Clements (2011), "Ecological Pest Management", Climate Tech Wiki, A Clean Technology Platform, UNEP Risø Centre, Roskilde, << http://climatetechwiki.org/content/ecological-pest-management>></p> <p>Ministerio de Coordinación de Desarrollo Social, "Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador SIISE", 2001, Quito-Ecuador</p>
--	--

22. Manejo, control y regulación del microclima

Escala y Plazo	Parcela; familias y productores individuales / Corto Plazo
CARACTERÍSTICAS	<p>Actualmente la agricultura se practica en una amplia variedad de ambientes modificados, entre los que destacan los invernaderos con o sin control ambiental y con cultivos en sistemas hidropónicos, sustratos inertes o en el suelo, mismos que representan un ejemplo de ecosistemas artificiales para desarrollar la agricultura intensiva.</p> <p>La agricultura protegida se realiza bajo estructuras construidas con la finalidad de evitar las restricciones que el medio ambiente impone al desarrollo de las plantas; mediante el empleo de diversas cubiertas se reducen las condiciones restrictivas del clima sobre los vegetales.</p>  <p>El mantenimiento de un medio ambiente equilibrado dentro de su invernadero requerirá del uso de ventiladores, sistemas de ventilación, calentadores, y el monitoreo de los niveles de CO₂. El cuadro siguiente muestra los tipos de estructuras empleadas en la agricultura protegida.</p>

Invernaderos

Un invernadero es una construcción agrícola con una cubierta traslúcida que tiene por objetivo reproducir o simular condiciones climáticas adecuadas para el crecimiento y desarrollo de plantas establecidas en su interior, con cierta independencia del medio exterior. Los invernaderos permiten modificar y controlar de forma más eficiente los principales factores ambientales que intervienen en el crecimiento y desarrollo de las especies vegetales.



Malla sombra y casa sombra

Las casa sombra y la malla sombra se emplean para disminuir la cantidad de energía radiante que llega a los cultivos. Las mallas no sólo se utilizan como elemento de sombreado, sino que se emplean en las ventanas de los invernaderos con el objetivo de impedir la entrada de insectos y reducir el uso de pesticidas. Mediante el empleo de mallas se puede reducir entre 10 a 95% el total de la radiación solar que llega a las plantas; la cantidad de luz que se deja pasar al interior depende de la especie que se tenga en cultivo. Con las mallas no se evita el paso del agua de lluvia; además son permeables al viento.



		<p style="text-align: center;"><u>Macro túnel o túnel alto</u></p> <p>Son estructuras con forma de túnel, que no son tan anchas y altas como para ser consideradas invernaderos pero que permiten que las labores se realicen en el interior. Tienen de 4 a 5 m de ancho y 2 a 3 m de altura en la parte más elevada, con longitudes variables; para facilitar su manejo se recomienda que no se extiendan más allá de los 60 m, aunque en México existen algunos de hasta 100 m de largo.</p>		
		<p style="text-align: center;"><u>Micro túnel, túnel bajo o mini invernadero</u></p> <p>Son estructuras pequeñas construidas con arcos sobre los que se colocan cubiertas de plástico. Por sus reducidas dimensiones no es posible que las personas trabajen en su interior, por lo que las labores se realizan desde el exterior de las estructuras. La función de los túneles es minimizar los efectos perjudiciales de las bajas temperaturas, sin recurrir a estructuras costosas. En algunos cultivos su empleo se limita a la primera parte del ciclo, por ejemplo en la producción de plántula y en algunos sistemas de producción de hortalizas donde en la primera fase se emplean mini invernaderos con acolchado y riego por goteo.</p>		

	<p style="text-align: center;">Equipamiento del invernadero (algunos ejemplos)</p> <p>Una vez establecida la estructura, es necesario contar con riego para administrar agua y fertilizantes a las plantas; así, esta tecnología iría de la mano con la disponibilidad de agua de riego, que en este caso se aplica usando técnicas eficientes (por lo general, riego por goteo).</p> <p>La humedad relativa y la humedad total se pueden gestionar utilizando nebulizadores (Aquafoq 400 o productos similares). Se utilizan termómetros o hidrómetros para monitorear la temperatura; algunos sistemas tienen alarmas que se disparan cuando la temperatura es excesivamente alta o baja y además registran las temperaturas alta y baja en el día y la noche.</p> <p>La temperatura se maneja mediante extractores de aire, acondicionadores, enfriadores por evaporación o calentadores, equipos que permiten mantener un rango de temperatura ideal.</p> <p>Los temporizadores se utilizan para mejorar las condiciones de cultivo; pueden establecer ciclos de día y noche, definir las temperaturas de acuerdo con el momento del día, manejar la irrigación y la iluminación.</p>
<p>FUNCIONALIDAD</p>	<p style="text-align: center;">Adaptación al Cambio Climático</p> <p>El control del micro-clima para regular parámetros como la temperatura, humedad del suelo y el aire, luminosidad, etc., mejora la resiliencia de los cultivos ante eventos climáticos extremos; en la región andina, los invernaderos protegen a los cultivos de heladas y granizadas, así como de la caída de ceniza en regiones con volcanes activos.</p> <p style="text-align: center;">Aspectos Socioeconómicos y Ambientales</p> <p>Las medidas de control del micro-clima pueden mejorar la productividad en los cultivos y disminuir las pérdidas por eventos naturales. Al mismo tiempo, un manejo poco cuidadoso puede llevar al excesivo uso de plaguicidas o a pérdidas por un mal manejo del riego.</p> <p style="text-align: center;">Alineación con los Objetivos de Desarrollo</p> <p>La Constitución de Ecuador 2008: Capítulo segundo Derechos del Buen Vivir -Sección primera Agua y alimentación en su Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria.</p> <p>Política 4.3 antes mencionada, en el lineamiento 1: aplicar programas, e implementar tecnología e infraestructura orientadas al ahorro y a</p>

