



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**



**INSTITUTO DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN GESTIÓN SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS  
NATURALES**

**“ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO CASO:  
INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EL CANAL DE RIEGO PERIBUELA,  
PROVINCIA DE IMBABURA”**

**Trabajo de Investigación previo a la obtención del Título de Magister en Gestión  
Sustentable de los Recursos Naturales**

**DIRECTORA:**

**Dra. Patricia Aguirre (PhD)**

**AUTOR:**

**Telmo Fernando Basantes Vizcaíno**

**IBARRA – ECUADOR**

**2018**

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de Grado, presentado por el Ingeniero Telmo Fernando Basantes Vizcaíno, para optar por el título de Magister en Gestión Sustentable de Recursos Naturales, doy fe de que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a 09 días del mes de marzo del 2018.



Dra. Patricia Aguirre Mejía, (PhD)  
Dra. Patricia Aguirre Mejía, (PhD)

## APROBACIÓN DEL JURADO

### “ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO CASO: INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EL CANAL DE RIEGO PERIBUELA, PROVINCIA DE IMBABURA”

Por: Fernando Basantes Vizcaíno

Trabajo de Grado de Maestría aprobado en nombre de la Universidad Técnica del Norte, por el siguiente jurado, al 27 de febrero de 2018.



Dr. Mario Anáez Romero MScSc.  
C.I. 07015743299



Ing. Paúl Arias MSc.  
C.I. 10029435444



Ing. José Guzmán MSc.  
C.I. 10025970765

## AUTORÍA

Yo, Telmo Fernando Basantes Vizcaíno declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado, ni calificación profesional, que he consultado referencias bibliográficas que se incluyen en este documento y que todos los datos presentados son resultado de mi trabajo.



Telmo Fernando Basantes Vizcaíno  
C.I. 1002603049



## AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1002603049		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Telmo Fernando Basantes Vizcaíno		
DIRECCIÓN:	Ibarra, Caranqui carrera Huaca Conjunto el Inka y Princesa Paccha		
EMAIL:	<a href="mailto:tfbasantes@utn.edu.ec">tfbasantes@utn.edu.ec</a>		
TELÉFONO FIJO:	062653330	TELÉFONO MÓVIL:	0980611065
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	“Estrategias de adaptación al cambio climático caso: Innovación tecnológica en el canal de riego Peribuela, provincia de Imbabura”		
AUTOR (ES):	Telmo Fernando Basantes Vizcaíno		
FECHA:	09 – 03 – 2018		
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO			
PROGRAMA:	<input type="checkbox"/> PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO		
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Magíster en Gestión Sustentable de Recursos Naturales		
ASESOR /DIRECTOR:	Dra. Patricia Aguirre PhD		



## AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Telmo Fernando Basantes Vizcaíno, con cédula de ciudadanía Nro. 1002603049, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

### CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 09 días del mes de marzo de 2018

### EL AUTOR:

Telmo Fernando Basantes Vizcaíno  
C.I. 1002603049



## **CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Telmo Fernando Basantes Vizcaíno, con cédula de ciudadanía N° 1002603049 manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autora del trabajo de grado denominado: “Estrategias de adaptación al cambio climático caso: Innovación tecnológica en el canal de riego Peribuela, provincia de Imbabura”, que ha sido desarrollado para optar por el título de Magíster en Gestión Sustentable en Recursos Naturales, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

  
Telmo Fernando Basantes Vizcaíno  
C.I. 1002603049

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme la fortaleza, perseverancia, salud para continuar y cumplir con las metas trazadas a lo largo de mi vida.

A mis padres, por la sabiduría ejemplar que me brindan diariamente.

A mi familia, a mi esposa Raquel y a mi varón Cristian Fernando por el cariño brindado, por su paciencia, su lealtad, su tolerancia, además de ser mi inspiración para culminar todo lo que me he propuesto en mi vida académica.

Fernando Basantes Vizcaíno.

## **RECONOCIMIENTO**

A Dios, por brindarme la oportunidad de terminar una meta más en mi vida académica.

A la Universidad Técnica del Norte templo del saber, por la formación de profesionales con un nivel académico alto pero por sobre todo con un nivel humano de excelencia.

A todos los profesores del Instituto de Postgrado que supieron brindar sus conocimientos y experiencia. De manera especial a mi directora de tesis, Dra. Patricia Aguirre por el apoyo incondicional y sus orientaciones durante mi período como maestrante a lo largo del presente trabajo de investigación. De la misma manera al Dr. Mario Añazco al Ing. Paúl Arias y al Ing. José Guzmán por las observaciones acertadas como miembros del tribunal en la culminación de mi trabajo de grado.

Finalmente a las autoridades seccionales y a la comunidad Peribuela por colaborar con el trabajo de campo y reuniones en las cuales participaron para culminar el trabajo de investigación.

Fernando Basantes Vizcaíno.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

APROBACIÓN DEL TUTOR .....	ii
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	v
AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD .....	vi
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE .....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xv

### CAPITULO I

#### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Contextualización del problema .....	3
1.3. Justificación .....	4
1.4. Objetivos de la investigación.....	6
1.4.1. Objetivo general.....	6
1.4.2. Objetivos específicos .....	6
1.5. Preguntas de investigación.....	6

### CAPITULO II

#### MARCO REFERENCIAL

2.1. Conceptualizaciones del cambio climático.....	7
2.1.1. Variabilidad climática.....	7
2.1.2. Cambio climático.....	7
2.1.3. Factores de emisiones en la agricultura .....	8
2.1.4. Sectores afectados por el cambio climático .....	10
2.1.5. Estrategias de mitigación y adaptación al Cambio Climático .....	11
2.2. Avances de adaptación al cambio climático en el Ecuador .....	14

2.2.1.	Programas de mitigación y adaptación al cambio climático en el Ecuador.....	15
2.3.	Agricultura y cambio climático .....	20
2.3.1.	La adaptación de la agricultura al cambio climático .....	22
2.4.	El agua como recurso y el cambio climático .....	23
2.4.1.	Uso agrícola y necesidades .....	24
2.4.2.	Infraestructura, riego y drenaje en Ecuador .....	26
2.5.	Tecnologías de uso eficiente del agua para la adaptación al cambio climático .....	30
2.5.1.	Estrategias y tecnologías para la adaptación al cambio climático .....	31
2.6.	Marco legal e institucional.....	35
2.6.1.	Gestión del agua, políticas y legislación relativas al uso del agua en la agricultura	35
2.7.	Tendencias en la gestión de los recursos hídricos en la agricultura .....	38

### CAPITULO III

#### MARCO METODOLÓGICO

3.1.	Descripción del área de estudio .....	39
3.2.	Tipo de investigación.....	39
3.3.	Diseño de la investigación .....	40
3.4.	Procedimientos de la investigación.....	42
3.4.1.	Métodos .....	42
3.4.2.	Técnicas .....	49

### CAPÍTULO IV

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Caracterización del canal de riego Peribuela y su área de influencia. ....	52
4.1.1.	Ubicación geográfica .....	52
4.1.2.	Diagnóstico del sistema de riego en la comunidad Peribuela.....	52
4.1.3.	Canal de riego Peribuela.....	61
4.1.4.	Análisis ex ante y ex post .....	68
4.2.	Determinación de problemas de generación, almacenamiento y distribución del recurso hídrico .....	74
4.2.1.	Problemas en la generación del recurso hídrico en Peribuela.....	74
4.2.2.	Problemas en el almacenamiento del recurso hídrico en Peribuela.....	76
4.2.3.	Problemas en la distribución del recurso hídrico en Peribuela.....	77
4.3.	Evaluación de la innovación tecnológica de los sistemas de riego en la zona de influencia del canal de riego Peribuela. ....	79

4.3.1.	Eficiencia de la lámina en los sistemas de riego en Peribuela.....	80
4.3.2.	Índice de productividad y producción del agua y su relación con el cultivo y el sistema .....	81
4.3.3.	Índice de sostenibilidad del recurso hídrico agrícola ISRHA.....	83
4.3.4.	Evaluación del ISRHA 2007 – 2017.....	85
4.4.	Estrategias de optimización del recurso hídrico como propuesta de adaptación al cambio climático.....	89
4.4.1.	Estrategia de innovación en la generación de agua de riego en Peribuela.....	89
4.4.2.	Estrategia de innovación en el almacenamiento de agua de riego en Peribuela.....	92
4.4.3.	Estrategia de innovación en la distribución del agua de riego en Peribuela.....	95
4.4.4.	Matriz resumen de la propuesta en base a la problemática entorno al uso del recurso hídrico en Peribuela .....	101
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		
	Conclusiones .....	104
	Recomendaciones .....	105
	Referencias bibliográficas .....	106
	ANEXOS .....	115

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sectores afectados por el cambio climático.....	10
Tabla 2. Tipos de medidas de adaptación vinculadas a la gestión de los recursos hídricos.	15
Tabla 3. Las emisiones agrícolas mundiales de diferentes sectores en el año 2011 .....	21
Tabla 4. Usos del agua en Ecuador.....	25
Tabla 5. Tecnologías de Adaptación al cambio climático.....	32
Tabla 6. Indicadores del ISRHA para la comunidad Peribuela, parroquia Imantag.....	46
Tabla 7. Escala de evaluación de los indicadores del ISRHA.....	47
Tabla 8. Diagrama matriz de vester.....	48
Tabla 9. Escala de ponderación matriz de vester.....	48
Tabla 10. Tabla de cultivos agrícolas presente en la comunidad Peribuela 2017 .....	54
Tabla 11. Histórico de los incentivos de instituciones para el apoyo y desarrollo comunitario en Peribuela.....	58
Tabla 12. Datos generales del canal de riego en la comunidad de Peribuela. ....	62
Tabla 13. Distribución del agua de riego en la comunidad Peribuela 2017 .....	64
Tabla 14. Infraestructura de riego antes y después de la implementación del canal de riego Peribuela .....	65
Tabla 15. Distribución de cultivos en el área influenciada por el canal de riego Peribuela.	70
Tabla 16. Categorías de uso de suelo comunidad Peribuela.....	71
Tabla 17. Valores de transición entre categorías de la comunidad Peribuela (ha).....	72
Tabla 18. Evaluación de la innovación tecnológica antes y después de la implementación del canal de riego Peribuela.....	79
Tabla 19. Evaluación de los indicadores del ISRHA en la comunidad Peribuela.....	84
Tabla 20. Tecnologías y estrategias de adaptación al cambio climático para el área de influencia del Canal de riego Peribuela, 2017 .....	89
Tabla 21. Presupuesto de la elaboración del Plan de Manejo del Bosque Protector Peribuela .....	91
Tabla 22. Materiales y presupuesto de la infraestructura para la cosecha de lluvia en Peribuela .....	94
Tabla 23. Presupuesto y materiales para la construcción de un reservorio de 215 m <sup>3</sup> .....	95
Tabla 24. Presupuesto de sistemas de riego tecnificado por goteo.....	97
Tabla 25. Capacitación a los agricultores de la comunidad Peribuela .....	99
Tabla 26. Matriz resumen de la propuesta en base a la problemática de recursos hídrico y la innovación tecnológica .....	1022

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Efectos de la agricultura y la silvicultura en las emisiones de gases a la atmósfera. ....	8
Figura 2. Las emisiones directas e indirectas de C de los ecosistemas agrícolas. ....	9
Figura 3. Extracciones de agua por sector en Ecuador Total: 9918 millones m <sup>3</sup> en 2005 ...	25
Figura 4. Extracciones de agua por origen en Ecuador Total: 9918 millones m <sup>3</sup> en 2005 ..	26
Figura 5. Técnica de riego en superficie equipada para riego con dominio total .....	27
Figura 6. Tipo de explotaciones de riego con dominio total .....	28
Figura 7. Fuente de agua en superficie equipada para riego.....	29
Figura 8. Mapa de ubicación de la cuenca del río Ambi, área de influencia del canal de riego Peribuela .....	39
Figura 9. Esquema de diagrama radial tomado con base a IREHISA, (2009) .....	47
Figura 10. Ponderación cuadrantes Vester .....	49
Figura 11. Mapa de Ubicación del canal de riego Peribuela – Cuenca del río Mira, subcuenca río Ambi.....	52
Figura 12. Estructura de la asamblea general de la comunidad Peribuela.....	55
Figura 13. Esquema de síntesis (Arquetipo) de sistema de producción comunidad Peribuela, 2017 .....	56
Figura 14. Bocatoma del canal de riego Peribuela .....	62
Figura 15. Mapa de infraestructura del Canal de riego Peribuela (2017).....	63
Figura 16. Área de riego influenciada por el canal de Peribuela.....	66
Figura 17. Área de influencia del canal de riego en Peribuela 2017 .....	67
Figura 18. Uso del suelo comunidad Peribuela, 1982 .....	68
Figura 19. Uso del suelo comunidad Peribuela, 2016 .....	69
Figura 20. Ganancias y pérdidas (ha) por categoría en el uso del suelo comunidad Peribuela 1982 - 2016.....	74
Figura 21. Problemas en la generación del agua en el canal de riego Peribuela 2017 (%) ..	75
Figura 22. Problemas en el almacenamiento del agua en el canal de riego Peribuela 2017 (%) .....	76
Figura 23. Problemas en la distribución del agua en el canal de riego Peribuela 2017 (%) ..	78
Figura 24. Eficiencia de los sistemas de riego (Lamina riego mm) en Peribuela, determinada mediante cálculo de lámina de riego bruta por método de Blaney & Criddle .....	81

Figura 25. Índice de productividad y producción del agua en tomate riñón con dos sistemas de riego en Peribuela, determinada por método de Olvera - Salgado, Bahena - Delgado, Alpuche - Garcés, & Carcía - Matías, (2014).....	82
Figura 26. ISRHA en la comunidad Peribuela 2007 .....	87
Figura 27. ISRHA en la comunidad Peribuela 2017 .....	88
Figura 28. Estructura de terrazas de formación lenta .....	91
Figura 29. Esquema de techo para captación de agua lluvia .....	93
Figura 30. Kit de sistema de riego gravitacional ECOGOTEO 250.....	96
Figura 31. Sistema de Riego en camas .....	98
Figura 32. Sistema de riego por surcos alternos .....	99

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Formato de encuesta utilizada en el estudio .....	115
Anexo 2. Formato de grupo focal .....	121
Anexo 3. Nómina de usuarios del canal de riego Peribuela (Junta de riego) .....	123
Anexo 4. Matriz de tabulación cruzada cambio de uso de suelo Peribuela 1982 – 2016... 124	
Anexo 5. Cambio neto (ha) de uso de suelo en la comunidad Peribuela 1982 – 2016 .....	124
Anexo 6. Matriz Vester de problemas con base a la generación, distribución y almacenamiento del riego en Peribuela .....	125
Anexo 7. Matriz FODA (Matriz de formulación estratégica para el análisis .....	126
Anexo 8. Árbol de objetivos.....	127
Anexo 9. Registro fotográfico desarrollo fase de campo en Peribuela.....	128
Anexo 10. Categoría de tecnología, estrategia y línea de acción de la propuesta de adaptación al cambio climático en Peribuela.....	135

“ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO CASO:  
INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EL CANAL DE RIEGO PERIBUELA,  
PROVINCIA DE IMBABURA”

**Autor:** Fernando Basantes

**Tutor:** Patricia Aguirre

### **Resumen**

El cambio climático altera los patrones de precipitaciones y disponibilidad de agua de riego, e impacta a la agricultura familiar, dependiente de la lluvia y de los sistemas de riego a nivel rural; lo que empeora la optimización del recurso hídrico. Esta investigación se desarrolló en la comunidad Peribuela, parroquia Imantag Provincia de Imbabura – Ecuador, con el propósito de evaluar la innovación tecnológica de riego después de la implementación del canal y establecer estrategias de adaptación al cambio climático. Se diseñó una investigación de campo, de tipo no experimental de corte transversal y longitudinal relacionado. La metodología utilizada fue un análisis ex – post mediante la matriz de tabulación cruzada comparando dos líneas de tiempo en mapas temáticos con ARCGis 10,3. Se utilizó la matriz de Vester para definir problemas en la generación, almacenamiento y distribución del agua de riego en la comunidad. Se evaluó 19 indicadores de sostenibilidad mediante la metodología del Índice de Sostenibilidad del Recurso Hídrico Agrícola, y estrategias de desarrollo local propuesto por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente – Food and Agricultural Organization. Se determinó la superficie neta regada en 311,34 ha correspondiente a 119 socios, riegan cada 15 días, con un promedio de 4 horas/ha y caudal de 15 lt/s por socio. Además la implementación del canal incrementó 12,07% los sistemas tecnificados como goteo y aspersión distribuidos en invernaderos y reservorios con un incremento de 50% y 26,8% respectivamente, en cultivos de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) y tomate de árbol (*Solanum betaceum*); mientras que el 87,93% riega por gravedad. Se planteó seis estrategias como adaptación al cambio climático enfocadas en los manejos de uso y gestión sustentable del agua, desarrollo de capacidades locales y organización de actores como línea transversal al manejo hídrico en Peribuela.

**Palabras clave:** *Innovación tecnológica, cambio climático, sistema de riego.*

“CLIMATE CHANGE ADAPTATION STRATEGIES CASE: TECHNOLOGICAL  
INNOVATION IN THE PERIBUELA IRRIGATION CANAL, IMBABURA  
PROVINCE”

**Author:** Fernando Basantes

**Tutor:** Patricia Aguirre

**ABSTRACT**

Climate change alters precipitation patterns and the availability of irrigation water, and impacts family agriculture, dependent on precipitation and rural irrigation systems; which worsen the optimization of water resources. This investigation was conducted in the community of Peribuela, Imantag parish, in the Province of Imbabura, Ecuador, with the purpose of evaluating technical innovation in irrigation after the implementation of an irrigation canal and to establish climate change adaptation strategies. A non-experimental, related transverse and longitude cut field investigation was designed. The methodology used was an ex-post analysis, by means of a matrix comparing two time lines and thematic maps with ARCGis 10.3. A Vester matrix was used to define problems in the generation, storage and distribution of water in the community. Nineteen sustainability indicators were evaluated using the Sustainability Index of the Agricultural Water Resource methodology, and local development strategies proposed by United Nations Environment Programme – Food and Agricultural Organization. It was determined that the net surface irrigated is 311,34 ha, corresponding to 119 members, who irrigate every 15 days, an average of 4 hours per hectare at 15 l/s per member. As well as canal implementation, technical irrigation systems such as reservoirs and aspersion systems in greenhouses increased 12,07%, with an increase of 50% in the cultivation of garden tomatoes (*Solanum lycopersicum*), and of 26,8% in the cultivation of tree tomatoes (*Solanum betaceum*); while 87,93% of the members use gravity-flow irrigation. Six strategies were proposed as adaptation to climate change focused on use management and sustainable water resource management, capacity development local and organization of actors as a transversal element for water management in Peribuela.

**Key words:** *technological innovation, climate change, irrigation system.*

## **Introducción**

El presente estudio de investigación de “Estrategias de adaptación al cambio climático caso: innovación tecnológica en el canal de riego Peribuela, provincia de Imbabura”, se enmarca dentro del proyecto macro denominado “Estrategia de adaptación al cambio climático en la cuenca hidrográfica del Rio Mira: El caso de los principales canales de Riego”. El fin de la presente es caracterizar el área de estudio, en base a la tecnificación de regadío como medio de innovación para analizar la situación actual y proponer estrategias como fuentes de adaptación y mitigación ante el cambio climático. Seguidamente se detallan los capítulos que sirvieron de guía para el desarrollo del presente tema de investigación.

En el primer capítulo se detalla la contextualización del problema, el planteamiento del problema, los objetivos de la investigación: un general y cuatro objetivos específicos, así como también las preguntas de investigación.

En el segundo capítulo correspondiente al marco teórico, se realizó mediante la revisión bibliográfica a nivel nacional e internacional, se abordó temas como cambio climático: mitigación y adaptación, innovación tecnológica de regadío y normativa legal.

El siguiente capítulo referido a la metodología de la investigación, se trató los tipos de investigación como son de campo, documental y descriptiva, como también el diseño de la misma la cual está estructurada por cuatro fases las cuales representan los objetivos de la investigación. Y finalmente las técnicas de recolección de información mediante la observación, encuesta y grupo focal.

El cuarto capítulo de resultados en dónde se detalla lo obtenido en la investigación, como la caracterización del área de estudio en cuanto a la innovación tecnológica de riego, principales actores, problemas en la gestión del recurso hídrico y propuesta de estrategias frente a la eventual problemática del cambio climático con énfasis en la innovación. Y finalmente las conclusiones, recomendaciones relacionadas con los objetivos planteados.

# CAPITULO I

## EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Planteamiento del problema

A nivel mundial las evidencias muestran que la temperatura promedio de la atmósfera y del mar se está incrementando desde mediados del siglo XIX, fenómeno que se explica por el efecto invernadero, como consecuencia de la concentración en la atmósfera de Gases de Efecto Invernadero (GEI) provenientes de actividades humanas (Natural Resources Council, 2006) citado por Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador (ENCC, 2012). Este fenómeno, usualmente conocido como “calentamiento global”, tiene el potencial de cambiar los patrones climáticos en todo el planeta.

La agricultura proporciona una serie de bienes directos a la población que habita en su área de influencia. Sin embargo, las presiones antropogénicas a través de la degradación del suelo y su cambio en el uso, así como la intensificación en la variabilidad climática están afectando sustancialmente el equilibrio de los ecosistemas donde se encuentran inmersas las zonas agrícolas (Martínez, 2012).

En el Ecuador, la gestión del recurso hídrico es una tarea prioritaria y permanente que debe realizarse en todo el territorio con miras a racionalizar su conservación y el mejor aprovechamiento Secretaria Nacional del Agua (SENAGUA, 2012). El 78% de usuarios de canales de riego en el Ecuador lo constituyen el sector indígena; sin embargo de ser mayoría, su participación en el control de los caudales solo representa un 13% Consorcio de Capacitación para el Manejo de los Recursos Naturales Renovables (CAMAREN, 2009). Esta situación ilustra de manera clara, como existe un inequitativo acceso a los medios de producción; en la cual la situación estructural de inequidad, se ve agravada por un escenario climático que afectará la disponibilidad de agua.

CARE Ecuador, (2010) menciona que el agua para consumo humano en el Ecuador, proviene de los ecosistemas alto-andinos mayormente; es decir, a partir del ciclo del agua, esta se almacena en los páramos, los humedales, los bosques nublados, montanos y pre-montanos

del Ecuador. Mucho de ellos están concentrados en el 21% de la superficie del país declarado como área protegida, y de donde se originan como fuentes de agua para el riego de cultivos en comunidades rurales; como en el caso de la Comunidad Peribuela que toma el agua de riego de la Reserva ecológica Cotacachi – Cayapas.

## **1.2. Contextualización del problema**

El cambio climático y la variabilidad climática han alterado los patrones de precipitaciones y disponibilidad de agua de riego, lo que afecta en general al sector agrícola, pero en mayor medida a la agricultura familiar que es altamente dependiente de la lluvia y de los sistemas de riego a nivel de áreas rurales; esto ha provocado que la falta de optimización del recurso hídrico cause desperdicio de este recurso, sin un manejo técnico del agua, implementación de sistemas de riego inadecuados, erosión hídrica, desencadenando impactos en los sistemas agropecuarios.

En Ecuador la institucionalidad existente gira en torno a la atención de la crisis en vez de la gestión preventiva del riesgo, los sistemas hidrológicos son particularmente sensibles a la ocurrencia de cambios en las precipitaciones o sequías. Una mayor variabilidad de esos eventos afecta el balance hídrico de las unidades hidrográficas. Los cambios en disponibilidad del agua a su vez son un factor de tensión que puede desencadenar conflictos entre los usuarios del agua. Se estima que habrá áreas que serán más susceptibles al exceso y otras a la escasez de precipitaciones, debido al cambio climático. Esto afectaría la producción agropecuaria, la disponibilidad de agua para consumo humano, la generación hidroeléctrica y la condición de los ecosistemas.

“El agua como recurso natural renovable, fundamental para la vida humana y para los procesos de producción, ante la contaminación y la sobre explotación por encima de su capacidad de recarga, se convierte en un recurso escaso” Asociación Mundial para el Agua and Food Agricultural Organization (GWP - FAO, 2013). Sin embargo, las nuevas tecnologías también pueden cambiar la forma en que se gestiona todo el sistema de distribución de agua Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas (WWAP, 2016).

Es entonces que el valor del agua se vuelve mayor cuando, como factor de producción, influye en la seguridad alimentaria y la seguridad hídrica, a la vez que se convierte en el principal medio por el cual se manifiestan los impactos del cambio climático. “Por tanto las inversiones en la infraestructura de riego existente, no han llenado eficientemente las expectativas de incremento real de la producción y productividad agrícola ni de mejoramiento de la calidad de vida de los agricultores y sus familias” Plan Nacional de Riego y Drenaje (PNRD, 2011).

### **1.3. Justificación**

A nivel nacional, la investigación fundamenta el cumplimiento de varios artículos de la Constitución de la República del Ecuador, (2008) referentes a los derechos del Buen Vivir destacando el Art. 12.- que menciona “El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida”. Y el 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”.

Además se ha de considerar el Art. 411 de la Constitución en donde menciona que:

El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

Por otro lado en el Plan Nacional el Buen Vivir, (2013 - 2017) contempla en el objetivo N° 7: “El Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental, territorial y global; en donde el recurso agua constituye en Patrimonio hídrico nacional de vital importancia para el desarrollo agrario dentro de las actividades productivas del Ecuador; una de ellas para el fomento de la adaptación y la mitigación de la variabilidad climática con énfasis en los programas de adaptación, en la soberanía alimentaria y energética; la valoración del cambio climático sobre los bienes y servicios de los ecosistemas, entre otros”.

Uno de los objetivos como líneas estrategias al cambio climático en el Ecuador contempla en la Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador ENCC 2012 -2025 “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” (ENCC, 2012).

Por cuanto SENAGUA, (2012) menciona que la variabilidad y el cambio climático

.....constituyen sin duda una de las principales preocupaciones en las agendas de quienes toman decisiones, tanto a nivel de los organismos multinacionales, cuanto de los gobiernos nacionales y locales, debido a las consecuencias previstas que comprometen al propio modelo de desarrollo y las bases del progreso de la humanidad.

Para CARE Ecuador, (2010) “Se prioriza la estandarización de metodologías y las alianzas institucionales para analizar la vulnerabilidad climática de manera integral y su afectación a la salud, a la educación y a la economía local de la gente”.

La investigación beneficiará a 20.000 productores agrícolas y pecuarios entre pequeños y grandes en la Provincia de Imbabura por cuanto se generará información a las autoridades de turno sobre estrategias del manejo del recurso hídrico ante la inminente adaptación al impacto del cambio climático, así como el uso, consumo y aprovechamiento del agua; considerando la optimización de los sistemas de riego, evitando pérdidas de agua de riego, atendiendo zonas prioritarias según criterios de soberanía alimentaria.

Por lo expuesto esta investigación busca estrategias para optimizar el recurso hídrico ante el eminente cambio climático, a fin de preservar el agua útil y necesaria en todo el sistema de producción de la comunidad de Peribuela.

De ahí surge la importancia de identificar, validar y evaluar mediante las innovaciones tecnológicas de regadío, los impactos positivos y negativos de la implementación de estas tecnologías como estrategia de adaptación al cambio climático permitiendo la captación, almacenamiento, distribución y conservación del agua en un uso racional y que estos sean un factor clave en los procesos de desarrollo rural y manejo de los recursos naturales en los ecosistemas.

## **1.4. Objetivos de la investigación**

### 1.4.1. Objetivo general

Determinar la innovación tecnológica como estrategias de adaptación al cambio climático en torno a la inversión realizada en el canal de riego Peribuela en la provincia de Imbabura.

### 1.4.2. Objetivos específicos

- Caracterización del canal de riego Peribuela y su área de influencia.
- Determinar los problemas de generación, almacenamiento y distribución del recurso hídrico en la zona de estudio.
- Evaluar la innovación tecnológica de los sistemas de riego en la zona de influencia del canal de riego Peribuela.
- Establecer estrategias de optimización del recurso hídrico como propuesta de mejora a la zona en estudio.

## **1.5. Preguntas de investigación**

- ¿Qué transformaciones han sido inducidas por la implementación del canal de riego Peribuela en la provincia de Imbabura?
- ¿Cómo se administran actualmente los recursos hídricos del canal de riego Peribuela?
- ¿Cuál es la innovación tecnológica de riego en el área beneficiada por el canal de riego?
- ¿Cuáles son las estrategias de adaptación ante el cambio climático por medio del empleo de la innovación tecnológica en regadío?

## **CAPITULO II**

### **MARCO REFERENCIAL**

#### **2.1. Conceptualizaciones del cambio climático**

##### **2.1.1. Variabilidad climática**

El IICA, (2014) menciona que la variabilidad y el cambio climático constituyen dos factores que en condiciones adversas inciden sobre los sistemas de producción agrícola y provocan daños y pérdidas en los cultivos, en los ingresos, en la seguridad alimentaria y, con mayores efectos, sobre los sectores con mayores índices de pobreza.

##### **2.1.2. Cambio climático**

“El cambio climático CC se refiere a cualquier cambio en el clima a través del tiempo, ya sea debido a la variabilidad natural o como resultado de la actividad humana.” (IPCC, 2001) citado por (IICA, 2013).

El Ministerio del Ambiente del Ecuador, MAE, (2017) en su libro Tercera Comunicación Nacional del Ecuador sobre Cambio Climático, en el informe de los tres Grupos de Trabajo (GT) del IPCC manifiesta:

...que la influencia humana en el sistema climático es clara, y que las emisiones antropógenas recientes de Gases de Efecto Invernadero (GEI) son las más altas de la historia. El cambio climático sigue ocasionando impactos sobre los sistemas humanos y naturales (p. 270).

Para CARE Ecuador, (2010) menciona que: “Los efectos del cambio climático para los escenarios más conservadores en el Ecuador afectará en un +/- 20% de sus caudales y 2 grados centígrados de temperatura durante los siguientes cien años”. En consecuencia para Martínez y Polioptro, (2012) el cambio climático incrementará la incertidumbre en las proyecciones relacionadas con las superficies a regar y el volumen a entregar, en función de las acciones de adaptación que se apliquen en la zona de riego y las nuevas condiciones ambientales que se presentarán en el futuro.

Por otro lado Lampis, (2013) menciona que:

El cambio climático está teniendo un efecto sobre el objeto del desarrollo impactando poblaciones, afectando los proceso de generación de activos y la seguridad de los medios de vida, así como los recursos naturales y la provisión de servicios ecosistémicos para el bienestar humano (p. 25).

### 2.1.3. Factores de emisiones en la agricultura

Hay una amplia gama de actividades agrícolas y forestales que son fuentes de gases de efecto invernadero (Figura 1). Director de escuela actividades agrícolas que impliquen a las emisiones de gases de efecto invernadero están arando, el drenaje de humedales, entérica la fermentación, el uso de fertilizantes, manejo del estiércol y el consumo de combustible (Paustian, Antle, Sheehan, & Paul, 2006). Promediada sobre el período 2001-2010, la agricultura, la silvicultura y otros usos del suelo contribuyeron los siguientes (FAO, 2014): (1) 1,36 Pg (Ce) a partir de la producción de cultivos y la ganadería, (2) 1,09 Pg (Ce) de la conversión neta de bosques.

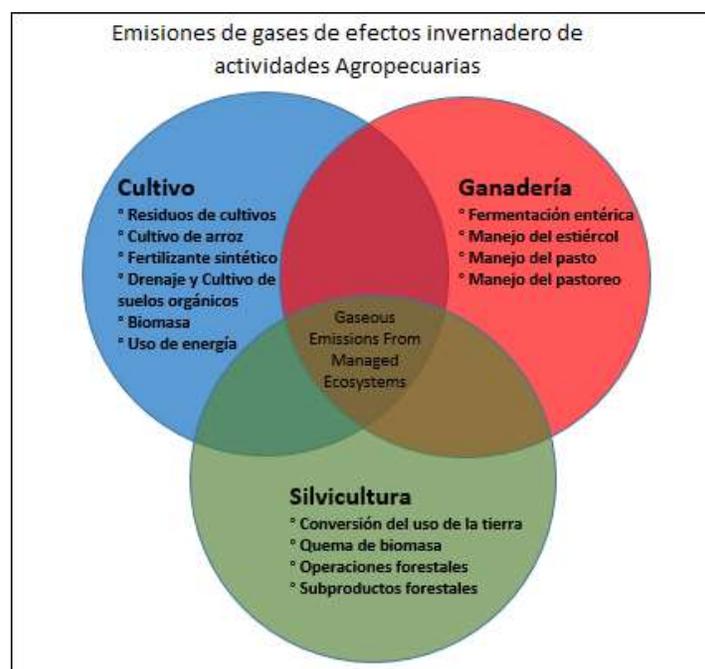


Figura 1. Efectos de la agricultura y la silvicultura en las emisiones de gases a la atmósfera.

Fuente: Paustian, et. al., (2006)

El consumo de combustible en las operaciones agrícolas es una fuente importante de emisiones de CO<sub>2</sub> (Figura 2) (Lal, 2003). Estas operaciones implican la labranza, la

fabricación y aplicación de fertilizantes y pesticidas, la cosecha, el grano de secado, de calefacción y refrigeración, transporte, etc.

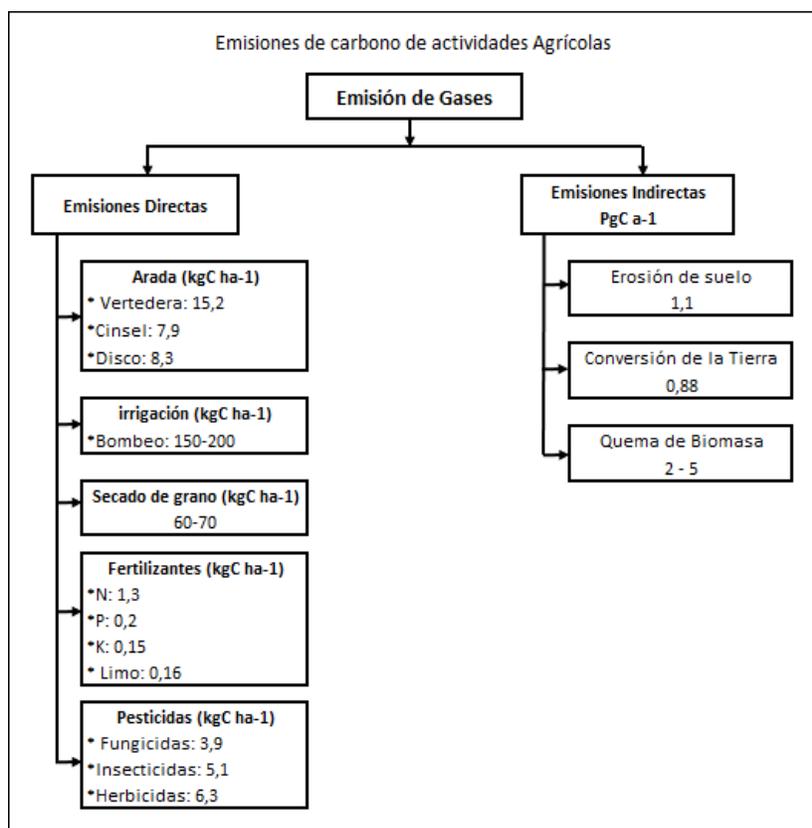


Figura 2. Las emisiones directas e indirectas de C de los ecosistemas agrícolas.

Fuente: (Lal, 2003)

Por otro lado la Agencia Europea del Medio Ambiente (2016), manifiesta que:

La agricultura en particular libera importantes cantidades de metano y óxido nitroso, dos potentes gases de efecto invernadero. El metano es producido por el ganado durante la digestión debido a la fermentación entérica y se libera por los eructos. También puede ser liberado por el estiércol y los residuos orgánicos almacenados en los vertederos. Las emisiones de óxido nitroso son un producto indirecto de los fertilizantes nitrogenados orgánicos y minerales (pp. 15 - 25).

Según el IPCC, (2007) hasta mediados del siglo XX, los aumentos de temperatura y las correspondientes disminuciones de la humedad del suelo originarían impactos regionales proyectados por el cambio climático en América Latina como:

- Una sustitución gradual de los bosques tropicales por las sabanas en el este de la Amazonia.

- La vegetación semiárida iría siendo sustituida por vegetación de tierras áridas.
- Podrían experimentarse pérdidas de diversidad biológica importantes con la extinción de especies en muchas áreas de la América Latina tropical.
- La productividad de algunos cultivos importantes disminuiría, y con ella la productividad pecuaria, con consecuencias adversas para la seguridad alimentaria.
- En las zonas templadas mejoraría el rendimiento de los cultivos de haba de soja.
- En conjunto, aumentaría el número de personas amenazadas por el hambre (RT; grado de confianza medio).
- Los cambios en las pautas de precipitación y la desaparición de los glaciares afectarían notablemente a la disponibilidad de agua para consumo humano, agrícola e hidroeléctrico.

#### 2.1.4. Sectores afectados por el cambio climático

Según el IPPC, (2007) en la tabla 1 se puede apreciar los sectores afectados por el cambio climático a ser considerados y algunas medidas de adaptación para estos escenarios:

Tabla 1. Sectores afectados por el cambio climático

Sectores	Impactos	Medidas de Adaptación
<b>Ecosistemas</b>	Cambios en los rangos de distribución de especies.	
	Pérdida de sincronización de eventos importantes (polinización, floración, dispersión, migración)	
	Mayor impacto de especies invasoras y parásitos.	Reducción de la degradación de los ecosistemas.
	Incremento de estrés fisiológico de las especies.	Establecimiento de nuevas áreas protegidas.
	Cambios de fertilidad y reproducción.	Establecimiento de corredores biológicos o ecológicos.
	Cambios en la composición de las comunidades	Programas diseñados para apoyar alternativas económicas a la tala extensiva del bosque.
	Reducción de la degradación de los ecosistemas.	Inversión en restauración o conservación de la infraestructura ecológica.
	Establecimiento de nuevas áreas protegidas.	
	Establecimiento de corredores biológicos o ecológicos.	
<b>Agricultura</b>	Programas diseñados para apoyar alternativas económicas a la tala extensiva del bosque.	
	Inversión en restauración o conservación de la infraestructura ecológica.	
	Reducción de la oferta mundial de alimentos, mayor riesgo de hambre.	
	Aumento de estrés térmico.	
	Mayor riesgo de degradación de tierras y desertificación	
	Mayor riesgo de salinización.	
	Irregularidad de periodicidad de estaciones.	Zonificación agroecológica.
Cambios en la calidad y cantidad de agua disponible.	Introducción de variedades altamente productivas.	
Modificación de las fechas de siembra y plantación y de las variedades de cultivo.		

	Incremento de la incidencia de enfermedades de plantas. Reducción en la producción debido a olas de calor y de frío. Zonificación agroecológica. Introducción de variedades altamente productivas. Instalación de sistemas de irrigación. Sistemas para el control de plagas y de enfermedades. Manejo integral de suelos. Uso de modelos de simulación de cultivos. Prácticas agroforestales.	Instalación de sistemas de irrigación. Sistemas para el control de plagas y de enfermedades. Manejo integral de suelos. Uso de modelos de simulación de cultivos. Prácticas agroforestales.
<b>Agua</b>	Distribución temporal y espacial irregular del recurso. Intensificación de inundaciones y deslaves. Cambios en los caudales hidrológicos. Incremento de estrés hídrico. Deterioro de calidad del agua. Mayor riesgo de contaminación de aguas subterráneas. Cumplimiento de las regulaciones de las zonas de riesgo. Reevaluación de criterios de diseño y seguridad de las estructuras para la gestión del agua. Manejo integral de recursos hídricos. Potenciación de prácticas ancestrales de manejo de agua. Protección de agua subterránea y planes de restauración. Sistemas de abastecimiento de agua.	Cumplimiento de las regulaciones de las zonas de riesgo. Reevaluación de criterios de diseño y seguridad de las estructuras para la gestión del agua. Manejo integral de recursos hídricos. Potenciación de prácticas ancestrales de manejo de agua. Protección de agua subterránea y planes de restauración. Sistemas de abastecimiento de agua.

