



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

## **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

### **CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE**

#### **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

**“REVISIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE CONSERVACIÓN DE AGUA  
PARA CONSUMO Y RIEGO Y SU POTENCIAL APLICACIÓN EN LA  
CUENCA ALTA DEL RÍO PASTAZA”.**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniera en Medio  
Ambiente

**Autora:**

Silva Caiza Lorena Yajaira

**Tutora:**

Ruiz Depablos Joseline Profa. M.Sc.

**LATACUNGA – ECUADOR**

**Marzo 2022**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Lorena Yajaira Silva Caiza con cédula de ciudadanía No. 1723961288, declaro ser autora del presente proyecto de investigación: “**Revisión de las tecnologías de conservación de agua para consumo y riego y su potencial aplicación en la cuenca alta del río Pastaza**”, siendo la Profesora M.Sc. Joseline Ruiz Depablos, Tutora del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 25 de marzo del 2022

Lorena Yajaira Silva Caiza

Estudiante

CC: 1723961288

Profa. M.Sc. Joseline Ruiz Depablos

Docente Tutora

CC: 1758739062

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **SILVA CAIZA LORENA YAJAIRA**, identificada con cédula de ciudadanía **1723961288** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**Revisión de las tecnologías de conservación de agua para consumo y riego y su potencial aplicación en la cuenca alta del río Pastaza**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

### **Historial Académico**

Inicio de la carrera: Abril 2016 - Agosto 2016

Finalización de la carrera: Abril 2021 – Agosto 2021

Aprobación en Consejo Directivo: 20 de mayo del 2021

Tutor: Ing. M.Sc. Joseline Ruiz Depablos

Tema: “**Revisión de las tecnologías de conservación de agua para consumo y riego y su potencial aplicación en la cuenca alta del río Pastaza**”

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la

resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 25 días del mes de marzo del 2022.

Lorena Yajaira Silva Caiza

**LA CEDENTE**

Ing. Ph.D. Cristian Tinajero Jiménez

**LA CESIONARIA**

## **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación con el título:

**“REVISIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE CONSERVACIÓN DE AGUA PARA CONSUMO Y RIEGO Y SU POTENCIAL APLICACIÓN EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO PASTAZA”**, de Silva Caiza Lorena Yajaira, de la carrera de Ingeniería en Medio Ambiente, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 25 de marzo del 2022

Profa. M.Sc. Joseline Ruiz Depablos

**DOCENTE TUTORA**

CC: 1758739062

## **AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Silva Caiza Lorena Yajaira, con el título de Proyecto de Investigación: **“REVISIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE CONSERVACIÓN DE AGUA PARA CONSUMO Y RIEGO Y SU POTENCIAL APLICACIÓN EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO PASTAZA”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 25 de marzo del 2022

Lector 1 (Presidente)

Ing. PhD. Mercy Lucila Ilbay Yupa

CC: 0604147900

Lector 2

Ing. Mg. José Luis Agreda Oña

CC: 0401332101

Lector 3

Ing. M.Sc Manuel Patricio Clavijo Cevallos

CC: 0501444582

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, por darme sabiduría, a mi familia en especial, a mis padres, a mis hermanos Taty, Jess, Danny, a mi esposo Carlos Luis y a mi hijo por todo su esfuerzo y confianza depositada en mí, por ser el pilar fundamental ya que sin su ayuda brindada no lograría culminar esta carrera; a mis amigos Anggie, Mary y Milton por estar en las buenas y malas en el lapso de esta formación, a la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme sus puertas para cumplir con mis metas anheladas.

A cada uno de los docentes por enriquecerme de conocimientos durante mi vida universitaria. Finalmente, a mi tutora la M.Sc. Joseline Ruiz y lectores al Msc. Patricio Clavijo, a la Ph.D. Mercy Ilbay y al Ing. José Luis Ágreda por guiarme para que este trabajo de investigación se culmine con éxito.

**Lorena Yajaira Silva Caiza**



## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación va dedicado de manera muy especial a Dios, a mis padres por brindarme el apoyo y siempre tenerme presente en sus oraciones, a mis hermanas por ser mi motivación en mis momentos difíciles, a mi esposo Carlos Yáñez y a mi hijo Joaquín por su apoyo y amor constante, a mis docentes que siempre creyeron en mí, a mis compañeros que de una u otra manera me apoyaron.