	<p style="text-align: center;">la eficiencia de las fuentes actuales y a la soberanía energética</p> <p style="text-align: center;">La Política 4.6 del PNBV en su lineamiento 3.- fomentar acciones de manejo integral, eficiente y sustentable de las tierras y demarcaciones hidrográficas que impulsen su conservación y restauración con énfasis en tecnologías apropiadas y ancestrales que sean viables para las realidades locales.</p> <p style="text-align: center;">El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático -PNACC en su objetivo OE1: Establecer condiciones que garanticen la soberanía alimentaria y la producción agropecuaria frente a los impactos del cambio climático-</p> <p style="text-align: center;">Lineamientos para 2017:</p> <p style="text-align: center;">Identificar, incorporar, desagregar, adaptar y asimilar tecnologías que permitan aumentar la diversificación de la producción agrícola y ganadera, así como su capacidad de respuesta frente a los impactos del cambio climático.</p>												
REQUERIMIENTOS	<p style="text-align: center;">Desarrollo de conocimientos</p> <p>El uso de invernaderos, casas sombras o macro o micro túneles demanda de conocimientos de carácter técnico para su manejo eficaz y eficiente y aprovechar los beneficios de la tecnología: desde el dimensionamiento de la estructura, su ubicación, el control de las variables climáticas hasta un profundo conocimiento de los cultivos y sus demandas. De la misma manera, la tecnología demanda una mayor especialización en el manejo de las plantaciones, debido a que las plagas y enfermedades podrían encontrar mejores, condiciones para su desarrollo, debido a la humedad y la temperatura al interior de las estructuras. Será necesario aplicar riego tecnificado.</p> <p style="text-align: center;">Requisitos financieros y costos</p> <p>Los requerimientos financieros dependen de la escala y la tecnología a incluirse (riego, manejo de luminosidad, humedad, temperatura). Para referencia se adjunta un cuadro detallando los materiales típicos y los costos de la construcción de un invernadero de madera y polietileno (cuadro a continuación):</p> <table border="1" data-bbox="698 1099 1671 1310"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">MATERIALES</th> <th style="text-align: center;">CANTIDAD (unidades)</th> <th style="text-align: center;">Precio unitario \$ sin IVA</th> <th style="text-align: center;">Precio Total \$ sin IVA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Postes de eucalipto sulfatado 3" x3m</td> <td style="text-align: center;">40</td> <td style="text-align: center;">6,9</td> <td style="text-align: center;">276</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Postes de eucalipto sulfatado 4" x 4,20m</td> <td style="text-align: center;">20</td> <td style="text-align: center;">13,3</td> <td style="text-align: center;">266</td> </tr> </tbody> </table>	MATERIALES	CANTIDAD (unidades)	Precio unitario \$ sin IVA	Precio Total \$ sin IVA	Postes de eucalipto sulfatado 3" x3m	40	6,9	276	Postes de eucalipto sulfatado 4" x 4,20m	20	13,3	266
MATERIALES	CANTIDAD (unidades)	Precio unitario \$ sin IVA	Precio Total \$ sin IVA										
Postes de eucalipto sulfatado 3" x3m	40	6,9	276										
Postes de eucalipto sulfatado 4" x 4,20m	20	13,3	266										

		Tablas de pino de 5"x 1"x 4m	45	9,3	418
		Tablas de pino de 5"x 1"x 3,20m	42	6,6	279
		Tablas de pino de 2"x 1/2"x 3,20m	50	1,3	66
		Tablas de pino de 2"x 5 x 3,20m	20	2,4	49
		Listones de pino de 2"x2"x 3,20m	50	5,3	266
		Polietileno de 0.15mm anti UV 6m de ancho	78kg	6,6	514
		Polietileno de 0.15mm anti UV 4m de ancho	42"	6,6	277
		Clavos 3"	10	2,4	24
		Clavos 1,5"	3	2,6	8
		Alambre galvanizado del nº 8	50	2,5	126
		Alquitrán líquido	1 galón	17,0	17
		Esmalte líquido	1 galón	45,7	46
		TOTAL			2.630
	Fuente: Barrios, O.				
BARRERAS Y OPORTUNIDADES	El costo de inversión y el conocimiento técnico necesario para la implementación de sistemas de control de microclima son las principales barreras que enfrenta la implementación de esta tecnología				
Fuentes Bibliográficas	<p>Gobierno de la República del Ecuador, "Estrategia Nacional al Cambio Climático-ENCC- 2011-2025; 2011. Quito-Ecuador</p> <p>Proyecto MAE/GEF/PNUD "Adaptación al Cambio Climático a través de una efectiva Gobernabilidad del Agua en Ecuador", "Estudio de Vulnerabilidad a los Riesgos Climáticos en el sector de los recurso hídricos en la cuenca de los ríos Portoviejo y Chone", 2009, Quito-Ecuador.</p> <p>Barrios O, "Construcción de Invernaderos", Revista Nuestra Tierra, Santiago-Chile (2004)</p> <p>Elliot, M., Armstrong, A., Lobuglio, J. and Bartram, J. "Technologies for Climate Change Adaptation—The Water Sector". T. De Lopez (Ed.).2011. Roskilde: UNEP Risoe Centre.</p>				

	<p>Quezada A, Hagggar J, Torres J, Clements R, "Climate Change Monitoring System", UNEP Risoe Centre, ClimatetechWiki, << http://climatetechwiki.org/content/climate-change-monitoring-system>></p> <p>Ministerio de Coordinación de Desarrollo Social, "Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador SIISE", 2001, Quito-Ecuador</p>
--	--