Fuente: Informe de Síntesis del IPCC. Tercer Informe de Evaluación, 2007. (IPPC, 2007)

### 2.1.5. Estrategias de mitigación y adaptación al Cambio Climático

De acuerdo a Mintzberg, Quinn, y Voyer, (1997) “una estrategia, es el patrón o plan que integra las principales metas y políticas de una organización, y, a la vez, establece la secuencia coherente de las acciones a realizar” (p. 5). La finalidad de una estrategia enfocada a la adaptación al cambio climático es enfocar a la solución de las necesidades sentidas de una población para minimizar los embates de la naturaleza.

Además mediante una estrategia se puede “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” (ENCC, 2012, p.36). Por otro lado el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA, (2013) menciona que es la “adaptación implica diseñar acciones que tiendan a minimizar los efectos adversos del cambio climático y a maximizar los efectos positivos” (p. 8).

El Instituto Tecnológico de Tecnología Agropecuaria INTA, (2012) afirma que las estrategias de adaptación pueden prevenir, reducir o evitar impactos biofísicos o socioeconómicos, pero también pueden mejorar las oportunidades generadas por el CC. Por ejemplo, una opción para prevenir impactos puede ser instalar más pozos de agua, en tanto que la introducción de nuevos cultivos por el aumento de lluvias es una opción que nos permite aprovechar los impactos del CC. Por lo tanto para Martínez & Polioptro, (2012) “La adaptación sin duda constituye un reto que implica el desarrollo de capacidades basada en habilidades y conocimiento para manejar los impactos por cambio climático”.

- **Mitigación al cambio climático**

Para la IPCC, (2002) “La mitigación apunta a tanto a reducir las emisiones netas de GEI de los países” -por ejemplo mediante la disminución del uso de combustibles fósiles o de las emisiones provenientes de distintos usos del suelo-, como a incrementar la captura (o absorción y almacenamiento) de carbono por parte de los ecosistemas como podría ser vía la conservación o la reforestación. Por otro lado Rivera, (2016) menciona que el propósito de la mitigación es la reducción de la vulnerabilidad, es decir la atenuación de los daños potenciales sobre la vida y los bienes causados por un evento como puede ser de naturaleza:

- Geológica, como un sismo o tsunami
- Hidrológica, inundación o sequía.
- Sanitaria.
- Eventos fortuitos, como por ejemplo: incendios.

Se entiende también por mitigación al conjunto de medidas que se pueden tomar para contrarrestar o minimizar los impactos ambientales negativos que pudieran tener algunas intervenciones antrópicas. Estas medidas deben estar consolidadas en un Plan de mitigación, el que debe formar parte del estudio de impacto ambiental.

La mitigación, hace referencia a las políticas, tecnologías y medidas tendientes a limitar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar los sumideros de los mismos, de acuerdo a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Como las circunstancias difieren según los países y las regiones, y diversos obstáculos impiden

actualmente el desarrollo y la implantación de esas tecnologías y prácticas, ninguna medida bastará por sí sola para la elaboración, adopción y difusión oportunas de opciones de mitigación. Se necesitará más bien una combinación de medidas adaptada a las condiciones nacionales, regionales y locales.

- **Adaptación al cambio climático**

Padilla, Puebla, y Ceballos, (2015) proponen que “la adaptación es el ajuste de los sistemas humanos o naturales frente a nuevos entornos. La adaptación implica ajustarse al clima, descartando, el hecho de si es por cambio climático, variabilidad climática o eventos puntuales (p. 16)”.

**Capacidad de adaptación.-** Padilla et. al. (2015) mencionan que la “Capacidad de un sistema para ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad climática y los cambios extremos) a fin de moderar los daños potenciales, aprovechar las consecuencias positivas, o soportar las consecuencias negativas”.

La adaptación implica ajustarse al clima, descartando, el hecho de si es por cambio climático, variabilidad climática o eventos puntuales. Solo considerando al clima como un todo, se puede adoptar medidas reales y factibles de allí que el clima presente es tan o más importantes que el clima futuro.

La capacidad de adaptación está definida como “la capacidad de un sistema (humano o natural) para ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad climática y los cambios extremos) a fin de moderar los daños potenciales, aprovechar las oportunidades o lidiar con las consecuencias negativas” Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, 2001, p. 16). La capacidad de adaptación de las personas, familias y comunidades está modelada por su acceso a los recursos naturales, humanos, sociales, físicos y financieros y su control sobre ellos (CARE Ecuador, 2010).

Para el Plan Nacional de Adaptación Al Cambio Climático 2010 - 2014 (PNACC, 2010) menciona que....

La adaptación debe ser basada en una visión integral. Se reconocen diferentes enfoques que se diferencian entre sí, dado el factor en el que hacen énfasis al momento

de hacer adaptación (e.d., comunidad, ecosistema o infraestructura). Teniendo en cuenta que cada uno tiene sus ventajas y desventajas, y que el cambio climático afecta a todos los sistemas en todas sus dimensiones, se deben priorizar medidas de adaptación integrales (incluyendo todos los enfoques), que actúen en varios frentes para garantizar el éxito de la adaptación.

## **2.2. Avances de adaptación al cambio climático en el Ecuador**

Dentro de los avances de adaptación al CC en el Ecuador, un elemento muy vulnerable es el agua; este es un patrimonio nacional estratégico para el Ecuador y un recurso clave para el desarrollo de todos los sectores del país. Mantener la disponibilidad de agua para las actividades productivas y para el funcionamiento de los ecosistemas depende de la capacidad de adaptación de los actores locales y del apoyo de las organizaciones e instituciones a nivel nacional.

El agua es un factor clave para el desarrollo, y el cambio climático resulta una presión adicional a las ya existentes, asociadas a los efectos de la contaminación, la sobreexplotación, el cambio de uso de la tierra, la deforestación y los conflictos sociales que estos temas provocan a escala territorial (MAE, 2017, p.230).

El MAE, (2017) ha desarrollado la sistematización de varios proyectos emblemáticos de adaptación, como el Proyecto de Adaptación al Cambio Climático a través de una efectiva gobernabilidad del agua en Ecuador (PACC) o el Proyecto Regional Andino de Adaptación al Cambio Climático / Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales (PRAA) son un aporte importante para entender cómo se dieron los procesos orientados a implementar una nueva variable en la gestión del agua en el Ecuador.

A continuación se indica los tipos de medidas de adaptación implementadas en relación con sistemas hídricos, se tiene un total de 17 tipos de medidas de adaptación al cambio climático en el sector Agua; estos fueron identificados como características. Las medidas se agrupan en tres categorías (Tabla 2):

- Medidas físicas (infraestructura).
- Medidas tecnológicas.
- Medidas políticas (política pública).

Tabla 2. Tipos de medidas de adaptación vinculadas a la gestión de los recursos hídricos

Medidas físicas	Medidas políticas	Medidas tecnológicas
Reservorios de agua	Inclusión de la variable Cambio Climático en PDOTS y/o Planes Locales de Cambio Climático	Sistemas tecnificados de riego parcelario (por goteo o aspersión)
Tajamares	Estrategias locales de cambio climático	Redes hidro - meteorológicas
Reforestación de orillas de ríos y zonas de captación y recarga	Fortalecimiento de capacidades institucionales y comunitarias	Sistema de alerta climática
Sistemas de control de inundaciones (represas)	Planes provinciales de riego	Sistemas de información y monitoreo de recursos hídricos y evolución de impactos del cambio climático
Protección de fuentes hídricas (incluye adquisición de predios)	Planes de manejo adaptativo de cuencas abastecedoras y sistemas de provisión de Agua potable	
Albarradas		
Zanjas de infiltración		
Captura de neblina o lluvia horizontal (neblinómetros)		

Fuente: MAE, Tercera Comunicación Nacional del Ecuador sobre Cambio Climático, (2017)

### 2.2.1. Programas de mitigación y adaptación al cambio climático en el Ecuador

De acuerdo al Ministerio del Ambiente del Ecuador y del sistema único de información ambiental se puede observar a continuación los programas y proyectos encaminados a la mitigación y adaptación del CC en el Ecuador:

- **Proyecto “Reducción de Emisiones de gases de efecto invernadero causadas por la Deforestación y Degradación de los bosques, la conservación y el incremento de las capturas de CO<sub>2</sub>” (REDD+)**

Se trata de un enfoque para mitigar el cambio climático y frenar la deforestación y degradación de bosques, impulsa actividades que reducen las causas de la deforestación y promueven la conservación, el manejo forestal sostenible y la recuperación de los bosques y sus reservas de carbono. REDD+ se enmarca dentro de la CMNUCC en el compromiso de retribución a los países en desarrollo que realizan esfuerzos para mantener sus bosques. El Ecuador lo concibe como una oportunidad para contribuir a la mitigación del cambio climático mediante medidas y acciones que permitan acceder a los objetivos del Buen Vivir,

transversalizar el cambio climático y hacer frente a las causas de la deforestación y la degradación forestal de forma efectiva.

En este contexto, el Plan de Acción REDD+ (PA REDD+) debe entenderse como un conjunto de líneas estratégicas que promueven acciones de mitigación del cambio climático y que apuntan a la convergencia de las agendas ambiental y de desarrollo del país, con un enfoque territorial.

Este proyecto tienen las siguientes líneas estratégicas donde se propone que el Ecuador:

- a) Reconozca la importancia de conservar, manejar y restaurar activamente los ecosistemas forestales y sus servicios ambientales, por lo cual ha desarrollado políticas públicas concomitantes.
  - b) Declare como políticas de Estado los mecanismos de mitigación y adaptación al cambio climático, lo que los convierte en ejes transversales a todos los sectores.
  - c) Establezca que la biodiversidad y el agua son sectores estratégicos.
- **Proyecto “Centrales hidroeléctricas emblemáticas ante los efectos del cambio climático” (CHECC)**

El cambio climático representa un importante factor de análisis que influye a estos procesos por las posibles variaciones e impactos en los sistemas hídricos.

El proyecto "Análisis de la vulnerabilidad de centrales hidroeléctricas emblemáticas ante los efectos del cambio climático en siete subcuencas hidrográficas del Ecuador" está enmarcado y alineado al Cambio de Matriz Energética y Eléctrica del Ecuador, al Plan Nacional de Desarrollo para el Buen Vivir, las prioridades establecidas en la Estrategia Nacional de Cambio Climático y en el Plan Nacional de Cambio Climático. Su objetivo principal es: Analizar la vulnerabilidad ante el cambio climático de 8 centrales hidroeléctricas y una multipropósito y proponer medidas a nivel de cuencas hidrográficas que puedan adoptarse para minimizar eventuales reducciones de producción hidroeléctrica.

Análisis de vulnerabilidad de las centrales hidroeléctricas Coca Codo Sinclair, Quijos y Toachi-Pilatón, ante los efectos del cambio climático con las respectivas medidas de adaptación por subcuenca hidrográfica y por central hidroeléctrica.

- **Proyecto “Adaptación al Cambio Climático a través de una efectiva gobernabilidad del Agua en Ecuador” (PACC)**

El proyecto "Adaptación al Cambio Climático a través de una efectiva gobernabilidad del Agua en Ecuador – PACC" es ejecutado por el Ministerio del Ambiente con el objetivo disminuir la vulnerabilidad del Ecuador al cambio climático a través del manejo eficiente de los recursos hídricos.

Los fondos del PACC provienen del Global Environmental Facility – GEF con contraparte del Gobierno del Ecuador. La Agencia Implementadora del PACC es el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD y la Agencia Ejecutora es el Ministerio del Ambiente.

Como resultados esperados se tienen los siguientes:

- a) Integrar el riesgo de cambio climático en los planes y programas claves para el sector hídrico.
- b) Implementar estrategias y medidas que faciliten la adaptación al cambio climático en el manejo del agua.
- c) Fortalecer las capacidades institucionales y humanas

Dentro del resultado b, es importante destacar la Iniciativa de Financiamiento Comunitaria de Proyectos de Adaptación al Cambio Climático en el sector recursos hídricos que el Ministerio del Ambiente ejecuta a través del PACC. Esta iniciativa apoya la implementación de proyectos piloto a nivel local, en provincias específicas donde se encuentran cuencas hídricas claves (Chone, Portoviejo, Babahoyo, Paute, Jubones y Catamayo).

La implementación de proyectos piloto a nivel local es la primera iniciativa en el país con enfoque comunitario que cofinanciará proyectos piloto para implementar medidas

específicas de adaptación al cambio climático relacionadas a la gestión del recurso hídrico en el sector agrícola.

Las iniciativas de financiamiento comunitario (IFCACC) han beneficiado a 116 comunidades. Estas comunidades están distribuidas de la siguiente forma: Provincia de Azuay: 46 comunidades, Provincia de Azogues: 5 comunidades, Provincia de Loja: 37 comunidades, Provincia de Manabí: 10 comunidades, Provincia de Morona Santiago: 2 comunidades, Provincia de Bolívar/Los Ríos: 6 comunidades, y Provincia de El Oro: 10 comunidades.

#### □ **Proyecto Sostenible de Tierras**

El proyecto de Manejo Sostenible de la Tierra, contribuye a la gestión del combate de la desertificación, degradación de la tierra y sequía y fomentar la adaptación al cambio climático, a través de la identificación y diagnóstico de los procesos de degradación de la Tierra, y la implementación de iniciativas locales de manejo y conservación del recurso suelo y agua, especialmente, y de esta manera fomentar el desarrollo sostenible de los ecosistemas, con enfoque de equidad de género e interculturalidad, en las zonas más afectadas y frágiles del país.

El proyecto persigue los siguientes objetivos:

- a) Impulsar procesos de investigación de las zonas secas, encaminadas al manejo sostenible y conservación de los recursos naturales, con especial énfasis en la protección de los recursos hídricos y restauración de suelos y su adaptación al cambio climático.
- b) Contribuir a la implementación de áreas de conservación municipal en zonas frágiles secas y restauración de ambientes degradados.
- c) Apoyar la construcción del marco legal para la institucionalización de la lucha contra la desertificación, degradación de tierras y sequía, y las estrategias para su implementación.

- d) Fomentar la producción y postproducción ecológica a pequeña y mediana escala de productos agrobiodiversos de las zonas afectadas por la desertificación.
  - e) Fortalecer las capacidades socio-organizativas, técnicas y de gestión en la lucha contra la desertificación, degradación de la tierra y sequía, incorporando a la población afectada, instituciones gubernamentales y no gubernamentales participantes e involucradas.
  - f) Apoyar las decisiones nacionales y locales sobre la lucha contra la desertificación, degradación de la tierra y sequía (DDTS), a través de la promoción de las mejores prácticas de manejo sostenible de la tierra (MST) desde lo local a lo global.
  - g) Diseñar, formular, actualizar y desarrollar un Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación como un instrumento nacional de guía estratégica para combatir la desertificación, la degradación de tierra y mitigar la sequía, alineado con las prioridades de la política nacional y la Estrategia Decenal de la Convención de Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación (CNULD) y en estrecha sinergia con el sector agropecuario, el cambio climático, el manejo de cuencas hidrográficas y la soberanía alimentaria.
- **Proyecto “Fortalecimiento de la resiliencia de las comunidades ante los efectos adversos del cambio climático con énfasis en seguridad alimentaria” (FORECCSA)**

El Proyecto FORECCSA "Fortalecimiento de la resiliencia de las comunidades ante los efectos adversos del cambio climático con énfasis en seguridad alimentaria en la cuenca del Río Jubones y Provincia de Pichincha", está enmarcado y alineado a la Constitución Política del Ecuador, al Plan Nacional de Desarrollo para el Buen Vivir y a las prioridades nacionales en soberanía alimentaria y cambio climático que se estipulan en la Estrategia Nacional de Cambio Climático y en la Estrategia Nacional de Soberanía Alimentaria.

La zona de actuación del Proyecto FORECCSA comprende dos áreas, donde se busca fortalecer la resiliencia de 15.000 familias que se hallan expuestas a los efectos adversos del cambio climático con enfoque de seguridad alimentaria y género.

El Proyecto FORECCSA promueve la adaptación al cambio climático en zonas rurales del Ecuador al incrementar el conocimiento para manejar los riesgos asociados al cambio climático que afectan a la seguridad alimentaria y nutricional en los cantones priorizados de la Provincia de Pichincha y la cuenca del Río Jubones.

Además el Proyecto fortalecerá la capacidad adaptativa de las comunidades con alto nivel de inseguridad alimentaria para que respondan a los impactos del cambio climático, incluyendo la variabilidad en los cantones objetivo de la Provincia de Pichincha y la cuenca del Río Jubones.

La primera área de intervención es la cuenca del Río Jubones que abarca cuatro provincias: Azuay (cantones Nabón, Santa Isabel, Pucará, Girón y San Fernando), El Oro (cantones Pasaje y Zaruma) y Loja (cantón Saraguro). La segunda área corresponde a la parte norte de la Provincia de Pichincha y comprende los cantones Cayambe y Pedro Moncayo. El Proyecto FORECCSA tiene previsto trabajar en 50 parroquias (39 en Jubones y 11 en Pichincha).

### **2.3. Agricultura y cambio climático**

A través del tiempo desde el Antropoceno, la época en que el impacto humano sobre el planeta Tierra es equivalente a la de cualquier era geológica vigorosa, puede haber comenzado hace 10 milenios con el inicio de la agricultura sedentaria (Ruddiman, 2005). Además el mal uso de la tierra y la mala gestión del suelo no sólo condujo a la extinción de numerosas civilizaciones históricas florecientes (Diamond, 2005), pero también eran la principal causa de la gran sequía de la década de 1930.

Consecuentemente (Ceccon, 2008) menciona que la revolución verde, echada a andar en la década de los cincuentas, tuvo como finalidad generar altas tasas de productividad agrícola sobre la base de una producción extensiva de gran escala y el uso de alta tecnología. La primera revolución verde tenía como principal soporte la selección genética de nuevas variedades de cultivo de alto rendimiento, asociada a la explotación intensiva permitida por

el riego y el uso masivo de fertilizantes químicos, pesticidas, herbicidas, tractores y otra maquinaria pesada.

Lógicamente la declividad del terreno, la intensidad y duración de las lluvias intensifican la erosión, pero la práctica de una agricultura basada en una tecnología destructiva es su principal causa. (Le Qué´re´, Moriarty , Andrew , & Pete, 2014).

Las estimaciones de las emisiones de los diferentes sectores de la agricultura y de los continentes (Tabla 3):

Tabla 3. Las emisiones agrícolas mundiales de diferentes sectores en el año 2011

Source	Emissions	
	Magnitude (Pg(C)a-1)	%
<b>I. Sector</b>		
Enteric fermentation	0,58	40
Manure left on pasture	0,22	15
Synthetic fertilizers	0,19	13
Rice cultivation	0,15	10
Manure management	0,10	7
Burning of savannah	0,07	5
Crop residues	0,06	4
Manure applied to soil	0,04	3
Cultivation of organic soil	0,04	3
Burning crop residues	Traces	
<b>II. Continents</b>		
Asia	0,64	44
Americas	0,36	25
Africa	0,22	15
Europe	0,17	12
Oceania	0,06	4
<b>III. Land use</b>		
Forest	0,91	63
Cropland	0,36	25
Grassland	0,16	11
Biomass burning (forest,	0,02	1

Fuente: (Tubiello et. al., 2014)

### **2.3.1. La adaptación de la agricultura al cambio climático**

En la actualidad, el 40% de la producción de alimentos proviene del 16% de las tierras agrícolas de regadío. A nivel mundial, la superficie bajo riego ha crecido a un ritmo constante de alrededor de un 5% cada diez años.<sup>16</sup> Se estima que del recurso hídrico explotado, un 70% se utiliza en la producción de alimentos, así mismo se estima que un 10% de la producción de granos en el mundo depende de la extracción insostenible de los acuíferos (GWP - FAO, 2013).

De acuerdo a Schlenker & Lobell , (2010)

Se espera que el cambio climático afecte negativamente a la agricultura en la producción en África. Una gama de modelos climáticos sugieren mediano aumento de la temperatura entre 3 ° C y 4 ° C en África a finales del siglo 21, aproximadamente 1,5 veces la respuesta media global. Esta probablemente resultará en pérdidas significativas de rendimiento de los principales cultivos básicos, tales como maíz, sorgo, mijo, maní y yuca, de entre 8 y 22 por ciento en 2050 a menos que se implementen puntos claves para mejorar la productividad agrícola bajo riesgo climático.

Sin embargo la adaptación al cambio climático a nivel de finca incluye muchos posibles respuestas, tales como cambios en las prácticas de manejo del cultivo (Por ejemplo, la elección de campos, fechas de siembra, densidades de siembra, variedades de cultivos), prácticas de manejo del ganado (por ejemplo, la elección de granja, alimentación y las prácticas de salud de los animales, el tiempo y los destinos) (Kabubo, 2008).

La adaptación puede reducir en gran medida la vulnerabilidad al cambio climático haciendo que las comunidades rurales sean más capaces de adaptarse al cambio climático y a la variabilidad, los posibles daños moderados, y hacer frente a consecuencias adversas (IPCC, 2001). Una mejor comprensión de percepciones de cambio climático de los agricultores, la adaptación en curso medidas, y el proceso de toma de decisiones es importante informar políticas destinadas a promover la adaptación exitosa del sector de la agricultura. La adaptación requerirá la participación de múltiples partes interesadas, incluyendo no solo en primer lugar a los agricultores, sino también a los políticos, agentes de extensión, ONG, investigadores, comunidades y el sector privado (Bryan, et. al., 2013).

En otro estudio detallado por Riera y Pereira, (2013) mencionan que “ante el riesgo climático y las transformaciones productivas por el cambio climático, una forma de adaptación en la agricultura bajo riego es lograr la incorporación de la innovación tecnológica del riego” (p.19).

#### **2.4. El agua como recurso y el cambio climático**

En el Ecuador existen zonas en las que el agua subterránea es el único recurso accesible para abastecer poblaciones o para el riego de cultivos, particularmente en cuencas deficitarias en recurso superficial, por lo que constituye el recurso esencial para la seguridad alimentaria y de carácter vital para el funcionamiento de los ecosistemas (SENAGUA, 2012).

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2012) menciona que “el agua es el recurso natural de mayor incidencia en la vida económica y social del país. De su disponibilidad o déficit depende el desarrollo de las actividades de la población, así como su supervivencia”.

La FAO (2016), en una investigación sobre la producción de alimentos indica que la tierra y el agua son los dos recursos primarios, no sólo de la agricultura, sino de toda la vida que existe sobre la tierra. Cuando el abastecimiento de agua es suficiente y los suelos son fértiles, la agricultura puede sostener la vida humana civilizada, a condición de que el clima sea favorable. En cambio, la falta del agua necesaria, incluso temporalmente, impide las faenas agrícolas y desencadena la inseguridad alimentaria. En este momento, en que la población del mundo y las necesidades de alimentos están aumentando a un ritmo sin precedentes, es cada vez más difícil incrementar el suministro de agua para los agricultores.

La presión cada vez mayor de que son objeto los recursos vulnerables de aguas y tierras hace urgente y esencial conseguir una gestión eficaz.

En una investigación de la FAO, (2016) sobre el uso del agua en el Ecuador también indica que:

...si bien es cierto que existen diferentes opciones de política para la gestión de los recursos hídricos, el tema del agua es sensible y la reforma del comportamiento público a este respecto es una tarea difícil que entraña costos políticos y administrativos

elevados. Por ello, aunque los beneficios puedan ser sustanciales, es posible que los cambios no sean aceptables para todas las partes interesadas.

Por otro lado para Erazo, Izurieta, Cronkleton, Larson, & Putzel, (2014), afirman “que en la agricultura es la actividad que utiliza un mayor volumen de agua, más de las dos terceras partes de la que proporcionan los ríos, lagos y acuíferos del planeta”. A medida que aumenta la población y crecen las economías, el agua va convirtiéndose en un recurso más escaso y valioso.

#### **2.4.1. Uso agrícola y necesidades**

En lo referente al Ecuador, con una superficie total de 256 370 km<sup>2</sup>, se considera que la superficie cultivable del país es de 10,5 millones de ha, con una superficie cultivada en 2012 de 2,53 millones de ha (1.15 millones de ha de cultivos anuales y 1,38 millones de ha de permanentes) (FAO, 2016) (FAO, 2010).

La contaminación de los recursos hídricos y la degradación de los ecosistemas asociados a ellos son dos de los más grandes problemas que afectan al desarrollo sostenible. Incide en esta situación, el crecimiento poblacional y su creciente demanda de agua, la falta de cumplimiento de normas y la ausencia de aplicación de sanciones rigurosas a los causantes de impactos ambientales adversos (CEPAL, 2012). Además el (INEC, 2010) menciona que “la calidad del agua se ve alterada por: 1) el vertimiento de aguas residuales, 2) la disposición final de residuos sólidos, y, 3) agroquímicos y nutrientes que por escorrentía se desplazan hacia los cuerpos de agua”. Como potenciales agentes de contaminación están los asentamientos poblacionales, las actividades industriales y agropecuarias.

La irrigación es responsable por el 97 por ciento del agua utilizada en Ecuador. La demanda por agua de irrigación es alta y aumenta anualmente, especialmente en la región de los Andes y en las áridas planicies costeras. La producción agrícola en los Andes es mayoritariamente de uso interno y la producción a lo largo de la costa es generalmente para exportación. Pérdidas importantes de tierra superficial ocurren alrededor del país debido a la deforestación, sobre utilización y pobres prácticas de cultivos. Estas pérdidas son muy significativas en la región de los Andes (Buckalew, James, Scott, & Reed, 1998).

En el Ecuador solo el 20% de los productos agrícolas usan sistemas de irrigación que son muy ineficientes. Muchos carecen de sistemas de ingreso y distribución que permiten el control, y la mayoría de los sistemas son sistemas de canales abiertos, con pérdida de hasta el 90 por ciento del agua (Buckalew et. al., 1998).

En 2005, las extracciones de agua totales son 9.918 km<sup>3</sup>, de las cuales 8.076 km<sup>3</sup> o el 81 por ciento son para uso agropecuario, 1.293 km<sup>3</sup> o el 13 por ciento para uso municipal, y 0.549 km<sup>3</sup> o el 6 por ciento para uso industrial (Tabla 4 y Figura 3). La alta disponibilidad de recursos hídricos ha evitado la competencia entre sectores productivos.

Tabla 4. Usos del agua en Ecuador

Extracción de agua		
Extracción total de agua	2005	9918,0 millones m <sup>3</sup> /año
*Agrícola (Riego + Ganadería + Acuicultura)	2005	8076,0 millones m <sup>3</sup> /año
*Municipal	2005	1293,0 millones m <sup>3</sup> /año
*Industrial	2005	549,0 millones m <sup>3</sup> /año
° Por habilitante	2005	720,0 m <sup>3</sup> /año
Extracción de agua superficial y agua subterránea (primaria y secundaria)	2005	9915,8 millones m <sup>3</sup> /año
° % sobre los recursos hídricos renovables totales	2005	2,2 %
Fuentes de agua no convencionales		
Agua residual municipal producida	1999	631 millones m <sup>3</sup> /año
Agua residual municipal tratada	1999	158 millones m <sup>3</sup> /año
Uso directo de agua residual municipal tratada	-	- millones m <sup>3</sup> /año
Uso directo de agua de drenaje agrícola	-	- millones m <sup>3</sup> /año
Agua desalada para producción	2000	2,2 millones m <sup>3</sup> /año

Fuente: (FAO, 2016)

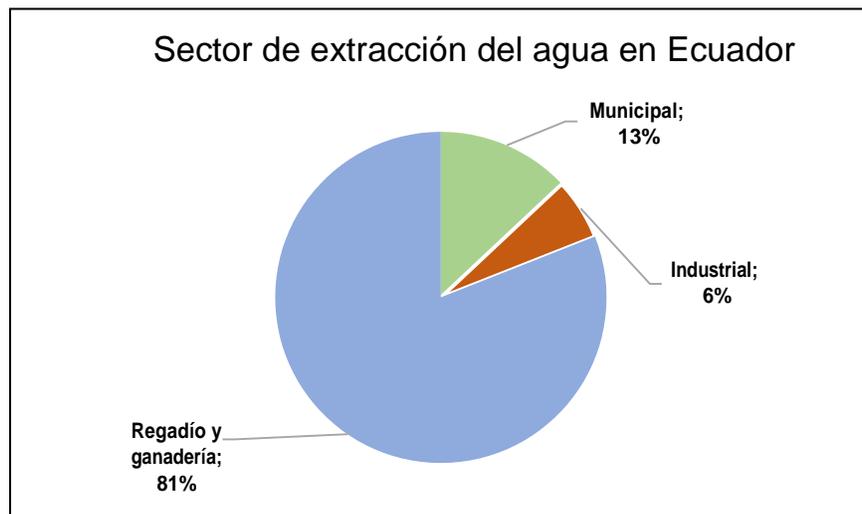


Figura 3. Extracciones de agua por sector en Ecuador Total: 9918 millones m<sup>3</sup> en 2005

Fuente: (FAO, 2016)

La alta disponibilidad de recursos hídricos superficiales y los costos que suponen la extracción de aguas subterráneas ha restringido su utilización para riego, a pesar de su

importante riqueza. La extracción de aguas subterráneas es principalmente para uso municipal e industrial, estimándose en 0,312 km<sup>3</sup> (Figura 4) Ministerio de Agricultura Ganadería, Acuacultura y Pesca MAGAP, (2011). Muchos abastecimientos de agua pequeños y rurales dependen de fuentes de agua subterránea (Cabrera, Garcés , & Paredes, 2012).

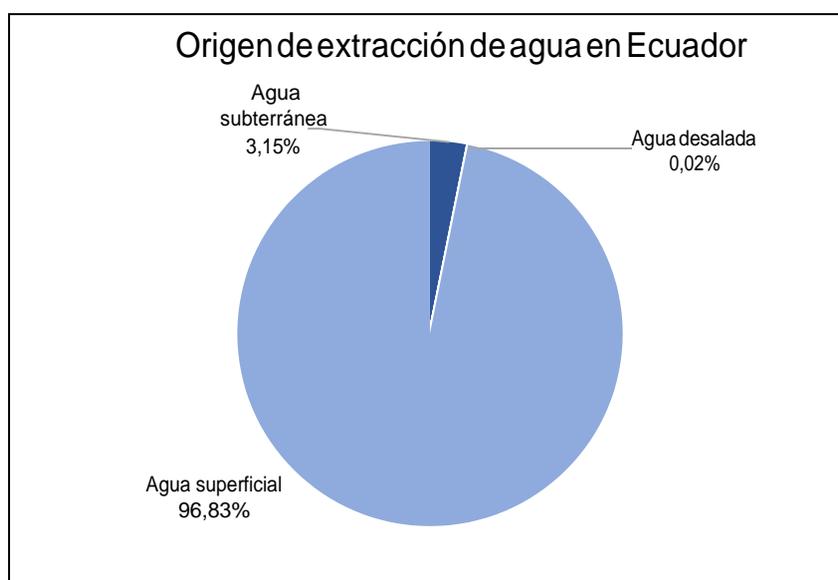


Figura 4. Extracciones de agua por origen en Ecuador Total: 9918 millones m<sup>3</sup> en 2005

Fuente: (FAO, 2016)

#### 2.4.2. Infraestructura, riego y drenaje en Ecuador

La superficie potencial de riego se estima en 3,14 millones de ha, considerando la aptitud de los suelos para el riego y los recursos hídricos disponibles.

En el Ecuador las zonas destinadas a regadío alcanzan algo más de 25.5 millones de hectáreas. Según el III Censo Nacional Agropecuario CNA, (2000), aproximadamente el 48% del territorio nacional (12.355.831 ha) corresponde a la zona que está bajo Unidades de Producción Agropecuaria (UPA's), en las que están incluidos distintos tipos de uso del suelo: cultivos permanentes, cultivos transitorios, tierras en descanso, pastos cultivados, pastos naturales, páramos, montes y bosques y otros usos.

AQUASTAT FAO (2006) estima que la superficie potencial de riego asciende a 3'136.085 ha, considerando la aptitud de los suelos para el riego y los recursos hídricos disponibles. Sin embargo, esta estimación tendría que ser verificada en campo, pues, sobre todo en las cuencas del Pacífico la disponibilidad es muy limitada y está en constante disminución por los

fenómenos de contaminación, de urbanización, salinización del agua y de los suelos, la pérdida de los páramos y por los efectos del cambio climático. Además, prácticamente, las fuentes de aguas ya están concesionadas y utilizadas para los distintos usos.

En 2000, según el III Censo Agropecuario del (INEC, 2002), la superficie total con infraestructura de riego fue de 853.400 ha, de las cuales 663.900 ha o el 78 por ciento utilizan riego por gravedad, 170.100 ha o el 20 por ciento riego por aspersión y 19.400 ha o el 2 por ciento riego localizado (MAGAP, 2011) (Figura 5). Para el riego de pastos en la sierra se utiliza el riego por surcos, melgas e inundación, mientras que la inundación en el cultivo del arroz y el riego por surcos en la caña de azúcar y oleaginosas de ciclo corto son muy utilizados en la costa.

La tecnología en el riego por superficie en las zonas andinas, ha mejorado substancialmente, en especial en el riego de hortalizas, raíces y tubérculos y en el aprovechamiento de suelos con pendientes transversales fuertes, en donde el cultivo en curvas de nivel y fajas es generalizado. El riego por aspersión y localizado se ha desarrollado especialmente en la costa para cultivos de exportación como banano, flores, hortalizas y frutales en la costa y en la producción de flores, así como en frutales y espárragos, donde la alta rentabilidad de estos cultivos ha inducido a los agricultores a realizar inversiones en las instalaciones.

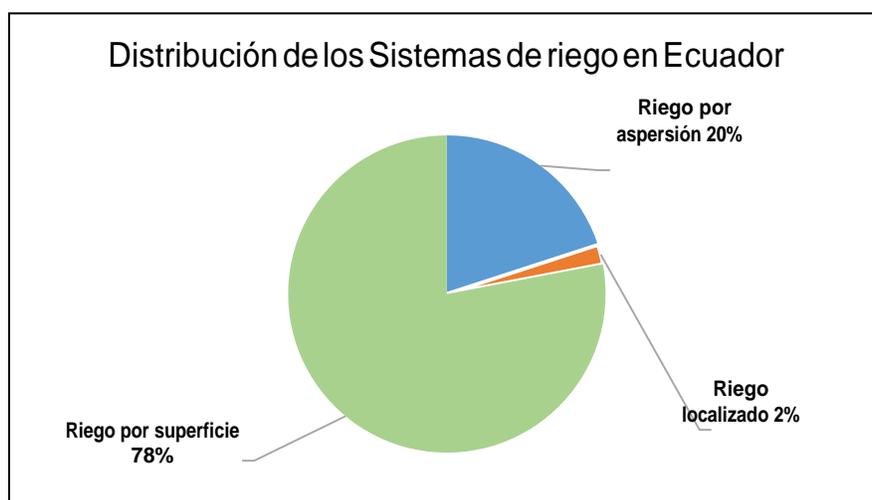


Figura 5. Técnica de riego en superficie equipada para riego con dominio total

Fuente: FAO, (2016)

En el Ecuador, la evolución del sector regable puede difícilmente realizarse mediante nuevos proyectos, pues los sitios fácilmente utilizables ya están equipados. En cambio, se pueden buscar ganancias de producción mediante un manejo más eficaz de los perímetros actuales. Sin embargo, no se puede esperar alcanzar tal objetivo sin un conocimiento a profundidad de los sistemas actuales (inventario, estudio de los modos de operación, identificación de los puntos de disfuncionamiento) (Subsecretaria del Riego y Drenaje, 2016).

En 2000, de una superficie equipada para el riego de 853.400 ha, 362.288 ha o el 42,45 por ciento se situaban en la región de la Sierra, 490.417 ha o el 57,47 por ciento en la región de la Costa, 614 ha o el 0,07 por ciento en la región del Amazonía y 81 ha o el 0,01 por ciento en Galápagos (MAGAP, 2011). En cuanto al tamaño de las parcelas de riego, en 2000 las parcelas pequeñas (< 10 ha) abarcaron 219 200 ha, parcelas medianas (10 - 100 ha) abarcaron 286.500 ha, y las parcelas grandes (> 100 ha) abarcaron 347.700 ha (Figura 6). No está disponible información sobre tamaño de parcela más actual (MAGAP, 2011).

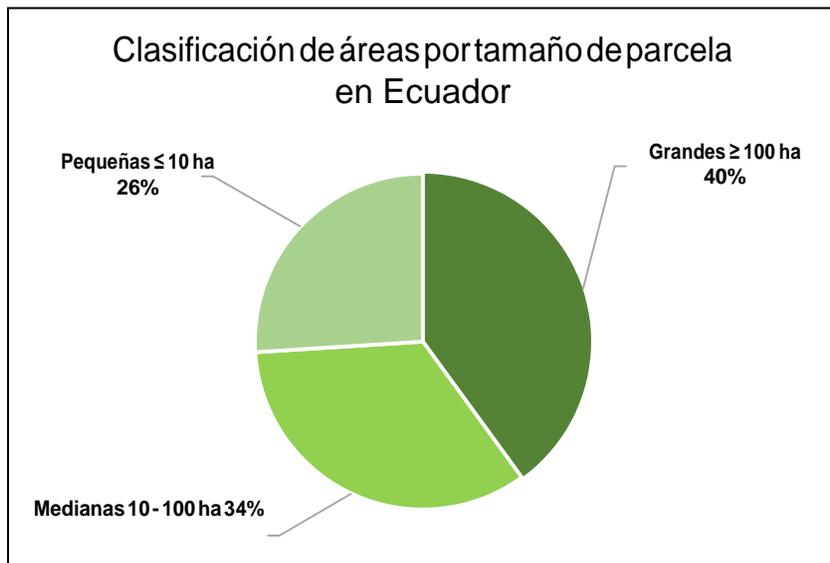


Figura 6. Tipo de explotaciones de riego con dominio total

Fuente: FAO, (2016)

En 2000, el agua de riego proviene fundamentalmente de los recursos hídricos superficiales, un 97 por ciento proviene de derivaciones de ríos, un 1 por ciento de bombeo directo de ríos, un 1 por ciento de embalses y un 1 por ciento de aguas subterráneas (Figura 7).