**Lore**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TÍTULO: “REVISIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE CONSERVACIÓN DE AGUA PARA CONSUMO Y RIEGO Y SU POTENCIAL APLICACIÓN EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO PASTAZA”.**

**AUTOR: Silva Caiza Lorena Yajaira**

**RESUMEN**

El crecimiento de la densidad poblacional en varias partes del mundo como resultado de la urbanización y la industrialización, ha tenido un impacto desastroso en lo referente a aguas superficiales y subterráneas. La demanda de agua en consecuencia está aumentando y a la par la cantidad de "recursos hídricos utilizables" están por obvias razones disminuyendo debido a la intervención humana en forma de contaminación. Es por tal motivo que la protección de los recursos hídricos existentes contra la contaminación es un aspecto de suma importancia. Por tal virtud, la presente investigación tuvo como objetivo investigar las tecnologías de conservación de agua para consumo y riego, así como su potencial aplicación en la cuenca alta del río Pastaza. Como primer paso en su elaboración, se caracterizó los aspectos físicos, sociales, ambientales de la zona de estudio, mediante la revisión de información sobre la cuenca hidrográfica del Pastaza en fuentes como el MAG, SENAGUA e INEC, INAMHI, MAE. Segundo, se analizó información sobre las distintas tecnologías de conservación de agua desde las más antiguas hasta la actualidad comprendidas entre los años de 2005 a 2021; a través de la recopilación y análisis de artículos científicos, tesis, libros y documentos relacionados con el tema de estudio, obteniendo y analizando un total de 41 de 305 documentos los cuales fueron incluidos/excluidos del estudio con base a criterios relacionados con el idioma, campo de aplicación, fecha de publicación y validez de la información; posteriormente la documentación se manejó mediante el gestor bibliográfico Zotero. Como tercer paso, fue indispensable seleccionar una serie de tecnologías relativas a la conservación de agua con potencial aplicabilidad en la cuenca alta del río Pastaza aquellas de fácil acceso y bajo costo con lo cual se planteó una propuesta basada en estrategias de conservación del recurso natural según su uso. Entre los resultados obtenidos se pudieron identificar un total de 25 tecnologías de conservación para agua de riego y 18 para agua de consumo. Se sugiere la aplicación para agua de riego tecnologías como zanjas de infiltración, captación de agua, riego localizado, software y programadores, mientras que para agua de consumo tecnologías como un inventario hídrico con Arc map 10.1, dispositivo River G, lógica difusa. Adicionalmente, se planteó una gestión proactiva y participativa para la cuenca alta del río Pastaza basada en la creación de un inventario hídrico, recuperación y protección del espacio natural, cuidado y protección de fuentes y caudales, control de contaminación, reparto equitativo del agua, control de desechos y educación permanente. Finalmente, la presente investigación representa un gran aporte para el manejo sostenible de los recursos hídricos, mitigar los efectos del cambio climático, beneficiando a todos los miembros de la comunidad.

**Palabras claves:** Conservación, consumo humano, Cotopaxi, recurso hídrico, riego, tecnología.

**COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY  
AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES FACULTY**

**TOPIC:** “WATER CONSERVATION TECHNOLOGIES REVIEW FOR CONSUMPTION AND IRRIGATION AND ITS POTENTIAL APPLICATION INTO UPPER PASTAZA RIVER BASIN”.