23. Agroforestería

Escala y Plazo	Parcela; familias y productores individuales / Mediano a Largo Plazo
<p>CARACTERÍSTICAS</p>	<p>La agroforestería es un enfoque integrado para la producción de árboles y de cultivos no arbóreos o animales en el mismo lote. Los cultivos se pueden cultivar juntos al mismo tiempo, en rotación, o en lotes separados cuando los materiales de uno se utilizan para beneficiar a otro. En los sistemas agroforestales, cada parte del lote se considera adecuado para el cultivo de plantas. Se da prioridad a los cultivos perennes de propósito múltiple que se siembran una vez, pero que producirán beneficios durante un largo período.</p> <p>El diseño de sistemas agroforestales da prioridad a las interacciones beneficiosas entre los cultivos. Según la Organización Mundial de Agroforestería: "La agroforestería está especialmente bien preparada para hacer frente tanto a la necesidad de mejorar la seguridad alimentaria y el aumento de recursos para la energía, así como la necesidad de gestionar de forma sostenible los paisajes agrícolas por los cruciales servicios ecosistémicos que proporcionan".</p> <p>La agroforestería es un método ampliamente practicado en todos los continentes; es más importante en América Central, América del Sur y el Sureste de Asia, pero también ocupa una gran cantidad de superficie en África.</p> <p>Hay una amplia gama de clasificaciones para los sistemas agroforestales. Estos incluyen: clasificación estructural (composición, estratificación y la dimensión de los cultivos), la clasificación basada en el dominio de componentes (como la agricultura, pastos y árboles), funcional (productivos, de protección o de uso-); ecológico y socio-económico. Los sistemas agroforestales también se pueden clasificar en tres grandes tipos: agrosilvicultura (árboles con cultivos), agrosilvipastura (árboles con cultivos y ganados) y silvopastorales (árboles con pasturas y ganado).</p> <p>La agroforestería es apropiada para todos los tipos de suelo y es especialmente importante para la agricultura en laderas, donde la agricultura podría conducir a la rápida pérdida de suelo. Los árboles más importantes para integrar en un sistema agro-forestal son las leguminosas, debido a su capacidad de fijar nitrógeno y ponerlo a disposición de otras plantas. El nitrógeno mejora la fertilidad y la calidad de la tierra, y puede mejorar el crecimiento del cultivo. Algunos de los usos más comunes de árboles en sistemas agroforestales son:</p> <p style="text-align: center;">Cultivo en callejones: cultivos anuales entre hileras de árboles</p> <p style="text-align: center;">Plantaciones de lindero / cercas vivas: árboles sembrados a lo largo de las fronteras o líneas de propiedad.</p> <p style="text-align: center;">Multi-estratos: en particular, los huertos familiares y sistemas agroforestales que combinan múltiples especies</p> <p style="text-align: center;">Árboles agrícolas dispersos: el aumento de la cantidad de árboles y arbustos dispersos entre los cultivos o pastizales y a lo largo de las fronteras agrícolas proporciona sombra a cultivos perennes (por ejemplo, café y cacao).</p> <p>Cualquier planta de cultivo puede ser utilizada en un sistema agro-forestal. Al seleccionar los cultivos, se deben usar los siguientes criterios de priorización: Potencial de producción, uso en la alimentación animal, cultivos que ya se producen en la región, de preferencia nativos de la zona; buen contenido nutritivo para el consumo humano, buena protección del suelo y que permitan evitar la competencia entre los árboles y los cultivos.</p>

La siguiente Tabla esquematiza las cinco etapas en el diseño e implementación de un sistema agroforestal.	
Fase	Tareas Básicas
Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> • Definición del sistema de uso de la tierra y selección del sitio • Estudio de las características físicas (incluyendo la altitud, las precipitaciones, pendientes, suministro de agua, condición del suelo, la erosión visible). Esta es la base para evaluar la necesidad de la agro-silvicultura y la idoneidad local de diversas técnicas. <ul style="list-style-type: none"> • Estudio de los usos actuales de los árboles y arbustos. Esto sugiere el tipo de productos de subsistencia que un sistema agro-forestal se espera que proporcione. • Estudio del mercado de productos agro-forestales (incluyendo postes, fruta, leña, forraje, etc.) • Qué árboles han sido sembrados (incluidas las especies, el origen de las plántulas, y uso). Esto muestra el estado actual de los conocimientos silvícolas. <ul style="list-style-type: none"> • Las percepciones de los agricultores acerca de la deforestación y la erosión (incluyendo cualquier impacto percibido en el rendimiento de los cultivos). Esto da una idea de cómo los agricultores piensan acerca de sus problemas, e indica su conciencia actual sobre las relaciones agro-forestales. • Tierra y tenencia de los árboles. Esto permite saber si los agricultores tienen derecho a sus árboles, y por lo tanto si tienen un incentivo para plantar. <ul style="list-style-type: none"> • Los rendimientos actuales. • Las restricciones que limitan el acceso a la tecnología y las finanzas, las capacidades de los agricultores y mercados. • Estudio de los conocimientos locales y las posibilidades de domesticación de alimentos silvestres y plantas medicinales.
Diseño y evaluación	<p>¿Cómo mejorar el sistema?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lista de los posibles beneficios de un sistema agro-forestal. • Lista de necesidades de producción agrícola (satisfacer la seguridad alimentaria, aumentar la producción para satisfacer las demandas del mercado y así sucesivamente). • Consideraciones para su adopción: la aceptación social y cultural; importancia del conocimiento local, la práctica y la capacidad, así como las cuestiones de equidad y género. • Caracterizar los cultivos deseados por los requisitos mínimos de espacio, agua y necesidades de fertilizantes y tolerancia a la sombra. <ul style="list-style-type: none"> • Seleccionar los árboles, arbustos o hierbas que se utilizarán.
Planificación	Si el sistema es temporal:

		<ul style="list-style-type: none"> • Planificar las características de control de la erosión, movimientos de tierra, y el mantenimiento del barranco. • Plan de espaciamiento de los árboles frutales de acuerdo con los requisitos de separación finales. • Planear una sucesión de plantas perennes anuales o de corta duración a partir de la más tolerante a la sombra durante los últimos años de cultivo intercalado. Si el sistema es permanente: <ul style="list-style-type: none"> • Planificar la proporción de frutales y maderables sobre la base de su importancia relativa para el agricultor. • Planificar el espaciamiento de los árboles a largo plazo sobre la base de los requisitos finales de espacio. • Plan de sucesión de cultivos anuales y perennes del sotobosque, incluyendo cultivos para protección y enriquecimiento del suelo. • A medida que crecen grandes árboles permanentes, ajustar el plan de siembra para colocar los cultivos tolerantes a la sombra en la mayoría de zonas de sombra.
	Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • Ensayos en campo del modelo agroforestal propuesto para analizar los impactos de los árboles en los cultivos, pruebas de los regímenes de explotación.
	Monitoreo	<ul style="list-style-type: none"> • Continuar estudio y análisis de la nutrición del suelo, la humedad, y así sucesivamente. • Medir las entradas y salidas del sistema (incluidos los rendimientos de los árboles y cultivos, y los requisitos de mano de obra). <ul style="list-style-type: none"> • Encuesta de uso de la tierra. • Evaluación del beneficio socio-económico
FUNCIONALIDAD	<p style="text-align: center;">Adaptación al Cambio Climático</p> <p>La agroforestería puede mejorar la capacidad de recuperación de la producción agrícola ante la variabilidad climática actual. Los árboles protegen a los cultivos, disminuyendo su vulnerabilidad, contribuyendo a aumentar la productividad y en general, mejorando la resiliencia de los sistemas agrícolas contra los riesgos relacionados con el clima. Los árboles están profundamente arraigados y tienen grandes reservas, y son menos susceptibles que los cultivos anuales a la variabilidad interanual o de corta duración a los eventos como sequías o inundaciones. Los sistemas basados en árboles tienen ventajas porque mantienen la producción durante los años más húmedos y secos.</p> <p>Además, los árboles mejoran la calidad del suelo y la fertilidad, contribuyendo a la retención del agua y reduciendo el estrés hídrico durante los años de poca lluvia. Los sistemas basados en árboles también tienen una mayor tasa de evapotranspiración que los cultivos o pastos y así pueden mantener aireadas las condiciones del suelo, bombeando el exceso de agua del perfil del suelo más rápidamente que otros sistemas de producción (si hay suficientes precipitaciones / humedad del suelo) (Martin y Sherman, 1992).</p> <p>Los árboles pueden reducir el impacto de fenómenos meteorológicos extremos, como sequías o lluvias torrenciales. Por ejemplo, una combinación de pasto Napier y leguminosas arbustivas con setos en el contorno, ha reducido la erosión hasta en un 70 por ciento en pendientes superiores al 10 por ciento de inclinación, sin afectar el rendimiento del maíz, en el centro de Kenia (Mutegi et al, 2008). La investigación también ha demostrado que los componentes del árbol en los sistemas agroforestales estabilizan el suelo contra deslizamientos y elevan las tasas de infiltración (Ma et al, 2009). Esto limita el flujo superficial durante la temporada de lluvias y aumenta la liberación de agua subterránea durante la estación seca.</p>	

Aspectos Socioeconómicos y Ambientales

La agroforestería tiene un amplio potencial de aplicación y ofrece una serie de ventajas, entre ellas:

- Los sistemas de agroforestería aprovechan al máximo la tierra y aumentan la eficiencia en su uso.
- La productividad de la tierra se puede mejorar ya que los árboles proveen forraje, leña y otros materiales orgánicos que son reciclados y usados como fertilizantes naturales.
- El aumento de los rendimientos. Por ejemplo, el mijo y el sorgo pueden incrementar sus rendimientos entre un 50 a 100 por ciento cuando se plantan directamente bajo la *Acacia albida* (FAO, 1991)
 - Promueve la producción durante todo el año y a largo plazo.
 - Creación de Empleo - períodos más largos de producción requieren utilizar mano de obra todo el año.
- Protección y mejora de los suelos (especialmente cuando se incluyen leguminosas) y de fuentes de agua.
 - Diversificación de los medios de vida.
 - Proporciona materiales de construcción y leña barata y más accesible.
- Las prácticas agroforestales pueden reducir las necesidades de compra de insumos como los fertilizantes..

Alineación con los Objetivos de Desarrollo

La Constitución de Ecuador 2008: Capítulo segundo Derechos del Buen Vivir -Sección primera Agua y alimentación en su Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria.

La política 4.5 del Plan Nacional del Buen Vivir -PNBV en su lineamiento 3.- impulsar programas de adaptación enfatizando en la soberanía energética y alimentaria;

La Política 4.6 del PNBV en su lineamiento 3.- fomentar acciones de manejo integral, eficiente y sustentable de las tierras y demarcaciones hidrográficas que impulsen su conservación y restauración con énfasis en tecnologías apropiadas y ancestrales que sean viables para las realidades locales.

El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático -PNACC en su objetivo OE1: Establecer condiciones que garanticen la soberanía alimentaria y la producción agropecuaria frente a los impactos del cambio climático-

Resultados al 2013:

- RE4: El Programa Soberanía y Seguridad Alimentaria Basada en La Producción Sana de Alimentos ha iniciado su implementación y ha incorporado un enfoque adicional de adaptación al cambio climático

	<p style="text-align: center;">Lineamientos para 2017:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fomentar la implementación de medidas de adaptación ... en los sistemas productivos de los sectores ganadero y agrícola más importantes en términos económicos y de soberanía alimentaria, para aumentar su capacidad de respuesta frente a eventos climáticos extremos y así asegurar la disponibilidad de alimentos sanos suficientes y nutritivos. • Identificar, incorporar, desagregar, adaptar y asimilar tecnologías que permitan aumentar la diversificación de la producción agrícola y ganadera, así como su capacidad de respuesta frente a los impactos del cambio climático. 				
<p style="text-align: center;">REQUERIMIENTOS</p>	<p style="text-align: center;">Desarrollo de conocimientos</p> <p>Para planificar el uso de árboles en sistemas agroforestales, es necesario un conocimiento considerable de sus propiedades. Es aconsejable conocer las adaptaciones climáticas de las especies, incluidas sus adaptaciones a los diversos tipos de suelo y stress, el tamaño y forma de la copa, así como el sistema de la raíz, y la aptitud de las diversas prácticas agroforestales. La selección de cultivos también requiere el conocimiento de los usos, la adaptación, y las oportunidades de mercado (Martin y Sherman, 1992).</p> <p>También es importante entender cómo interactúan los árboles y los cultivos. En los sistemas agroforestales, los árboles y los cultivos pueden compartir el suelo en superficie y el espacio debajo del suelo. Los árboles y los cultivos interactúan de muchas formas, dando lugar a efectos tanto positivos como negativos en el crecimiento de los árboles y los cultivos. Estos procesos, que son muy complejos, están relacionados con la luz, el agua, los nutrientes y el viento y también afectan a la propia tierra. Existen interacciones indirectas, por ejemplo, relacionadas con las plagas y enfermedades.</p> <p>También es necesario conocer las principales leyes y decretos que influyen en la gestión de los recursos naturales. Es importante entender el concepto de árbol y la tenencia de la tierra, incluyendo el sistema jurídico formal y los sistemas tradicionales de tenencia y estar familiarizado con las políticas relacionadas con el uso de la tierra, el suelo y la vegetación, y los aspectos socioeconómicos, incluidos el comercio y las políticas de mercado. Es necesaria la comprensión de los planes de desarrollo nacionales, regionales y locales; y los programas relacionados con la agroforestería y la gestión de los recursos naturales.</p> <p style="text-align: center;">Requisitos institucionales y de organización</p> <p>El contexto institucional es esencial para la gestión de los recursos naturales y la agroforestería. Las principales categorías de instituciones con incidencia en la agroforestería se muestran en la siguiente Tabla</p> <p style="text-align: center;">Tabla.- Instituciones Claves para la agroforestería:</p> <table border="1" data-bbox="517 1129 1966 1326"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Tipología</th> <th style="text-align: center;">Instituciones / roles</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Gobierno</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> • Las agencias de gobierno con un mandato relacionado con la agroforestería y la función de los organismos en relación con la agroforestería y la gestión de los recursos naturales • Los organismos gubernamentales que participan en los programas de extensión relacionados con el manejo de los recursos naturales </td> </tr> </tbody> </table>	Tipología	Instituciones / roles	Gobierno	<ul style="list-style-type: none"> • Las agencias de gobierno con un mandato relacionado con la agroforestería y la función de los organismos en relación con la agroforestería y la gestión de los recursos naturales • Los organismos gubernamentales que participan en los programas de extensión relacionados con el manejo de los recursos naturales
Tipología	Instituciones / roles				
Gobierno	<ul style="list-style-type: none"> • Las agencias de gobierno con un mandato relacionado con la agroforestería y la función de los organismos en relación con la agroforestería y la gestión de los recursos naturales • Los organismos gubernamentales que participan en los programas de extensión relacionados con el manejo de los recursos naturales 				