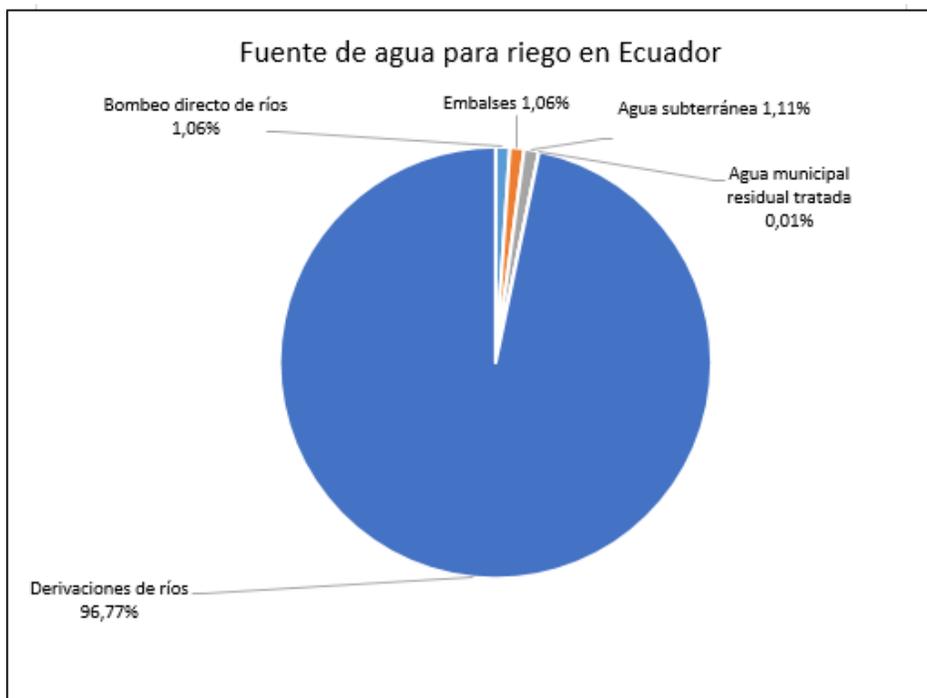


Figura 7. Fuente de agua en superficie equipada para riego  
Total 853.400 ha en 2000

En el año 2001, existían 80 hectáreas de cultivo que eran regadas con el agua residual tratada proveniente del sistema de cuatro lagunas de estabilización (Cabrera et. al, 2001).

La alta disponibilidad de recursos hídricos superficiales ha restringido, a pesar de su gran riqueza, la utilización de las aguas subterráneas para riego. Excepto en las Hoyas de Quito y Latacunga, el grado de aprovechamiento de los acuíferos para riego en 1998 era muy limitado. Son pocos los sistemas de riego que utilizan aguas subterráneas en la sierra, en parte debido a los costes de alumbramiento y operación y mantenimiento.

De hecho, buena parte de los pozos en operación han sido abandonados, especialmente aquellos pertenecientes a los distritos de riego públicos al quedar en manos de sus beneficiarios. Sin embargo, cuando el agua ha sido utilizada para cultivos de alta rentabilidad, como en el caso de las flores, su uso se ha mantenido. En la costa es más generalizado el uso de mantos freáticos favorecido por la escasa profundidad, el gran volumen de extracción y la alta rentabilidad de los cultivos, especialmente el banano. Los acuíferos costeros pueden presentar problemas de salinidad debido al ambiente marino en el que se formaron y cómo

se depositó el agua subterránea. Por este motivo es importante que en estas áreas se determine la salinidad del agua y se evalúe la tolerancia de los cultivos (MAGAP, 2011).

Según estudios de algunas instituciones que trabajan en riego campesino, se han encontrado eficiencias de riego que van del 35 por ciento a 55 por ciento (MAGAP, 2011).

## **2.5. Tecnologías de uso eficiente del agua para la adaptación al cambio climático**

Organizaciones como el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA, en el 2013, proporcionó un análisis sistemático de la información disponible relevante sobre tecnologías de adaptación al cambio climático en el sector agropecuario y definieron que

La tecnología contribuye en forma vital a los modos de subsistencia de las personas. Incluye infraestructura física, maquinaria y equipo (hardware), conocimientos y habilidades (software) y la capacidad de organizar y utilizar todo esto (orgware), así como también la tecnología biológica con la que producen los agricultores. La tecnología biológica complementada con avances en la nutrición y protección de cultivos (como los plaguicidas), el equipo (hardware) y el conocimiento (software) han sido los principales impulsores de la mayor productividad en agricultura.

Estos tipos de tecnología complementan la tecnología biológica que manejan los productores.

- Tecnologías tangibles (hardware): se refieren a los aspectos materiales tales como objetos fabricados, la maquinaria, el equipo y las herramientas requeridas para producir bienes o servicios. Como ejemplo, tenemos un sistema de riego por aspersión.
- Tecnologías intangibles (software): hacen mención a los procesos asociados con la producción y el uso del hardware, incluido el conocimiento técnico (como por ejemplo, manuales y capacidades), experiencias y prácticas (como la gestión agrícola, la cocina y las prácticas conductuales). También abarcan elementos de concientización (incluidas la educación y la capacitación). Un ejemplo es el desarrollo de capacidades en sanidad animal.
- Tecnologías organizativas (orgware): tienen que ver con el marco institucional u organizativo implicado en la adopción y procesos de difusión de una nueva tecnología. Se relaciona con la propiedad y arreglos institucionales de la comunidad/organización donde se utilizará la tecnología. Como ejemplo está el establecimiento de las Juntas de Usuarios de Agua.

Tecnologías apropiadas son aquellas que pueden ser manejadas y mantenidas por ellos en el largo plazo y que integran los principios ambientales, económicos y sociales. Sea que se trate

de modernas o tradicionales, locales o introducidas, si los productores tienen acceso a un rango más amplio de opciones de tecnología apropiada, son capaces de innovar y mejorar sus prácticas. También es necesaria la capacidad para diferenciar y decidir entre tecnologías.

En la medida en que el cambio climático aumenta la inseguridad en la agricultura de secano, las inversiones en acopio y distribución de agua son fundamentales. La acentuada escasez de agua y el incremento en el costo de los grandes sistemas de riego, hace necesario aprovechar las distintas oportunidades que se presentan para mejorar la productividad mediante la modernización de los sistemas existentes, la validación, ampliación y difusión de los medios de recolección de agua y de los pequeños sistemas de riego. (GWP - FAO, 2013)

La promoción de técnicas para la recolección o “cosecha” de agua, se fundamenta en dos tipos de fuentes como ser: la zona donde se genera o la fuente del recurso hídrico (zona de recarga) y una zona que es la que capta o almacena la escorrentía y permite su acopio o uso directo, por medio de depósitos (cisternas, estanques, presas, represas, etc.).

### **2.5.1. Estrategias y tecnologías para la adaptación al cambio climático**

Los productores agropecuarios han venido modificando sus prácticas para lidiar con la variabilidad y el cambio climáticos durante siglos, pero ahora el cambio climático está amenazando sus medios de vida con condiciones climáticas extremas cada vez más impredecibles y frecuentes, tales como sequías, inundaciones y heladas. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2013).

Las tecnologías cubren monitoreo y pronóstico del clima, uso y gestión sostenible del agua, manejo de suelos, gestión sostenible de cultivos, conservación de semillas, manejo sostenible del bosque y gestión pecuaria sostenible, e incluyen un rango de componentes de hardware, software y orgware, combinando estos tres a menudo. La tabla muestra el portafolio de tecnologías presentadas en el estudio de tecnologías de adaptación al cambio climático en el sector agropecuario (PNUMA, 2013). (Tabla 5).

Tabla 5. Tecnologías de Adaptación al cambio climático

Categoría de Tecnología	Tecnologías
Planificación para la Variabilidad y el Cambio Climático	Cl i má tico
	2. Predi cci ón Es ta ci ona l a lnter a nua l
	3. Sistema descentralizado de Alerta Temprana de ges tión Comuni ta ri a
	4. Seguros por Ri es go Cl i má tico
Uso y Gestión Sostenible del Agua	1. Ri ego por As pers i ón y Goteo
	2. Cos echa de Ni ebl a
	3. Cos echa de Agua de LI uvi a
Manejo de Suelos	1. Terra za s de Forma ci ón Lenta
	2. La bra nza de Cons erva ci ón
	3. Ma nejo i ntegra l de Nutri entes del Suel o
Gestión de Cultivos Sostenible	1. Diversificación de Cultivos y Nuevas Variedades
	2. Nuevas variedades a través de la Biotecnología
	3. Ma nejo Ecol ógi co de Pl a ga s
	4. Al ma cena mi ento de Semi l l a s y Gra nos
Gestión Pecuaria Sostenible	1. Reproducción Selectiva a través de Apareamiento Control a do
	2. Ma nejo de enfermedades del ga na do
Sistemas Agrícolas Sostenibles	1. Agri cul tura Mi xta
	2. Agrofores tería
Desarrollo de Capacidades y Organización de Actores	1. Es cuel a s de ca mpo pa ra Agri cul tores
	2. Extens i oni s ta s Comuni ta ri os
	3. Grupos de Us ua ri os del Bos que
	4. As oci a ci ones de us ua ri os de Agua

Fuente: PNUMA, 2013

Las opciones tecnológicas sostenibles para el manejo del agua impulsadas en América Central han partido de las necesidades de pequeños y medianos productores con un énfasis en la producción agrícola familiar de alimentos y en algunos casos cultivos comerciales, que permitan a las familias rurales tener más oportunidades de un uso intensivo y extensivo de su tierra, de contribuir a su seguridad alimentaria e insertarse en cadenas agroalimentarias y mercados locales y nacionales. El riego también tiene fuertes implicaciones sociales como: conflictos con otros propietarios o la comunidad, disputas internas por el uso o reparto del agua, la necesidad de establecer turnos de riego, contar con recursos financieros y conocimiento por los daños que sufre la infraestructura; en muchos casos no se logra un uso correcto de la infraestructura y con facilidad algunos productores abandonan los sistemas.

La importancia de estas tecnologías radica en la necesidad de contribuir a la mitigación del cambio climático, buscando alternativas de empleo rural y medios de vida sostenibles que

contribuyan a la vez como opciones ambientales en procesos de manejo de cuencas, gestión sostenible de los recursos hídricos y adaptación al cambio climático.

La falta de programas complementarios a la construcción de la obra física, como programas de capacitación, asistencia técnica, económica, socio-organizativa o de tecnificación, ha derivado a que buena parte de los sistemas de riego sufran un deterioro acelerado, lo que se interpreta como un abandono por parte del Estado. “Por tanto las inversiones en la infraestructura de riego existente, no han llenado eficientemente las expectativas de incremento real de la producción y productividad agrícola ni de mejoramiento de la calidad de vida de los agricultores y sus familias” (PNRD, 2011).

### **2.5.2. Tecnologías para el Uso y Gestión Sostenible del Agua**

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático IPCC, (2007) predice que durante las próximas décadas, miles de millones de personas, particularmente en los países en vías de desarrollo, enfrentarán cambios en los patrones de lluvia que contribuirán a la escasez severa de agua dulce o a inundaciones, produciendo impactos negativos en la producción agropecuaria (IPCC, 2007). Algunos estudios sugieren que para 2025, más de una tercera parte de la población mundial enfrentará escasez absoluta de agua (Seckler, Amarasinghe, Molden, de Silva, & Barker, 1998), (Seckler, Barker, & Amarasinghe, 1999), (Rosegrant, Ximing, & Cline, 2002). Reforzar la disponibilidad de agua a través de las tecnologías de adaptación para el uso y gestión sostenible de agua es, por consiguiente, una estrategia clave para aumentar la productividad agrícola y la seguridad alimentaria en estas regiones.

- **Riego por Aspersión**

La tecnología de riego por aspersión puede ayudar a los agricultores en la adaptación al cambio climático haciendo más eficaz el uso de su suministro de agua. Esto es particularmente apropiado donde hay (o se espera que haya) suministro limitado o irregular de agua para uso agrícola. Esta tecnología usa menos agua que el riego por gravedad, y proporciona una aplicación más homogénea de agua a la parcela cultivada. Adicionalmente, el riego por aspersión puede reducir el riesgo de heladas en los cultivos debido al aumento del frío respecto de las temperaturas usuales. (Snyder & Melo-Abreu, 2005).

## □ **Canales de riego**

Uno de los sistemas agrícolas tradicionales es la implementación de canales de riego para acarrear y conducir el agua hacia tierras que necesitan del elemento para la producción agropecuaria. Se debe hacer consideraciones sobre los canales de riego y su influencia en el desarrollo socioeconómico y ambiental.

Parley, y otros, (2015), indican, que a partir de la segunda mitad de este siglo, las nuevas técnicas de riego, en el uso del agua son mucho más eficaz, han contribuido a la gran expansión del regadío en el mundo y su implantación en zonas donde antes era impensable una agricultura próspera. El continente con más superficie total de regadío es Asia. No obstante, es en la cuenca mediterránea donde se dan los porcentajes más altos de tierras irrigadas. Israel es el país donde se ha implantado más intensamente el regadío y donde más tecnificado se encuentra.

Otra zona puntera en estas técnicas es California. En Europa la mayor superficie de regadío la tiene España con 3.400.000 Ha, lo que representa el 16,6% de la superficie cultivada. En España, el regadío supone el 80 % del consumo total de agua, y representa el 5 % del PIB. El valor de la producción agraria de regadío es más del 50 % de la producción agrícola total.

Los canales de agua son construidos ante la necesidad de mejorar la productividad de una finca. Maya, (2011) explica que para esto se debe considerar “la calidad de agua para riego con énfasis en las características químicas, aunque el efecto de su aplicación dependerá de otros factores como el tipo de suelo, cultivo a regar y condiciones climáticas”.

Por otro lado Hunt, (2009) manifiesta que todos los canales de agua deben tener una autoridad constituida y que todos los sistemas de riego grandes deben tener una autoridad centralizada. Pero existen puñados de pequeños sistemas de riego sin estructuras de autoridad. En México, canales que abastecen a sistemas de riego de entre 700 y 458,000 hectáreas, no existe una relación entre tamaño y estructura de la autoridad. Además, un sistema de riego de 458,000 hectáreas es manejado por los agricultores.

La realidad en Ecuador, el agua es un recurso perteneciente al pueblo y administrado por el estado sin autoridad de los agricultores y dueños de tierras para disponer del uso del agua conllevando a ciertos conflictos políticos sociales.

Cuenca (2015) manifiesta que:

En los últimos años debido al aumento creciente de la producción agrícola, industrial y de la población, en muchas partes del mundo existe crisis en el abastecimiento de agua, por lo que resulta imprescindible el uso racional de los recursos hídricos disponibles. Los sistemas de riego han posibilitado un aumento significativo de la producción agrícola. Sin embargo, el agua es un bien escaso, y en esta actividad se consume gran cantidad y de un modo poco eficiente.

Por esta razón el control de canales de riego, responde a la necesidad de alcanzar un aprovechamiento óptimo del recurso, posibilitando mejorar la gestión, la eficiencia en el uso y distribución del agua.

Gallego y Gómez (2011) indican que para el empleo del agua en los canales de riego los estados cobran de acuerdo a atenciones como: Tarifación por superficie regada, con independencia del cultivo producido. Tarifación volumétrica, de acuerdo a los m<sup>3</sup> empleados. Tarifación por tramos se basa en el establecimiento de precios del agua diferenciados, que aumentan de forma progresiva en función del tramo o bloque de consumo de agua.

Consecuencias de políticas en el manejo del agua conllevan a un uso de mayor eficiencia de este recurso.

## **2.6. Marco legal e institucional**

### **2.6.1. Gestión del agua, políticas y legislación relativas al uso del agua en la agricultura**

#### **□ Instituciones**

Las instituciones que tienen un papel más relevante en la gestión y administración a los recursos hídricos y su uso en la agricultura se presentan a continuación:

- a) La Secretaría del Agua (SENAGUA), antes de 2013 llamada Secretaría Nacional del Agua, fue creada en 2008 para reorganizar el Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) y poner en marcha los procesos necesarios para una gestión integral de los recursos hídricos, con una visión eco-sistémica y sustentable. El CNRH, creado en 1994, era la principal institución encargada de la gestión de los recursos hídricos y el riego en Ecuador antes de la creación de

la SENAGUA. El CNRH sustituyó a su vez en 1994 al Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI).

- b) El Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), tiene como primer objetivo apoyar el desarrollo rural y agrícola, así como el desarrollo agroforestal y los sistemas de regadío. Incluye la Subsecretaría de Riego y Drenaje.
- c) El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) está a cargo de suministrar información sobre el tiempo, el clima y los recursos hídricos del pasado, presente y futuro.

- **Gestión del agua**

Con la nacionalización del agua a partir de la Ley de Aguas de 1972, el INERHI se responsabilizó de la gestión del recurso. Los usuarios debían presentar una solicitud de concesión, lo cual generó conflictos por los derechos de agua que se venían ejerciendo desde hace varios siglos. El Estado nunca pudo controlar todos los sistemas estatales. A día de hoy, por ejemplo, los que deciden sobre el reparto del agua o los padrones de cultivos son las organizaciones locales y los usuarios de los sistemas (MAGAP, 2011).

A partir de 1995 se inició la ejecución de un Programa de Transferencia de los Sistemas de Riego a los Usuarios, con el apoyo financiero del Banco Mundial cuyo objetivo es transferir la administración, operaciones y mantenimiento del Estado a los propios beneficiarios.

La Constitución de 2008 introduce un nuevo enfoque sobre los recursos hídricos, estableciendo que el derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable y patrimonio nacional estratégico de uso público; el Estado será responsable directo de la planificación y gestión de los recursos hídricos; así mismo hace precisiones importantes en cuanto a la gestión del riego y drenaje (Cabrera et al, 2012; MAGAP, 2011). Con esta nueva organización, se creó las nuevas Demarcaciones Hídricas descentralizadas que responden a la nueva lógica de gestión por cuencas hidrográficas, que funcionarán en base a un modelo que les permitirá articularse con otras entidades gubernamentales.

El Plan Nacional de Riego y Drenaje PNRD 2011-2026 tiene como objetivo general desarrollar los sistemas de riego y drenaje para garantizar la soberanía alimentaria y la agroexportación, con prioridad en la agricultura familiar (MAGAP, 2011).

- **Políticas y legislación relacionadas con los recursos hídricos**

En 1944, se expidió la Ley de Riego y Saneamiento, que otorgaba responsabilidades más específicas al Estado sobre el riego.

En 1972 se aprobó la primera Ley de Aguas, que sufrió varias modificaciones como por ejemplo en 2004 cuando se aprobó la Ley reformativa a la Ley de Aguas (MAGAP, 2011 y GWP-SAMTAC, 2003). En 2014, la Asamblea Nacional ha aprobado una nueva Ley de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua.

En la actualidad, la SENAGUA, está elaborando el Plan Nacional de Gestión Integrada e Integral de los Recursos Hídricos de las Cuencas y Microcuencas Hidrográficas del Ecuador (SENAGUA, 2012).

Adicional a lo relacionado al agua en la Constitución de 2008, existe un amplio marco legal que dispone acciones relacionadas con el agua. En particular cabe mencionar: i) reglamento general para la aplicación de la Ley de Aguas; ii) código civil; iii) códigos orgánicos de organización territorial, autonomía y descentralización y de finanzas públicas; iv) código penal; v) Ley de Regulación de mercados; vi) Ley de Derechos colectivos de los pueblos negros Afro Ecuatorianos; vii) Ley de Fomento ambiental y optimización de los ingresos del Estado; viii) Ley de Fomento y desarrollo agropecuario; ix) Ley de Gestión ambiental; x) Ley de Minería; xi) Ley Forestal; xii) Ley Orgánica de régimen de la soberanía alimentaria; y xiii) Ley Orgánica de salud (Cabrera et al, 2012).

Plan Nacional del Buen Vivir PNBV (2013 – 2017), constituye el principal documento de análisis de las políticas del gobierno. En el mismo se establecen doce estrategias de cambio, y a su vez, doce grandes objetivos nacionales. Cada objetivo tiene a su vez su fundamento, diagnóstico, políticas, lineamientos y metas. Como una estrategia independiente se articula la Estrategia Territorial Nacional.

## **2.7. Tendencias en la gestión de los recursos hídricos en la agricultura**

El gobierno de Ecuador tiende a un nuevo modelo de gestión de los territorios bajo riego en el que los regantes tengan una responsabilidad creciente y el Estado se encargue de ofrecer apoyo (MAGAP, 2011).

De cara a una mejor gestión de los recursos hídricos y solucionar los problemas que existen a día de hoy, se plantean estas soluciones en el país (SENAGUA-DHPC, 2013):

- a) Manejo del recurso hídrico a nivel de cuenca o subcuenca de una forma sostenible.
- b) Considerar los intereses de las partes en el momento de toma de decisiones sobre el uso del agua.
- c) Conocimiento de todos los interesados sobre los recursos hídricos disponibles y el estado de las fuentes de provisión y el impacto que su uso tenga.
- d) Toma de decisiones en forma participativa sobre los aprovechamientos de agua, sus costos asociados y tarifas.
- e) Administración de todo el proceso en forma transparente y utilizando periódicamente mecanismos de rendición de cuentas ante la sociedad.

## CAPITULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Descripción del área de estudio

La presente investigación se la realizó en la Provincia de Imbabura, Cantón Cotacachi, Parroquia Imantag, Comunidad Peribuela, ubicada dentro de la cuenca del río Mira, subcuenca del río Ambi, microcuenca del río Alambi y río Gualaví, en los predios agrícolas influenciados por el canal de riego Imantag-Peribuela, acequia La Chiquita (Figura 8).

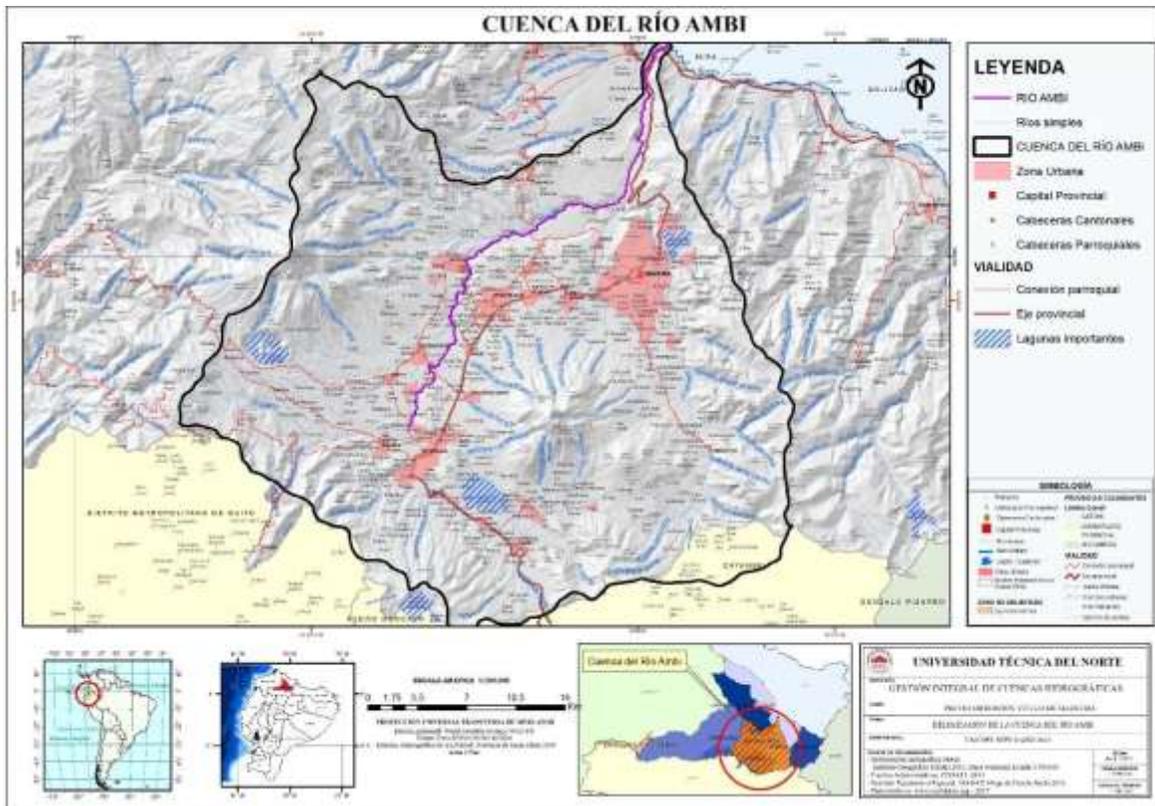


Figura 8. Mapa de ubicación de la cuenca del río Ambi, área de influencia del canal de riego Peribuela

#### 3.2. Tipo de investigación

Se diseñó una investigación de campo, de tipo no experimental de corte transversal y longitudinal relacionado Hernández Sampieri, Fernández-Colla y Baptista Lucio, (2006). Al ser de diseño longitudinal y evolutivo reúne datos en dos o más momentos Hernández

Sampieri, Fernández-Colla, y Baptista Lucio, (2010); para lo cual se realizó la comparación de mapas temáticos para tener claro el cambio de suelo del área de estudio para conocer los usos de suelo y la innovación tecnológica en riego del área en estudio.

Además se trata de un diseño estadístico con un enfoque cuantitativo, por lo que se aplicó una encuesta para recopilar información de una población, además tiene un enfoque cualitativo por medio de la recolección de información primaria (Hernández, et. al., 2010).

Al ser una investigación cualitativa y cuantitativa, posee alcances: exploratorio, descriptivo, correlacional o explicativo Hernández, Fernández y Baptista, (2014); ya que se realizó la descripción y explicación de las tecnologías de riego con enfoque a la optimización de recurso hídrico; además es correlacional porque se evalúa dos líneas de tiempo para comparar la influencia del canal de riego en el área de influencia de la comunidad de Peribuela.

Los datos obtenidos son de fuentes primarias de los 119 usuarios del canal de riego, actores claves y grupos de interés. Se apoyó de información secundaria mediante fuentes bibliográficas, además; información de entes reguladores del canal de riego como son el GAD de Imbabura y la Secretaria Nacional del Agua SENAGUA.

### **3.3. Diseño de la investigación**

- **Fase I: Caracterización del canal de riego Peribuela y su área de influencia.**

Para la caracterización de la zona influenciada por el canal de riego Peribuela se realizó las siguientes actividades:

Se levantó información referente al uso del suelo para determinar el cambio producido antes y después de la implementación del canal de riego, así como la innovación de tecnología de regadío, para recopilar información de la comunidad, por lo cual se utilizó la metodología del estudio ex ante y ex post mediante la matriz de tabulación cruzada comparar dos líneas de tiempo y conocer el cambio de uso de suelo (descrito en el apartado métodos). Además se utilizaron mapas temáticos mediante el software ARCGis, para caracterizar el canal de riego y área de influencia.

Se caracterizó la familia arquetipo de la comunidad desde el punto de vista socio productivo, mediante la encuesta aplicada (Anexo 1) a los 119 socios de la junta de agua de Peribuela (Anexo 3); seguidamente se conversó con el presidente de la junta de riego el Sr. Luis Ramos para definir antecedentes, tipos de cultivos, producción agrícola, nivel de tecnificación en regadío, innovación empleada antes de la construcción del canal de riego Peribuela y compararla en la actualidad.

- **Fase II: Determinar los problemas de generación, almacenamiento y distribución del recurso hídrico en la zona de estudio.**

Se determinó los problemas de generación, almacenamiento y distribución del agua de regadío en la parroquia Imantag, comunidad Peribuela se procedió a realizar la actividad de grupo focal (Anexo 2) mediante la participación de informantes claves y con la ayuda de la encuesta realizada en la anterior fase, se determinaron los conflictos entorno a la administración del agua. Se utilizó como metodología la dinámica de la matriz de Vester para definir causas, efectos y principalmente el problema crítico en la gestión del agua de riego en la comunidad.

Se determinó la organización y administración del recurso hídrico en esta área, así como la evaluación de varios problemas o conflictos presente en la gestión del agua; para posteriormente determinar el problema central o crítico del canal de riego Peribuela.

- **Fase III: Evaluación de la innovación tecnológica de los sistemas de riego en la zona de influencia del canal de riego Peribuela.**

Para evaluar la innovación tecnológica de riego en la comunidad Peribuela se realizó un análisis de la eficiencia de los tres sistemas de riego presentes (gravedad, aspersión y goteo) para lo cual se tomó el cultivo de maíz como referente por ser el mayormente cultivado en esta área. Luego se procedió a evaluar el índice de productividad y producción del agua con dos sistemas (gravedad y goteo) en el cultivo de tomate riñón, para determinar la importancia de la eficiencia de los sistemas tecnificados de riego y su importancia tanto en el desarrollo ambiental como económico de la comunidad, luego de la implementación del canal de riego como medio de dinamización de la producción agrícola en Peribuela.

Además mediante la encuesta y con la ayuda de la técnica de grupo focal a informantes clave, se evaluó 19 indicadores de sostenibilidad mediante el método de índice de Sustentabilidad del Recurso Hídrico Agrícola ISRHA, y mediante la estadística descriptiva y el diagrama radial “rosa de los vientos” permitió determinar aspectos como: sistema de producción, cultivos, actividades de optimización del recurso hídrico e innovación tecnológica en riego que emplea la comunidad. Se determinó el nivel de innovación tecnológica así como el ISRHA y se realizó una evaluación de este en un análisis comparativo de dos líneas de tiempo (2007 - 2017).

- **Fase IV: Establecer estrategias de optimización del recurso hídrico como propuesta de adaptación al cambio climático.**

Mediante la evaluación de las fases anteriores, se determinó estrategias de adaptación al cambio climático mediante la optimización del recurso hídrico en la comunidad de Peribuela; para lo cual se estableció un análisis FODA, mediante la metodología de estrategias de desarrollo local mencionado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA 2013).

### **3.4.Procedimientos de la investigación**

#### **3.4.1. Métodos**

Los métodos utilizados se distribuyeron de acuerdo a los objetivos del estudio, los mismos que se describen a continuación:

- **Matriz de tabulación cruzada** o matriz de cambios, se utilizó con base a las categorías de uso de suelo de la comunidad Peribuela, para caracterizar el canal de riego y su área de influencia. Esta matriz resulta de cruzar los mapas de las fechas temporales 1982 – 2016. Este método consiste en un análisis espacio – temporal o análisis ex ante y ex post (información antes de la implementación del canal de riego, y un diagnóstico en la situación actual) que permite realizar una comparación en dos puntos de tiempo, usualmente antes y después, haciendo una comparación histórica de las características de desarrollo e innovación que conlleva la implementación del sistema de riego en el área de influencia del canal de riego Peribuela.

“La construcción de la matriz de tabulación cruzada representa la base para la obtención de información que parta de un nivel de análisis general hasta acercarse al nivel detallado de los cambios producidos en el territorio, así como para determinar si los cambios producidos son producto de una transición sistemática o corresponden a una transición aleatoria” (López y Plata 2009).

- ***Sistemas de Información Geográfica (SIG) mediante el software ARCGis 10,3:*** Para caracterizar el componente abiótico se utilizó como referencia las transformaciones agroclimáticas, uso de suelo e indicadores de sustentabilidad Vásquez, Sacido, y Zulaica, (2012) este método permite conocer la situación actual de un lugar; características climáticas antes y después de la implementación del canal de riego Peribuela, pisos altitudinales, temperatura e hidrología donde influye el canal de riego, tipos y superficie de cultivos, uso de suelo y área influenciada por el canal de riego Peribuela.

El levantamiento de información se realizó mediante el uso del drone se llevó a cabo mediante una planificación de vuelo automatizado del área de estudio a una altura de 150 metros, con un solape longitudinal y lateral del 75% entre cada fotografía, teniendo un total de 300 fotografías, con una duración de vuelo aproximada de 3 horas, cubriendo un área aproximada de 300 hectáreas.

El equipo tecnológico utilizado es un drone tipo copter de 8 hélices, de marca LISSx8 – LAS, con un sensor RGB Canon SX260 de 12.1 megapíxeles.

Para la elaboración de los mapas temáticos se utilizó información de las siguientes instituciones: IGM, (2012): Instituto Geográfico Militar, SNI: Sistema Nacional de Información, INAMHI: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, SGR: Secretaría de Gestión de Riesgos y SENPLADES: Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo.

- ***Eficiencia e índices de productividad y producción del Agua:*** Para esta fase se tomó como referencia el método comparativo de productividad y producción agrícola en base al sistema de riego mencionado por (Olvera - Salgado, Bahena - Delgado, Alpuche - Garcés, & Carcía - Matías, 2014); para esto se evaluó la eficiencia de riego en Peribuela, tomando como ejemplo el cultivo de maíz (tierno) con sistema por gravedad, y se comparó mediante un escenario de eficiencia de riego con aspersión y goteo al mismo cultivo. Se calculó la lámina bruta por el método de (Blaney &

Criddle, 1950) para obtener la ET = evapotranspiración y posterior lamina neta para identificar la necesidad real del cultivo en el ciclo vegetativo, cabe mencionar que para este cálculo se tomaron datos como tipo de suelo (Franco) Aragón, (2018), porcentaje de eficiencia de sistema de riego: por gravedad (60%), aspersión (85%) y goteo (92%) FAO, (2016), y factores climáticos como temperatura, humedad relativa, nubosidad y vientos con últimos datos del año 2015 de la estación meteorológica M0150 Otavalo - Ecuador del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, (2015).

Además para los indicadores de productividad y producción, mediante el mismo método se evaluó la comparación; para productividad del agua ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ) resultó de la relación entre el volumen de la producción ( $\text{kg}/\text{ha}$ ) de tomate riñón y el volumen de agua aplicada ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ) en el ciclo vegetativo tanto para el sistema de gravedad y goteo. Para la producción del agua ( $\text{USD}/\text{m}^3$ ), se determinó de la relación de la venta de la producción ( $\text{USD}/\text{ha}$ ) y el volumen de agua aplicada ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ) (Olvera – Salgado, et.al., 2014).

Cabe mencionar que los datos se tomaron en el cultivo de tomate riñón (campo abierto e invernadero), como modelo de evaluación, ya que por falta de un cultivo que tengan los tres sistemas de riego (gravedad, aspersión y goteo) en funcionamiento no se pudo realizar este análisis.

- ***Índice de Sostenibilidad del Recurso Hídrico en el sector Agrícola (ISRHA)*** Para esta fase se tomó como ejemplo el estudio realizado por Constanza, Reyes, Loaiza, y Fajardo, (2012) realizado en la microcuenca Centella (Dagua, Valle del Cauca), este método evalúa la sostenibilidad del manejo del recurso hídrico en la agricultura, empleando indicadores de Presión, Estado y Respuesta PER (Castro, 2002).

Mediante la información anterior, se calculó el ISRHA mediante 19 indicadores (Tabla 6), sintetizados mediante clasificación y agrupación por diferentes áreas de evaluación (biofísicos, tecnológicos, socioeconómicos y político-institucionales), utilizando una escala de evaluación para facilitar el trabajo de diagnóstico realizado con los agricultores (IREHISA, 2009). Se definió cinco opciones de escogencia múltiple, para establecer las

apreciaciones de los agricultores, por tal motivo se definió una escala de valoración de Likert de 1 a 5. Dicha escala fue definida a partir de las opciones múltiples trabajadas por (IREHISA, 2009): 1) Manejo insostenible del Recurso Hídrico (RH), 2) Manejo del RH con baja sostenibilidad, 3) Sostenibilidad moderada en el manejo del RH, 4) Alta sostenibilidad del manejo del RH, 5) Muy alta sostenibilidad del manejo del RH.

Este método permitió evaluar la innovación tecnológica de los sistemas de riego en la zona de influencia del canal de riego Peribuela, así como determinar los problemas de generación, almacenamiento y distribución del recurso hídrico en la zona de estudio y, además; permitió evaluar la percepción de los pobladores sobre el cambio climático con énfasis en la innovación tecnológica de riego, en estas dos últimas etapas fue necesario utilizar la dinámica de grupo focal (descrito en las técnicas de la investigación), para tener una visión global desde los informantes clave.

Para la obtención del valor de ISRHA se realizó aplicando los métodos Modelo de ecuaciones estructurales y Diagrama radial especificados a continuación:

- ***Modelo de Ecuaciones Estructurales (SEM)***. Surgen de la síntesis de dos técnicas estadísticas: el análisis de factores y el análisis de regresión; estas se plantean cuando surgen conceptos que no se pueden medir con claridad, convirtiéndose en variables latentes que miden a través de variables indicadoras dichos conceptos. Las variables son determinadas previamente por los investigadores, lo que permite establecer relaciones de dependencia entre los factores, denominadas ecuaciones estructurales. Esta es una técnica poderosa para representar situaciones reales, complejas, con múltiples variables y con interdependencia entre sí (Coenders, 2005). Su utilidad para el investigador radica en el aporte integral de los aspectos del fenómeno estudiado. Así mismo, reducen la cantidad de información para analizar, al agrupar relaciones de un gran número de variables en pocos factores esenciales de la situación analizada; más detalles de la metodología pueden consultarse en Casas, (2002), Martínez, Majó, y Casadesús, (2010). Una vez calculada cada variable observable, se determinó su importancia, por medio de una normalización de datos, con el fin de obtener los promedios ponderados del valor final del indicador.

- **Diagrama radial** para el ISRHA. La síntesis de los resultados del ISRHA se realizó mediante un gráfico radial “Rosa de los Vientos”, “el cual visualiza el valor de cada variable, correspondiente a la calificación realizada” (Loaiza, Reyes, & Carvajal, 2012) por los socios de la junta de agua Peribuela y las observaciones de campo.

Según Reyes, (2008), el gráfico radial permite plantear relaciones entre el área de estudio y el área ideal; cada eje corresponde a un indicador y cada circunferencia representa la escala de evaluación de 1 a 5 utilizada para su valoración. Cabe mencionar que cada nivel de respuesta o circunferencia corresponde al 20% del área total (Tabla 7).

Los 19 indicadores que se han considerado en esta fase son:

Tabla 6. Indicadores del ISRHA para la comunidad Peribuela, parroquia Imantag

#	CONTEXTO	INDICADOR	FACTORES DE ANÁLISIS
1		Oferta hídrica superficial para riego (Caudal medio mensual y percepción de la oferta hídrica)	
2	<b>PRESION</b>	Amenazas asociadas a variabilidad climática en el recurso hídrico (Tendencia de la Precipitación media)	Biofísicos y tecnológicos
3		Eficiencia del manejo del agua para riego (Tipo de sistema de riego, Planificación de la frecuencia del riego, optimización del riego)	
4		Conflictos por uso del agua (Presión en el recurso)	
5		Percepción del agricultor ante el cambio climático (Sequias prolongadas, lluvias excesivas)	
6		Participación colectiva en actividades para la Conservación del Recurso Hídrico (Generación del recurso hídrico)	
7		Nivel educativo del agricultor	Socio-económicos y político-institucionales
8	<b>ESTADO</b>	Actividades del agricultor para la Conservación del Recurso Hídrico en su finca	
9		Conflictos en distribución del agua (Afectan bienestar del agricultor)	
10		Costo del agua para riego	
11		Participación en Junta de Aguas	
12		Instancias públicas que desarrollan actividades para la Conservación	
13	<b>RESPUESTA</b>	Actividades de recuperación y conservación del recurso hídrico	

14	Prácticas de control de erosión hídrica	
15	Cambio Tecnológico para el manejo del agua para riego	
16	Almacenamiento de recurso hídrico en su finca	Biofísicos, tecnológicos y
17	Resolución de conflictos por uso del agua	político- institucionales
18	Consolidación de la Junta de Aguas	
19	Organización comunitaria para la gestión del agua (Distribución del agua)	

Tomado y modificado de Loaiza, Reyes y Carvajal, (2012)

Para la ponderación del ISRHA se basó en la metodología propuesta por el Grupo de Investigación en Ingeniería de Recursos Hídricos y Suelos (IREHISA) de Colombia (Tabla 8).