**AUTHOR:** Silva Caiza Lorena Yajaira

**ABSTRACT**

The population density growth into several world parts, as a urbanization and industrialization result has had a disastrous impact, about surface and groundwater. The water demand is consequently increasing and at the same time the "usable water resources" amount is for obvious reasons decreasing, due to human intervention into pollution form. It is for such motive, what the existing water resources protection, against pollution is an utmost importance aspect. For this reason, this research had to research water conservation technologies for consumption and irrigation, as well as, its potential application into Pastaza River upper basin. As a first step its elaboration, it was characterized the physical, social, and environmental study area aspects, by means reviewing information about the Pastaza hydrographic basin into sources, such as MAG, SENAGUA and INEC, INAMHI, MAE. Second, it was analyzed information about the different water conservation technologies from the oldest to actuality between the years 2005 to 2021; through the scientific articles collection and analysis, theses, books and documents related to the study subject, getting and analyzing a total 41 to 305 documents, what were included/excluded from study based on related criteria to language, application field, publication date and validity of the information; subsequently, the documentation was managed, through the Zotero bibliographic manager. As a third step, it was essential to select a related technologies series to water conservation with potential applicability into Pastaza River upper basin, those easy access and low cost, which it was proposed a proposal based on natural resource conservation strategies according its use. Among the got results, they could identify a 25 conservation technologies total for irrigation water and 18 for drinking water. It is suggested the application for irrigation water technologies such as infiltration trenches, water catchment, localized irrigation, software and programmers, while for drinking water technologies such as a water inventory with Arc map 10.1, River G device, fuzzy logic. Further, it was proposed a proactive and participatory management for the Pastaza River upper basin based about the water inventory creation, natural space recovery and protection, sources and flows care and protection, pollution control, water equitable distribution, waste control and permanent education. Finally, the actual research represents a great contribution to the water resources sustainable management, by mitigating the effects at benefiting all community members.

**Keywords:** Conservation, Cotopaxi, human consumption, irrigation, technology, water resource.

## ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
DEDICATORIA .....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT .....	xi
ÍNDICE GENERAL.....	xii
ÍNDICE FIGURAS .....	xiv
ÍNDICE DE TABLAS .....	xv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
5. OBJETIVOS: .....	5
5.1. Objetivo general .....	5
5.2. Objetivos específicos.....	5
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	6
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	7
7.1. Cuenca.....	7
7.1.1. Partes de la Cuenca .....	7

7.1.2.	Clasificación de la cuenca .....	8
7.2.	Agua .....	8
7.2.1.	Usos del agua .....	9
7.2.2.	Disponibilidad de agua en el Ecuador .....	10
7.3.	Eficiencia hídrica o conservación del agua .....	11
7.4.	Demanda hídrica .....	12
7.5.	Tecnologías de conservación .....	12
7.6.	Marco legal.....	14
8.	VALIDACIÓN DE PREGUNTA CIENTÍFICA O HIPÓTESIS: .....	22
9.	METODOLOGÍAS (TÉCNICAS E INSTRUMENTOS).....	23
9.1.	Tipo de investigación .....	23
9.2.	Métodos.....	23
9.3.	Técnicas.....	24
9.3.1.	Definición del problema.....	24
9.3.2.	Búsqueda de la Información.....	25
9.3.3.	Organización de la información .....	25
9.3.4.	Análisis de la información.....	25
9.4.	Herramientas .....	26
10.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	27
10.1.	Aspectos socioambientales de la zona de estudio. ....	27
10.2.	Analizar información sobre las distintas tecnologías de conservación de agua desde 2005 al 2021 .....	43
10.2.1.	Tecnologías de agua para riego .....	76
10.2.2.	Tecnologías de agua para consumo.....	101
10.3.	Propuesta para la conservación del recurso hídrico .....	120
11.	IMPACTOS.....	126
11.1.1.	Impactos sociales.....	126
11.1.2.	Impactos ambientales .....	127
11.1.3.	Impactos económicos .....	128

12.	PRESUPUESTO .....	128
13.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	129
13.1.	Conclusiones .....	129
13.2.	Recomendaciones.....	130
14.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	131
15.	ANEXOS.....	139
15.1.	Tecnologías de conservación para agua de riego. ....	139
15.2.	Tecnologías de conservación para agua de consumo. ....	143

## ÍNDICE FIGURAS

Figura 1.	La tecnología resuelve problemas.....	12
Figura 2.	Mapa de la cuenca del río Pastaza.....	28
Figura 3.	Ubicación de la Cuenca alta del Río Pastaza .....	29
Figura 4.	Temperatura .....	30
Figura 5.	Altitud .....	31
Figura 6.	Usos del suelo. ....	33
Figura 7.	Corredor Ecológico ubicado entre los parques nacionales Sangay y Llanganates en la Cuenca del Río Pastaza.....	36
Figura 8.	Clasificación de las zonas de vida.....	37
Figura 9.	Precipitaciones .....	39
Figura 10.	Evapotranspiración.....	40
Figura 11.	Zonas de recarga hídrica .....	42
Figura 12.	Material informativo consultado durante la búsqueda.....	47
Figura 13.	Organización de la información mediante la herramienta Zotero.....	48
Figura 14.	Países con más estudios realizados con respecto a la temática de estudio.....	48
Figura 15.	Número de publicaciones en distintos rangos de años.....	48
Figura 16.	Aguadas Superficiales.....	77
Figura 17.	Zanja de infiltración .....	79
Figura 18.	Filtros verdes.....	112