			<ul style="list-style-type: none"> • Gobierno en varios niveles: nacional, regional y local (incluyendo los niveles provincial, municipal, parroquial)
	Organizaciones No Gubernamentales (ONGs)		<ul style="list-style-type: none"> • Las Organizaciones no Gubernamentales, nacionales e internacionales, que participan en las áreas rurales y en el desarrollo y la conservación del medio ambiente.
	Sector privado		<ul style="list-style-type: none"> • Los vínculos del sector privado y las funciones en el sector agrícola. • Las fuerzas del mercado y sus funciones. • Las instituciones locales en relación con el sector privado.
	Instituciones formales/ no formales con base en la comunidad		<ul style="list-style-type: none"> • Roles y funciones en el desarrollo de la agroforestería, incluyendo el desarrollo de mercados para los productos agroforestales, y en la ampliación de innovaciones agroforestales. • Roles en el monitoreo y evaluación de los programas agroforestales.
	Institutos de Investigación		<ul style="list-style-type: none"> • Las instituciones de investigación con mandato en agroforestería y con un énfasis en la investigación y trabajo de campo en las fincas de experimentación participativas..
	Institutos de capacitación y educación		<ul style="list-style-type: none"> • Investigación y desarrollo tecnológico. • Los programas de extensión en las instituciones de formación y educación.
	<p>El marco político y legal es de gran importancia para la gestión sostenible de los recursos naturales. Las autoridades locales del gobierno y autoridades forestales, deben simplificar los procesos legales en la comercialización de maderas nativas y productos no maderables cultivados en sistemas agroforestales. Es necesario valorar adecuadamente las especies agroforestales producidas en este contexto (Neufeldt et al, 2009).</p> <p>La aplicación del enfoque de la agricultura agroforestal debe ir acompañada de la organización de los agricultores en cooperativas con el fin de mejorar su capacidad para negociar mejores precios para sus productos y evitar el pago de un porcentaje de sus ganancias a los intermediarios. La unión en cooperativas da a los agricultores el estatus de productores organizados, facilitando su acceso a mercados más amplios y la certificación orgánica y de comercio justo. Como resultado, los ingresos de los agricultores pueden aumentar significativamente.</p>		
BARRERAS Y OPORTUNIDADES	<p>La incorporación de árboles y cultivos en un solo sistema puede crear competencia por espacio, agua, luz y nutrientes; y puede impedir la mecanización de la producción agrícola. Es necesario reducir la competencia por los recursos y maximizar los beneficios ecológicos y productivos. Los rendimientos de los cultivos también puede ser menores que en sistemas alternativos de producción, sin embargo la agroforestería puede reducir el</p>		

	<p>riesgo de fracaso de la cosecha.</p> <p>Los principales obstáculos para la práctica de la agroforestería son:</p> <p>La falta de acceso a insumos agro-forestales / recursos como la tenencia de la tierra, tenencia de los árboles, el agua, las semillas y el germoplasma, y el crédito.</p> <p>La producción agroforestal o la gestión de problemas relacionados con los conocimientos sobre sistemas agroforestales, control de calidad, almacenamiento, procesamiento de productos, el acceso a servicios de extensión técnica y los costos iniciales en comparación con la ganancia a largo plazo.</p> <p>Los principales beneficios de la agroforestería se perciben en el mediano plazo, por lo menos cinco a diez años después de su establecimiento, lo que significa que los agricultores deben estar dispuestos a invertir en su establecimiento y gestión durante varios años antes de que los principales beneficios se generen.</p> <p>La comercialización de productos y servicios agroforestales. La falta de acceso al transporte, la manipulación, el procesamiento y la infraestructura de comercialización, las prohibiciones / restricciones sobre productos de madera, sobre la producción, y la falta de demanda de productos.</p> <p>Oportunidades para la Implementación</p> <p>La agroforestería ofrece una excelente oportunidad para promover la gestión sostenible de los bosques al tiempo que mejora las oportunidades de generación de ingresos para las comunidades locales. La agroforestería puede proporcionar una economía agrícola más diversificada y estimular la economía rural, lo que lleva a las comunidades y explotaciones agrícolas a ser más estables. Los riesgos económicos se reducen cuando los sistemas de producción son de varios productos. Del mismo modo, este enfoque da prioridad a las medidas de conservación y rehabilitación, como la rehabilitación de cuencas hidrográficas y conservación de suelos.</p>
<p>Fuentes Bibliográficas</p>	<p>Gobierno de la República del Ecuador, “Estrategia Nacional al Cambio Climático-ENCC- 2011-2025; 2011. Quito-Ecuador</p> <p>Elliot, M., Armstrong, A., Lobuglio, J. and Bartram, J. “Technologies for Climate Change Adaptation—The Water Sector”. T. De Lopez (Ed.).2011. Roskilde: UNEP Risoe Centre.</p> <p>Clements, R., J. Hagggar, A. Quezada, and J. Torres (2011). Technologies for Climate Change Adaptation – Agriculture Sector. X. Zhu (Ed.). UNEP Risø Centre, Roskilde, 2011,</p> <p>A. Quezada, J Hagggar , J. Torres, R. Clements (2011), “Agro-forestry”, Climate Tech Wiki, A Clean Technology Platform, UNEP Risø Centre, Roskilde, << http://climatetechwiki.org/content/agro-forestry >></p> <p>Ministerio de Coordinación de Desarrollo Social, “Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador SIISE”, 2001, Quito-Ecuador</p>