Tabla 7. Escala de evaluación de los indicadores del ISRHA

Valor del ISRHA	Porcentaje del Diagrama radial	Evaluación del indicador
1	0% - 20%	Manejo insostenible del recurso hídrico
2	20% - 40%	Manejo del recurso hídrico con baja sostenibilidad
3	40% - 60%	Sostenibilidad moderada en el manejo del recurso hídrico
4	60% - 80%	Alta sostenibilidad del manejo del recurso hídrico
5	80% - 100%	Muy alta sostenibilidad del manejo del recurso hídrico

Fuente: (IREHISA, 2009)

La relación de la dimensión real de los resultados y la ideal en cuanto a la sostenibilidad, se determina de acuerdo con un gráfico radial (Figura 9), que expone como resultados el ISRHA de la comunidad Peribuela, perteneciente a la microcuenca del río Alambí y Gualaví.

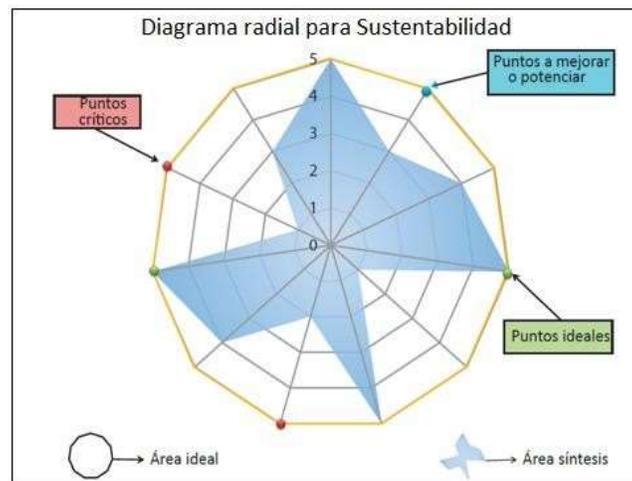


Figura 9. Esquema de diagrama radial tomado con base a IREHISA, (2009)

Para cualificar los conflictos en cada eslabón de la gestión del agua de regadío en la comunidad Peribuela se realizó mediante la siguiente metodología:

- **Matriz de Vester:** Desarrollado por el científico Alemán Frederic Vester (1988). Este instrumento facilita la identificación del problema (conflicto) y la relación de las causas y efectos de una situación problema (Silva, 2008); además, ha sido utilizada para la evaluación de variables cualitativas Rodríguez, Carmona y Cifuentes, (2017) como las que se encontraron en la comunidad en estudio.

Se identificó una serie de conflictos mediante una lluvia de ideas con su respectiva numeración, luego se diseñó la matriz de doble entrada en donde se incorporan los conflictos; se procedió a calificar el grado de causalidad de cada conflicto sobre cada uno de los demás en la modalidad (todos contra todos) (Tabla 8). Se construyó una matriz localizando en la filas los problemas detectados y repitiendo en las cabeceras de las columnas los mismos problemas, respectando el mismo orden (Monje, 2011); y se procedió a ponderar de acuerdo a la (Tabla 9).

Tabla 8. Diagrama matriz de vester

	Problema 1	Problema 2	Problema 3	Problema 4	...	Problema n
Problema 1	0					
Problema 2		0				
Problema 3			0			
Problema 4				0		
...					0	
Problema n						0

Fuente: Monje, 2011

Tabla 9. Escala de ponderación matriz de vester

Valor	Descripción
0	No existe relación directa entre el primer y el segundo problema
1	Existe una influencia débil entre el primer y el segundo problema
2	Existe una influencia mediana entre el primer y el segundo problema
3	Existe una influencia fuerte entre el primer y el segundo problema

Fuente: Monje, 2011

Luego se determinó la sumatoria en filas y columnas y se realizó una gráfica para determinar cuatro cuadrantes de análisis. (Figura 10).



Figura 10. Ponderación cuadrantes Vester

- **FODA:** Para realizar el análisis de estrategias de la fase IV, se realizó mediante el cruce de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (Anexo 7) y basándose en el informe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, basado en las tecnologías de adaptación al cambio climático para el campo agropecuario se realizó una propuesta de estrategias que articulen tanto al agricultor como a los organismos públicos y privados que vinculen a la comunidad de Peribuela.

### 3.4.2. Técnicas

A continuación se detallan las técnicas para recopilar de información utilizadas en la presente investigación:

- *La observación*

La “observación investigativa” no se limita al sentido de la vista, sino a todos los sentidos (Hernández, et. al., 2014). Se empleó esta técnica para observar y recopilar los aspectos históricos, uso de suelo, tenencia de tierra, actividades productivas de la comunidad entre otros. Además se utilizó para determinar posibles conflictos entre los principales actores. Todas las visitas de campo se realizaron principalmente para dialogar con los actores, obtener información directa del área de estudio como también para que los habitantes narren sus experiencias de vida.

- *Encuesta*

Se aplicó una encuesta a 119 productores agrícolas, socios de la junta de agua Peribuela; este universo representa del 100% de los encuestados. La encuesta se la realizó en el año 2017 y se dirigió al jefe de familia; a través de un cuestionario se recopiló información de las actividades productivas, uso de suelo, así como el tipo de manejo en lo concerniente al recurso hídrico y a la tecnología e innovación de regadío; además se evaluó la percepción de la población en cuanto a los conflictos en la administración de agua para riego en la comunidad mediante preguntas cerradas y preguntas de ponderación en la escala de valoración de Likert con valores cualitativos comprendidos desde (nivel uno al cinco en grado de importancia) Nivel 1: Insatisfactorio / Malo / Bajo, Nivel 2: Regular, Nivel 3: Aceptable / Regular / Medio, Nivel 4: Bueno, Nivel 5: Muy bueno / Alto (Solís, Novelo & Chan, 2017).

- *Grupo focal*

Es una reunión con modalidad de entrevista grupal abierta y estructurada, en donde se procura que un grupo de individuos seleccionados por el investigador discutan y elaboren, desde la experiencia personal, una temática o hecho social que es objeto de investigación (King & Horrocks, 2010). El grupo focal se realizó con preguntas abiertas dirigidas a la temática del recurso hídrico e innovación tecnológica así como, administración manejo y distribución del agua en el canal de riego y su implicancia en la comunidad de Peribuela.

El grupo focal se dirigió a informantes clave, inmersos en los procesos de administración del agua de riego en la comunidad, y se describen a continuación:

- Presidente de la Junta Parroquial de Imantag,
- Director de Recursos Hídricos del gobierno provincial de Imbabura,
- Director de Planificación de Secretaria Nacional del Agua de Imbabura SENAGUA,
- Directora de la unidad de riego del Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca MAGAP Zona 1,

- Consultor independiente y ex docente universitario y capacitador en temas hídricos en el ámbito público y privado,
- Docente especialista en Cuencas Hidrográficas de la Universidad Técnica del Norte.
  
- *Instrumentos*

Para la identificación del uso de suelo y el estudio ex ante y ex post en dos líneas de tiempo de la zona en estudio se empleó un drone para las fotografías aéreas y mediante el software Arcgis 3,2 se realizaron mapas temáticos para caracterizar el área de influencia del canal de riego Peribuela.

Además mediante la encuesta se recopiló información de primera mano, lo cual permitió conocer la realidad de la comunidad en cuanto a la administración del canal de riego Peribuela a través de preguntas de selección y percepción mediante la escala de Likert explicado en el apartado de técnicas de la investigación.

Por otro lado también se utilizó el formato de grupo focal para obtener información de los actores clave del área de influencia de canal, con el objetivo de obtener la mayor información de esta temática.



sus límites al norte el bosque protector Peribuela, al sur la quebrada del río Ambi, al este la comunidad El Morlán y al oeste la reserva ecológica Cotacachi – Cayapas (PDOT Imantag, 2014).

De acuerdo a la historia a partir del 2004 la Corporación Regional Sierra Norte (CORSINOR) una entidad Gubernamental actualmente desaparecida, entre una de sus funciones fue contribuir con el desarrollo rural, seguridad alimentaria y la competitividad agropecuaria mediante el riego, drenaje de tierras y control de inundaciones, en el marco del manejo sustentable del recurso hídrico en las Cuencas Hidrográficas de su jurisdicción.

Dentro de uno de sus proyectos fue mejorar la eficiencia en la gestión social, económica y ambiental de los sistemas de riego el Morlán, Colimbuela, Quitubí y Peribuela, pertenecientes a la parroquia de Imantag del Cantón Cotacachi. De esta misma manera el MAE, (2017) en su tercera comunicación sobre los medios de adaptación al cambio climático menciona que “una de las estrategias para conseguir este fin es implementar infraestructura de regadío tales como: reservorios, canales de riego y sistemas que optimicen el recurso hídrico” (p. 211).

Este problema conllevó al proyecto *Rehabilitación de la infraestructura de riego y fortalecimiento de los Juntas de Agua El Morlán, Colimbuela, Quitubí y Peribuela del cantón Cotacachi*, planteado en el año 2007 por parte de la Secretaría Nacional del Agua (SENAGUA) con un costo total de USD \$ 656.220,42. El revestimiento del canal de riego para la comunidad de Peribuela, tuvo como objetivo mejorar el nivel de vida de los usuarios del sistema de riego comunitario, para su logro se mejoró la infraestructura hidráulica existente garantizando una mejor eficiencia de conducción de la acequia La Chiquita SENAGUA, (2014).

En la comunidad de Peribuela el 5% de la población labora en instituciones fuera de la comunidad y el 95% (119 socios de la junta de agua) son campesinos dedicados a las labores agrícolas.

La agricultura la desarrollan en cultivos bajo condiciones de riego superficial por surcos a campo abierto en un total de 342 ha de terreno cultivable; esta capacidad de producción agrícola se ve disminuida por la disponibilidad de agua ya que la acequia cruza terrenos escarpados y topografía difícil; ya que como menciona el PDOT Imantag, (2014) “el caudal

se ve disminuido por la infraestructura inadecuada y pierden hasta el 30% de la cantidad de agua”.

Pese a este panorama el Banco Nacional de Fomento BNF, (2016), actualmente BanEcuador manifiesta que las actividades económicas en la parroquia Imantag son la producción agrícola, pecuaria, piscícola, forestal y minería. Siendo la agricultura la principal labor con cultivos de tomate de árbol (*Solanum betaceum*), maíz (*Zea mayz*), trigo (*Triticum*), cebada (*Hordeum vulgare*), quinua (*Chenopodium quinoa*), haba (*Vicia faba*), fréjol (*Phaseolus vulgaris*), arveja (*Pisum sativum*), mellocos (*Ullucus tuberosus*), frutales, papa (*Solanum tuberosum*). Estos datos corroboran lo expresado en este estudio donde los agricultores locales mencionaron que los cultivos más relevantes son: maíz, fréjol rojo y tomate de árbol, con el 43,54%, 15,46 y 14,53% respectivamente (Tabla 10).

Tabla 10. Tabla de cultivos agrícolas presente en la comunidad Peribuela 2017

Principales cultivos	ha	% Participación
Aguacate	7,80	2,68
Babaco	0,60	0,21
Tomate de árbol	42,28	14,53
Fréjol	45,00	15,46
Hortalizas	0,68	0,23
Maíz	126,70	43,54
Bosque	44,55	15,31
Barbecho	23,38	8,03

Fuente: datos de campo

- **Organización y administración del agua de riego**

La administración del agua de riego en la comunidad Peribuela se desarrolla mediante una asamblea general (Figura 12) conocida también por junta de regantes, constituida por 119 socios, mediante una directiva conformada por un presidente un vocal principal, un vocal suplente, un secretario y dos vocales principales y 2 suplentes, además dispone de 2 personas denominadas aguateros que son los que se encargan de la distribución del riego en la comunidad.

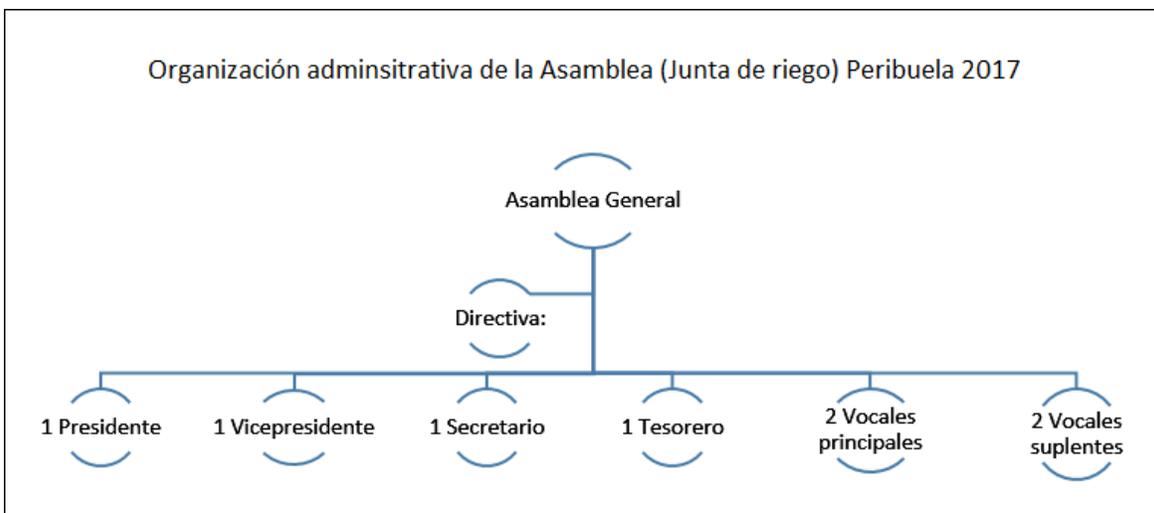


Figura 12. Estructura de la asamblea general de la comunidad Peribuela

Es importante indicar que la junta de aguas Peribuela se encarga de la generación, distribución y almacenamiento del agua. Esta promueve trabajos comunitarios como limpiezas de acequias, mingas participativas y reuniones con socios para conocer las decisiones que se tomarán en conjunto para una mejor gestión del agua.

La Junta de agua es representada por la asamblea general, la cual se elige por elección popular de los beneficiarios del canal, la misma que realiza la organización de actividades en cuanto a la gestión del canal de riego, planifica mingas y dos reuniones cada año en la cual genera un informe económico de las ingresos por conceptos de boletas de riego, multas y sanciones; como lo manifiesta Loyo, Lalama, y Torres, (2010), la asamblea somete a votación general los asuntos referentes a la planificación y gestión de la administración del agua en la comunidad de Peribuela (p. 39).

- **Caracterización socio - productiva del área de influencia, comunidad Peribuela**

La caracterización de la población se determinó de acuerdo a la composición de actividades dentro de la comunidad Peribuela, a través de la encuesta de los 119 socios de la junta de agua. El sistema de producción agrícola es de subsistencia, de donde 20% lo destinan al autoconsumo y 80% a la venta de la producción (maíz, fréjol, tomate) a los mercados locales más cercanos.

Se consideró cinco factores para caracterizar la comunidad de Peribuela como es: mano de obra o unidad de trabajo familiar (UTF), el tipo de producción (agrícola o pecuaria), innovación tecnológica (equipos y herramientas), uso de suelo, acceso a la tierra - riego y destino de la producción (Figura 13).

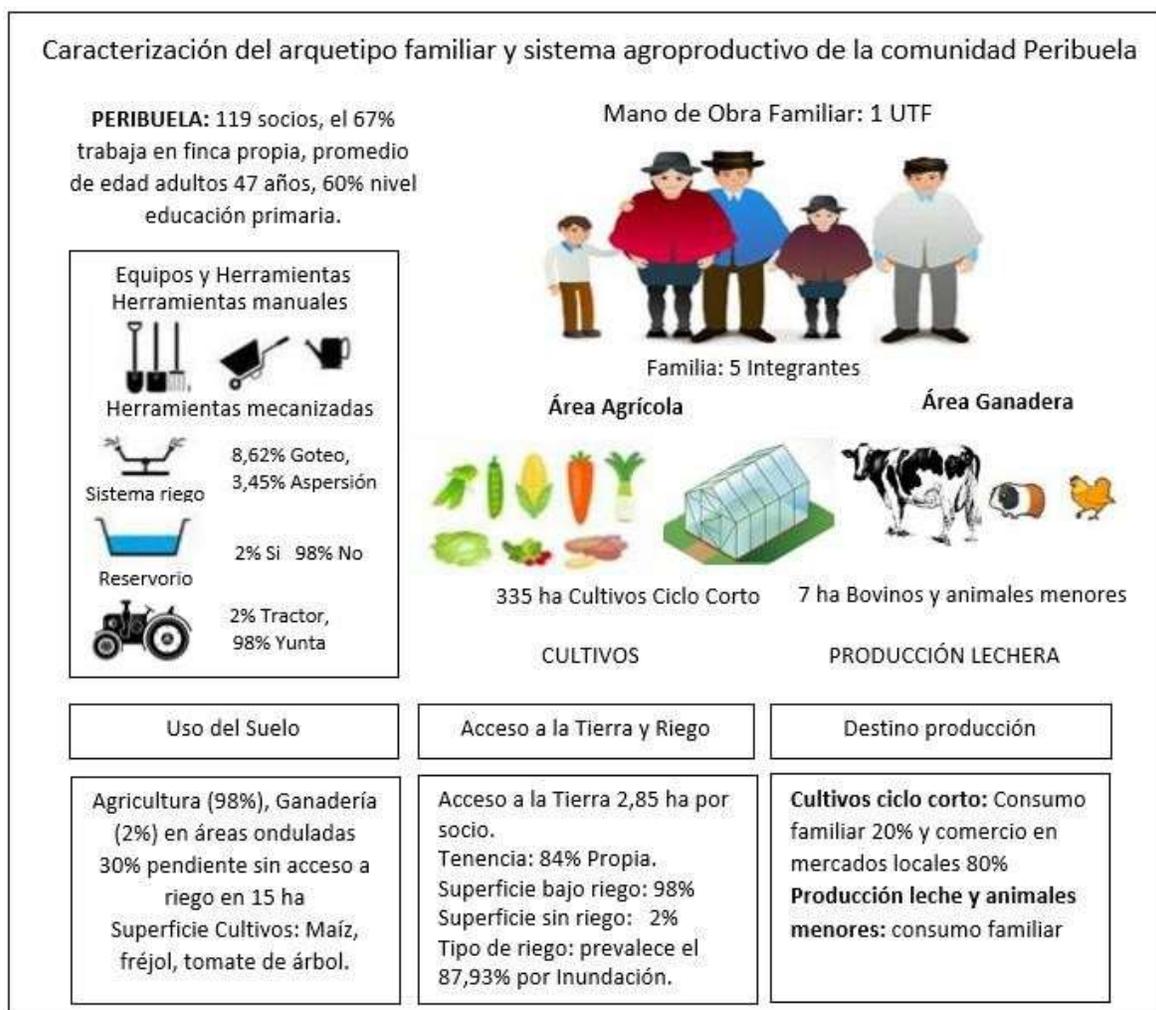


Figura 13. Esquema de síntesis (Arquetipo) de sistema de producción comunidad Peribuela, 2017

Fuente: Encuesta y datos de campo

**Mano de obra familiar.-** La unidad familiar está conformada en promedio por 5 personas, 2 adultos y 3 hijos; de los cuales el uno de los adultos es el jefe de familia, que se encarga de actividades culturales como arado, rastra, fertilización, control de plagas, enfermedades y comercialización; y el resto de la familia se encarga de labores como siembra, cosecha y cuidado de animales mayores (bovinos) y animales menores (cuyes y aves de corral). No se

contrata mano de obra externa temporal, estas actividades son suplidas por trabajos en minga por parte de la población de la comunidad.

**Tipo de producción y destino.-** El mayor cultivo presente en la comunidad son de ciclo corto destaca como monocultivos el maíz, fréjol, tomate; la papa y hortalizas son ocasionales. Esta actividad agrícola representa 98% del área, correspondiente a 335 ha. Estos cultivos en su mayor parte son destinados para el autoconsumo (subsistencia familiar) y consumo interno de la comunidad; el resto es comercializado a mercados locales. El área pecuaria está distribuida en 7 ha con ganado bovino criollo, representando el 2% del área total; además poseen aves de corral como pollos criollos y cuyes, que son consumidos en ocasiones festivas.

**Accesos a la tierra y agua.-** El sistema de producción de subsistencia y comercialización presente en la comunidad de Peribuela, responde a una distribución de parcelas de haciendas vía herencia. De acuerdo a los 119 socios de la junta de agua, el 82,35% dispone de una finca propia de con una superficie promedio de 2,85 ha; esto es una fortaleza por cuanto, disponen de tierras que cuentan con agua de riego en un 100% con 4 horas de riego cada 15 días.

Estos beneficios no destacan sobre los rendimientos de sus cultivos; debido posiblemente al escaso aprovechamiento de los recursos naturales que hace imprescindible la utilización de tecnología de riego, reservorios y maquinaria, ya que 87,93% de los socios aun utiliza riego por gravedad; contribuyendo a la erosión antrópica por arrastre de capa arable y fertilizantes; pese a ciertas actividades de conservación que realiza la comunidad para cuidar el recurso hídrico tales como: cuidado de bosque secundario, cultivos en terrazas y arado contra pendiente.

**Infraestructura y maquinaria.-** La comunidad cuenta con un canal de riego de 5,7 Km de donde 5,3 km de longitud está revestido; esto hace que disminuyan las fugas del agua. La falta de crédito y apoyo al pequeño agricultor rural posiblemente sean consecuencias del abandono de la infraestructura de riego; factor vital para optimizar el recurso hídrico y elevar el rendimiento de los cultivos. En la comunidad no se dispone de maquinaria agrícola, solamente existe 1 tractor, el que es de alquiler para los productores de la zona.

En el año 2014 el MAGAP implementó 8 microreservorios como programa de apoyo a pequeños productores, con capacidad de 50 – 70 m<sup>3</sup>; cabe mencionar que como manera de incentivo esta actividad promovió a la implementación de 5 invernaderos en la comunidad, que se encuentran en producción de tomate riñón.

- **Incentivos a la comunidad Peribuela en los últimos años**

A continuación en la tabla se detalla un histórico de los incentivos recibidos por la comunidad Peribuela entorno a la innovación de tecnología de riego, por parte de las instituciones públicas de la provincia de Imbabura.

Tabla 11. Histórico de los incentivos de instituciones para el apoyo y desarrollo comunitario en Peribuela

<b>Institución</b>	<b>Año</b>	<b>Programa / proyecto</b>	<b>Incentivo</b>	<b>Resultado</b>
Gobierno Provincial de Imbabura GPI	1994	Construcción de ramal principal, secundarios y terciarios además cajas de repartición y boca toma en Peribuela	• Mejoramiento de la infraestructura en el revestimiento del canal de riego Peribuela 156.800 USD en 5.3 km.	Canal en funcionamiento pero obra civil deteriorada 20 años de construcción.
Corporación Regional Sierra Norte (CORSINOR)	2007	Rehabilitación de la infraestructura de riego y fortalecimiento de los Juntas de Agua El Morlán, Colimbuela, Quitubí y Peribuela del cantón Cotacachi	USD \$ 656.220,42	Los sistemas de innovación en riego a mejorado en 12% luego de la inversión.
Gobierno Provincial de Imbabura GPI	2008 - 2010 - 2013	Mejoramiento de tramos del canal mediante revestimientos parciales en tres periodos 2008 – 2010 – 2013.	• Mejoramiento de parte del canal solo en tramos por parte del GPI.	A promovido cultivos de nivel comercial como tomate riñón y de árbol.
Ministerio de Agricultura Ganadería Acuicultura y Pesca (MAGAP)	2014	Programa de apoyo al pequeño agricultor	• Construcción de 8 microreservorios de 50 – 70 m <sup>3</sup> , para los pequeños agricultores de tomate de árbol	Implementados y funcionando aunque deficientes para el caudal recibido.
Ministerio de Agricultura Ganadería Acuicultura y Pesca (MAGAP)	2015 - 2018	Proyecto de Irrigación Tecnificado (PIT)	1) Microreservorio: Monto hasta 8000 USD/socio 2) Riego presurizado: Goteo, aspersión, microaspersión. Monto hasta 7500 USD/socio	Por establecer los regantes beneficiarios. En coordinación con las comunidades de Imantag
Ministerio de Agricultura Ganadería	2015 - 2016	Proyecto de agricultura familiar	• Especies frutales y arbóreas con fines de reforestación año 2015 – 2016.	5% de las familias con el proyecto en ejecución.

Acuicultura y Pesca (MAGAP)				
Ministerio de Agricultura Ganadería Acuicultura y Pesca (MAGAP)	2016	Proyecto de agricultura familiar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Insumos en semillas para desarrollar huertos familiares, conjuntamente con el Programa Mundial de Alimentación PMA para incentivar una mejor alimentación debido a mal nutrición presente en niños menores de 5 años en la parroquia.</li> </ul>	Desarrollo de agricultura paternalista. En Peribuela 5 familias ósea el 4,20% tiene el proyecto en ejecución.
Ministerio de Agricultura Ganadería Acuicultura y Pesca (MAGAP)	2017	Programa Minga Agropecuaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se crea Programa que persigue un objetivo común en la producción agropecuaria mediante la innovación basado en la asistencia técnica y capacitación. Instituciones participantes como la Prefectura Imbabura, FEPP, Agrocalidad, Empresa privada.</li> </ul>	En vías de ejecución
Ministerio de Agricultura Ganadería Acuicultura y Pesca (MAGAP)	2017	Mesa Técnica de Frutales:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es un componente que promueve la producción de frutales: aguacate, mango, uvilla, mora, tuna, durazno y cítricos, principalmente con la participación de Federación de Fruticultores del Norte FEDEFRUNORT, y entidades como GAD's, MAE, MIPRO, MAGAP.</li> </ul>	No ejecutado en Peribuela
Ministerio de Agricultura Ganadería Acuicultura y Pesca (MAGAP)	2017	Plan de Insumos a través de paquetes tecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Semilla certificada e insumos como fertilizantes) implementado desde el año 2013, en dos vías: Agricultura campesina Familiar mediante la estrategia Hombro a Hombro con el componente hortícola.</li> </ul>	Crea dependencia a insumos de carácter sintético y semillas de genética
Ministerio de Ambiente del Ecuador (Imbabura) MAE	2014	Proyectos de Recursos Naturales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Convenio entre el MAE y la junta Parroquial de Imantag para reforestación del Bosque Protector de Peribuela, mediante especies nativas.</li> </ul>	Establecido al 50%
	2015 - 2016		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitaciones en temas de Normativa ambiental, educación ambiental y de sanciones por causar incendios causados.</li> </ul>	Educación formal al 60% de la comunidad
	2017		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actualmente este bosque protector se encuentra con áreas de intervención con actividades agrícolas en un 35% (120 ha).</li> </ul>	

BanEcuador	2013 - 2017	Asistencia técnica para el asesoramiento crediticio a pie de finca.	Accesibilidad a créditos agrícolas desde 1000 USD hasta 10000 USD /ha, siempre y cuando el socio disponga el 30% de capacidad base para el endeudamiento.	En los últimos años el acceso al crédito agrícola ha aumentado en 20%, al igual que el números de socios en mora 20% por lo cual no hay pérdida ni ganancias.
------------	-------------	---	---	---

De acuerdo a los incentivos de la tabla 11, se puede mencionar que el apoyo a la comunidad de Peribuela ha sido una ayuda momentánea, no se ha creado una política fuerte de apoyo, capacitación, implementación, seguimiento y evaluación de un proyecto que pueda ayudar realmente a elevar la calidad de vida de los comuneros; ni tampoco un proyecto que funcione por más de al menos 2 años consecutivos.

La política del estado paternalista (2007 - 2017) ha dejado una agricultura históricamente abandonada en Peribuela, en donde se ha entregado recursos “insumos” como fertilizantes y semillas híbridas en kit’s de paquetes tecnológicos que lo único que provoca es daño al ambiente, promueven gases de efecto invernadero GEI por medio de la úrea subsidiada; por otro lado las semillas certificadas hacen cada vez más dependientes de esta genética de tipo comercial al productor.

De acuerdo a Cevallos, (2017) Responsable Zonal 1 del Proyecto Nacional de Semillas Para Agro cadenas Estratégicas del MAGAP, se han entregado en el año 2015 3.988 USD en semillas de maíz suave y fréjol rojo a beneficiarios de la parroquia de Imantag mediante subsidios. Esta semilla luego de su cosecha y posterior comercialización; eslabón que el MAGAP se debía encargar, a fin de fortalecer este cuello de botella, este estamento público no cumplió con lo acordado, dejando a los productores con su producción y creando falsas expectativas.

En la mayoría de los incentivos no existe un programa encaminado a la producción agroecológica y a su manejo sustentable del agua, basado en buenas prácticas agrícolas cuidando el suelo y el agua, recursos que se están agotando en la actualidad. Estas prácticas se deberían implantar como medio de producción en áreas periurbanas como medio de

adaptación al cambio climático como se propone este documento en la fase de estrategias de adaptación.

El Proyecto de Irrigación Tecnificada para pequeños y medianos productores (PIT) creado por el MAGAP – BM – AECID, (2015) en convenio con el Banco Mundial y la Asociación Ecuatoriana de Ciencia Política destaca su impacto en la agricultura rural al tenificar mediante sistemas de riego las áreas rurales en Ecuador, el mismo proyecto menciona que “considera estratégico potenciar la pequeña y mediana agricultura, que garantiza la producción destinada al consumo interno nacional, donde el riego parcelario juega un rol fundamental como medio de producción para optimizar la producción campesina” (p.9).

Además el objetivo de este proyecto es “incrementar y diversificar la producción de la pequeña y mediana agricultura con irrigación tecnificada a nivel parcelario, desarrollando tecnologías que optimicen el uso y aprovechamiento del agua, como riego por aspersión o goteo, y sistemas de cosecha y almacenamiento de agua” (p. 9)

#### **4.1.3. Canal de riego Peribuela**

- **Derivación del canal**

La acequia que genera el canal de riego Peribuela se encuentra ubicada entre la microcuenca del río Alambi y río Gualavi (quebrada Tushila y quebrada Grande), subcuenca cuenca del río Ambi, cuenca del Río Mira (Figura 11). La dotación del recurso hídrico para el sistema de riego de Peribuela se hace mediante dos fuentes de captación y un trasvase y deriva 102 l/s. La bocatoma se encuentra en el río Huarmiyacu y la vertiente Sacha potrero en la cota 2.900 m.s.n.m. con un caudal aproximado de 0,154 m<sup>3</sup>/s. (Figura 14) PDOT Imantag, (2014).

- **Conducción**

La derivación de 102l/s son conducidos al reservorio comunitario, donde se reparte para dos ramales principales: el sector de San Vicente con un caudal de 51 l/s, y para el sector Santa Ana un caudal de 51 l/s Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquia Imantag 2015-2035 (PDOT Imantag, 2014).



Figura 14. Bocatoma del canal de riego Peribuela

- **Caja de Repartición**

El mecanismo de repartición del agua de riego es por medio de una caja repartidora, ubicada en Chaupi que conduce el agua mediante acequia revestida de 1,5 km de longitud hasta el reservorio comunitario de cemento con una capacidad de 6000 m<sup>3</sup> (50x40x3)m y de aquí a varios de sus tramos hacia una obra de partición del sector de Pucalpa en donde se divide en dos canales el ramal Peribuela que conduce el agua hacia la comunidad de Peribuela y el ramal del Morlán. “El canal de riego tiene un revestimiento con una sección de 0.30x0.30x0.12 metros de espesor con hormigón simple de 180 kg/cm<sup>2</sup>” Gobierno Provincial de Imbabura (GPI, 2014).

Tabla 12. Datos generales del canal de riego en la comunidad de Peribuela.

DATOS DEL CANAL			
LONGITUD CANAL PRINCIPAL HASTA EL RESERVORIO	=	1500	m
LONGITUD A REVESTIR (RAMALES PRINCIPALES)	=	4390	m
NÚMERO DE USUARIOS	=	100	Usuarios
ÁREA DE RIEGO	=	342	ha
CAUDAL (Q)	=	102	l/s

Fuente: Proyecto de creación del Canal de Riego Comunidad Peribuela en el Catón Cotacachi. Prefectura de Imbabura, 2014.

El revestimiento del ramal para la comunidad Peribuela tuvo un costo presupuestado de \$ 156.819,14 con un número de 119 regantes SENAGUA, (2011), además este organismo adjudicó el caudal de 51 l/s en concesión a la comunidad Peribuela mediante acuerdo.

De los datos expuestos se puede comprobar que lo proporcionado por la Prefectura de Imbabura, 2014 (Tabla 12) no concuerdan con los datos tomados de campo, en lo correspondiente al número de usuarios y longitud del canal; siendo el número de usuarios actuales 119 socios y en la actualidad el canal de riego tiene una longitud de 5,7 km, de lo cual el 94% (5,34 km) se encuentra revestido y cubriendo una superficie productiva de 342 ha dedicada a la producción agrícola. Además cabe mencionar que el área de influencia del canal tiene 13,67 km de vías secundarias en las cuales para movilización de los productores (Figura 15).



Figura 15. Mapa de infraestructura del Canal de riego Peribuela (2017)

- **Distribución de riego**

El sistema de riego utilizado por los productores, en menor porcentaje es por aspersión 3,45%, y por goteo el 8,62% y en su mayoría el 87,93% es a gravedad en surcos, con “pendientes en surcos que van desde 5 a 6% con longitudes de 20 a 40 m, el caudal aplicado

por surco es de 15 l/s” Aragón, (2018), el tiempo de riego es de 4 horas/ha, con frecuencia de riego de 15 hasta los 18 días; el caudal recibido cada socio es de 15 l/s, aunque cabe mencionar que ante la percepción del agricultor el caudal en los últimos años esta disminuido, por tanto las pérdidas de agua por remanente son variables.

- **Caudal y frecuencia de riego**

El canal de riego Peribuela tiene un caudal de 51 l/s al repartirse la otra mitad a la comunidad El Morlán en la caja repartidora, este es distribuido a los 119 socios de la junta de aguas, mediante horarios y cronograma de riego. La distribución del recurso hídrico depende de la superficie a regar, por cuanto los agricultores se los ha dividido en pequeños (37%), medianos (54%) y grandes (9%); de acuerdo a esta distribución será el horario y tiempo que se asigna de riego y frecuencia (Tabla 13). Es así que el canal mejora la eficiencia de la conducción del agua al predio de cada socio, como lo señala (García & Taboada, 2010) “la tecnología de riego mediante canales promueve una eficiente distribución y administración de agua, permitiendo una mejor frecuencia de este” (p. 105).

Tabla 13. Distribución del agua de riego en la comunidad Peribuela 2017

N° usuarios	Productores agrícolas	Superficie (ha)	Horario de riego	Número de horas / ha	Frecuencia de riego (días)
12	Pequeños	0,25 - 0,5	16:00 - 18:00	4	18
31	(37%)	0,51 a 1	14:00 - 16:00	4	17
45	Medianos	1,1 a 5,0	12:00 - 14:00	4	16
19	(54%)	5,1 a 10,0	09:00 - 12:00	4	15
12	Grandes	> a 10,1	06:00 - 09:00	4	15
	(9%)				

- **Infraestructura de riego en Peribuela**

En cuanto a la infraestructura de acuerdo al análisis temporal realizado en esta investigación en la zona de influencia del canal de riego Peribuela se puede señalar algunos cambios como se muestra a continuación:

Tabla 14. Infraestructura de riego antes y después de la implementación del canal de riego Peribuela

<b>Infraestructura</b>	<b>Antes de la Implementación del canal de riego 2007</b>	<b>Después de la Implementación del canal de riego 2017</b>	<b>Observaciones</b>
Canal de riego	5,7 km canal de tierra	5,3 km revestido	0,4 km del canal aun de tierra
Reservorios	1100 m <sup>2</sup>	4282 m <sup>2</sup>	Solo en cultivo de tomate de árbol y riñón
Invernaderos	1 ha	1,5 ha	Alta inversión en sistemas de riego
Sistema de riego	Por Gravedad 100%	87,92% Gravedad 8,62% Goteo 3,45% Aspersión	Falta capacitación en sistemas tecnificados

La tabla 14 muestra algunos cambios a través del tiempo, lo cual indica que el revestimiento del canal realizado en tres etapas 2008 – 2010 – 2013, ha permitido un avance moderado en cuanto a la infraestructura e innovación por medio de reservorios, invernaderos y sistemas de riego como goteo y aspersión; disminuyendo el riego por gravedad, mismo que acarrea perjuicios para el agro local, concordando con Vargas, Vargas, Vargas, Ramírez, y Moreno, (2016) “el riego por goteo optimiza hasta en un 70% de eficiencia en comparación con un sistema convencional”.

En la implementación de reservorios ha tenido un incremento considerable pasando de 1100m<sup>2</sup> a 4282m<sup>2</sup>, (metodología de vuelo con dron por eso su expresión en m<sup>2</sup>), lo que representa un 74,3%, de incremento; estas infraestructuras van de la mano con la implementación de invernaderos para tomate riñón, por cuanto son cultivos de altas demandas hídricas, estos han pasado de 1 ha a 1,5 ha su incremento no ha sido muy elevado debido posiblemente a la alta inversión inicial; lo que hace suponer que los demás reservorios con usados en cultivos de tomate de árbol y frutales principalmente.

En general existe un bajo nivel de desarrollo en tecnificación de riego, por un lado el sistema de riego por goteo presente en el 8,62% de los agricultores; y generalmente usado en esta comunidad en cultivo de tomate riñón bajo invernadero, y por otro lado el sistema de riego por aspersión representa 3,45% usado en pastos y cultivos intensivos no muy desarrollado en

esta comunidad. Este sistema “busca aplicar una lámina que sea capaz de infiltrarse en el suelo sin producir escorrentía” (Jara & Valenzuela, 2008)

- **Área regable del canal Peribuela**

De acuerdo al PDOT Imantag, (2014) menciona que el área regada en la comunidad de Peribuela corresponde a 342 ha efectivas; dato que no concuerda con el obtenido en campo mediante la metodología de planificación de vuelo automatizado mediante dron, donde se calculó un área efectiva de riego de 311,43 ha (Figura 16) teniendo un 10% menos al establecido por este mecanismo de planificación de la Ilustre Municipalidad del Cantón de Santa Ana de Cotacachi; posiblemente este desfase se deba al parcelamiento llevado a cabo en estos últimos 4 años. (2014 - 2017) o simplemente a una medición de las parcelas no acorde a la realidad.