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Beneficiarios directos e indirectos del proyecto.....	3
Tabla 2. Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos planteados .....	6
Tabla 3. Disponibilidad de agua por vertientes .....	11
Tabla 4. Usos del suelo.....	33
Tabla 5. Ecuaciones de búsqueda empleadas para el caso de investigación. ....	44
Tabla 6. Investigaciones empleadas en el desarrollo de la indagación .....	50
Tabla 7. Tasas de infiltración según el tipo de suelo.....	90
Tabla 8. Cuadro comparativo entre las tecnologías para la conservación de agua para riego ..	97
Tabla 9. Cuadro comparativo entre las tecnologías para la remoción de posibles contaminantes .....	117
Tabla 10. Presupuesto.....	128

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Riego Superficial .....	139
Anexo B. Riego Por Aspersión.....	139
Anexo C. Riego Localizado.....	139
Anexo D. Riego Subterráneo.....	140
Anexo E. Riego Solar .....	140
Anexo F. Dique De Goma .....	141
Anexo G. Aireadores .....	141
Anexo H. Sistema De Agricultura Bari .....	142
Anexo I. Condensación De Vapor.....	143
Anexo J. Agua Del Aire Del Desierto .....	144
Anexo K. Desalinización.....	144
Anexo L. El Libro que Limpia el Agua.....	144
Anexo M. Reciclar El Agua .....	145
Anexo N. Potabilización.....	145

Anexo O. Captación y Almacenamiento de Agua.....	145
Anexo P. Tratamiento De Agua .....	146
Anexo Q. Sistema De Biorretención. ....	146



**TEMA:**

REVISIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE CONSERVACIÓN DE AGUA PARA CONSUMO Y RIEGO Y SU POTENCIAL APLICACIÓN EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO PASTAZA.

**1. INTRODUCCIÓN**

El agua al ser un recurso netamente renovable, pero a la par escaso y vulnerable que sirve como fuente para la vida humana y animal, pero con mayor énfasis hace alusión a los procesos de producción, ante la contaminación y la sobre explotación por encima de su capacidad de recarga, se convierte en un recurso escaso y a su vez sumamente valioso. De ahí la importancia por identificar, validar y difundir aquellas formas de captación, almacenamiento, distribución y conservación del agua que incursionen en su uso racional. Tal situación puede convertirse en un factor clave para los procesos de desarrollo poblacional y manejo de los recursos naturales en los ecosistemas (FAO, 2013). Ante tal situación, se considera de gran importancia a las cuencas hidrográficas ya que forman parte de la sociedad siendo el escenario donde los seres humanos interactúan entre ellos y los recursos naturales. Es decir, estas interacciones crean sistemas de ámbito social, ambiental y económico que siempre están cumpliendo una función. Por lo tanto, si algún evento sucede en algún lado de la cuenca es posible que las consecuencias se manifiesten en otro lugar, perjudicando a sus habitantes y la disponibilidad y calidad de los recursos naturales.

La cuenca hidrográfica alta del río Pastaza alberga una -gran cantidad de biodiversidades debidas a sus pisos altitudinales, parques nacionales, bosques tropicales etc. Sin embargo, el recurso natural se ve afectado por los sistemas hídricos de baja presión debido a su alta demanda y a su vez los impactos ambientales producidos por actividades antrópicas en la zona. Por tal razón, se realizó la presente investigación en donde se revisó información a través de la lectura de documentos, libros, revistas, periódicos, acerca de las tecnologías de conservación de agua para consumo y riego. A su vez información de varias fuentes digitales de instituciones públicas referente al tema como el MAG (Ministerio de Agricultura), SENAGUA (Secretaría del Agua) e INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología), entre otras. Como resultado de

este esfuerzo se obtuvo un diagnóstico general del medio natural, de los aspectos socioeconómicos y del marco legal del área. Además, por medio de una revisión bibliográfica se recopiló y se analizó las distintas tecnologías según su utilidad. Por lo tanto, se plantea como propuesta describir algunas tecnologías alternativas existentes para el uso eficiente y sostenible del recurso hídrico a partir del uso empleado en la zona de estudio. Cabe mencionar la situación actual en la cuenca en donde se observa en los páramos gran avance que ha tenido la frontera agrícola y ganadera, la disminución de la flora debido a la tala de árboles y quema de pajonales, al igual que los diferentes asentamientos humanos y la falta de enfoque de GIRH.