24. Sistemas de extensión agrícola a nivel comunitario

Escala y Plazo	EN ó IM
<p>CARACTERÍSTICAS</p>	<p>La Escuela de Campo para Agricultores (ECA) es un proceso de aprendizaje basado en el grupo que ha sido utilizada por varios gobiernos, organizaciones no gubernamentales y organismos internacionales. En general, las ECA refuerzan la comprensión de los agricultores acerca de los procesos ecológicos que afectan la producción de sus cultivos y animales, mediante la realización de ejercicios de campo de aprendizaje, tales como observaciones de campo, experimentos sencillos y grupos de análisis. El conocimiento derivado de estas actividades permite a los participantes tomar sus propias decisiones locales-específicas acerca de las prácticas de manejo del cultivo. A pesar de las ECA se iniciaron como un proceso de capacitación para el control de plagas en cultivos de campo, los principios se han adaptado a todos los sistemas de producción agrícola, desde la ganadería a la producción de café.</p> <p>El enfoque de las ECA representa una ruptura radical con los anteriores programas de extensión agrícola, que esperaban que los agricultores adoptaran las recomendaciones que habían sido formuladas por los especialistas de fuera de la comunidad. Entre las características básicas de una Escuela de campo para agricultores se encuentran(a partir de Pontius, Dilts, y Bartlett, 2002; Bijlmakers, 2005): el material de aprendizaje primario es el campo de cultivo; el lugar de reunión está cerca de las parcelas, a menudo en casa de un campesino; el método educativo utilizado es vivencial, participativo y centrado en el estudiante; los participantes realizan un estudio comparativo de parcelas con diferentes manejos; se hacen estudios de campo adicionales en función de los problemas de campo locales; los facilitadores de las ECA se someten a una formación intensiva para prepararlos para la organización y realización de las ECA.</p> <p>El plan de estudios de la ECA se basa en el supuesto de que los agricultores solo pueden implementar la gestión integrada de los cultivos una vez que han adquirido la capacidad de llevar a cabo su propio análisis, tomar sus propias decisiones y organizar sus propias actividades. El proceso de empoderamiento, en lugar de la adopción de técnicas de gestión específicas, es lo que produce muchos de los beneficios del desarrollo de la ECA.</p>
<p>FUNCIONALIDAD</p>	<p style="text-align: center;">Adaptación al Cambio Climático</p> <p>El cambio climático trae muchos cambios complejos e impredecibles que afectan la viabilidad y la gestión de los sistemas agrícolas. Para hacer frente a estos efectos, es necesario que los agricultores comprendan los procesos que afectan el desempeño de los diferentes sistemas de producción que manejan y que puedan experimentar y adaptar sus sistemas de producción al entorno cambiante. Más que el conocimiento agronómico que los agricultores adquieran en las escuelas de campo, los hábitos y habilidades de adaptación constante son esenciales para que puedan hacer frente al cambio climático.</p> <p style="text-align: center;">Aspectos Socioeconómicos y Ambientales</p> <p>Estos procesos empoderan a los agricultores, tanto individual como colectivamente, lo cual les facultaría para participar más efectivamente en los procesos de desarrollo agrícola.</p>

	<p style="text-align: center;">Alineación con los Objetivos de Desarrollo</p> <p>La Constitución de Ecuador 2008: Capítulo segundo Derechos del Buen Vivir -Sección primera Agua y alimentación en su Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales. El Estado ecuatoriano promoverá la soberanía alimentaria.</p> <p>La política 4.5 del Plan Nacional del Buen Vivir -PNBV en su lineamiento 3.- impulsar programas de adaptación enfatizando en la soberanía energética y alimentaria;</p> <p>La Política 4.6 del PNBV en su lineamiento 3.- fomentar acciones de manejo integral, eficiente y sustentable de las tierras y demarcaciones hidrográficas que impulsen su conservación y restauración con énfasis en tecnologías apropiadas y ancestrales que sean viables para las realidades locales.</p> <p>El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático -PNACC en su objetivo OE1: Establecer condiciones que garanticen la soberanía alimentaria y la producción agropecuaria frente a los impactos del cambio climático-</p> <p style="text-align: center;">Resultados al 2013:</p> <p>RE4: El Programa Soberanía y Seguridad Alimentaria Basada en La Producción Sana de Alimentos ha iniciado su implementación y ha incorporado un enfoque adicional de adaptación al cambio climático</p> <p style="text-align: center;">Lineamientos para 2017:</p> <p>Fomentar la implementación de medidas de adaptación ... en los sistemas productivos de los sectores ganadero y agrícola más importantes en términos económicos y de soberanía alimentaria, para aumentar su capacidad de respuesta frente a eventos climáticos extremos y así asegurar la disponibilidad de alimentos sanos suficientes y nutritivos.</p> <p>Identificar, incorporar, desagregar, adaptar y asimilar tecnologías que permitan aumentar la diversificación de la producción agrícola y ganadera, así como su capacidad de respuesta frente a los impactos del cambio climático.</p>
<p>REQUERIMIENTOS</p>	<p style="text-align: center;">Desarrollo de conocimientos</p> <p>Problemas conceptuales y metodológicos relacionados con la evaluación del impacto de las escuelas de campo han dado lugar a desacuerdos entre los expertos acerca de las ventajas de esta intervención. Un artículo, ampliamente divulgado, escrito por economistas del Banco Mundial ha puesto en duda el beneficio de "enviar a los agricultores de regreso a la escuela" (Feder, Murgai y Quizon, 2004). Por el contrario, un meta-análisis de 25 estudios de impacto encargado por la FAO (van den Berg 2004) concluyó que en la mayoría de</p>