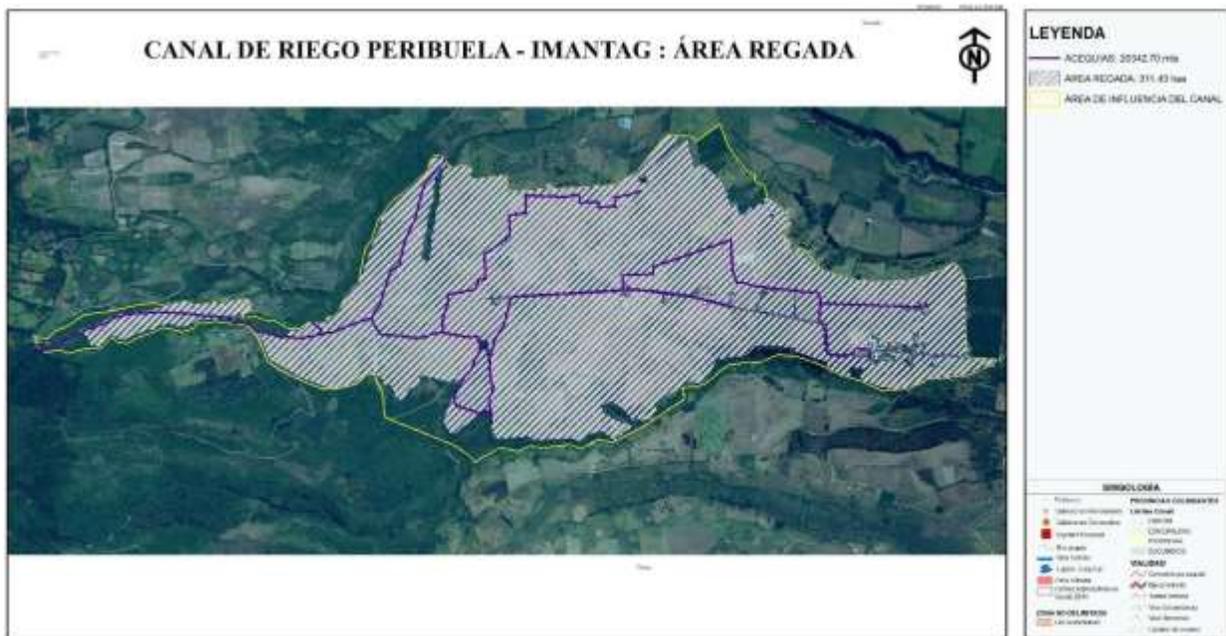


Figura 16. Área de riego influenciada por el canal de Peribuela

Por otro lado existen 357,32 ha que corresponde al área de influencia de la comunidad de Peribuela de donde las 311,43 ha son regadas y 45,89 ha (13%) no reciben el riego del canal, esto puede deberse a la topografía del terreno o a la pendiente que posee esta comunidad (30%); tal como lo mencionan Martínez, Mercedes, Ortega Blu, & Santib, (2015) en su estudio de prácticas conservacionistas de agua y suelo y sus efectos adaptativos sobre los





Mientras que para el año 2016 (Tabla 15), el uso de suelo varió en cuanto al sistema de producción encontrándose cultivos de ciclo corto bianual como maíz, fréjol y tomate de árbol, pero existen invernaderos con tomate riñón, cultivos de ciclo corto multianuales como hortalizas y frutales como babaco y aguacate que son cultivos que requieren de mayor demanda de agua para su producción. Además existe la implementación de innovación tecnológica como el mismo canal revestido, reservorios y acequias, constatando un cambio significativo.

Estos cambios de uso de suelo son significativos porque se diferencia un cambio en los sistemas de producción agrícola, lo cual concuerda con lo mencionado por Pontius, Shusas y McEachern, (2004, p. 85) “una diferenciación de las coberturas de uso de suelo mediante categorías claves en un lapso de tiempo, tienen cambios significativos y otras coberturas lo hacen de forma aleatoria a través del tiempo transcurrido”

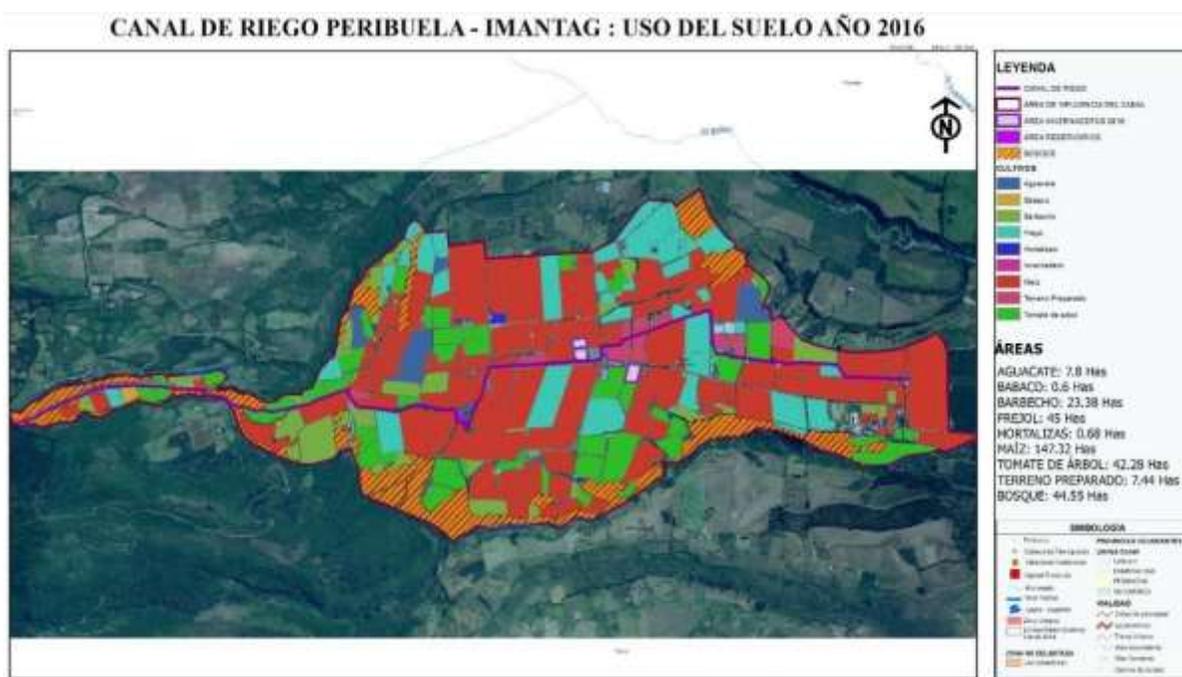


Figura 19. Uso del suelo comunidad Peribuela, 2016

En la comparación a simple vista se observa la influencia del canal de riego en el 2016, este fue un pilar fundamental en la diversificación y desarrollo de los sistemas productivos además promueve los cultivos de alta demanda hídrica como frutales, tomate de árbol, babaco, aguacate; tomate riñón este último bajo invernaderos. Cultivos de maíz, hortalizas,

fréjol, que requieren de agua constante y son cultivos tradicionales del sector, estos cubren una superficie de más del 40% de Peribuela.

Existen otros áreas alrededor de la comunidad como el bosque que no están dentro del área de influencia del canal, pero que tiene una importancia socioeconómica al tener constante visita de turistas e investigadores de especies nativas; este bosque en cercanía de un poblado agroproductivo es considerado una estrategia de adaptación al CC como lo menciona la FAO, (2015) en un estudio de cambio climático.

Tabla 15. Distribución de cultivos en el área influenciada por el canal de riego Peribuela

Uso de suelo 1982		Uso de suelo 2016		Detalle
Cultivos	Superficie (ha)	Cultivos	Superficie (ha)	
Área Arbustiva	236,24	Aguacate	7,80	Superficie directamente beneficiada por el canal de riego.
		Babaco	0,60	Cultivo no tradicional que está ingresando en la comunidad.
Fréjol	60,64	Barbecho	23,38	Terrenos en descanso
		Fréjol	45,00	Cultivo tradicional de la comunidad.
Maíz	60,64	Hortalizas	0,68	Cultivos no tradicionales para consumo familiar.
		Maíz	126,70	Principal cultivo del sector.
		Tomate de árbol	42,28	Principal cultivo y el más rentable.
		Terreno preparado	7,44	Terreno por sembrar.
		Bosque	44,55	
		Reservorios, invernaderos, acequias.	13	Existen construcciones, accidentes geográficos que están dentro del área de influencia del canal de riego.
<b>Total</b>	<b>357,24</b>	<b>Total</b>	<b>311,43</b>	

Fuente: Recolección datos de campo

De acuerdo al análisis de coberturas (Tabla 16) se definió ciertas significancias con respecto al uso de suelo en el periodo 1982 – 2016 y se identificó 8 coberturas con su correspondiente significancia para determinar la cantidad de superficie que cambió; como lo corrobora Yang y Lo (2002) “es importante conocer la cantidad de superficie de las diferentes clases que se mantuvieron estables durante los diferentes tiempos estudiados y los cambios de usos de suelo” (p. 52).

Tabla 16. Categorías de uso de suelo comunidad Peribuela

<b>Coberturas determinadas</b>	<b>Significancia</b>
Agricultura de riego	Cultivos de aguacate, tomate de árbol, tomate riñón.
Agricultura temporal	Cultivos de maíz, fréjol, arveja
Cultivos ciclo corto	Cultivo de hortalizas
Invernaderos	Tomate riñón exclusivamente
Terreno en descanso	Barbecho
Canal de riego	Área del canal de riego desde 1982 (acequia de tierra)
Reservorios	Áreas destinadas para almacenamiento de agua
Bosques	Bosque nativo

En la matriz de tabulación cruzada (Anexo 4) se identificó los datos de uso de suelo periodo 1982 - 2016 de donde se obtuvo información más detallada en cuanto a las pérdidas de uso de suelo como lo corroboran López y Plata (2009) parta de un nivel de análisis general hasta acercarse al nivel detallado de los cambios producidos en el territorio” (p.23).

Como resultado se obtuvo que el análisis del cambio neto (Tabla 17), se incrementó en los últimos 34 años un 56,17% la agricultura de riego con respecto al 1982; así también las zonas de cultivos de ciclo corto e invernaderos han aumentado en un 24,9%, 100%, respectivamente; siendo las áreas del canal de riego 82% y reservorios 73,48% las zonas que poseen un incremento positivo en estos años.

Se puede observar que la implementación del canal de riego promovió la innovación de invernaderos con tecnología de riego por goteo y aspersión; así como las zonas de revestimiento del canal y los reservorios; siendo estos mecanismos de tecnificación y optimización del recurso hídrico; cabe mencionar que el incremento de estas tecnologías son de menor porcentaje en los agricultores (8,62% Goteo y 3,45% Aspersión).

Tabla 17. Valores de transición entre categorías de la comunidad Peribuela (ha)

Cobertura	Sup 1982	Sup 2016	Diferencia 1982 - 2016	Ganancia	Pérdida	Intercambio	Cambio Neto	Cambio Total	%
Agricultura de riego	35,08	78,41	43,33	53,41	10,08	20,16	43,33	63,49	123,52
Agricultura temporal	15,00	20,71	5,71	20,71	15,00	30,00	5,71	35,71	38,07
Cultivos ciclo corto	12,17	15,20	3,03	14,52	11,49	22,98	3,03	26,01	24,90
Invernaderos	10,00	22,50	12,5	12,50	0,00	0,00	12,50	12,50	125,00
Terreno en descanso	47,54	36,21	-11,33	5,39	16,72	10,78	11,33	22,11	-23,83
Canal de riego	10,00	18,20	8,2	8,20	0,00	0,00	8,20	8,20	82,00
Reservorios	18,10	31,40	13,3	26,10	12,80	25,60	13,30	38,90	73,48
Bosques	81,86	31,40	-50,46	12,54	56,26	18,34	50,46	68,80	-61,64

Las zonas de agricultura temporal tuvo un incremento de (38,07%); es decir los cultivos de maíz, fréjol desde 1982 se mantienen como cultivos tradicionales y no fluctúan su uso de suelo, posiblemente por su alta importancia ancestral característico de las áreas andinas rurales; además que se incrementan con cultivos como arveja, haba, papa. Mientras que las zonas boscosas decrecieron en menor porcentaje debido probablemente por el avance de la frontera agrícola como lo asegura MAE, (2017), el “bosque protector de Peribuela con alrededor de 350 ha esta intervenido en un 35% (120 ha) con cultivos de producción agrícola”.

Cabe destacar que este análisis de cambio de suelo denominado cambio neto, ver el anexo 5, es un dato referencial en el uso de suelo en Peribuela, por cuanto la transición de un cultivo en una parcela no se la puede tomar como un dato frío e inmóvil entre dos años 1982 y 2016 como tal; ya que a lo largo de un año esta misma parcela puede sufrir varios cambios ya que la agricultura es muy dinámica y el establecimiento de un cultivo va a depender de múltiples factores (Presupuesto, semilla, lluvias, maquinaria etc); como lo destacan López y Plata, (2009) “los valores obtenidos a partir del cambio neto dan una aproximación a la interpretación de los cambios producidos en el tiempo” (p. 96).

En lo que respecta a la categoría canal de riego, al presentar sólo ganancias, no tuvo intercambio de su superficie con ninguna otra categoría por lo que el cambio neto y total son iguales (Figura 20).

De acuerdo a estos resultados se puede mencionar que la agricultura de riego (Figura 20) enfocada a cultivos demandantes de agua como tomate de árbol, tomate riñón y frutales como aguacate y babaco se han desarrollado después de la implementación del canal de riego, por lo cual la inversión del mismo en infraestructura se ve aprovechada por la comunidad para contribuir a un mejor desarrollo económico; aunque por otro lado esta agricultura se ve influenciada por la agricultura comercial de estos cultivos ya que se enfoca a la utilización de productos químicos e insumos de como fertilizantes en exceso como los explica Aragón, (2018).

“una elevada cantidad en la aplicación de fertilizantes químicos a cultivos, como tomate de árbol con 1600 kg/h, maíz y fréjol con 700 kg/ha de fertilizante sintéticos por ha puede provocar impactos en la erosión y salinidad del suelo agrícola”(p.15).

En lo referente al área del canal de riego hay una ganancia considerable, ya que al inicio año (1982), el canal estaba sin revestimiento solo constaba de una acequia mal distribuida, esto ha generado un incremento hasta el año 2016, en la actualidad la inversión del canal de riego Peribuela ha generado 5,3 km de revestimiento de hormigón armado que representa el 95% de la longitud total; generando a su paso la implementación de 8 micro reservorios, donados por el MAGAP en el año 2014 y 10 más por emprendimiento de los socios de la junta del canal, contribuyendo a economizar y brindar un almacenamiento adecuado del recurso hídrico.

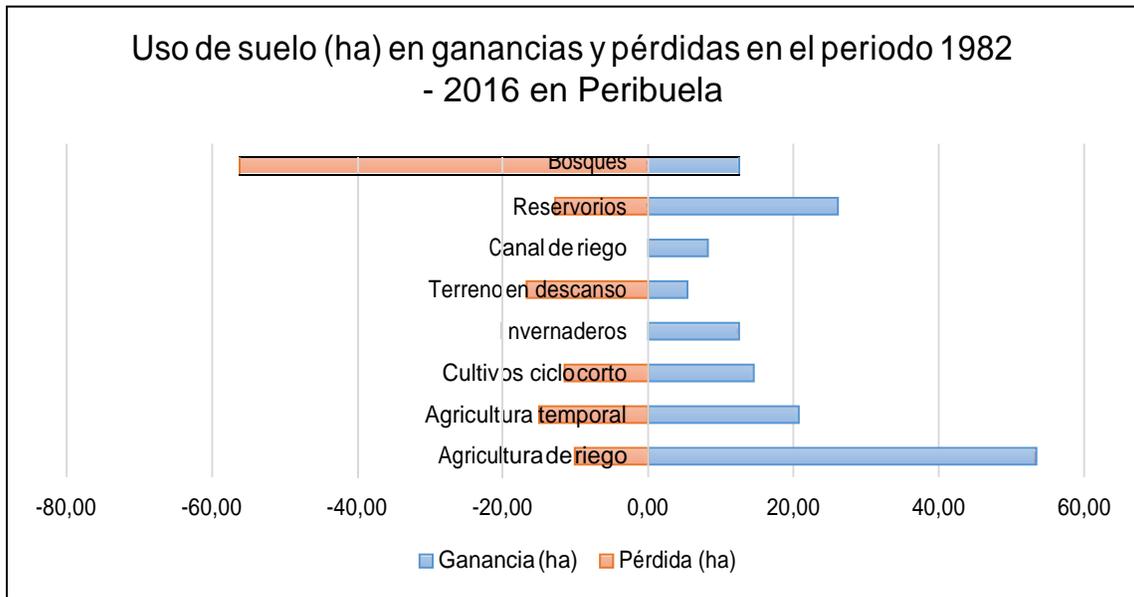


Figura 20. Ganancias y pérdidas (ha) por categoría en el uso del suelo comunidad Peribuela 1982 - 2016

Fuente: Tomado y adaptado de López & Plata, 2009

## 4.2. Determinación de problemas de generación, almacenamiento y distribución del recurso hídrico

Como resultado del análisis de la matriz de vester, ver anexo 6, y de la recopilación de información de campo se obtuvieron los siguientes resultados en lo referente a los problemas a nivel de generación, almacenamiento y distribución del agua de riego en Peribuela.

### 4.2.1. Problemas en la generación del recurso hídrico en Peribuela

“Un conflicto es una clase de relación social cuyos participantes persiguen objetivos incompatibles entre sí. En el caso del agua, esas pretensiones discordantes se vinculan con su aprovechamiento real o potencial” (CEPAL, 2015). En la figura 21 se puede observar que existen dos principales problemas suscitados en la generación del agua para riego en la comunidad Peribuela; el primero en el cual el 35% de los encuestados tienen la percepción de disminución del caudal de riego, y que se genera en su captación.

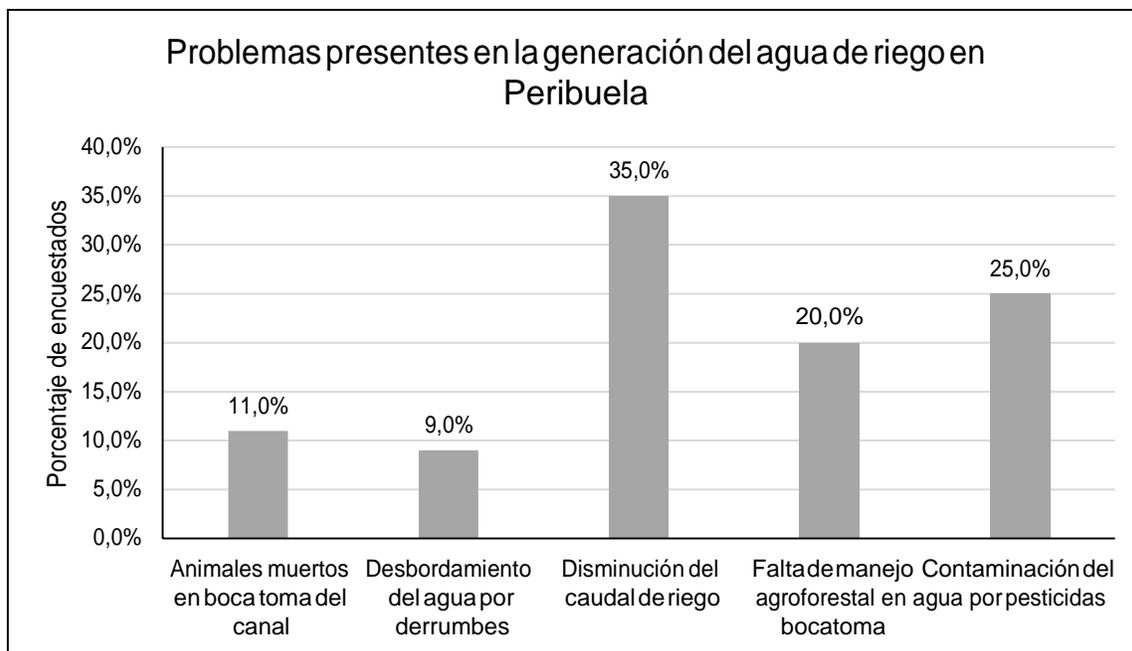


Figura 21. Problemas en la generación del agua en el canal de riego Peribuela 2017 (%)

Este al ser un problema motivo de preocupación, ya que generará problemas a futuro si la junta con sus regantes no están preparados para optimizar su recurso hídrico; una manera de hacerlo es por medio de la tecnificación del riego y necesidad hídrica efectiva de sus cultivos; tal como lo menciona Rijsberman, Manning, y Silva, (2016) “aumentar la productividad del agua usada en la agricultura, constituye el mayor potencial para mejorar la seguridad alimenticia y reducir la pobreza al costo ambiental más bajo”

Por otra parte el segundo problema referente al problema de la contaminación del agua por pesticidas, se puede mencionar que el avance del desarrollo del canal de riego a través de cultivos mayormente comerciales y demandantes de agua, conlleva a un uso excesivo de productos químicos como pesticidas, fertilizantes y productos sintéticos, cuyo fin es acabar plagas y enfermedades agrícolas. Más aún si no existe un asesoramiento técnico en el manejo de estos productos, como lo afirma Cabrera, Garcés y Paredes, (2012) “la actividad agrícola con alto uso de pesticidas químicos se convierte en un factor contaminante de aguas que va en contra de la agricultura sustentable” (p. 35).

Por lo cual el 25% de los encuestados asegura tener problemas de agua contaminada, y lo corrobora Aragón, (2018) en su estudio Impacto generado por el canal de riego Peribuela para una agricultura sostenible, en el cual menciona “la aplicación de pesticidas en los

cultivos sustitutos (Tomate de árbol, tomate riñón) es de 94 tanques anuales (200 lt/tanque), mientras que en trigo y cebada es de 10 tanques/año; doce veces en exceso la cantidad necesaria promedio para una ha de tomate de árbol” (p. 79).

Posiblemente la causa de estos problemas radica en una falta de conocimiento mínimo de los agricultores, el saber distinguir el porcentaje de afectación de incidencia y severidad por lo cual el alto uso de los pesticidas acarreará al final, más plagas y enfermedades por cuanto se rompe el ciclo natural eliminando enemigos naturales, y haciendo cada vez más difícil el control de estos problemas.

#### 4.2.2. Problemas en el almacenamiento del recurso hídrico en Peribuela

En cuanto a la problemática en el almacenamiento del agua para riego, en la figura 22 se observa que destacan dos problemas que se vinculan con la tecnología e innovación de riego, el 32% mencionan que existe poca capacidad de almacenamiento por unidad productiva, es decir pocos reservorios para almacenar el agua y optimizar el recurso.

Actualmente existen 32 reservorios repartidos entre los predios de los usuarios de Peribuela, que representa el 26,8% de la totalidad de los predios con esta tecnología para el almacenamiento del agua; en donde solamente se destacan cultivos comerciales como tomate de árbol, y riñón con esta infraestructura, por ser mayormente demandantes de agua.

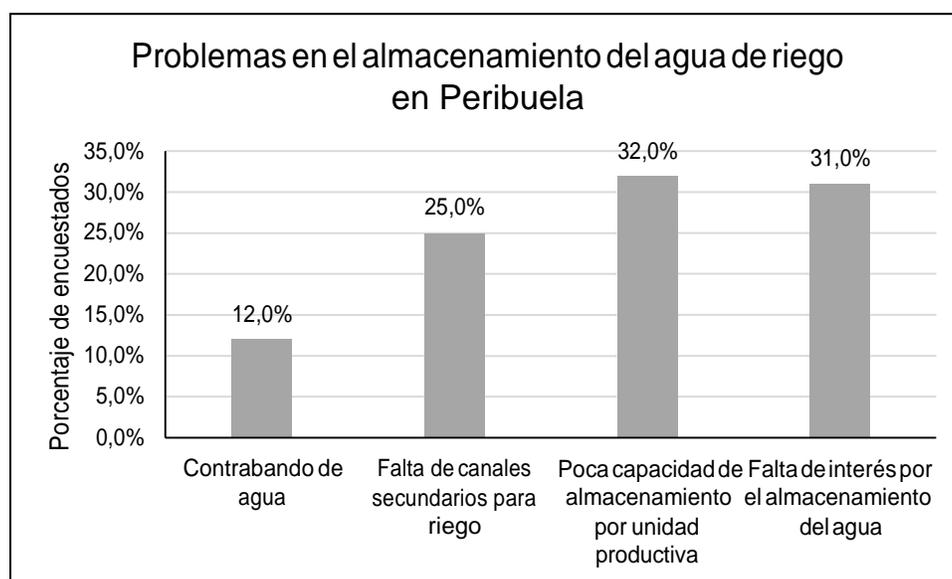


Figura 22. Problemas en el almacenamiento del agua en el canal de riego Peribuela 2017 (%)

Cabe mencionar que como incentivos a los productores, MAGAP ha construido 8 reservorios con capacidad entre 50 – 70 m<sup>3</sup>, siendo estos incapaces de almacenar el caudal completo de un turno, (15 l/s por 4 horas/ha) se tendría un volumen aproximado entre 210 – 215 m<sup>3</sup>, para captar todo el turno completo; lo que hace pensar que los reservorios implementados por el MAGAP tendrían un efectividad de captación del agua del 28,30%, que serviría en el mejor de los casos para parcelas pequeñas de horticultura y no para brindar un riego en la totalidad de su propiedad.

Pese a esto se puede rescatar la inversión en este tipo de infraestructura, por cuanto si bien es cierto, no brindan un almacenamiento completo del riego, estos prolongan la disponibilidad del agua unos días más para regar el cultivo cuando lo requiera y no solamente el día del turno de riego; esto lo recalca la FAO, (2016) en cuanto “los reservorios son una estrategia ante el cambio climático porque permiten almacenar el agua para optimizar y disponerla en base a la necesidad del cultivo”

La falta de interés por almacenar el agua es un problema del cual el 31% de la población regantes no están empoderados de los beneficios de regar mediante un sistema de riego tecnificado pese a tener la percepción de disminución de caudal de riego como se mencionó en los problemas de generación del riego; como lo evidencia International Water Management Institute IWMI, (2017), “la búsqueda de innovaciones en riego para producir más alimentos con menos cantidad de agua ofrece una respuesta al problema de la escasez del agua”.

#### **4.2.3. Problemas en la distribución del recurso hídrico en Peribuela**

En la distribución del agua a los usuarios del canal, existen problemas identificados como se observa la figura 23, el 30% de los encuestados menciona que existe ausencia de tecnología para riego (sistemas de goteo o aspersión principalmente); la mayoría de usuarios del canal dispone de riego por gravedad (87,93%) sin embargo esta falta de implementación de estas tecnologías se ve limitada por factores económicos, “un sistema de riego de goteo o aspersión para una hectárea en promedio puede llegar a valorarse entre 2500 – 5000 USD, sin contar con el establecimiento del reservorio” (Cando, 2018).

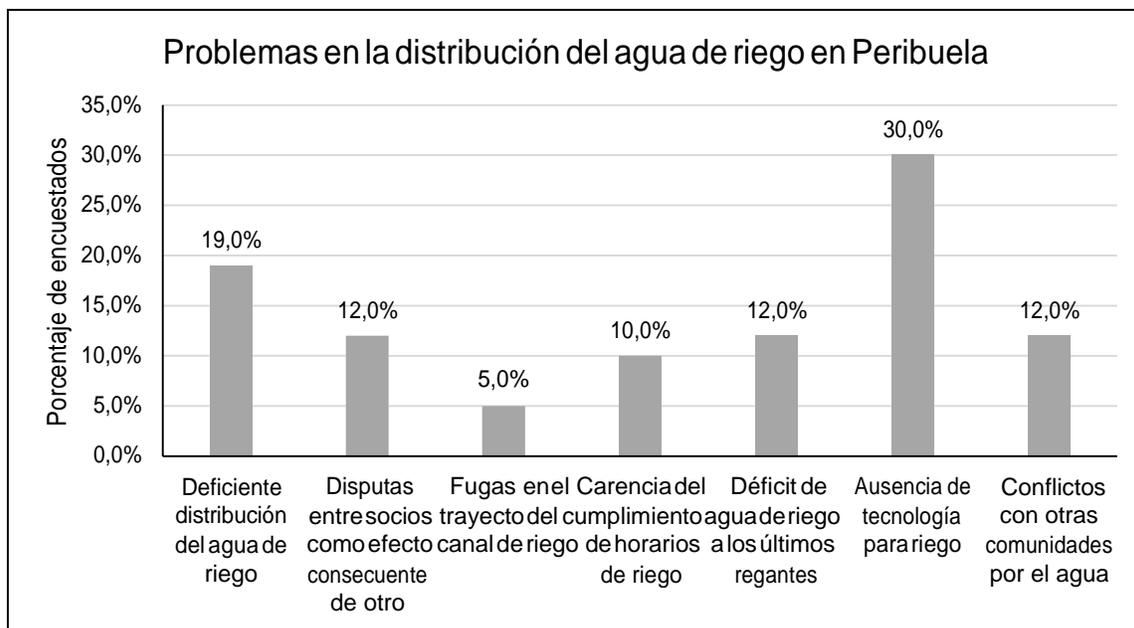


Figura 23. Problemas en la distribución del agua en el canal de riego Peribuela 2017 (%)

Pese a este panorama las comunidades rurales tiene la capacidad de articular asistencia de organismos gubernamentales y ONG’s para la implementación de estas infraestructuras como lo ejecutó la parroquia rural La Concepción en la comunidad Santa Lucía en Imbabura, a través del equipamiento de 266 kits de riego móvil para aspersion por medio de la casa comercial TONELLO Soluciones integrales a través de la Prefectura de Imbabura PDOT La Concepción, (2011).

Este ejemplo de innovación de infraestructura de riego promueve la disminución de agua por unidad de superficie aprovechando al máximo el recurso hídrico. El IWMI, (2017) menciona que “debido a que la agricultura de riego convencional consume en la actualidad la mayor parte del suministro de agua (60 – 80%), se hace necesario la implementación de tecnología enfocada a economizar este recurso”.

Por otro lado el tema cultural en lo referente al sistema de riego es un limitante fuerte para el productor local. Cando, (2018) afirma que “el agricultor históricamente ha regado sus cultivos por gravedad, siempre le ha gustado ver su terreno bien regado sin la repercusión ambiental que causa, aunque existen quienes han cambiado este sistema por el de aspersion lo óptimo sería el de goteo”; lo que concuerda con Cedillo & Calzada, (2008) “el riego por

gravedad casi ya no se utiliza por la dificultad para el control del flujo de agua en la parcela y por la escasez cada vez mayor del vital líquido”

Además la figura 23 destaca como un problema relevante, la deficiente distribución del agua, el 19% de los encuestados, manifiestan tener sistemas de riego pero que se les dificulta el manejo del mismo, posiblemente esto se deba a la mala manipulación del sistema en la instalación o una deficiente capacitación del mismo, como lo asegura Cando, (2018) “las fallas de funcionamiento de las tuberías en las redes de un sistema de riego tecnificado se deben generalmente a deficiencias en su instalación (mal pegado de tuberías, campanas o de los anillos de goma) o a fisuras y roturas”.

#### **4.3.Evaluación de la innovación tecnológica de los sistemas de riego en la zona de influencia del canal de riego Peribuela.**

Se determinó una innovación tecnológica en riego baja que representa el (12,07%), de los cuales el sistema por aspersión es 3,45%, con (11,8 ha), el de goteo el 8,62% con (29,5 ha) y en su gran mayoría riego por gravedad en surcos con el 87,93% (300,7 ha). El 26,8% de los socios de la junta dispone de reservorios con capacidades entre 50 – 70m<sup>3</sup>, el 8,40% dispone de invernadero para tomate riñón, con un incremento del 50% en los últimos 10 años, de 1 ha en el 2007 a 1,5ha de invernadero en el 2017 (Tabla 18).

Tabla 18. Evaluación de la innovación tecnológica antes y después de la implementación del canal de riego Peribuela

<b>Infraestructura</b>	<b>Antes de la Implementación del canal de riego 2007</b>	<b>Después de la Implementación del canal de riego 2017</b>	<b>Incremento de infraestructura</b>	<b>Observaciones</b>
Canal de riego	5,7 km canal de tierra	5,3 km revestido	94% del canal revestido	Construcción civil
Reservorios	5%	26,80%	32 reservorios para cultivo de tomate de árbol y riñón	Innovación en infraestructura
Invernaderos	1 ha	1,5 ha	Incremento 50%	
Sistema de riego	Por Gravedad 100%	3,45% Aspersión 8,62% Goteo 87,92% Gravedad	11,8 ha 29,5 ha 300,7 ha	12,07% de sistemas de riego tecnificado (41,3 ha)

Se puede ver que la implementación del canal de riego Peribuela tiene una importancia económica y productiva para cultivos como tomate de árbol y riñón (mayormente demandantes de agua), estos cultivos cuentan con riego de goteo y aspersión en un 12,07% representado en 41,3 ha, además estos cultivos apoyados con el sistema de riego tecnificado logran una producción altamente rentable para el agricultor, por esto cuentan con reservorios para el almacenamiento del agua e invernaderos en ciertos casos; vinculando la infraestructura para ser más eficientes.

De acuerdo a estos datos se evaluó la eficiencia de riego, tomando como ejemplo el cultivo de maíz (tierno) por ser un cultivo representativo de la zona, y además se evaluó los índices de productividad y producción del agua con relación al cultivo (tomate riñón) en comparación con el sistema de riego.

Cabe mencionar que los datos se tomaron como referencia, a dos sistemas de riego; por gravedad y goteo en el cultivo de tomate riñón (campo abierto e invernadero), como modelo de evaluación, ya que por falta de un cultivo que tengan los tres sistemas de riego (gravedad, aspersión y goteo) en funcionamiento no se pudo realizar este análisis.

#### **4.3.1. Eficiencia de la lámina en los sistemas de riego en Peribuela**

En la figura 24 se muestra la evaluación de los sistemas de riego existentes en Peribuela (gravedad, aspersión y goteo), de donde se tomó el cultivo de maíz y evaluar cómo se riega actualmente (gravedad), y compararlo con el consumo de agua, si este mismo cultivo se le incorpora un sistema tecnificado como goteo o aspersión.

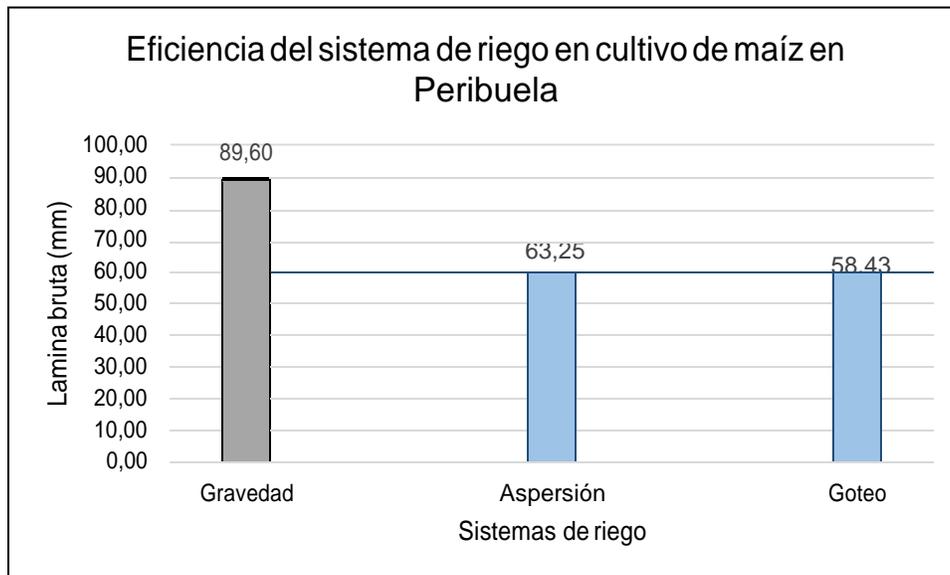


Figura 24. Eficiencia de los sistemas de riego (Lamina riego mm) en Peribuela, determinada mediante cálculo de lámina de riego bruta por método de Blaney & Criddle

Como resultado se obtuvo que el consumo de lámina bruta por gravedad, fue de 89,60 mm de “agua en cada riego para asegurar el valor de la lámina neta en el suelo” (Cadena, 2012); mientras que si este cultivo cambiaría de sistema, como se propone en las estrategias de adaptación al CC, bajo el sistema de aspersión tendría una lámina de 63,25 mm y en goteo 58,43 mm; con lo que se demuestra una diferencia de 26,35 mm y 31,17 respectivamente para cada sistema.

Es una reducción considerable si se toma en cuenta los metros cúbicos de ahorro en cada riego de 263 m<sup>3</sup> por aspersión y 311 m<sup>3</sup> por goteo frente al de gravedad, este último produce escurrimiento superficial (40%) cuando el suelo se satura, de ahí su ineficiencia. Este resultado es similar con el aplicado por FAO - GPC, (2011, p.7) en un cultivo de cebolla en donde se aplicó una lámina de 35,71 mm, de la cual se infiltró 25,71 mm, obteniendo un volumen remanente de 10,0 mm (28%) que se perdió por escurrimiento. Lo cual demuestra la ineficiencia de este sistema causando daños ambientales y económicos.

#### **432 .Índice de productividad y producción del agua y su relación con el cultivo y el sistema**

Se determinó incrementos en los indicadores de productividad y producción teniendo influencia con los sistemas de tecnificación, y su relación con las ventas de los productos en

este caso tomate riñón, que es el único cultivo que tiene estos dos sistemas en la comunidad (campo abierto e invernadero).

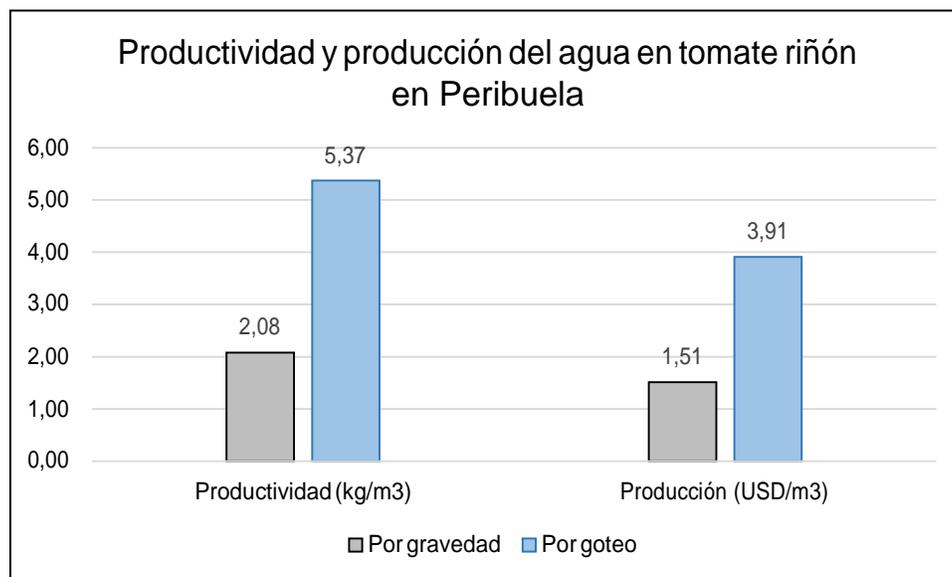


Figura 25. Índice de productividad y producción del agua en tomate riñón con dos sistemas de riego en Peribuela, determinada por método de Olvera - Salgado, Bahena - Delgado, Alpuche - Garcés, & Carcía - Matías, (2014)

En la figura 25 se muestra la influencia de la tecnificación en los pocos casos (12,07) de las unidades productivas de Peribuela, este resultado se determinó en el rendimiento (kg/m<sup>3</sup>) del cultivo de tomate riñón, así como en la producción calculada en (USD/m<sup>3</sup>), la diferencia entre el sistema de gravedad y goteo en productividad es de 3,29 kg/m<sup>3</sup> (61,26%), mientras que para el indicador de producción la diferencia es de 2,40 USD/m<sup>3</sup> (61,38%), como lo observado por Olvera - Salgado, Bahena - Delgado, Alpuche - Garcés, & Carcía - Matías, (2014) en donde se evaluó el sistema de riego por goteo en la productividad de hortalizas dando como resultado 8,97 kg/m<sup>3</sup> con tecnificación y de 2,41 kg/m<sup>3</sup> sin tecnificación obteniendo un incremento de 73,13%.

Estos datos comprueban la rentabilidad que tiene este cultivo mediante la tecnificación del sistema, así como la gran utilidad del canal de riego para contribuir a establecer sistemas de riego eficientes (goteo) en tomate riñón. Además se comprueba que pese al débil incremento de innovación tecnológica de riego, mencionado en el anterior apartado; con la implementación del revestimiento del canal de riego en Peribuela se han promovido sistemas

resilientes con el cambio climático y por ende eficientes en la optimización del recurso hídrico.