## **2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Los problemas ambientales, afectan en una u otra escala a todos los factores de la sociedad. Su aumento progresivo pone en riesgo la vida de todos los habitantes del planeta Tierra. Como causa fundamental de este problema sobresale la incorrecta relación que ha establecido el hombre con la naturaleza. Según, la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2022) identifica como problemas ambientales a nivel global: el agotamiento de la capa de ozono, el cambio climático, la degradación de los suelos, el aumento de la contaminación, la pérdida de la diversidad biológica, la deforestación y el agua. Por lo tanto, el progresivo deterioro del medio ambiente, conduce a tomar medidas para contribuir a su mitigación. La educación, juega un importante papel en este sentido, al formar profesionales que demuestren en su actitud diaria una conducta responsable con el medio ambiente y desde la perspectiva del desarrollo sostenible.

Por tal razón, el presente trabajo de investigación abarca una revisión bibliográfica en donde se plantea describir algunas tecnologías alternativas para el uso eficiente y sostenible del recurso hídrico poniendo énfasis en el uso de agua tanto para riego como para consumo humano, posterior a ello su potencial aplicación en la cuenca alta del río Pastaza, basado en las características propias de la zona en cuestión. Esto se considera como una alternativa sumamente útil para la gestión integral del recurso hídrico, además de ser la base para posteriores acciones de conservación.

### 3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los beneficiarios del proyecto son aquellos que obtendrán una base de datos sobre las tecnologías de conservación de agua para riego y consumo. Se pueden distinguir dos tipos de beneficiarios: directos e indirectos. En este caso los favorecidos directamente son los habitantes de las provincias correspondientes a la parte alta de la cuenca del río Pastaza que son las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo, a su vez son favorecidos de manera indirecta los estudiantes, docentes, personal administrativo de la Universidad Técnica de Cotopaxi pues la investigación se encontrará en el repositorio de la instrucción y servirá como guía para futuros proyectos de investigación y se especifica en la tabla 1.

*Tabla 1. Beneficiarios directos e indirectos del proyecto*

<b>Directos</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>	<b>Indirectos</b>	<b>Total</b>
Población de Cotopaxi	198.625	210.580	Comunidad universitaria	
Habitantes de la provincia de Chimborazo	219.401	239.180	Mujeres	338
Habitantes de la provincia de Tungurahua	244.783	259.800	Hombres	226
<b>Total</b>	<b>662.809</b>	<b>709.560</b>	<b>Total</b>	<b>564</b>

Nota: El gráfico denota los beneficiarios directos e indirectos concernientes a la investigación. La fuente de los mismos, la conforma el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC.

#### **4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

El recurso hídrico afronta a una serie de amenazas, todas ellas siendo originadas principalmente por la actividad humana. Algunas de estas son la sedimentación, la contaminación, el cambio climático, la deforestación, los cambios en el paisaje y el crecimiento urbano. La degradación de los ecosistemas ha provocado cambios en el paisaje como el desmonte, la transformación de los paisajes naturales en tierras agrícolas, el crecimiento urbano, la construcción de carreteras y la minería a cielo abierto. Cada uno de los cambios tiene un impacto específico, por lo general directamente sobre los ecosistemas naturales, y directa o indirectamente sobre los recursos hídricos.

La cuenca del río Pastaza “es uno de los sistemas fluviales más importantes del Ecuador; cuenta con una alta diversidad geográfica, biológica y cultural” así mantiene (Rivadeneira et al, 2010). Es decir, a lo largo de este sistema fluvial, se localizan áreas protegidas, zonas urbanas y rurales, espacios destinados a la agricultura, megaproyectos como centrales hidroeléctricas, flora, fauna, entre otros.