	<p>los estudios se observaron reducciones sustanciales en el uso de pesticidas y en una serie de casos de mayor rendimiento debido a la formación. Además, los impactos del "empoderamiento" en la capacitación han dado como resultado hacer perdurables y extender los impactos desarrollo, como el aprendizaje permanente, el aumento de las habilidades sociales y políticas que permitan mejorar la gestión de los agroecosistemas.</p> <p style="text-align: center;">Requisitos institucionales y de organización</p> <p>La formación de formadores para las ECAs es fundamental para su éxito. A menudo se requiere re entrenar al personal de extensión en una serie de habilidades y actitudes que no formaban parte de su formación inicial.</p> <p style="text-align: center;">Requisitos financieros y costos</p> <p>El costo de la realización de una escuela de campo para 25 agricultores durante toda la temporada ha oscilado entre \$ 150 y \$ 1.000, dependiendo del país y de la organización. En algunos casos, los graduados de las ECAs han ahorrado \$ 40 por hectárea por temporada mediante la eliminación de los plaguicidas sin pérdida de rendimiento. En otros casos, los graduados no experimentaron ningún ahorro por no haber usado previamente pesticidas. Sin embargo, su rendimiento aumentaba hasta un 25 por ciento como resultado de la adopción de otras prácticas aprendidas durante la ECA, tales como variedades mejoradas, una mejor gestión del agua y nutrición de las plantas mejoradas.</p>
<p style="text-align: center;">BARRERAS Y OPORTUNIDADES</p>	<p>Las escuelas de campo para agricultores requieren de cambios sustanciales en la capacidad de los servicios de extensión agrícola, tanto en términos de las políticas de desarrollo agrícola como en las capacidades de quienes lo ejecutan. El re-entrenamiento de los servicios de extensión agrícola representa una inversión, pero también la resistencia en todos los niveles puede ser un impedimento significativo. También desde que las ECA se han convertido en un concepto popular, existe el peligro de que el nombre se utilice para cualquier tipo de formación en grupo, pero que en realidad no siga los conceptos de la construcción de la capacidad de aprendizaje de los participantes.</p> <p style="text-align: center;">Oportunidades para la aplicación:</p> <p>A pesar de los argumentos de los economistas y los responsables políticos, ha habido un entusiasmo generalizado por las ECA entre agricultores y profesionales del desarrollo en varios países de Asia. La participación en las ECA ha sido siempre voluntaria. Ninguno de los proyectos de manejo integrado de plagas y programas apoyados por la FAO proporcionó incentivos financieros a los participantes. Por el contrario, la participación en ECA siempre ha implicado un coste considerable en términos de tiempo y esfuerzo. A pesar de estos costos, dos millones de agricultores decidieron participar. En la mayoría de los países, la demanda de plazas en un ECA ha estado por delante de la oferta, y las tasas de deserción han sido muy bajas. Por otra parte, hay muchos ejemplos de agricultores que decidieron entrenar a otros miembros de su comunidad y seguir trabajando como un grupo después que el entrenamiento llegó a su fin.</p>
<p style="text-align: center;">Fuentes</p>	<p style="text-align: center;">Gobierno de la República del Ecuador, "Estrategia Nacional al Cambio Climático-ENCC- 2011-2025; 2011. Quito-Ecuador</p>

Bibliográficas	<p>Proyecto MAE/GEF/PNUD “Adaptación al Cambio Climático a través de una efectiva Gobernabilidad del Agua en Ecuador”, “Estudio de Vulnerabilidad a los Riesgos Climáticos en el sector de los recurso hídricos en la cuenca de los ríos Portoviejo y Chone”, 2009, Quito-Ecuador.</p> <p>Elliot, M., Armstrong, A., Lobuglio, J. and Bartram, J. “Technologies for Climate Change Adaptation—The Water Sector”. T. De Lopez (Ed.).2011. Roskilde: UNEP Risoe Centre.</p> <p>Clements, R., J. Haggar, A. Quezada, and J. Torres (2011). Technologies for Climate Change Adaptation – Agriculture Sector. X. Zhu (Ed.). UNEP Risø Centre, Roskilde, 2011,</p> <p>Quezada, J Haggar , J. Torres, R. Clements (2011), “Farmer Field Schools”, Climate Tech Wiki, A Clean Technology Platform, UNEP Risø Centre, Roskilde, << http://climatetechwiki.org/content/farmer-field-schools>></p> <p>Ministerio de Coordinación de Desarrollo Social, “Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador SIISE”, 2001, Quito-Ecuador</p>
----------------	---

Anexo II. Lista de personas entrevistadas y datos de contacto

Sistema de riego Chambo-Guano

Nombre	Ocupación	Contacto
Marcelino Pita	Agricultor, exdirigente de la Junta General de Usuarios, cultiva con riego por goteo	mpitarivera@yahoo.com
Juan León	Director del Centro Experimental de Riego de la ESPOCH	Tel. 032-998200-ext 415. Cel.:084-255-166/094-048-032 jleon@esPOCH.edu.ec
María Manuela Pinduysaca e hijo	Agricultores Zona 1 Tunshi San Nicolás	
Luis Gilberto Tuquinga	Agricultor zona 2 Corazón de Jesús	Cel 099 15 67 356)
Pío León	Agricultor sector Guaslán Grande, zona 3, encima del canal principal	
Fausto Llumisaca	Técnico INIAP Chimborazo	Cel. 098 73 52 587
Fernando Oleas	Presidente de la Junta General de Usuarios	cel. 099 94 79 287
Maria Hortensia de Piedra	Agricultora, Zona 6 Olte San Pedro, cantón Guano	
Darwin Altamirano y Sra.	Agricultores zona sin riego del Cantón Guano (Los Chingazos)	098 45 08 459
Elías Londo	Agricultor Zona 5	

Guayaquil y Santa Elena

Nombre	Ocupación	Contacto
Raúl Mejía	Coordinador del Proceso Desconcentrado de la Cuenca del Río Guayas – INAMHI	Telefax: 593 4 2592315/097390899// rmejia@inamhi.gob.ec
Jaime Cadena Iturralde	Área de Modelación e Investigación – INAMHI Guayas	593 4 2532315 ext. 108// j.cadena@inamhi.gob.ec
Fernando Jarrín	SIG – INAMHI Guayaquil	fjarrin@inamhi.gob.ec 042532315 ext. 114
Leonel Meza	Subsecretaría de Riego del MAGAP Guayaquil - Proyecto Río Javita	0994149678, leoamch@hotmail.com