Por otro lado se determinó que no todos los socios de la junta de riego Peribuela disponen de estos sistemas que generan ganancias económicas, ya que la implementación de la infraestructura del canal de riego no garantiza la eficiencia de recurso hídrico ni su aprovechamiento en cultivos rentables, peor aún a elevar su calidad de vida como lo corrobora la Subsecretaria del Riego y Drenaje, (2016) en su obra Propuesta de modelo de gestión integral del riego en el Ecuador en el que menciona “las inversiones en la infraestructura civil de riego existente no han llenado eficientemente las expectativas de incremento real de la producción y productividad agrícola, ni de mejoramiento de la calidad de vida de los agricultores y sus familias” (p. 6).

### **433 . Índice de sostenibilidad del recurso hídrico agrícola ISRHA**

Se planteó 19 indicadores de sostenibilidad mediante la metodología ISRHA, que permitió determinar un modelo actualizado de sostenibilidad mediante la organización, manejo, distribución y conservación del recurso hídrico en la comunidad.

El diagnóstico ISRHA en la comunidad de Peribuela identificó aspectos positivos y negativos en la sostenibilidad del recurso hídrico en el sector agrícola (Tabla 19). Como resultado se obtuvo un valor de ISHRA en dos líneas de tiempo de transición 2007 - 2017 de 34% y 42% respectivamente, con base al diagrama radial propuesto por Constanza, Reyes, Loaiza y Fajardo (2012), (IREHISA, 2009) correspondiente a un valor ponderado de 2,74 y 3,11 para cada año. Esto puede interpretarse un cambio desde el 2007, en un *manejo del recurso hídrico con baja sostenibilidad*, mientras que en 10 años esto ha cambiado en una *sostenibilidad moderada en el manejo del recurso hídrico*, con un incremento de 8% a favor en el manejo de la optimización del recurso hídrico.

Este resultado se relaciona con el estudio realizado por Loaiza, Reyes y Carvajal (2012) en donde los resultados de ISRHA en tres sitios rurales fueron de 67,8%, 58,7% y un 73,3%, representando el mayor progreso en toda la microcuenca, con un incremento de 14,5% en la sostenibilidad. Estos resultados pueden deberse a un manejo integral del recurso hídrico, lo

cual explica su incremento. En la actualidad en Peribuela, el ISRHA es medianamente aceptable posiblemente por la falta de manejo del recurso hídrico en esta comunidad rural, poco atendida por autoridades seccionales y ambientales.

Tabla 19. Evaluación de los indicadores del ISRHA en la comunidad Peribuela

#	CONTEXTO	INDICADOR	FACTORES DE ANÁLISIS	PERIBUELA	
				2007	2017
1	PRESION	Oferta hídrica superficial para riego (Caudal medio mensual y percepción de la oferta hídrica)	Biofísicos y tecnológicos	3	3
2		Amenazas asociadas a variabilidad climática en el recurso hídrico (Tendencia de la Precipitación media)		5	4
3		Eficiencia del manejo del agua para riego (Tipo de sistema de riego, Planificación de la frecuencia del riego, optimización del riego)		1	2
4		Conflictos por uso del agua (Presión en el recurso)		3	5
5	ESTADO	Percepción del agricultor ante el cambio climático (Sequias prolongadas, lluvias excesivas)	Socio-económicos y político-institucionales	4	5
6		Participación colectiva en actividades para la Conservación del Recurso Hídrico (Generación del recurso hídrico)		3	3
7		Nivel educativo del agricultor		1	2
8		Actividades del agricultor para la Conservación del Recurso Hídrico en su finca		3	3
9		Conflictos en distribución del agua (Afectan bienestar del agricultor)		3	3
10		Costo del agua para riego		3	5
11		Participación en Junta de Aguas		3	4
12		Instancias públicas que desarrollan actividades para la Conservación		4	1
13	RESPUESTA	Actividades de recuperación y conservación del recurso hídrico	Biofísicos, tecnológicos y político-institucionales	4	3
14		Prácticas de control de erosión hídrica		2	2
15		Cambio Tecnológico para el manejo del agua para riego		1	2
16		Almacenamiento de recurso hídrico en su finca		1	1
17		Resolución de conflictos por uso del agua		2	3
18		Consolidación de la Junta de Aguas		4	5
19		Organización comunitaria para la gestión del agua (Distribución del agua)		2	3
Promedio				<b>2,74</b>	<b>3,11</b>
ISRHA				<b>34%</b>	<b>42%</b>

Tomado y modificado de Loaiza, Reyes, & Carvajal, (2012)

En cuanto a los indicadores socio - económicos referentes a la educación del agricultor (Figura 26), presenta dificultades al acceso de mejores oportunidades de desarrollo; situación que se relaciona con el bajo nivel de tecnología de riego, puesto que sus prioridades son las

de satisfacer primero las necesidades básicas familiares y se resta importancia al manejo técnico de los recursos naturales. La tenencia de tierra es del 83,6%, un aspecto positivo; pero a la hora de evaluar el rendimiento y eficiencia de procesos productivos, estos son negativos y se vinculan directamente con los ingresos económicos.

Los costos del agua para riego en Peribuela se costea en boletas anuales, pese a este mecanismo el uso es ineficiente del recurso hídrico, diezmado por la falta de optimización mediante tecnologías que efectivicen este medio de producción. Posiblemente el bajo costo de la boleta anual hace que el manejo de agua de riego no incentive el ahorro del recurso y uso adecuado; caso contrario ocurre como lo observado por Loaiza, Reyes y Carvajal, (2012) en la microcuenca Centella, “donde hay activa participación del agricultor en acciones para conservar el recurso hídrico, y un sistema de cobro que se diferencia de las otras unidades, porque se paga por el consumo adicional, lo que incentiva el ahorro del recurso y su uso adecuado”.

De acuerdo al mismo autor, menciona “La insuficiente promoción institucional en campañas de educación ambiental y poca participación de los agricultores en capacitaciones sobre Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), incide negativamente en la sostenibilidad del recurso hídrico”; corrobora con lo observado en la comunidad Peribuela que la falta de capacitación y apoyo de autoridades seccionales y de ambiente, han incidido en la falta de concientización de los recursos naturales como el agua de riego.

El nivel de organización en cuanto a la gestión del agua de riego, está a cargo de la junta de agua de Peribuela con 119 socios; que se encarga de la generación, administración y almacenamiento del recurso hídrico; además de la resolución de conflictos generados por el uso del agua. Esta Junta cuenta con la concesión de aguas otorgada por la Secretaría del Agua SENAGUA organismo estatal que norma el manejo y uso del recurso vital.

#### **4.3.4. Evaluación del ISRHA 2007 – 2017**

En una comparación temporal de acuerdo al índice de sostenibilidad del recurso hídrico agrícola, se puede mencionar aspectos positivos como por ejemplo: el nivel de organización ahora se cuenta con la conformación de una junta de agua que administra el recurso hídrico,

además la inversión en el revestimiento del canal por medio del Gobierno Provincial de Imbabura ha traído el incremento de cultivos y sistemas de producción más requirentes de caudal de agua como por ejemplo tomate de árbol y tomate riñón, estos cultivos además han contribuido a la tecnificación del riego mediante sistemas como el de goteo y de aspersión.

Por otro lado un aspecto negativo es que la oferta hídrica superficial para riego tiende a disminuir por lo cual la percepción de los agricultores en los últimos diez años han visto cambios en el caudal de riego en esta comunidad, y como se muestra en el análisis ISRHA (Tabla 19) la ponderación es igual al inicio, ya que se necesitaría medir el caudal actual para conocer la oferta hídrica.

Por otro lado como aspectos negativos el diagrama radial 2017 marca como satisfactorio, pero en la realidad como se apreció mediante observación en reuniones de la junta de agua en Peribuela, existen conflictos por el agua sobre todo en la distribución de este recurso, es decir, ha incrementado el nivel de conflictos desde el año 2007, a razón de que el caudal en la fuente cada vez va disminuyendo a causa, primero del mal manejo de sus recursos naturales y luego al cambio climático, ya que este último factor es determinante por cuanto en la encuesta, los comuneros tienen presente la percepción al cambio del clima mediante sequías prolongadas, lluvias fuertes, heladas atípicas y sobre todo granizadas en el último año 2017, afectando de manera directa la producción en esta zona.

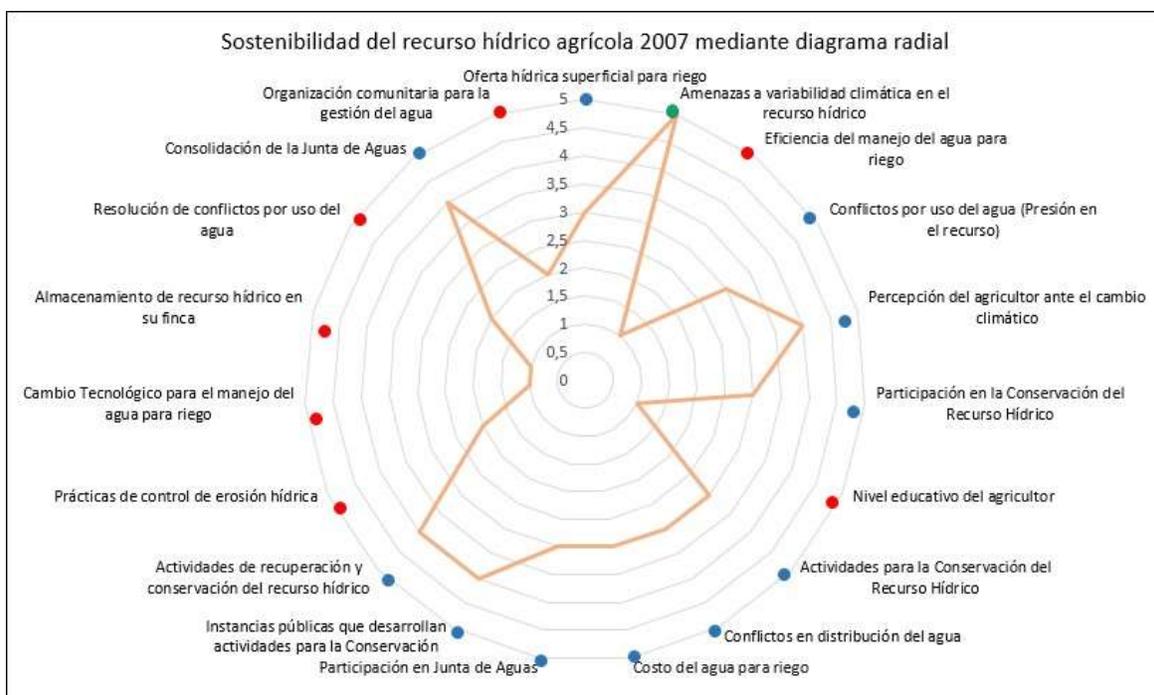


Figura 26. ISRHA en la comunidad Peribuela 2007

Por otro lado en cuanto a la figura 27, existen aspectos positivos como la participación colectiva en actividades para la conservación del recurso hídrico, destacando la generación del recurso hídrico; estas actividades son limpiezas de zanjas, canales o muros de desviación con mingas comunitarias; limpieza de deslizamientos en épocas de invierno, siembra de especies arbóreas como prácticas de reforestación y captación de agua. Cabe mencionar que estas actividades en pocos casos han sido promovidas por gobiernos provinciales y del ambiente; y en la mayoría de casos ha nacido por preocupación comunitaria; por lo cual es necesario promover y aumentar la participación del agricultor en capacitaciones en Gestión Integral del Recurso Hídrico GIRH y manejo del suelo.

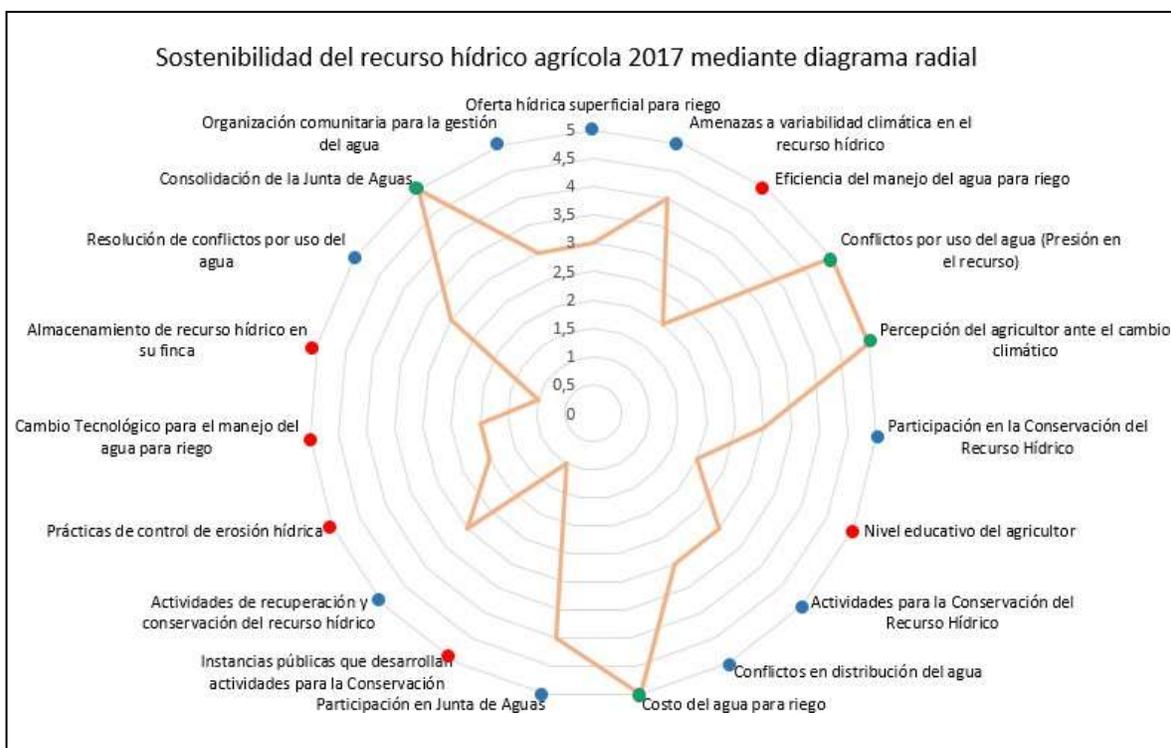


Figura 27. ISRHA en la comunidad Peribuela 2017

Una fortaleza importante es la organización de la junta de agua; en el sentido de unión y democracia comunitaria, al promover decisiones con el apoyo de los socios de la junta teniendo siempre derecho a opinar con voz y voto, con el propósito de llegar siempre a entablar las mejores decisiones en pro de la gestión del agua. Por otro lado Constanza y otros en el año 2012 mencionan que “existen organizaciones comunitarias para la gestión del agua, y que los agricultores, aunque son socios de la junta de aguas no participan en las actividades programadas por ella”.

Hay algunos factores a mejorar en cuanto al manejo de erosión hídrica, porque hay agricultores que han empezado a sembrar en curvas a nivel incorporando rastrojos de cultivos anteriores; incorporando materia orgánica para evitar la erosión, lo cual mejora el ISRHA (Tabla 19), esto podría fortalecerse con siembras de cortinas vivas rompe vientos o cultivos de cobertura.

De manera general el cambio en el tiempo desde la inversión del canal de riego, muestra cambios positivos y negativos, pero a la percepción de la comunidad y sobre todo de los socios de la junta de agua, son beneficios que ha traído esta infraestructura.

#### 4.4. Estrategias de optimización del recurso hídrico como propuesta de adaptación al cambio climático.

De acuerdo al informe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, basado en las tecnologías de adaptación al cambio climático para el campo agropecuario y mediante la Matriz FODA (Anexo 7) realizada en la comunidad Peribuela se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 20. Tecnologías y estrategias de adaptación al cambio climático para el área de influencia del Canal de riego Peribuela, 2017

Categoría de Tecnología	Estrategias
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Uso Gestión Sustentable del Agua</b></li> <li>• <b>Desarrollo de Capacidades locales</b></li> <li>• <b>Organización de Actores</b></li> </ul>	a. Plan de Manejo del Bosque protector Peribuela
	b. Captación de Agua de Lluvia por UPA
	c. Captación del caudal de riego asignado mediante la construcción de reservorios
	d. Optimización del agua mediante sistemas de riego como Aspersión y Goteo
	e. Optimización del agua mediante técnicas de riego parcelario
	f. Capacitación al agricultor sobre los sistemas de riego tecnificados <ul style="list-style-type: none"> <li>• Escuelas de campo para Agricultores</li> <li>• Extensionistas Comunitarios</li> </ul>

Tomado y adaptado del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, (2013)

En la tabla 20 se indica el tipo de tecnología encaminadas a desarrollar medidas de adaptación al cambio climático; por medio de estrategias y líneas de acción (Anexo 10) que conllevan a la propuesta de optimización del recurso hídrico en Peribuela en el área de influencia del canal de riego.

A continuación se presentan de manera detallada las estrategias basadas en la actual problemática del uso del agua de riego en Peribuela:

##### 4.4.1. Estrategia de innovación en la generación de agua de riego en Peribuela

Como se observó en el apartado de la evaluación de los problemas en la generación del agua de riego en Peribuela, se determinó que la principal problemática en este eslabón es la disminución del caudal en la fuente, razón por la cual se establece a continuación una estrategia

con base en la tabla 20, medidas de adaptación al cambio climático, y de conservación del recurso hídrico en Peribuela:

#### **a) Plan de Manejo del Bosque protector Peribuela**

Para conservar los recursos naturales en la comunidad Peribuela y de esta manera proteger y conservar el recurso hídrico, se ha propuesto una estrategia con base a un Plan de Manejo del Bosque protector Peribuela. Según (Rosero, 2017) funcionario del MAE este bosque se constituyó en 1989 bajo acuerdo Ministerial con 343,13 ha de las cuales el 35% se encuentra actualmente intervenido por el avance de la frontera agrícola (120 ha).

Por estas razones es necesario y urgente un Plan de Manejo del Bosque protector de Peribuela como lo menciona el Programa Regional de Bosques Nativos Andinos (PROBONA, 2002) el plan de manejo es el resultado de herramientas de planificación mediante la evaluación participativa comunitaria; en el cuál constan los siguientes elementos en cuanto a la protección y manejo del recurso hídrico, perfectible a la comunidad Peribuela:

- Reforestación con especies nativas en los alrededores de las fuentes de agua
- Protección de los márgenes de las quebradas, ríos y vertientes.
- No talar la vegetación alrededor de las fuentes de agua.
- Optimizar el agua de consumo y de riego.
- Establecer viveros comunitarios que provean plantas para la reforestación
- Mejorar los sistemas de distribución del agua de riego tecnificación de riego.
- Concientizar a los usuarios sobre la importancia y manejo del agua.

#### ***Presupuesto:***

Se ha considerado un presupuesto para la implementación de esta estrategia de 17.000 USD aproximadamente, ya que el desarrollo de este plan se lo realiza con un grupo de técnicos multidisciplinar y de una manera holística conjuntamente con la colaboración comunitaria (Tabla 21).

Tabla 21. Presupuesto de la elaboración del Plan de Manejo del Bosque Protector Peribuela

Ítem	Personal técnico considerado para el Plan de Manejo	USD
1	Técnico en el área de Recursos forestales	17.000
1	Técnico en área de Suelos y agricultura	
1	Técnico en el área Pecuaria	
1	Técnico en Agroeconomía	
1	Técnico en Recursos hídricos	
1	Técnico en Factores humanos - sociales	
1	Logística, insumos, materiales e instrumentos	

Junto a esta estrategia se determinó sub estrategias que apoyan de manera directa el cuidado del recurso hídrico a fin de optimizar el agua de riego en Peribuela estos son:

**Terrazas de formación lenta.-** De acuerdo a la (Figura 28), para contribuir a la retención del suelo y sobre todo del agua superficial que por acción de la gravedad caen por la pendiente causando erosión. Por el contrario este mecanismo; “aprovecha en acumular reserva de agua en el suelo, necesaria para optimizar la lámina neta para un riego más eficiente” (Cadena, 2018). Dependiendo del tipo de suelo, generalmente deben excavarse zanjas de 40 cm de ancho y 40 cm de profundidad. La longitud recomendada de la terraza está entre 50 y 80 metros y la altura de la pendiente debe ser igual a la altura de la zanja de tierra o piedra (Soluciones Prácticas-ITDG, 2010).

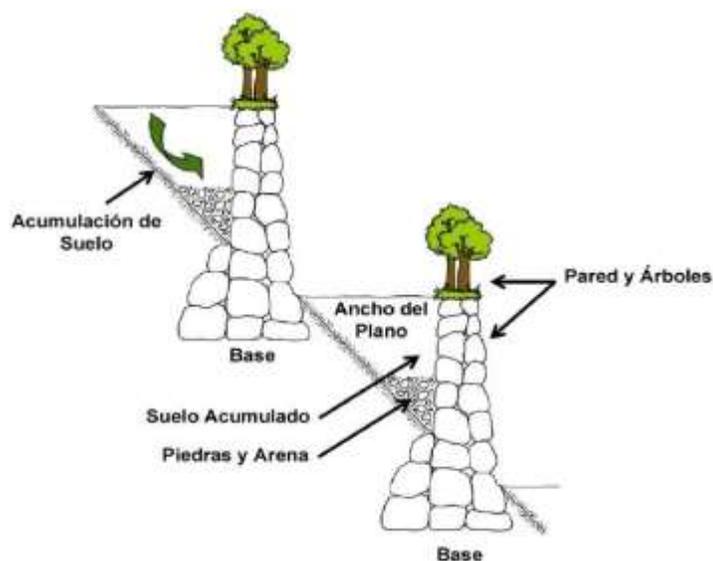


Figura 28. Estructura de terrazas de formación lenta

Fuente Valdivia, (2002)

**Agroforestería.-** Otra sub estrategia es la agroforestería, con el fin de proporcionar a los agricultores medios de producción a largo plazo, sin embargo mediante la adición de especies forestales nativas en Peribuela tales como: Aliso (*Alnus acuminata*) en asocio con Chilca (*Bracharis latifolia*) o con Pasto milín (*Phalaris tuberosa*), Yagual (*Polylepis incana*), Pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis*) con cuidado en su propagación y Quishuar (*Buddleja incana*); estas especies se adaptan muy bien a las condiciones agroclimáticas de la comunidad por lo que es imprescindible la plantación y reforestación de cercas vivas, terrazas de formación lenta, caminos senderos, pendientes con miras a una diversificación de la producción y al cuidado del agua. El IPCC, (2007) menciona que “los árboles tienen un papel importante en la reducción de la vulnerabilidad, el incremento de la resiliencia de los sistemas de cultivo y el amortiguamiento de la producción agrícola contra los riesgos relacionados al clima”. Además lo ratifica Altieri y Koohafkan (2008), “comunidades de plantas más diversas son más resistentes a las alteraciones y más resilientes a las perturbaciones ambientales”.

#### **4.4.2. Estrategia de innovación en el almacenamiento de agua de riego en Peribuela**

En cuanto a la problemática del almacenamiento del agua de riego en Peribuela el más relevante fue la poca capacidad de almacenamiento del agua por unidad productiva; frente a esto se determinó la siguiente estrategia:

##### **b) Captación de agua lluvia por UPA**

La captación de agua lluvia por UPA (Unidad de producción agropecuaria) es la “extensión de tierra de 500 m<sup>2</sup> o más, dedicada total o parcialmente a la producción agropecuaria, considerada como una unidad económica” (MAGAP, 2015). Se ha propuesto esta medida de adaptación para contribuir a la captación de agua de buena calidad que no se utiliza cuando llueve, esta actividad puede contribuir a manejar agua más limpia y de manera natural; como lo manifiesta FAO, (2016). “La cosecha de agua de lluvia se define como un método de inducir, recolectar, guardar y conservar la escorrentía de agua superficial local para la agricultura en regiones áridas y semiáridas”.

Esta estrategia se puede adaptar muy bien a las condiciones de la comunidad de Peribuela, este sistema de cosecha de lluvia dispone de tres elementos (Figura 29): 1) captación, que puede ser el techo de una casa o construcción; 2) Sistema de transporte: cañerías para la conducción del líquido y 3) depósito de almacenamiento: por lo general tanques, cisternas o recipientes subterráneos.

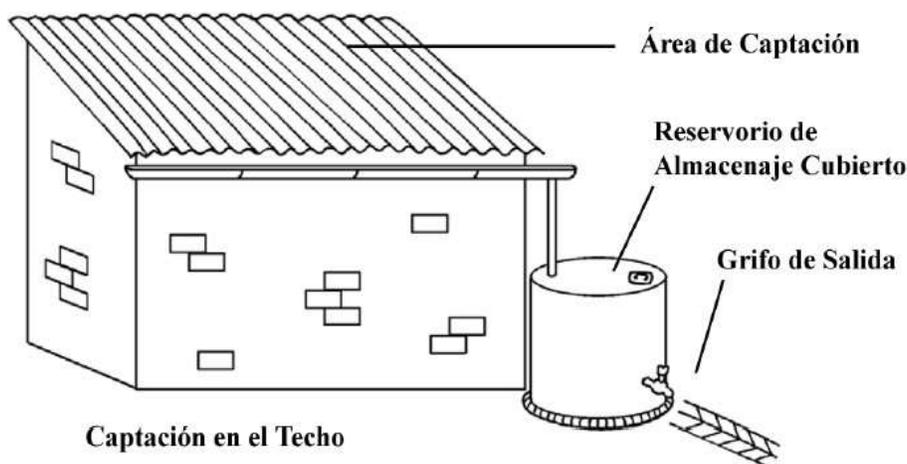


Figura 29. Esquema de techo para captación de agua lluvia

Fuente: Tomado de United Nations Environment Programme UNEP, (2010)

Esta innovación es perfectamente adaptable a las condiciones de la comunidad Peribuela por cuanto cuenta con un sistema fácil y útil para parcelas de pequeños productores que representa el 10% es decir, 12 socios de la junta que poseen extensiones de terrenos entre 0,25 - 0,5 ha; y que el agua recolectada mediante esta tecnología, puede ser utilizada para regar cultivos de hortalizas y frutales; esta producción se utilizaría para la alimentación familiar.

#### ***Materiales y Presupuesto:***

De acuerdo a (GWP - FAO, 2013) en su estudio Tecnologías para el uso sostenible del agua menciona que se debe conocer el área del techo, que puede ser provisto de zinc, tejas o plástico con paja, Conocer la precipitación promedio anual en mm del sitio donde se va construir el sistema, sabiendo que: 1 milímetro equivale a 1 litro de agua por metro cuadrado y contar con espacio para la construcción de la infraestructura de almacenamiento.

A continuación en la tabla 22 se detalla los materiales y costos para la captación de agua lluvia de un hogar promedio de cinco personas (0,25 – 0.5 ha) en la comunidad Peribuela:

Tabla 22. Materiales y presupuesto de la infraestructura para la cosecha de lluvia en Peribuela

Cantidad	Materiales	Valor (USD)
1 u	Tanque de almacenamiento plástico de 1000 litros	300,0
10 m	Tubería, canaletas o canales de PVC 4", metal, madera o bambú.	10,0
6 m	Tubos de PVC de 2 pulgadas.	6,0
2 sacos	Concreto o madera para fijar el tanque.	25,0
4	Acople codo de 2 pulgadas	4,0
2	Llave de 1 pulgada	6,0
1 u	Esponja de 2 pulgadas (filtro)	1,0
Total		352,0

### c) Captación del caudal de riego asignado mediante la construcción de reservorios

Una estrategia frente a la poca capacidad de almacenamiento del agua de riego es la construcción de reservorios acordes a la capacidad del caudal disponible quincenal presente en la comunidad, que es establecido de acuerdo al tiempo de riego en base al número de hectáreas por socio; por lo que en caso de implementar esta propuesta el “agricultor deberá construir su propio reservorio, bien por mingas comunitarias o bien contratando maquinaria; con un costo aproximado de 1.827,50 USD”, (Cando, 2018); para un reservorio de 215 m<sup>3</sup>, con dimensiones (15x7x2) m; volumen calculado con base a los datos del caudal de riego que cada socio de la comunidad Peribuela tiene actualmente, establecido con capacidad disponible promedio (4 horas/ha con caudal  $Q = 15$  l/s y frecuencia cada 15 días) (Cadena, 2018) (Tabla 23).

Este reservorio tendrá la capacidad de almacenar el caudal completo en un día (cada 15 días) y disponer el riego cuando el cultivo lo necesite por al menos 10 – 12 días con riego por goteo de 2 veces por día, y cada riego de 8 – 10 min aproximadamente; disminuyendo el stress hídrico y aumentando su productividad.

### ***Materiales y presupuesto:***

Tabla 23. Presupuesto y materiales para la construcción de un reservorio de 215 m<sup>3</sup>

Ítem	Descripción	Precio unitario USD/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	Precio total (USD)
1	Excavación con maquinaria (15x7x2)m	3,00	215	645,00
1	Geo membrana 750 mm	3,50	215	752,50
1	Instalación (Mano de obra)	2,00	215	430,00
			Total	1827,50

Fuente: TONELLO, (2017)

#### **4.4.3. Estrategia de innovación en la distribución del agua de riego en Peribuela**

En lo referente a la distribución del agua de riego, cuya problemática fue la ausencia de tecnología de riego se determinó como estrategias diversas tecnologías que ayudarían aportar como medida de adaptación al cambio climático como una necesidad a una propuesta entorno a la comunidad Peribuela, dentro de las cuales se proponen adaptar las siguientes:

##### **d) Optimización del agua mediante sistemas de riego tecnificado: Aspersión y Goteo**

De acuerdo al uso de agua se propone el incrementar los sistemas tecnificados de riego en la comunidad, como son el de goteo y aspersión; principalmente por medio de sistemas amigables y al alcance del agricultor, que brinden el dinamismo y eficiencia del riego tecnificado.

Como se aprecia en la tabla 20 se muestran como estrategia la implementación de sistemas de riego tecnificados de tipo parcelario. A continuación en esta propuesta el sistema de riego más recomendado fue el denominado Kit de riego gravitacional ECOGOTEO, en versiones 250, 500 y 1000, estos sistemas están diseñados para regar lotes de 250, 500 y 1000m<sup>2</sup>, (Figura 30) con lo cual lo pequeños agricultores podrían diversificar su producción, realizando un riego de acuerdo a la necesidad del cultivo con el fin de disminuir la evaporación. “El riego por goteo reduce la demanda de agua y reduce las pérdidas de agua por evaporación (dado que la evaporación aumenta a temperaturas más altas)” (PNUMA, 2013).

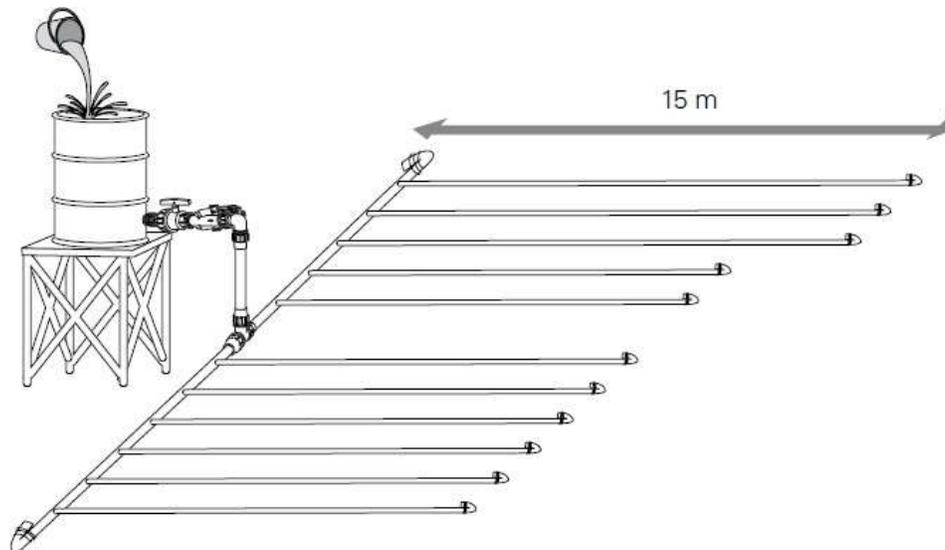


Figura 30. Kit de sistema de riego gravitacional ECOGOTEO 250

Fuente: TONELLO, (2017)

“El kit gravitacional ECOGOTEO es un sistema es de tipo modular, lo cual implica que de ser requerido por el usuario se podría ampliar en módulos adicionales, acorde a la necesidad de crecimiento del agricultor, sin que deba adquirir un sistema adicional” (Cando, 2018).

Otra ventaja de estos sistemas, es que se pueden adaptar al usuario por su fácil forma de instalación, además cuenta con módulos de 250, 500 y 1000m<sup>2</sup>, lo que permite ampliarse a futuro al agricultor y diversificar la producción con cultivos de ciclo corto como hortalizas.

#### ***Composición del kit de riego Ecogoteo***

- **Tanque elevado:** Tanque de plástico con tapa de 250, 500 – 1000 l de capacidad, con accesorios de conexión y salida. El soporte de elevación del tanque (250m<sup>2</sup> a 1,5m altura, 500m<sup>2</sup> a 8 m altura y 1000m<sup>2</sup> a 12 m de altura) es responsabilidad del usuario.
- **Unidad de filtrado:** El kit incluye un filtro de control de malla ¾” y 130 micrones de grado filtrado, una válvula media universal de ¾” para control de caudal y demás accesorios de confección.
- **Conducción principal, válvulas y goteros:** El riego es por un gotero turbulento, cilíndrico con un caudal de 1 litro/hora, emisor que se encuentra integrado en manguera de polietileno de 12 mm de diámetro, 24 mil de espesor y a una distancia de treinta centímetros uno del otro.

Además 250 m de manguera con goteros con goteros por cada parcela de cultivo, 25 metros de manguera repartidoras de 25 mm y todos los accesorios para la conexión de la red.

***Beneficios del sistema Ecogoteo:***

De acuerdo a TONELLO soluciones integrales Cia. Ltda., (2017) los beneficios del sistema Ecogoteo 250, 500 y 1000 son:

- Fácil de usar, ensamblar y operar.
- Aplicación eficiente y precisa de agua directamente a la zona de las raíces.
- Goteros resistentes al taponamiento para un correcto desempeño.
- El espesor de la pared de regante permite su multi-uso (instalación y recuperación de estas).
- Accesibilidad por precio y dinamismo del sistema.

***Presupuesto:***

Como se observa en la tabla 24 los tres primeros sistemas de riego son Ecogoteo y cuyos presupuestos son económicos y amigables con el agricultor, como lo menciona el PNUMA, 2013, “No promover el uso de tecnología cara, obsoleta o en decadencia, considerando condiciones locales para evitar impactos negativos, recursos o infraestructura requerida”.

Tabla 24. Presupuesto de sistemas de riego tecnificado por goteo

ítem	Descripción	Valor total (USD)
1	Kit sistema de riego Ecogoteo 250	212,0
1	Kit sistema de riego Ecogoteo 500	408,0
1	Kit sistema de riego Ecogoteo 1000	820,0
1	Sistema de goteo para 0,5 ha	2.500,0
1	Sistema de goteo para 1,0 ha (en adelante +25% /ha) hasta 5ha	4.950,0
1	Sistema de goteo para 2,0 ha	6187,5

Los sistemas de riego Ecogoteo se pueden adaptar de manera excelente al 37% de pequeños productores de Peribuela (Ver Tabla 13 pág. 64) que cuentan con una superficie por finca de entre 0,25 – 1 ha, pudiendo diversificar su producción en parcelas pequeñas dinamizando su

economía familiar; estos sistemas se pueden acoplar a cultivos como Tomate de árbol, maíz y fréjol, así como frutales presentes en el área de influencia del canal de riego Peribuela; los dos últimos sistemas incluye la bomba de riego presurizado (carga y descarga), mangueras, válvulas de presión e instalación del mismo.

Los dos últimos sistemas de goteo de la tabla 24, no incluyen la construcción de reservorio; por lo que en caso de implementar esta propuesta el agricultor deberá construir su propio reservorio con un costo aproximado de 1.343 USD, presupuesto establecido para un reservorio de 215 m<sup>3</sup> con dimensiones (15x7x2) m.

#### e) Optimización del agua mediante técnicas de riego parcelario

En cuanto a la optimización del agua mediante técnicas de riego parcelario, se propone adecuar el riego convencional en dos técnicas:

Primero, “riego en camas: Realizar camas anchas con surcos bajos esto permite un humedecimiento horizontal del perfil donde se encuentran las raíces” (Figura 31) Martínez y Polioptro, (2012). Se adapta muy bien a cultivos de frutales como tomate de árbol y riñón presentes en la comunidad de Peribuela.

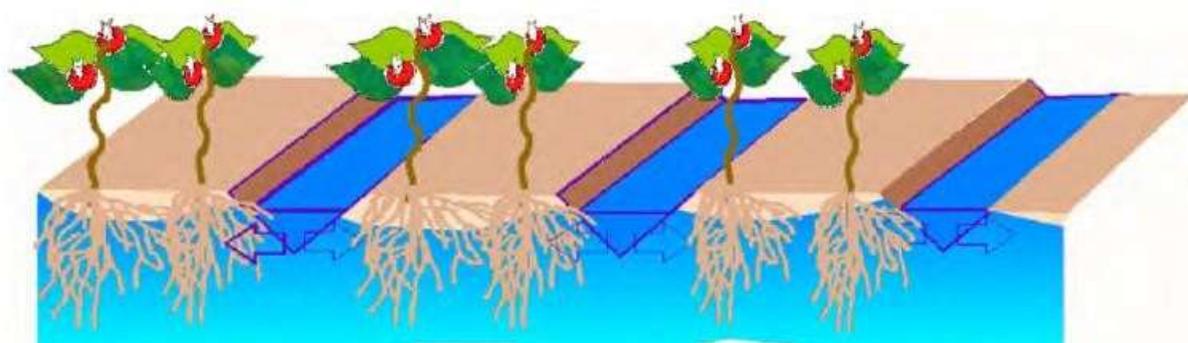


Figura 31. Sistema de Riego en camas

Fuente: FAO, (2015)

Segundo, riegos por surcos alternos: consiste en regar dejando un surco sin regar, al siguiente riego el agua se aplica en el surco no regado, esto genera una mejor aplicación del riego y menos saturación del suelo Martínez y Polioptro, (2012). (Figura 32)



Figura 32. Sistema de riego por surcos alternos

Fuente: FAO, (2015)

Este tipo de riego parcelario se adapta muy bien a cultivos transitorios desarrollados en surcos como maíz, fréjol, arveja y que ocupan la mayor cantidad de la extensión en Peribuela (300,7 ha) con riego por gravedad. Una recomendación a estos tipos de sistemas es necesario realizar mediciones de aforo de caudal puede ser cada semana quincenal o mensual, dependiendo de los turnos de riego (Peribuela cada 15 días).

#### f) Capacitación al agricultor sobre los sistemas de riego tecnificados

Promover procesos de enseñanza aprendizaje a los regantes de Peribuela en el uso, instalación y manejo de sistemas de riego tecnificado, mediante la articulación de los GAD's locales e instituciones públicas y privadas.

Tabla 25. Capacitación a los agricultores de la comunidad Peribuela

ítem	Descripción	Institución propuesta	Tipo	Valor total (USD)
1	Capacitación de sistemas de riego (aspersión y goteo) existentes en la comunidad Peribuela.	TONELLO Soluciones Integrales	Privado	225,00
2	Taller de capacitación sobre el Kit de sistema de riego Ecogoteo 250, 500 y 1000.	TONELLO Soluciones Integrales	Privado	350,00

1	Charla de beneficios de la utilización de sistemas de riego tecnificado.	MAGAP, MAE	Público	–
2	Taller de capacitación del tipo de sistemas de riego tecnificado y su adaptación a la comunidad Peribuela.	MAE - FORECCSA	Público	450,00
1	Charla del financiamiento para sistemas de riego tecnificado por medio de estamentos estatales.	BanEcuador	Público	–

En la tabla N° 25 se propuso una serie de capacitaciones para contribuir al conocimiento de los agricultores de la comunidad Peribuela en la tecnificación del riego parcelario mediante la innovación tecnológica y sus beneficios en la agricultura local; de esta manera se propone el acompañamiento de estamentos públicos y privados para la capacitación como medio de adaptación al cambio climático y optimización del recurso hídrico.

Para la participación de los grupos humanos de la comunidad se propone realizar esta estrategia como medio de capacitación a la comunidad, con la finalidad de que los comuneros estén preparados mediante técnicas y acciones pertinentes a enfrentar los embates del clima.

Dentro de esta estrategia macro subyacen dos sub estrategias (Tabla 20), la primera enfocada al desarrollo de destrezas y habilidades mediante capacitación al agricultor, de esta manera la escuela de campo para el productor, contempla la formación de líderes jóvenes para tomar decisiones en el momento oportuno. Estos actores tendrán un papel preponderante en el desarrollo de las líneas de acción de la comunidad, permitiendo “el acceso al conocimiento y la información que necesitan para incrementar la productividad y sostenibilidad de sus sistemas de producción y mejorar su calidad de vida y medios de vida” (Coupe, 2009).

Por otro lado la segunda sub estrategia contempla el vincular a las Universidades de la región con el fin de contribuir con investigaciones y desarrollo de actividades de capacitación a la población con la participación de estudiantes extensionistas como estrategia de capacitación al productor frente al cambio climático; concordando con la Subsecretaria del Riego y Drenaje, (2016) en donde menciona que

“la falta de programas complementarios a la construcción de la obra física, como programas de capacitación, asistencia técnica, económica, socio-organizativa o de tecnificación, ha derivado a que buena parte de los sistemas de riego sufran un

deterioro acelerado, lo que se interpreta por parte de los productores como un abandono por parte del Estado” (p. 6).

PNUMA, (2013) menciona que “la capacitación de agricultores como extensionistas comunitarios es un proceso educativo complejo que necesita adaptarse constante y flexiblemente a las condiciones sociales y culturales de cada localidad y al contexto de los recursos naturales de la producción agrícola”.

#### **4.4.4. Matriz resumen de la propuesta en base a la problemática entorno al uso del recurso hídrico en Peribuela**

De acuerdo a la tabla 26 se detalla de manera secuencial la estrategia con su debida innovación tecnológica como medida de adaptación, sin embargo se ha tomado como iniciativa la de involucrar varios estamentos públicos y privados en la ejecución de esta propuesta. Además se avizoran proyectos de mayor envergadura como el plan de manejo del bosque Peribuela, que contribuiría en el desarrollo socio económico de la comunidad y que se emiten un presupuesto referencial por cuanto lo realizan varios técnicos en un estudio multidisciplinar.

En lo referentes a los problemas de la administración del recurso hídrico en Peribuela se muestra varias aristas de solución o mitigación, desde el punto de vista técnico para dar soluciones lo más apegadas a la realidad de las áreas rurales cuyas tónicas has sido históricamente las mismas, abandono y olvido de las autoridades seccionales y locales.

Sin embargo en la actualidad se puede mencionar al Proyecto de Irrigación Tecnológica para pequeños productores (PIT) como una oportunidad que avizora un prometedor desenlace. El MAGAP juntamente con el Banco Internacional de Desarrollo ha planificado dotar de sistemas de riego tecnificado áreas rurales a fin de optimizar el agua de riego; razón por la cual su implementación se ve afectada por cuanto como requisito se solicita la concesión de agua (Caudal) por comunidad; documento que no está actualizado y para esto se deben reunir todas las comunidades para coordinar la medición actual del caudal por socio, así como aforo de caudal comunitario; lo que supone la creación de conflictos a nivel intercomunal por cuanto el nivel de caudal ha disminuido y los productores con cultivos demandantes de agua (Tomate riñón y árbol) han aumentado.

Tabla 26. Matriz resumen de la propuesta en base a la problemática de recursos hídrico y la innovación tecnológica

Problema en la gestión de agua de riego Peribuela		Innovación tecnológica	Estrategia de adaptación	Acción	Dirigido a:	Cultivos	ha	Presupuesto
Generación	Disminución del caudal de riego en la fuente	Reforestación, Terrazas de Formación Lenta, y actividades de Agroforestería	• Plan de manejo del Bosque protector Peribuela	• Mediante herramientas de planificación y evaluación participativa comunitaria	Manejo comunitario	-	343,13 Bosque	Plan de manejo Bosque Peribuela (17000 USD)
Almacenamiento	Poca capacidad de almacenamiento por unidad productiva	Implementar infraestructura como Reservorios	• Captación de agua lluvia por UPA	• Almacenar agua lluvia de buena calidad	100% de socios junta de agua involucrados	Hortalizas, maíz, fréjol en pequeñas parcelas	-	352 USD
			• Captación del caudal de riego asignado mediante la construcción de reservorios	• Mediante mingas comunitarias • Contrato de maquinaria	73,2% de los socios que no tienen reservorios	-	1.343 USD	
Distribución	Ausencia de tecnología de riego	Implementar Sistemas de riego tecnificados (Goteo)	• Optimización del agua mediante sistemas de riego tecnificado.	• Sistema de riego Ecogoteo para áreas de 250, 500 y 1000 m2	Pequeños Productores 10% (0,25 - 0,5 ha)	Hortalizas, maíz, fréjol.	34,20 ha	Ecogoteo 250 (212 USD) Ecogoteo 500 (408 USD) Ecogoteo 1000 (820 USD)
				• Sistema de goteo para 0,5 ha	Pequeños productores 27% (0,51 - 1,0 ha) y	Cultivo de Tomate riñón, tomate de árbol,	92,34 ha	Sistema de goteo para 0,5 - 1,0 ha (2500 - 4950 USD)
				• Sistema de goteo para 1,0 ha	Medianos productores 38% (1,1 - 5 ha)	Maíz, fréjol, arveja, frutales	129,96 ha	Sistema de goteo para mayor a 1,0 ha (6200 USD)
			• Optimización del agua mediante técnicas de riego parcelario	• Riego en camas • Riegos por surcos alternos	65% de los socios de la junta de agua	Agricultores con cultivos por surcos (maíz, fréjol y arveja)	222,30 ha	-
			• Capacitación al agricultor sobre los sistemas de riego tecnificado • Escuelas de campo para Agricultores • Extensionistas Comunitarios	• Empoderamiento de acciones de adaptación en almacenamiento de agua y sistemas de riego tecnificados	100% de socios junta de agua involucrados	Tomate riñón y de árbol, hortalizas, maíz, fréjol, frutales.	-	1.025 USD

El presupuesto de cada estrategia se realizó de acuerdo a las necesidades sentidas de la población rural de Peribuela, con costos reales y accesibles, para que el agricultor tenga una oportunidad de optimizar el agua de riego mediante sistemas de riego tecnificado; y que juntamente con actividades agroecológicas propuestas, así como manejo de riego parcelario, cosecha de lluvia entre otros se realice un riego más sustentable con el ambiente y que las futuras generaciones tengan oportunidad de valorar este recurso vital.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- Las características del canal de riego y su área de influencia en Peribuela son: una superficie neta regada de 311,43 ha, con un canal de riego de 5,3 km de revestimiento (94%) y una longitud total de 5,7 km. Son 119 usuarios que reciben el riego con una frecuencia de 15 días y un tiempo de 4 horas por ha con caudal de 15 l/s por socio.
- El revestimiento del canal de riego ha aumentado los cultivos productivos en Peribuela en los últimos 10 años, pero también ha conllevado a conflictos en el proceso de la administración del agua. En la generación existe disminución del caudal de riego ya que han incrementado los cultivos demandantes de agua y el caudal se ha mantenido, incluso con tendencias a disminuir. La poca capacidad de almacenamiento por unidad productiva ha llevado a los usuarios a tener problemas para regar el cultivo cuando lo requiera y no solamente el día del turno de riego. Otro problema en la distribución del riego en Peribuela es la poca tecnología de riego (12% por goteo y aspersión) ya que actualmente se optimiza 60% de agua por medio del sistema de riego por gravedad.
- Con la implementación del canal se incrementó 12,07% los sistemas tecnificados como riego y aspersión distribuidos en invernaderos y reservorios con un incremento de 50% y 26,8% respectivamente, en cultivos de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) y tomate de árbol (*Solanum betaceum*); mientras que el 87,93% riega por gravedad.
- Fue necesario plantear estrategias como medidas de adaptación al cambio climático enfocadas a la conservación del agua, tomando como línea transversal la optimización del recurso hídrico en Peribuela con base en seis estrategias como son: Uso y gestión sustentable del agua, Desarrollo de capacidades locales y organización de actores; estas estrategias permitirán tener una optimización de labores para el mejor aprovechamiento del recurso hídrico.

- La construcción del canal de riego Peribuela ha contribuido en la implementación de cultivos comerciales como cultivo de Tomate riñón y de árbol, que a la vez han acarreado la tecnificación de infraestructura como reservorios, invernaderos y sistemas de riego por goteo con eficiencia en productividad en tomate riñón de 5,37 kg/m<sup>3</sup> y de producción de 3,91 USD/m<sup>3</sup> frente al sistemas de riego convencional (gravedad) de 2,08 kg/m<sup>3</sup> y 1,51 USD/m<sup>3</sup> respectivamente.

### **Recomendaciones**

- Se recomienda hacer un seguimiento de la implementación del proyecto PIT para determinar la incidencia y eficiencia de la tecnificación de los sistemas de riego en esta comunidad con el fin de optimizar el recurso hídrico; más aún si parten como proyectos de organismos estatales como MAGAP, MAE y otros.
- Se sugiere realizar el Plan de Manejo del Bosque protector Peribuela, mediante responsabilidades compartidas entre organismos gubernamentales como MAE, MAGAP y la comunidad de Peribuela, no solo para realizar un cuidado y conservación de los recursos naturales sino para dar un seguimiento y mejor manejo de las fuentes de agua.
- Se sugiere el acompañamiento crediticio de BanEcuador a pequeños productores para dinamizar su producción mediante implementación de tecnificación de riego amigable y accesible al agricultor como el sistema gravitacional ECOGOTEO, con el fin de optimizar el manejo técnico en la conservación del agua de riego y aumentar la productividad de sus cultivos.

## Referencias bibliográficas

- Agencia Europea del Medio Ambiente. (29 de Septiembre de 2016). *La agricultura y el cambio climático*. Obtenido de <http://www.eea.europa.eu/es/senales/senales-2015/articulos/la-agricultura-y-el-cambio-climatico>
- Altieri, M. A., & Koohafkan, P. (2008). *Enduring farms: Climate change, smallholders and traditional farming communities*. Third World Network.
- Aragón, J. P. (2018). *Impacto generado por el canal de riego Peribuela para una agricultura sostenible*. Ibarra - Ecuador.
- Blaney, H. F., & Criddle, W. D. (1950). *Determining water requirements in irrigated areas from climatological and irrigation data*. USDA Servicio de Conservación de Suelos. SCS-TP96. 44 pp.
- BNF. (2016). *Banco Nacional del Fomento, Créditos para actividades productivas*. Quito - Ecuador.
- Bryan, E., Ringler, C., Okoba, B., Roncoli, C., Silvestri, S., & Herrero, M. (2013). Adapting agriculture to climate change in Kenya: Household strategies and determinants. *Journal of Environmental Management* 114, 26 - 35.
- Buckalew, J., James, M., Scott, L., & Reed, P. (1998). *Evaluación de los Recursos de Agua del Ecuador*. Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos de America.
- Cabrera, H., Garcés, M., & Paredes, P. (2012). *Producción de aguas servidas, tratamiento y uso en el Ecuador. Proyecto de desarrollo de capacidades para el uso seguro de aguas servidas en agricultura*. FAO, WHO, UNEP, UNU-INWEH, UNW-DPC, IWMI e ICID.
- Cadena, V. H. (2012). *Hablemos de riego, primera edición*. Ibarra -Ecuador: Creadores gráficos.
- Cadena, V. H. (30 de 01 de 2018). Especialista en sistemas de riego. (F. Basantes, Entrevistador)
- CAMAREN. (2009). Consorcio de Capacitación para el Manejo de los Recursos Naturales Renovables. En *Mesa de Recursos Hídricos*.
- Cando, G. (26 de Enero de 2018). Valoración de sistemas de riego tecnificado parcelario. (F. Basantes, Entrevistador)
- CARE Ecuador. (2010). Estrategia de Cambio Climático. En C. f. Everywhere. Quito - Ecuador.
- Casas, M. (2002). *Los modelos de ecuaciones estructurales y su aplicación en el Índice Europeo de Satisfacción del Cliente*. España: Universidad San Pablo CEU.

- Castro, M. (2002). *Indicadores de Desarrollo Sostenible Urbano. Una aplicación para Andalucía*. Málaga - España: Ph.D. tesis, Universidad de Málaga-Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales,.
- Ceccon, E. (2008). La revolución verde tragedia en dos actos. *Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México*, 21 - 29.
- Cedillo , E., & Calzada, M. (2008). Los sistemas de riego y las semillas mejoradas en la agricultura moderna. *Académicos de la Licenciatura en Planificación para el Desarrollo Agropecuario. Facultad de Estudios Superiores Aragón*.
- CEPAL. (2012). *ECUADOR – CEPAL: Diagnóstico de la Estadística del Agua en Ecuador*. Obtenido de <http://aplicaciones.senagua.gob.ec/servicios/descargas/archivos/download/Diagnostico%20de%20las%20Estadisticas%20del%20Agua%20Producto%20IIIc%202012-2.pdf>
- CEPAL. (2015). *Análisis, prevención y resolución de conflictos por el agua en América Latina y el Caribe, Serie Recursos Naturales e Infraestructura N° 171*. Santiago de Chile: Publicacion de las Naciones Unidas.
- Cevallos, D. (12 de 12 de 2017). Responsable Zonal 1 del proyecto nacional de semillas para agrocadenas estrategicas MAGAP. (F. Basantes, Entrevistador)
- CNA. (2000). *III Censo Nacional Agropecuario Volumen I*. Obtenido de República del Ecuador: [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/CNA/Tomo\\_CNA.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/CNA/Tomo_CNA.pdf)
- Coenders, G. (2005). Temas avanzados en modelos de ecuaciones estructurales. *España: La Muralla*, 1 - 200.
- Constanza, M., Reyes, A., Loaiza, W., & Fajardo, M. (2012). Índice de sostenibilidad del recurso hídrico agrícola. *Revista Gestión y Ambiente, Volumen 15 - No. 2, Agosto de 2012, Medellín ISSN 0124.177X.*, pp 47-58.
- Constitución de la República Del Ecuador. (2008). *ASAMBLEA CONSTITUYENTE*. Quito, Ecuador.
- Coupe, S. (2009). *Impact of Kamayoj (Community-Based Extensionists) in Canchis Province, Cusco Region, Peru, Internal Evaluation Report, Practical Action*. Rugby, RU.
- Cuenca, T. J. (2015). *Desarrollo de un sistema de control predictivo generalizado (GPC) de la distribución de agua en el VI tramo del canal principal de riego Guira de Melena*. La Habana - Cuba: ProQuest ebrary.
- Diamond, J. D. (2005). *How Societies Choose to Fail or Succeed*. Viking Press New York, 592 pp.

- ENCC. (2012). *Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador ENCC 2012 -2025*. Quito - Ecuador: Ministerio del Ambiente.
- Erazo, G., Izurieta, J. C., Cronkleton, P., Larson, A., & Putzel, L. (2014). *El uso de pigue (Piptocoma discolor) por los pequeños productores de Napo, Ecuador: Manejo sostenible de una especie pionera de madera para los medios de vida locales*.
- FAO - GPC. (2011). *Modernización del riego a pequeña escala en la provincia del Carchi*. Tulcán.
- FAO. (2006). *AQUASTAT*. Obtenido de Superficie potencial de riego en Ecuador.
- FAO. (2010). *Climate-Smart Agriculture – Policies, Practices and Financing for Food Security, Adaptation and Mitigation*,. Roma.
- FAO. (2014). *Agriculture's Greenhouse Gas Emissions on the Rise*. Obtenido de <http://www.fao.org/news/story/en/item/216137/icode/>.
- FAO. (2015). Trabajo de la FAO sobre el Cambio Climático. *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el cambio climático 2015*, (págs. 6 - 15).
- FAO. (2016). *Sitio web AQUASTAT. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Accedido el [2016/09/29]. Obtenido de [http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries\\_regions/Profile\\_segments/ECU-WU\\_esp.stm](http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/Profile_segments/ECU-WU_esp.stm)
- Füssel, H. M., & Klein, R. (2006). *Climate Change Vulnerability Assessments: An Evolution of Conceptual Thinking*. Potsdam - Alemania.
- Gallego, A., & Gómez, L. (2011). *Evaluación del impacto de la tarificación del agua de riego sobre la sostenibilidad del regadío: una aproximación a través de indicadores sintéticos*. *Estudios de Economía Aplicada* 28(2): 375 - 404. España: Retrieved from <http://www.ebrary.com>.
- García, M., & Taboada, C. (2010). *Informe del Proyecto Illimani: "Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en comunidades de la cuenca del río Sajhuaya"*. La Paz, Bolivia.
- GPI. (2014). *Gobierno Provincial de Imbabura. Plan Estratégico Institucional 2014-2019*. Ibarra - Ecuador: Pag. 46.
- GWP - FAO. (2013). *TECNOLOGÍAS PARA EL USO SOSTENIBLE DEL AGUA, ASOCIACIÓN MUNDIAL PARA EL AGUA, CAPÍTULO CENTROAMÉRICA ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA*. Tegucigalpa - Honduras.
- GWP-SAMTAC. (2003). *La gobernabilidad de la gestión del agua en el Ecuador. Global Water Partnership- Comité Técnico Asesor para Sud América*.

- Hernández Sampieri, R., Fernández-Colla, C., & Baptista Lucio, M. (2010). *Metodología de la Investigación*. México: Quinta Edición. Mcgraw-Hill / Interamericana Editores.
- Hernández Sampieri, R., Fernandez-Colla, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill Interamericana. Cuarta edición. 882 p.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación (6 ed)*. México: McGraw – Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Hunt, R. (2009). *Sistemas de riego por canales: tamaño del sistema y estructura de la autoridad*. Los Ángeles: Aventuras con el Agua.
- IGM. (2012). *Instituto Geográfico Militar, Cartografía Base*. Quito - Ecuador.
- IICA. (2013). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. En *Cambió el clima: herramienta para abordar la adaptación al cambio climático desde la extensión* (págs. 18 - 20). Montevideo - Uruguay: Imprenta Boscana S.R.L.
- IICA. (2014). Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. En *Estrategia regional para la investigación y adaptación de frijol y maíz dentro de escenarios de cambio climático para los próximos años 2013-2020* (págs. 6 - 8). San José - Costa Rica: Conlith, S.A.
- INAMHI. (2015). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, base de datos histórico 2015*. Quito.
- INEC. (2002). *III Censo nacional agropecuario 2000. Instituto Nacional de Estadística y Censos*.
- INEC. (2010). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos: Encuesta Nacional de empleo, desempleo y subempleo. En *ENEMDU*. Quito - Ecuador.
- INTA. (2012). Instituto Tecnológico de Tecnología Agropecuaria: Caracterización de los sistemas de producción. Buenos Aires - Argentina.
- IPCC. (2001). Cambio Climático. En *Documento técnico IV del IPCC: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático Organización Meteorológica Mundial y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Panel Intergubernamental de Expertos*. Ginebra - Suiza.
- IPCC. (2002). Cambio Climático y Biodiversidad. En *Documento técnico V del IPCC: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático Organización Meteorológica Mundial y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Panel Intergubernamental de Expertos*. Ginebra - Suiza.
- IPCC. (2007). *CAMBIO CLIMÁTICO, 2007: Informe de Síntesis, Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, .* Ginebra - Suiza: 104 pp.

- IREHISA. (2009). *Grupo de Investigación en Ingeniería de Recursos Hídricos y Suelos conceptual ISRHA- Índice de sostenibilidad del manejo del recurso hídrico en el sector agrícola*. Colombia : W. Loaiza & M. P. Fajardo.
- IWMI. (12 de 12 de 2017). *International Water Management Institute ¿Cómo se pueden producir más alimentos con menos agua?* Obtenido de <http://www.iwmi.cgiar.org/>
- Jara, J., & Valenzuela, A. (2008). *Desarrollo de Sistemas de Riego en el Secano Interior y Costero. Componente Nacional: Capacitación y Difusión de Tecnologías de Riego. Necesidades de agua de los cultivos*. Chillán.
- Kabubo, M. J. (2008). Climate change adaptation and livestock activity choices in Kenya: an economic analysis. . *Natural Resources Forum* 32., 131 - 141.
- King, N., & Horrocks, C. (2010). *Interviews in Qualitative Research*. California: SAGE: Thousand Oaks, .
- Lal, R. (2003). Land Degrad. *Dev.* 14, 309–322.
- Lampis, A. (2013). La adaptación al cambio climático: el reto de las dobles agendas. En *Cambio climático, movimientos sociales y políticas públicas* (págs. 29 -30). Santiago de Chile: Primera edición.
- Le Que´re´, C., Moriarty , R., Andrew , R. M., & Pete, G. P. (2014). *Earth System Science. Data Discuss.* 7 , 521–610 pp.
- Lecaros, J. (2011). *El riego por goteo. Seminario internacional de riego y fertirrigación*. Chiclayo.
- Loaiza, W., Reyes, A., & Carvajal, Y. (2012). Aplicación del índice de Sostenibilidad del Recurso Hídrico en la Agricultura (ISRHA) para definir estrategias tecnológicas sostenibles en la microcuenca Centella. *Ingeniería y Desarrollo. Universidad del Norte. Vol 30n° 2*, 160 - 181.
- López, V. H., & Plata, W. (2009). Análisis de los cambios de cobertura de suelo derivados de la expansión urbana de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1990-2000. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM(68)*, 85 - 101.
- Loyo, P., Lalama, A., & Torres, C. (2010). *Gestión Social y Técnica del Agua en Imantag*. Quito-Ecuador.
- MAE. (2017). *Tercera Comunicación Nacional del Ecuador sobre Cambio Climático, Ministerio del Ambiente del Ecuador*. Quito, Ecuador.
- MAGAP – BM – AECID. (2015). *Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca: Proyecto de Irrigación Tecnificada para pequeños y medianos productores*. Quito: Socio Ambiental.

- MAGAP. (2011). *Plan nacional de riego y drenaje 2011-2026*. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Subsecretaría de Riego y Drenaje.
- Martínez, A., & Polioptro, F. (2012). Adaptación al cambio climático: efectos del cambio climático en los recursos hídricos de México. En *Instituto Mexicano de Tecnología del Agua* (págs. 78 -79). México DF - México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Martínez, J., Majó, J., & Casadesús, M. (2010). Los modelos de ecuaciones estructurales en los estudios de los sistemas de información. *VIII Congreso de Turismo y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones-Turitec*. Girona: Turitec,.
- Martínez, P. (2012). Adaptación al cambio climático: Efectos del cambio climático en los recursos hídricos en México. . México: Volumen IV.
- Martínez, S., Mercedes, M., Ortega Blu, A., & Santib, O. (2015). Prácticas conservacionistas de suelo y agua y sus efectos adaptativos sobre los impactos del cambio climático en el secano de Chile.
- Maya, A. (2011). *Operaciones culturales, riego y fertilización: horticultura y floricultura (UF0003)*. España: IC: Editorial. Retrieves from <http://www.ebrary.com>.
- Mintzberg, H., Quinn, J., & Voyer, J. (1997). *El Proceso Estratégico: Conceptos, contextos y casos*. México D.F. México: Prentice-Hall Hispanoamérica, S.A.
- Monje, C. (2011). *Metodología de la Investigación Cualitativa y Cuantitativa*. Bogotá - Colombia: Publicaciones Surcolombiana.
- Natural Resources Council. (2006). Surface temperature Reconstructions for the last 2000 years. Whashington DC - EE.UU.: National Academy Press.
- Olvera - Salgado, M. D., Bahena - Delgado, G., Alpuche - Garcés, Ó., & Carcía - Matías, F. (2014). La tecnificación del riego ante la escasez del agua para la generación de alimentos. Estudio de caso en Chihuahua, México. *Ambiente y desarrollo*, 23 - 36.
- Padilla, L., Puebla, J., & Ceballos M. (2015). ORDEN JURIDICO E INSTITUCIONAL PARA LA ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN DEL IMPACTO DEL CAMBIO CLIMATICO SOBRE LOS HUMEDALES COSTEROS DEL SUR DE TAMAULIPAS. En *Política y Jurídica* (págs. 2 - 3). México.
- Parley, P. G., Camacho, E., Gálmez, V., Holt Gimén, T., Giménez, E., Vargas, M., . . . Tórres, J. (2015). *Informe final del proyecto: Diversificación productiva y optimización en el uso de agua lluvia y suelos con propósito agrícola en tres comunidades susceptibles a sequía en la zona oriental de El Salvador (No. IICA E14)*. Proyecto Red SICTA. El Salvador: IICA.
- Paustian, K., Antle, J. M., Sheehan, J., & Paul, E. A. (2006). *Pew Center on Global Climate Change*. Washington, DC.

- PDOT Imantag. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquia Imantag 2015-2035*. Cotacachi.
- PDOT La Concepción. (2011). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquial rural La Concepción 2011 - 2031*. Ibarra - Ecuador.
- PNACC. (2010). *PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO 2010 - 2014*. Bogotá - Colombia: Departamento Nacional de Planeación.
- PNBV. (2013 - 2017). *Plan Nacional del Buen Vivir, Plan Nacional de Desarrollo / Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo*. Quito - Ecuador: Senplades.
- PNRD. (2011). *Plan Nacional de Riego y Drenaje 2011-2026*. Obtenido de Subsecretaría de riego y drenaje: <http://rrnn.tungurahua.gob.ec/documentos/ver/518d6325bd92eabc15000002>
- PNUMA. (2013). *Tecnologías de Adaptación al Cambio Climático: Sector Agropecuario*. (C. B. de Smith, Trad.) Lima - Perú. doi:978-87-550-3927-8
- Pontius, R. G., Shusas, E., & McEachern, M. (2004). "Detecting important categorical land changes while accounting for persistence". *Agriculture, Ecosystems and Environment*, no. 101, 251 - 268.
- PROBONA. (2002). *Programa Regional de Bosques Nativos Andinos, Plan de Manejo de Bosque Protector de AGUARONGO y su área de influencia*. Cuenca - Ecuador.
- Reyes, A. (2008). *Metodología para la integración social del conocimiento en el marco de las Buenas Prácticas Agrícolas del sector hortifrutícola en cinco municipios del Valle del Cauca* M.S. tesis. Cali, Colombia: Universidad del Valle-Facultad de Ingeniería,.
- Riera, C., & Pereira, S. G. (2013). Entre el riesgo climático y las transformaciones productivas: la agricultura bajo riego como forma de adaptación en Río Segundo, Córdoba, Argentina. *Investigaciones Geográficas N 82*, 52 - 65.
- Rijsberman, F., Manning, N., & Silva, S. (2016). Aumentar la productividad del agua verde y azul, para equilibrar el agua para alimentación y medio ambiente. *Alimentación y medio ambiente. IV Foro Mundial del Agua, Instituto Internacional para Manejo del Agua (IWMI)*.
- Rivera, O. (2016). *ESTAMOS PREPARADOS PARA AFRONTAR EL FENÓMENO DE LA NIÑA? ARTÍCULO DE OPINIÓN No. 73*.
- Rodríguez, A. F., Carmona, E. F., & Cifuentes, H. S. (08 de Octubre de 2017). *ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE COMPETITIVIDAD QUE INFLUYEN EN EL SUBSECTOR DE AUTOPARTES DE COLOMBIA EN COMPARACIÓN CON COREA DEL SUR*. Obtenido de [http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/20632/63121053\\_2016.pdf?sequence=1](http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/20632/63121053_2016.pdf?sequence=1)

- Rosegrant, W., Ximing, C., & Cline, A. (2002). *World Water and Food to 2020: Dealing with Scarcity*, International Food Policy Research Institute, Washington DC - USA. Colombo - Sri Lanka: International Water Management Institute.
- Rosero, M. (15 de 12 de 2017). Constitución del Bosque protector Peribuela, Ministerio del Ambiente. (F. Basantes, Entrevistador)
- Ruddiman, W. F. ( 2005). Plows, Plagues and Petroleum How Humans Took Control of Climate, . *Princeton University Press*,.
- Schlenker, W., & Lobell , D. B. (2010). Robust negative impacts of climate change on African agriculture. . *Environmental Research Letters* , 5 (1).
- Seckler, D., Amarasinghe, U., Molden, D., de Silva, R., & Barker, R. (1998). *World water demand and supply,1990 to 2025: Scenarios and issues*. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute 1998.
- Seckler, D., Barker, R., & Amarasinghe, U. (1999). Water Scarcity in Twenty-First Century. *International Journal of Water Resources Development Vol 15*, 29-42.
- SENAGUA. (2011). *Estado situacional del Ecuador en cuanto al manejo de los recursos hídricos. Oferta y demanda hídrica en Ecuador*. Secretaría Nacional del Agua.
- SENAGUA. (2012). SECRETARÍA NACIONAL DEL AGUA: Diagnóstico de las estadísticas del agua en Ecuador. En *DIAGNÓSTICO DE LA INFORMACIÓN ESTADÍSTICA DEL AGUA* (pág. 81). Quito - Ecuador.
- SENAGUA. (2014). *Calidad del agua en el Ecuador 2011<sup>a</sup>*. Secretaría Nacional del Agua, *Estado situacional del Ecuador en cuanto al manejo de los recursos hídricos 2011b. Oferta y demanda hídrica en Ecuador*. Obtenido de SENAGUA: Recuperado de <http://www.senagua.gov.ec>
- SENAGUA-DHPC. (2013). *Gestión de recursos hídricos en el Ecuador*. Secretaría Nacional del Agua – Demarcación hidrográfica de Puyango Catamayo.
- Silva, E. (2008). *Matriz Vester. Planteamiento y evaluación del problema*. Obtenido de <http://www.mailxmail.com/curso-formulacion-proyectos-productivos/matriz-vester-planteamiento-evaluacion-problema>
- Snyder, R., & Melo-Abreu, J. (2005). *Frost protection: Fundamentals, practice and economics*. Roma: FAO Volume 1 2005.
- Solís, G. R., Novelo, J. N., & Chan, D. J. (2017). La educación ambiental y la cultura de sustentabilidad de dos escuelas preparatorias Environmental education and culture of sustainability in two high schools. *Revista Educación y Ciencia (ISSN 2448-525X)*, 5 - 46.
- Soluciones Prácticas-ITDG. (2010). *Manejo integrado de Recursos Naturales en Alta montaña. Soluciones Prácticas* . Lima, Perú.

- Subsecretaria del Riego y Drenaje. (2016). PROPUESTA DE MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL DEL RIEGO EN EL ECUADOR. En S. N. Agua. Quito - Ecuador.
- TONELLO. (15 de 11 de 2017). *Sistema gravitacional de riego Ecogoteo 250*. Obtenido de <http://www.tonello.ec/frontpage/proyectos.html>
- Tubiello , F. N., Salvatore, M., Golec, R. D., Ferrera, A., Rossi , S., Biancalni , B., . . . Flammini, A. (2014). *Agriculture, Forestry and Other Land Use Emissions by Sources and Removals by Sinks*,. Rome: FAO.
- UNEP. (2010). *Connecting the Dots Biodiversity, Adaptation, Food Security and Livelihoods*. Nairobi.
- Valdivia, R. O. (2002). *The Economics of Terraces in the Peruvian Andes: An application of sensitivity analysis in an integrated assessment model*. Bozeman, Montana,: Montana State University.
- Vargas, E. F., Vargas, N. R., Vargas, R. B., Ramírez, D. B., & Moreno, A. R. (2016). Sustrato y sistema de riego óptimos para la producción de tomate bajo condiciones de invernadero. *I3+*, 3(1), 72-87.
- Vásquez, P., Sacido, M., & Zulaica, L. (2012). TRANSFORMACIONES AGROPRODUCTIVAS E INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD EN LA CUENCA DEL RIO QUEQUÉN GRANDE (PROVINCIA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA), DURANTE LOS PERÍODOS 1988-1998 Y 1998-2008. *BIBLID 0210-5462*, 119-146.
- WWAP 2016 Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas. (2016). *Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2016: Agua y Empleo*. UNESCO.
- Yang, X., & Lo, C. (2002). Using a time series of satellite imagery to detect land use and land cover changes in the Atlanta, Georgia metropolitan area. *International Journal of Remote Sensing*, no. 23(9), 1775-1798.

# ANEXOS

## Anexo 1. Formato de encuesta utilizada en el estudio

### ENCUESTA A SOCIOS DE JUNTA DE AGUA PERIBUELA

La Maestría de Gestión Sustentable de Recursos Naturales de la Universidad Técnica del Norte, en su misión de generar investigación tiene como objetivo El Evaluar las estrategias de adaptación al cambio climático mediante la innovación tecnológica en torno a la inversión realizada en el canal de riego Peribuela en la provincia de Imbabura. La información recopilada será confidencial y solo será utilizada con fines académicos en la investigación del Ing. Fernando Basantes V., maestrante del Instituto de Posgrado de la Universidad Técnica del Norte. Agradezco su colaboración al responder las siguientes preguntas:

Antes de contestar las preguntas léelas cuidadosamente y conteste con absoluta sinceridad. Se mantendrá confidencialidad en sus respuestas. La presente encuesta tendrá una duración aproximada de 25 minutos.

Fecha: 15-07-2017

#### CUESTIONARIO

##### 1. DATOS GENERALES

Identificación del usuario del canal de riego Imantag – Peribuela	
Nombre completo del productor socio de la junta de aguas Peribuela	
Jefe de hogar	H ( ) M ( )
Etnia	Afroamericano ( ) Mestizo ( ) Montubio ( ) Indígena ( ) Blanco ( )
Sexo	Masculino ( ) Femenino ( )

##### 2. COMPOSICIÓN DE LA FINCA

TENENCIA DE LA TIERRA	NÚMERO DE Ha	DISTRIBUCIÓN DE LA FINCA	PRINCIPALES CULTIVOS QUE SIEMBRA	AGUA DE RIEGO	Caudal recibido cada 16 días (m <sup>3</sup> )	Horas / ha
Propia:		Agricultura Ha ( )		Si		
De familiares prestada:		Ganadería Ha ( )		No		
Arrendada:		Forestal Ha ( )				
Al partir:		No explotada Ha ( )		Tiene reservorio:		
		Otra actividad Ha ( )		Si		
				No		

##### 3. CARACTERIZACIÓN E INNOVACIÓN DE RIEGO ANTE LA IMPLEMENTACIÓN DEL CANAL DE RIEGO

Pregunta	Respuesta				
De acuerdo a su criterio de importancia, cómo le calificaría al proyecto del canal de riego de acuerdo a la escala?	Antes de la implementación				
	Nada importante	Poco importante	Medianamente importante	Importante	Muy importante
	1	2	3	4	5

1 Nada importante hasta 5 Muy importante?	<b>Después de la implementación</b>						
	Nada importante	Poco importante	Medianamente Importante	Importante	Muy importante		
	1	2	3	4	5		
A su criterio: ¿Qué beneficio existió a partir de la construcción del canal de riego Peribuela? Asigne un valor de acuerdo a la escala	<b>Social</b>	Nada importante	Poco importante	Medianamente Importante	Importante	Muy importante	
		1	2	3	4	5	
	<b>Económico</b>	Nada importante	Poco importante	Medianamente Importante	Importante	Muy importante	
		1	2	3	4	5	
	<b>Político</b>	Nada importante	Poco importante	Medianamente Importante	Importante	Muy importante	
		1	2	3	4	5	
	<b>Tecnológico</b>	Nada importante	Poco importante	Medianamente Importante	Importante	Muy importante	
		1	2	3	4	5	
¿Con la implementación del canal de riego Peribuela considera Ud. ha existido un reemplazo de los sistemas de riego tradicionales por nuevos cultivos? Señale en qué medida	<b>SI</b>			<b>NO</b>			
		Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	
		1	2	3	4	5	
¿Cuáles cultivos son los que tienden a incrementarse en la comunidad de Peribuela?							
¿Los cultivos descritos en la anterior pregunta son mayormente demandantes de agua? Indique según la escala:	<b>SI</b>			<b>NO</b>			
		Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	
		1	2	3	4	5	
¿Desde su perspectiva, con el canal de riego se ha mejorado la condición de los sistemas de riego en los beneficiarios?	<b>SI</b>			<b>NO</b>			
		Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo	
		1	2	3	4	5	
Que dificultades han visto superadas con la implementación del canal de riego en la Comunidad de Peribuela? Señale según la escala:	<b>Social</b>	Nada importante	Poco importante	Medianamente Importante	Importante	Muy importante	
		1	2	3	4	5	
	<b>Económico - Productivo</b>	Nada importante	Poco importante	Medianamente Importante	Importante	Muy importante	
		1	2	3	4	5	
	<b>Tecnológico</b>	Nada importante	Poco importante	Medianamente Importante	Importante	Muy importante	
		1	2	3	4	5	
	¿Desde la implementación del canal, indique si existen deficiencias en su estructura como acequias secundarias, compuertas,	<b>SI</b>			<b>NO</b>		
			Definitivamente no	Probablemente no	No estoy seguro	Probablemente si	Definitivamente si
		1	2	3	4	5	

boca toma etc.? Juzgue según la escala:	Indique que deficiencias				
¿Existen conflictos según la escala entre los comuneros beneficiados por el canal de riego?, O ¿Con instituciones?	<b>SI</b>		<b>NO</b>		
	Definitivamente no	Probablemente no	No estoy seguro	Probablemente si	Definitivamente si
	1	2	3	4	5
¿Existen algún plan de modernización de los sistemas de riego que hayan sido mencionadas por las autoridades seccionales, provinciales para la comunidad de Peribuela?	Indique que conflictos				
	<b>SI</b>		<b>NO</b>		
	Definitivamente no	Probablemente no	No estoy seguro	Probablemente si	Definitivamente si
	1	2	3	4	5

En la siguiente tabla, juzgue con un visto de acuerdo a la escala de frecuencia (valor desde 1 Nunca hasta 5 Siempre) el nivel de presencia de los problemas o conflictos en la generación, distribución y almacenamiento del recurso hídrico en la comunidad de Peribuela.

Actualmente en la Comunidad de Peribuela existen problemas o conflictos por:	Nunca	Casi nunca	A veces	Con frecuencia	Siempre	Observaciones: Indique cuales en cada caso
	1	2	3	4	5	
La generación del agua de riego para la comunidad?						
La distribución de agua de riego para la comunidad?						
El almacenamiento de agua de riego para la comunidad?						