Jacinto Soria	Subsecretaría de Riego del MAGAP Guayaquil - Coordinador del Proyecto Río Javita	0988756458, jsoria59@hotmail.com
Aurelio Vera	Subsecretaría de Riego del MAGAP Guayaquil – Director	avera@magap.gob.ec
Liet Peña	Ingeniero agrónomo a cargo de intervenciones del proyecto PIDAASEE en la comuna Zapotal	
Jorge Ramírez y Cecilia Lindao	Campesinos participantes en el proyecto PIDAASEE, comuna Zapotal	
Richard Constante	Campesino, cultivo de sandía con riego por goteo – pozo	
José Cristóbal Rivas,	Campesino, cultivo de maíz con riego por goteo – canal	
César Guale Asencio, Jorge Guale	Campesinos comuna Colonche, cultivos de subsistencia a secano y con riego	
Pedro Reyes Laínez	Riego por gravedad, frutales	

Sistema de riego Poza Honda

Nombre	Ocupación	Contacto
Joab López	Director encargado, Dirección de Riego y Drenaje MAGAP Manabí	
Sandra Bailón	Responsable de la Unidad de Gestión de la Dirección de Riego	
Roberto Dueñas	Unidad de Políticas de la Dirección de Riego y Drenaje	
Jesús Milciades Zambrano	Agricultor, Primer vocal de la Junta General de Usuarios del sistema de riego, Zona 3. Además representante al consejo consultivo de FENAMAIZ	0988447054
Luis Cedeño Mendoza	Agricultor, cultivador de arroz	

Marat Rodríguez	Director, INIAP Portoviejo	Portoviejo@iniap.gob.ec , (05) 2420556
Fabricio Peñaherrera	Técnico Coordinador Zonal de seguros agrícolas, MAGAP Manabí	jorgefabr@yahoo.es
Emilio Loaiza	Director, Programa de Innovación Tecnológica Agrícola Manabí	Emablova_mag@yahoo.es
Edixon Espinoza	Facilitador de la ERA de Manga del Cura	09-90503386 Edies_region4@yahoo.es
Rubén Daza	Facilitador	0989552929 Rdaza1980@hotmail.com
Wilson Alcívar	Responsable zona de riego 3, Sistema Poza Honda, SENAGUA	09-9738-1884
Manuel Velásquez	Responsable zona de riego 2, Sistema Poza Honda, SENAGUA – respon	manuelvelasquez@hotmail.es
Eduardo Macías	Canalero de la zona 1	
Jorge Emilio Mielles González	AGricultor, cultivador de cebolla y maíz	0993891357
Diógenes Lucas	Agricultor, cultivador de arroz	
Freddy Aguirre	Presidente de la Junta de Riego Crucita	
Fausto Alcívar	Agricultor, cultivador de arroz	

Proyecto PACT, Tungurahua

Nombre	Ocupación	Contacto
Hugo Olazaval	PACT	holazaval@hotmail.com
Jorge Nuñez	Técnico, proyecto PACT	joguille8@hotmail.com
Hernán Ríos	Técnico, proyecto PACT	hydroambato@gmail.com
Gerber Gerbrandij	Coordinador, proyecto PACT	pact@x54all.nl
José Miranda	Canal Zoollo Alobamba	
Raúl Castro	Sistema de riego Mocha-Guachi	raul.castro@artesana.com.ec
Hugo Pillegas	Presidente Junta de usuarios de la Acequia M. Huili	hvillegas85@gmail.com
Carmen Huano	Sistema de Riego La Chognosocha San Juan Guisin	

Distribuidores

Nombre	Ocupación	Contacto
Fernando Nájera	Gerente Comercial, AQUAPLAS	aquaplasecuador@gmail.com 02 2481801/ 02 2379195 / 0994020007
Hernán Ríos	Técnico del proyecto PACT y distribuidor de sistemas de riego en Tungurahua	Calles Simón Bolívar y Mariano Castillo, (03) 373 0220
Juan Burjmeyer	Distribuidor de insumos para agricultura en Cotopaxi	Melchor De Benavídez 998 Y Av. Benjamín Terán Latacunga, Cotopaxi - Teléfono: (593) (3) 2808308. kroklets@hotmail.com y juan-burgmeijer@hotmail.com

Anexo III. Lista de personas contactadas

Nombre	Ocupación	Contacto
Fernando Nájera	Gerente Comercial, AQUAPLAS	aquaplasecuador@gmail.com 02 2481801/ 02 2379195 / 0994020007
Hernán Ríos	Técnico del proyecto PACT y distribuidor de sistemas de riego en Tungurahua	Calles Simón Bolívar y Mariano Castillo, (03) 373 0220
Juan Burjmeyer	Distribuidor de insumos para agricultura en Cotopaxi	Melchor De Benavídez 998 Y Av. benjamín Terán Latacunga, Cotopaxi - Teléfono: (593) (3) 2808308. kroklets@hotmail.com y juan-burgmeijer@hotmail.com
Pablo Lloret	Subsecretario de Riego y Drenaje, MAGAP	plloret@magap.gob.ec

Anexo IV. Fichas de políticas

Nombre de la política	TECNIFICACIÓN DEL RIEGO A NIVEL DE PARCELAS
Fecha de emisión	30 de noviembre de 2012
Fecha de finalización	31 de diciembre de 2013
Unidad	CC
País	Ecuador
Año	2013
Estado	Vigente
Agencia	Subsecretaría de Riego y Drenaje, Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP)
Financiamiento	Público: 1.166.893,79 dólares
Más información	http://www.agricultura.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/02/Presupuesto-los-proyectos-de-Acuacultura-.pdf
Objetivo	Mejorar la eficiencia del riego parcelario
Tipo de política	De inversión pública
URL:	http://www.agricultura.gob.ec/transparencia/
Descripción:	<p>Tecnificar el Riego a Nivel de Parcelas, para incrementar la productividad agropecuaria, mejorar la conservación y preservación ambiental y mejoramiento de la calidad de vida de la población beneficiada.</p> <p>Enmarcado dentro del Plan Nacional de Riego y Drenaje, Objetivo 1: Ampliar la cobertura y mejorar la eficiencia social, económica y ambiental de todos los sistemas de riego y drenaje, y Política 1.2: <i>Elevar los niveles de productividad sistémica y los rendimientos agropecuarios en las zonas de cultivo que actualmente tienen riego.</i></p>