#### 4. FACTIBILIDAD DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DE REGADÍO EN PERIBUELA (Para personas que no tiene un sistema de riego)

Pregunta	Respuesta				
Si Ud. tendría acceso a un crédito para innovar su sistema de riego por uno más tecnificado, estaría de acuerdo a invertir para mejorar su producción?	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Ni en acuerdo ni desacuerdo	De acuerdo	Muy de acuerdo
	1	2	3	4	5
Actualmente cual es la necesidad del por qué invertiría en un sistema de riego. Elija de entre las opciones y categorice el nivel de importancia en cada opción 1 muy importante hasta 5 poco importante.	Mejorar la productividad	Incrementar los ingresos	Obtener mejores productos	Tecnificar su terreno	Optimizar el recurso agua
	Otro:.....				

¿Qué sistema le interesaría implementar en su finca para optimizar el recurso agua, para sus cultivos? Elija de entre las opciones y categorice el nivel de importancia en cada opción 1 muy importante hasta 5 poco importante.	Goteo	Aspersión	Micro aspersión	Pivotes	Por Gravedad o inundación o agua corrida
	Otro:.....				
¿Qué dificultades tendría Ud. para implementar un sistema de riego?	Falta de presupuesto	Manejo de sistemas de riego	Acceso a crédito agrícola	Falta de visión	Falta de capacidad de pago
	Otro:.....				
Es una prioridad para Ud. el innovar su riego para tener una mejor productividad de sus cosechas por medio de un sistema de riego adecuado? Indique su necesidad de acuerdo a la escala	Muy prioritario	Prioritario	Medianamente prioritario	Poco Prioritario	Nada Prioritario
	1	2	3	4	5
¿Qué tipo de cultivo implementaría Ud en su predio para colocar un sistema de riego adecuado? Coloque en orden jerárquico 5 posibles cultivos que implementaría Ud.					
	1	2	3	4	5
¿Indique su disposición al endeudamiento por un sistema de riego. 1 Ninguna disposición _____ 5 Gran disposición?	Definitivamente no	Probablemente no	No estoy seguro	Probablemente si	Definitivamente si
	1	2	3	4	5

5. De acuerdo a diferentes tipos de escalas se medirá el Índice de Sostenibilidad del Recurso Hídrico Agrícola (ISRHA) en la comunidad de Peribuela, esta parte se enfocará a medir 3 contextos de análisis como son Presión, Estado y Resultado en cuanto al manejo del Recurso Hídrico en esta localidad.

Contexto	Pregunta	Respuesta				
<b>PRESION</b>	¿Utiliza algún sistema de riego para sus cultivos? Y de ser positiva sus respuesta que porcentaje de terreno posee este sistema?	SI		NO		
		Goteo:	Aspersión	Micro aspersión	Por gravedad	Otro
	Si la anterior pregunta es positiva ¿Cuál es el costo de operación del sistema de riego? Sino pase a la siguiente pregunta	Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
		1 - 5 usd	5 - 8 usd	8 - 10 usd	10 - 12 usd	>12 usd
		Estimado _____ USD / mes				
Mencione de acuerdo a la escala temporal con qué frecuencia existen ausencias de precipitaciones (lluvias) en periodos invernales en Peribuela	Nunca	Casi nunca	A veces	Con frecuencia	Siempre	
	1	2	3	4	5	
	Nunca	Casi nunca	A veces	Con frecuencia	Siempre	
	1	2	3	4	5	
	SI		NO			
Mencione de acuerdo a la escala temporal con qué frecuencia existen ausencias de sol en periodos de verano en Peribuela	Nunca	Casi nunca	A veces	Con frecuencia	Siempre	
	1	2	3	4	5	
	Nunca	Casi nunca	A veces	Con frecuencia	Siempre	
	1	2	3	4	5	
	SI		NO			

<b>ESTADO</b>	¿La comunidad tiene actividades de conservación del canal de riego Peribuela tales como limpiezas del canal, conservación de bosques, etc.?	<b>Nunca</b>	<b>Casi nunca</b>	<b>A veces</b>	<b>Con frecuencia</b>	<b>Siempre</b>
		1	2	3	4	5
	A su criterio pondere según la escala de likert el ingreso económico mensual de la producción agrícola que su terreno genera en un año medio?	<b>Muy Bajo</b>	<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>	<b>Muy alto</b>
		1	2	3	4	5
		Estimado _____ USD				
	Ud. realiza alguna actividad para conservar y optimizar el agua de riego dentro de su terreno? Tales como construir un reservorio, canales internos revestidos.	<b>SI</b>		<b>NO</b>		<b>Indique cuales</b>
		Reservorio	Canales internos	Cosecha de agua	Terrazas	Reutilización de agua
	El canal de riego Peribuela, le ha llenado a Ud. todas las expectativas en cuanto a la distribución del agua en la comunidad para la producción agrícola? Valore de acuerdo a la escala	<b>Nada</b>	<b>Casi nada</b>	<b>Parcialmente</b>	<b>Casi totalmente</b>	<b>Totalmente</b>
		1	2	3	4	5
	De acuerdo a su criterio de valoración Actualmente qué importancia le han dado los organismos del estado o privados para la conservación del recurso agua en Peribuela?	<b>Muy Bajo</b>	<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>	<b>Muy alto</b>
	1	2	3	4	5	
¿El agua de riego tiene algún costo para Ud.?	<b>SI</b>		<b>NO</b>			
	_____ USD/m3					
<b>RESULTADO</b>	Por medio de su percepción el agua de riego del canal Peribuela es de calidad para el riego de sus cultivos? Evalúe de acuerdo a la escala de calidad					
				calidad		
	Ud. realiza actividades que eviten la erosión del suelo?	<b>SI</b>		<b>NO</b>		<b>Indique cuales</b>
		Terrazas	Cultivos en contra de pendiente	Riego tecnificado	Arado en contra de pendiente	Uso de Invernaderos
	¿Las decisiones de la junta de aguas de Peribuela son siempre tomando en cuenta la opinión de los socios? Marque según la escala de importancia	<b>Nada</b>	<b>Casi nada</b>	<b>Parcialmente</b>	<b>Casi totalmente</b>	<b>Totalmente</b>
	1	2	3	4	5	
Según la escala de desempeño ¿A su criterio como está organizada la junta de Aguas de Peribuela?						

	Asu criterio califique según la escala como se encuentra organizada la comunidad para la distribución del agua en la comunidad.	Malo	Deficiente	Bueno	Muy Bueno	Excelente
		1	2	3	4	5

## 6. DETALLE DEL ENCUESTADO

NOMBRE				NÚMERO DE CÉDULA	FIRMA	
Jefe de hogar	Edad Años	Estado civil	Número de hijos	Nivel de educación	Actividad económica	
Si		Casado		Ninguna	Ninguna	
		Soltero		Primaria	Trabajo en finca propia	
No		Viudo		Secundaria	Trabajo asalariado dentro de la comunidad	
		Divorciado		Superior	Trabajo asalariado fuera de la comunidad	
						Negocio propio

## Anexo 2. Formato de grupo focal

### GRUPO FOCAL

#### Maestría d e Gestión Sustentable de Recursos Naturales de la Universidad Técnica del Norte.

Estimado panelista, este grupo focal tiene como finalidad evaluar las estrategias de adaptación al cambio climático mediante la innovación tecnológica en torno a la construcción del canal de riego Peribuela en la provincia de Imbabura.

La información recabada servirá para contar con datos actualizados y caracterizar la innovación de regadío como medio de adaptación ante el cambio climático generado por el canal de riego Peribuela. Esta información recopilada será confidencial y solo será utilizada con fines académicos en la investigación del Ing. Fernando Basantes V, maestrante de la Universidad Técnica del Norte.

Agradezco su colaboración al participar en este evento.

#### 1. DATOS GENERALES

TEMA:	Innovación tecnológica de regadío como medio de adaptación al cambio climático en el canal de riego Peribuela.			
Área de medición:	Innovación tecnológica para el manejo de los Recursos Naturales			
OBJETIVO:	Obtener información para caracterizar la innovación de regadío como medio de adaptación ante el cambio climático.			
Participantes:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MAGAP Directora de Riego para la zona norte</li> <li>• SENAGUA, Planificación</li> <li>• UTN, docente de riegos y manejo hídrico</li> <li>• Presidente Junta de Parroquial de Imantag</li> <li>• Gobierno Provincial de Imbabura, Dirección de Recursos Hídricos</li> <li>• Consultor privado de Riego</li> </ul>			
Número de participantes:	6 actores involucrados en proyectos de riego de Imbabura			
Herramienta metodológica:	Grupo focal			
Tiempo requerido:	180 minutos por favor vaciar todos los documentos de vinculación del proyecto en mención en esta carpeta en formato PDF con firmas y sellos escaneados			
Desarrollo y programación:	<b>Horario</b>	<b>Actividad</b>	<b>Responsable</b>	<b>Cargo</b>
	10H00 – 10H15	Saludo y Bienvenida	Ing. Fernando Basantes V.	Investigador
	10H15 – 10H30	Introducción al Grupo Focal respectivo	Ing. Fernando Basantes V.	Investigador
	10H30 – 11H30	Trabajo de Panel	Participantes	Representantes de las instituciones invitadas
	11H30 – 11H45	Coffe Break	Srita. Evelín Vega, Srita. Katerine Mejía	Asistentes de Investigación del proyecto

	11H45 – 13H00	Trabajo de Panel	Participantes	Representantes de las instituciones invitadas
	13H00		Cierre de la actividad	

## 2. PREGUNTAS GUÍAS

1. ¿Cuál es su perspectiva en cuanto al estado de la infraestructura de regadío en Peribuela? (Canal, Revestimiento, Reservorios, etc.)
2. ¿Qué estrategias ante el cambio climático considera presentes en los sistemas de producción de Peribuela?
3. ¿Qué problemas existen en la generación del agua en el canal de riego Peribuela?
4. ¿Qué problemas existen en el almacenamiento del agua en el canal de riego Peribuela?
5. ¿Qué problemas existen en la distribución del agua en el canal de riego Peribuela?
6. ¿Cuál es la perspectiva a corto mediano y largo plazo, la implementación de sistemas de riego en la zona?

## 3. ACTORES CLAVES PARTICIPANTES EN EL PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN A TRAVÉS DEL GRUPO FOCAL.

#	Nombre y apellido	Institución	Cargo	Firma
1	Dr. Marco Echeverría	SENAGUA	Director Planificación	
2	Ing. Pedro Loyo	GAD IMBAURA	Director de Recursos Hídricos	
3	Ing. Yesenia Tiaguro	MAGAP ZONA1	Directora de riego	
4	Sr. Miguel Ramos	Junta Parroquial Imantag	Presidente de Junta Parroquial	
5	Ing. Víctor Hugo Cadena	Consultor independiente	Ex docente universitario y Capacitador en temas hídricos	
6	Ing. Jorge Ramírez	Universidad Técnica del Norte	Docente de Recursos hídricos	

Gracias por su colaboración

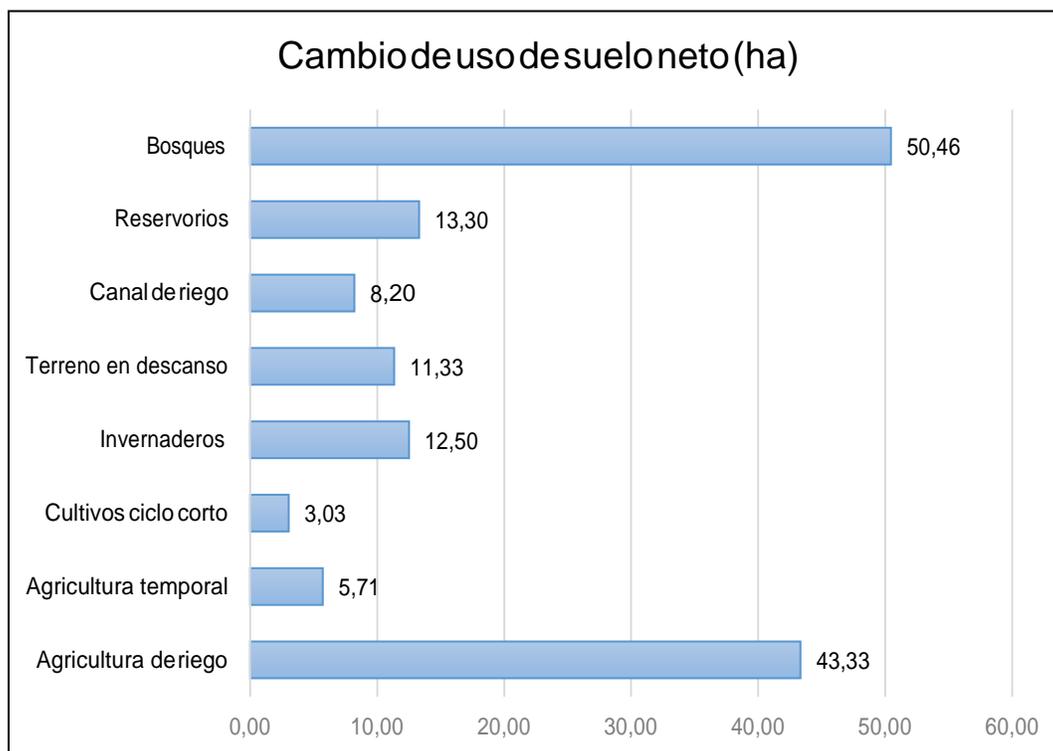
Anexo 3. Nómina de usuarios del canal de riego Peribuela (Junta de riego)

Nº	Nombre Apellido	ha	Nº	Nombre Apellido	ha	Nº	Nombre Apellido	ha
1	Agustín Chávez	11	41	Javier Cabascango	2,5	81	Neptalí Proaño	1
2	Alberto Cabascango	2	42	Javier Quemag	0,5	82	María Laura Rivera	15
3	Alejandro Cabascango	4	43	Jesús Pasquel	1	83	Matilde Cachimuel	2,5
4	Alfonso Escanta	3	44	Jorge Chávez	2,5	84	Mercedes Cabascango	6
5	Alfonso Tamba	3	45	Jorge Rivadeneira	0,25	85	Mercedes Farinango	13
6	Alicia Changuan	1	46	Jorge Silva	1	86	Miguel Cachimuel	4
7	Amelia de la Cruz	3	47	José Antonio Paucar	4	87	Miguel Rivera	8
8	Amelia Lita	1	48	José Fausto Chávez	1	88	Olger Emilio Naranjo	1
9	Andrés Túquerrez	5	49	José Luis Paucar	2,5	89	Ramiro Reyes	0,5
10	Angelinta Cotacachi	2	50	José María Cabascango	1	90	Ramiro Tana	1
11	Anita Cachimuel	2	51	José María Chávez	6	91	Ramiro Zapata	1
12	Antonio Cotacachi	2,5	52	José María Chávez Cevallos	4	92	Raúl Masacela	3
13	Antonio de la Cruz	7	53	José Miguel Cabascango	0,25	93	Virginia Rivera	2
14	Antonio Rivera	8	54	José Nicolás Chávez	1,5	94	René Zapata	0,25
15	Aurelio Cabascango	4,5	55	Juan de la Cruz de la Cruz	2,5	95	Ricardo Cabascango	0,25
16	Carlos Rivera	1,5	56	Juan Guerrero	1	96	Ricardo Lita	0,5
17	Carlos Sánchez	2,5	57	Juan Manuel de la Cruz	2	97	Rita Inés Guerrero	3
18	Cayetano Lita	5	58	José María Chávez Chávez	1	98	Rosa Chávez Rivera	2
19	Celio Cabascango	0,5	59	Juan María Escanta	8	99	Rosa Imelda Rivera	1,5
20	Delia Cabascango	1	60	Juan Paucar Menacho	1	100	Rosario Tuquerrez	0,5
21	Digna Paucar	2	61	Juan Terán	3	101	Rubén Chávez	1
22	Edison Espinoza	3	62	Juan Viracocha	2	102	Sandra Chávez	2
23	Eduardo Cabascango	1	63	Julio Cabascango	2	103	Segundo Paucar	0,25
24	Efraín Cabascango	15	64	Luis Escanta	1	104	Segundo Cabascango	1
25	Erasmo Quistanchala	2,5	65	Luis Espinoza	2	105	Segundo Cabascango L.	3
26	Ernesto Cabascango	6	66	Luis Germán Cabascango	1	106	Segundo Cachimuel	1
27	Escuela M.H.E.	13	67	Luis Valencia	3	107	Segundo Obando	3
28	Fabián Cifuentes	4	68	Luis Valencia Yacelga	1	108	Susana Delgado	0,5
29	Fernando Ramos	8	69	Luis Caisa	2,5	109	Tránsito Lita	2
30	Francisco Portilla	1	70	Manuel Jesús Cabascango	2,5	110	Verónica Tuquerrez	4
31	Elías Túquerrez	0,5	71	Manuel Jesús Chávez	6,8	111	Vicente Pasquel	0,25
32	Galo Zapata	1	72	Manuel Jesús Chávez T.	8	112	Víctor Montalvo	0,5
33	Germán Portilla	1	73	Margarita Rivera	4,5	113	Vinza Pasquel	1
34	Gerónimo Ramos	5	74	María Azucena Paucar	1,5	114	Wilson Pozo	1
35	Guillermo Cevallos	7	75	María Blanca Rivera	2,5	115	Wilson Rivera	0,5
36	Gustavo Saltos	0,25	76	María Genoveva Chávez	5	116	William Cabascango	0,5
37	Gustavo Torres	0,25	77	María Inés Chávez	0,5	117	Yolanda Vinuesa	3
38	Heriberto Cabascango	1	78	María Juana Cabascango	1	118	Raúl Rivera	2
39	Hugo Tello	6	79	María Juana Chávez C.	2	119	Nancy Beatriz Saltos	0,25
40	Inés Cárdenas	4	80	Mesias Cabascango	3		<b>Total</b>	<b>342,05</b>

Anexo 4. Matriz de tabulación cruzada cambio de uso de suelo Peribuela 1982 – 2016

1982	2016									
	Agricultura de riego	Agricultura temporal	Cultivos ciclo corto	Invernaderos	Terreno en descanso	Canal de riego	Reservorios	Bosques	Total 1982	Pérdidas
Agricultura de riego	25,00	0,00	2,60	0,00	3,89	0,00	0,00	3,59	35,08	10,08
Agricultura temporal	15,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,00	15,00
Cultivos ciclo corto	0,00	10,59	0,68	0,00	0,00	0,20	0,50	0,20	12,17	11,49
Invernaderos	0,00	0,00	5,42	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00
Terreno en descanso	6,15	5,12	0,00	0,00	30,82	0,00	0,00	5,45	47,54	16,72
Canal de riego	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	10,00	0,00
Reservorios	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	8,00	5,30	3,30	18,10	12,80
Bosques	32,26	5,00	6,50	12,50	0,00	0,00	25,60	0,00	81,86	56,26
Total 2016	78,41	20,71	15,20	22,50	36,21	18,20	31,40	12,54	229,75	
Ganancias	53,41	20,71	14,52	12,50	5,39	8,20	26,10	12,54		

Anexo 5. Cambio neto (ha) de uso de suelo en la comunidad Peribuela 1982 – 2016



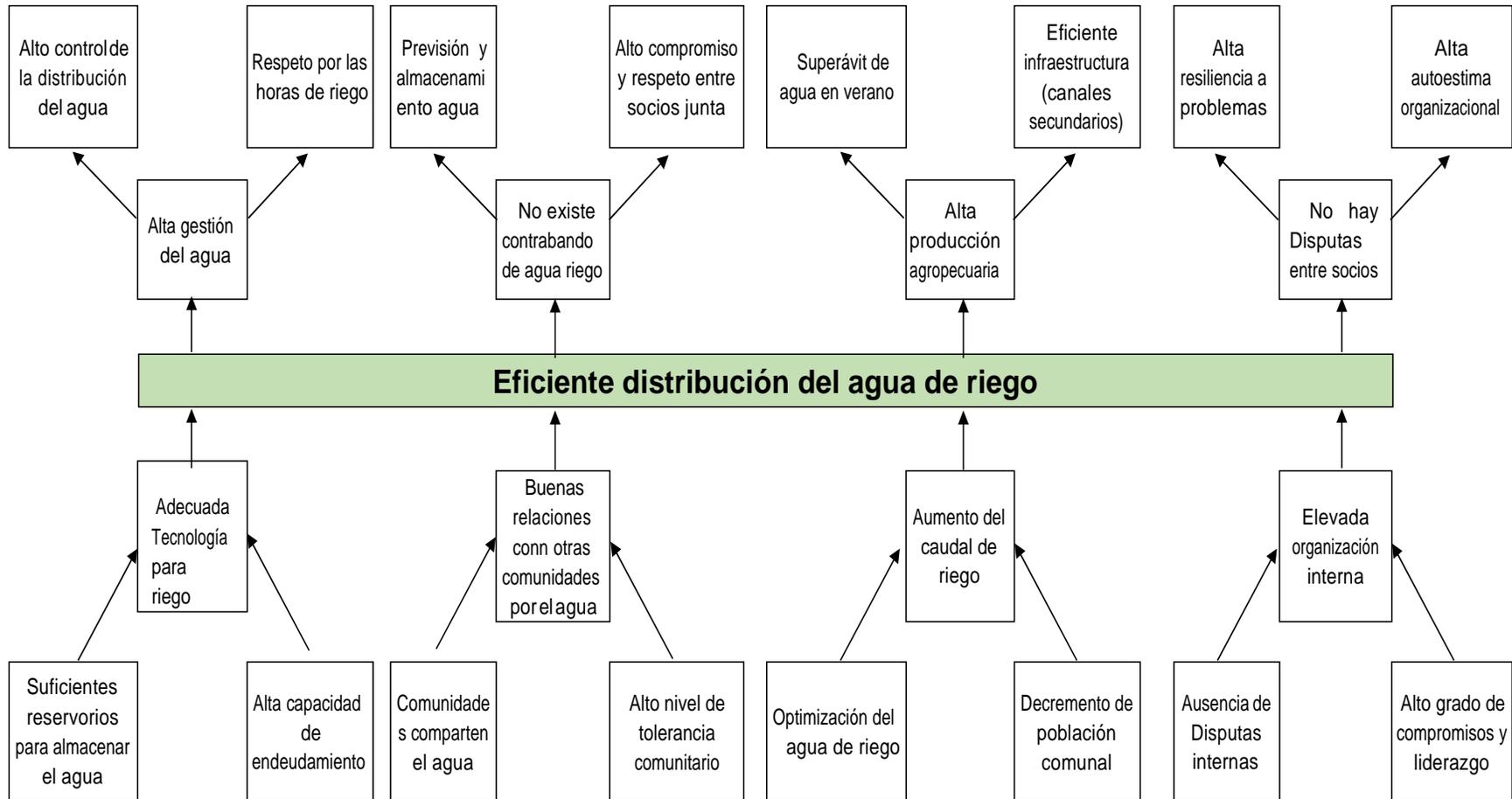
Anexo 6. Matriz Vester de problemas con base a la generación, distribución y almacenamiento del riego en Peribuela

		INCIDENCIA															
		Deficiente distribución del agua de riego	Irrespeto por las horas de riego	Contrabando de agua	Escasas de agua en verano	Animales muertos en boca toma del canal	Disputas entre socios	No se reserva el agua de riego	Contaminación del agua	Fugas en el trayecto del canal de riego	Pocos reservorios en la comunidad	Conflictos con otras comunidades por el agua	Disminución del caudal de riego	Falta de organización interna	Ultimos socios no abastecen el caudal de riego	Ausencia de tecnología para riego	Activos {x}
P1	Deficiente distribución del agua de riego	0	2	1	0	0	3	2	0	3	2	1	0	1	2	0	17
P2	Carencia del cumplimiento de horarios de riego	3	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	8
P3	Contrabando de agua	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	2	1	1	0	0	8
P4	Desbordamiento del agua por derrumbes	1	0	0	0	0	2	2	0	0	0	1	0	0	0	0	6
P5	Animales muertos en boca toma del canal	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
P6	Disputas entre socios como efecto consecuente de otro	2	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	8
P7	Falta de canales secundarios para riego	2	2	2	2	0	0	0	0	1	3	0	1	1	0	3	17
P8	Contaminación del agua por pesticidas	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
P9	Fugas en el trayecto del canal de riego	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	5
P10	Falta de interés por el almacenamiento del agua	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6
P11	Conflictos con otras comunidades por el agua	2	1	2	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	9
P12	Disminución del caudal de riego	0	0	2	2	0	0	1	0	1	0	2	0	0	3	0	11
P13	Poca capacidad de almacenamiento por unidad productiva	3	3	2	0	1	2	1	1	1	1	1	0	0	1	1	18
P14	Ausencia de tecnología para riego	2	2	1	1	0	1	0	0	1	0	2	1	0	0	0	11
P15	Falta de manejo agroforestal en bocatoma	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	3
Pasivos {y}		17	15	17	10	2	12	8	3	8	6	5	8	6	7	6	

Anexo 7. Matriz FODA (Matriz de formulación estratégica para el análisis)

		FACTORES INTERNOS	
		FORTALEZAS	DEBILIDADES
FACTORES EXTERNOS		F1 Alto conocimiento de prácticas ancestrales	D1 Limitado avance de innovación y tecnología de riego
		F2 Alto porcentaje de tenencia de tierra	D2 Agricultura de subsistencia
		F3 Tierras aptas para la agricultura	D3 Limitado acceso al financiamiento
		F4 Acceso al agua de riego	D4 Inadecuada gestión del agua de riego
		F5 Alto nivel de organización comunitaria	D5 Migración de mano de obra a la ciudad
		F6 Administración de riego por Junta de aguas	D6 Baja productividad y rentabilidad
		F7 Condiciones climáticas idóneas para la agricultura de montaña	D7 Riesgo de erosión por uso de riego por gravedad
		F8 Alta inversión en infraestructura (canal riego)	D8 Débil cadena de comercialización
OPORTUNIDADES	O1 Acceso a créditos y financiamiento BanEcuador	<p><b>Potencialidades:</b></p> <p>Potenciamiento de la productividad mediante la innovación tecnológica de riego con créditos comunitarios.</p> <p>Fortalecimiento de la administración del agua para riego mediante la articulación y capacitación de actores.</p>	<p><b>Desafíos:</b></p> <p>Apoyo a la implementación y capacitación de innovación tecnológica del riego para mejorar la producción de alimentos de primera necesidad.</p> <p>Apoyo en la capacitación de la gestión del agua de riego mediante instituciones seccionales estatales de agricultura y ambiente.</p>
	O2 Producción de alimentos de primera necesidad		
	O3 Comunidad abierta a políticas públicas estatales		
	O4 Acceso a seguros agrícolas por adversidad climática		
	O5 Apoyo institucional externo MAGAP, GAD Imbabura; GAD Imantag		
	O6 Articulación de comercialización mediante organismos estatales		
AMENAZAS	A1 Resistencia de los agricultores al cambio	<p><b>Riesgos:</b></p> <p>Potenciamiento de programas de asociatividad de productores.</p> <p>Potenciamiento de la organización comunitaria para fortalecer los recursos naturales de la comunidad.</p>	<p><b>Limitaciones:</b></p> <p>Programa de asociatividad comunitaria para emprendimientos agropecuarios en la comunidad.</p> <p>Programas de transferencia de tecnología agropecuaria mediante convenio de apoyo inter institucionales.</p>
	A2 Fenómenos naturales adversos (cambio climático)		
	A3 Conflictos sociales por expectativas frustradas de la población		
	A4 Riesgo de sequía en la fuente de captación de agua		
	A5 Constante cambio de precios e insumos		
	A6 Comercialización deficiente		
	A7 Propagación de plagas y enfermedades		

## Anexo 8. Árbol de objetivos



Anexo 9. Registro fotográfico desarrollo fase de campo en Peribuela

Canal principal de riego Peribuela



Reservorio de 60 m<sup>2</sup> para cultivo de tomate de árbol



Reservorio comunitario para almacenamiento del agua proveniente de la boca toma



Sistema de goteo para cultivo de tomate riñón bajo invernadero



Infraestructura de invernadero para cultivo de tomate riñón



Socios en reunión convocada por la junta de agua Peribuela



Actividades de encuesta a los socios de la junta de agua Peribuela



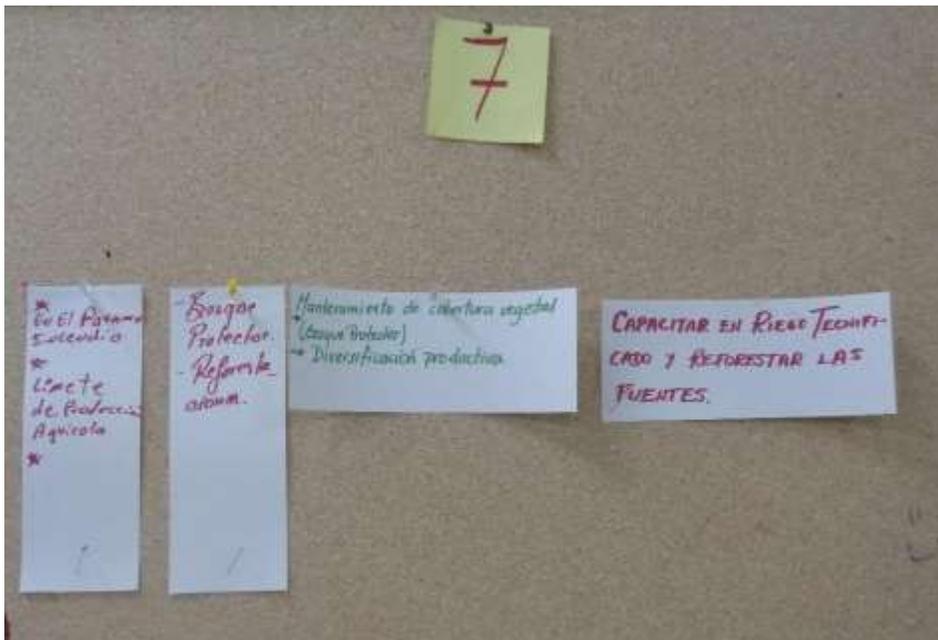
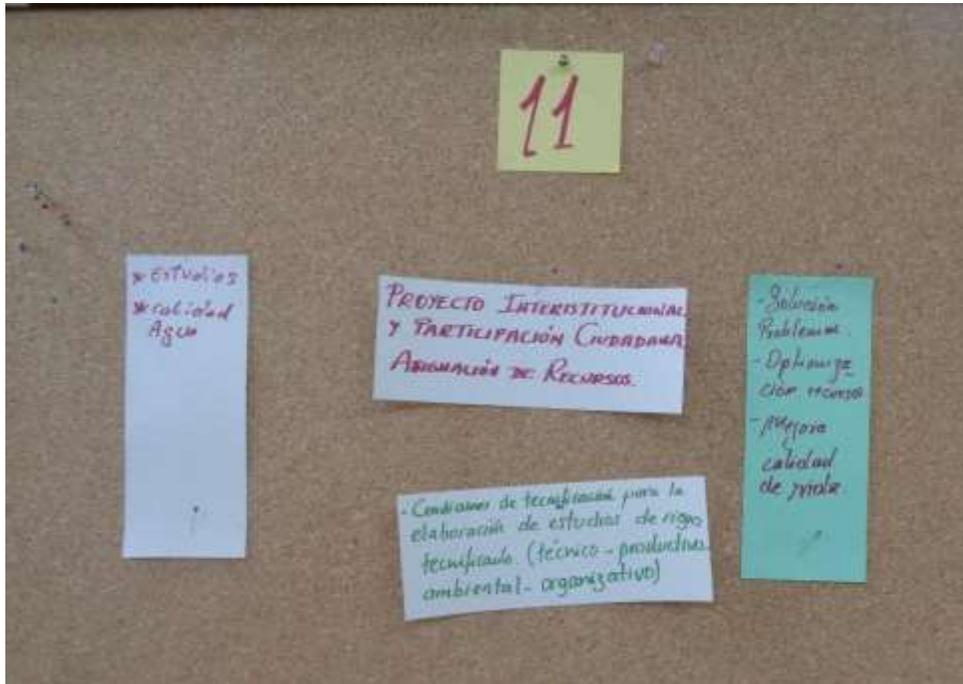
Actividades del grupo focal  
Panelistas invitados a participar del grupo focal

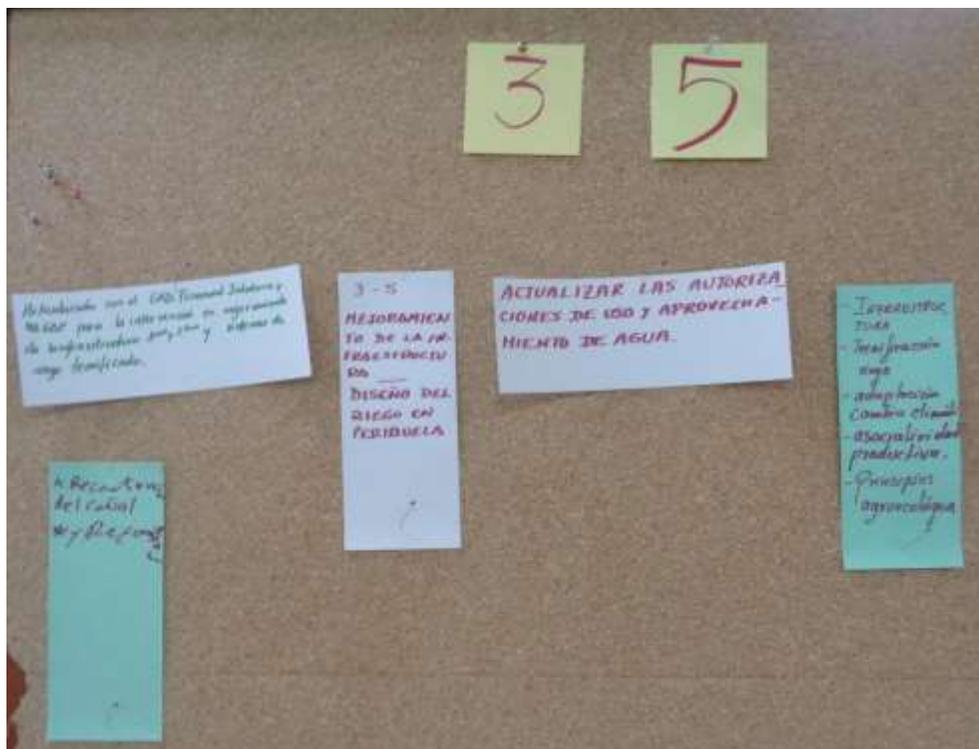
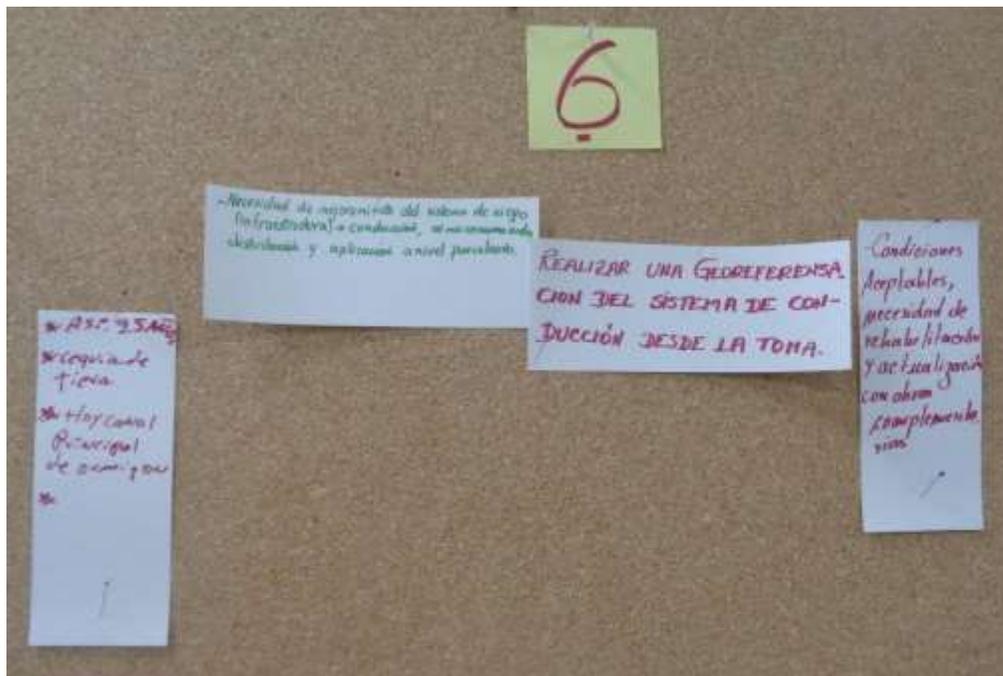


Desarrollo de la participación del grupo focal



Acuerdos mediante la participación grupal de los panelistas expertos





Anexo 10. Categoría de tecnología, estrategia y línea de acción de la propuesta de adaptación al cambio climático en Peribuela

Categoría de Tecnología	Estrategias	Línea de acción
<p>• <b>Uso Gestión Sustentable del Agua</b></p> <p>• <b>Desarrollo de Capacidades</b></p> <p>• <b>Organización de Actores</b></p>	1. Plan de manejo del Bosque Peribuela	<b>Generar turismo comunitario:</b> Por medio del impulso del turismo sostenible en el bosque protector de Peribuela, como diversificación y alternativa económica; generaría la protección y manejo de los recursos naturales (fuentes de agua), así como oportunidades y capacidades de responder favorablemente, ayudándoles a ser resilientes.
	2. Cosecha de Agua de Lluvia	<b>Almacenar agua lluvia:</b> Mediante cisternas, subterráneas o bolsas sobre el suelo para contener el agua para luego disponer cuando el cultivo lo necesite.
	3 Captación del caudal de riego asignado mediante la construcción de reservorios	Construcción de reservorios con capacidad para 215 m3
	4. Optimización del agua mediante sistemas de riego como Aspersión y Goteo	<b>Innovación tecnológica de riego:</b> Principal herramienta para optimizar el agua, es decir, regar menos y producir más, hace que el riego sea más eficiente en sistemas de producción local. Adaptar sistemas a la comunidad amigables, sencillos y prácticos como los sistemas Eco goteo 250, 500 y 1000 (Kit de riego parcelario de goteo).
	5. Optimización del agua mediante técnicas de riego parcelario	<b>Aplicación de técnicas de riego parcelario:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Riego en camas: camas anchas con surcos bajos permite un humedecimiento horizontal del perfil donde se encuentran las raíces.</li> <li>• Riegos por surcos alternos: consiste en regar dejando un surco sin regar, al siguiente riego el agua se aplica en el surco no regado.</li> <li>• Realizar mediciones de aforo de caudal mensual.</li> </ul>
	6. Capacitación al agricultor sobre los sistemas de riego tecnificados	<b>Capacitación en riego eficiente:</b> Promover procesos de enseñanza aprendizaje a los regantes de Peribuela en el uso, instalación y manejo de sistemas nuevos de riego.
	7. Escuelas de campo para Agricultores	<b>Empoderamiento de estrategias a los actores:</b> Formación de jóvenes líderes en la comunidad para ejecución, seguimiento y evaluación de las líneas de acción y enfrentar mediante la práctica los embates del clima. Ayuda a identificar y seleccionar las estrategias apropiadas en respuesta a los impactos observados de la variabilidad del clima en los medios de vida local.
	8. Extensionistas Comunitarios	<b>Vincular a las Universidades de la región:</b> Para contribuir con investigaciones y desarrollo de actividades de capacitación a la población como estrategia de capacitación al productor frente al cambio climático.