Presenta problemas ambientales tales como: un caso puntual de ello se centra en la usanza y aprovechamiento del potencial hídrico. El Estado a través de la construcción de hidroeléctricas en la zona, utiliza total y parcialmente tan precioso recurso. Las represas mayormente representativas y en operación son: Agoyán, San Francisco y Topo (World Vision, 2004). Posterior a ello, el hombre en su afán de ampliar sus fronteras agrícolas y de subsistencia con miran es la mejora económica se ha centrado en trabajar la tierra, aunque esto implique enormes daños, generando como resultado la alteración y desequilibrio de los ecosistemas naturales. Esto a la par se traduce en: eliminación de la cobertura boscosa, daños a la capacidad reguladora de las cuencas, erosión y pérdida de suelos, proceso de desertización, y contaminación del agua (INAMHI, 2000). En lo que respecta al nivel de contaminación de los ríos, según nueva información. Esta es sumamente alta. Es imperioso afirmar que en su mayoría tal contaminación depende enteramente de los desechos domiciliarios, los residuos de pesticidas y agroquímicos, inexistencia de sistemas de tratamiento de aguas (OEA , 1991).

Los problemas implicados en la zona están directamente relacionados con la acción del hombre en su ambición de extender las fronteras agrícolas para fines de subsistencia; el segundo es el nivel de contaminación de los ríos radica en los desechos domiciliarios tales como residuos de pesticidas y agroquímicos, la falta de sistemas de tratamiento de aguas y, por último, la dificultad más crítica es el déficit hídrico que afronta la cuenca. Es decir, el estilo de desarrollo del país, inspirado básicamente en el crecimiento económico poblacional orientado al mejoramiento de la calidad de vida de una parte de la población, en la mayoría de los casos ha permitido el uso irracional de los recursos naturales renovables, lo que da como resultado un rápido agotamiento o deterioro de los mismos. Por lo tanto, este sitio se ve amenazado por la constante presión sobre los recursos naturales en especial el recurso hídrico, ya que es aprovechado por los diferentes representantes que interactúan con el entorno. A pesar de ello, no existe mecanismos de conservación sobre el mismo.

Sin embargo, la problemática de la investigación recae en no existir información sobre de tecnologías de conservación de agua para riego y consumo humano en la zona de estudio en relación a la demarcación de la cuenca. Por lo tanto, se investigará, analizará la literatura científica en relación a la temática y de acuerdo a ello se propondrá estrategias de conservación para recurso natural. Puesto que sin esta revisión hubiera altos impactos ambientales, falta de coordinación en los procesos de investigación, alta vulnerabilidad socio-ecológica, uso inadecuado del recurso hídrico y no hay acceso a la información adecuada en la cuenta alta.

## **5. OBJETIVOS:**

### **5.1. Objetivo general**

Investigar las tecnologías de conservación de agua para consumo y riego y su potencial aplicación en la cuenca alta del río Pastaza.

### **5.2. Objetivos específicos**

- Caracterizar los aspectos físicos, sociales, ambientales de la zona de estudio.

- Analizar información sobre las distintas tecnologías de conservación desde las más antiguas hasta la actualidad.
- Proponer estrategias de conservación del recurso hídrico según su uso.

## 6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

*Tabla 2. Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos planteados*

<b>Objetivos específicos</b>	<b>Actividad</b>	<b>Metodología</b>	<b>Resultado</b>
Caracterizar los aspectos físicos, sociales, ambientales de la zona de estudio.	Reconocimiento documentado	Sistematización de información bibliográfica	Descripción de la zona de estudio en el ámbito hidrometeorológico y socio-económico de la cuenca.
	Descripción de la situación actual del recurso hídrico.		
Analizar información sobre las distintas tecnologías de conservación desde las más antiguas hasta la actualidad.	Revisión documentada	Sistematización de información de campo	Detalle de cada tecnología según su utilidad para proponer estrategias de conservación.
	Descripción de las tecnologías alternativas existentes para el uso eficiente y sostenible del agua de consumo y riego.		
Proponer estrategias de conservación del recurso hídrico según su uso.	Revisión documentada	Sistematización de propuesta	Denotación de una táctica referente a la conservación del recurso hídrico basado en las metodologías de conservación estudiadas aplicable según el uso a ser empleado.
	Descripción de las tecnologías aplicadas en la cuenca.		

## 7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

### 7.1. Cuenca

Una cuenca hidrográfica es donde drena sus aguas al mar u otro cuerpo de agua como lagos, lagunas, arroyos, ríos, humedales a través de diferentes cauces que convergen en un cauce principal, donde el agua fluye desde áreas más altas a más bajas y finalmente desembocan a un curso de agua. Lugar donde se desarrollan todas las actividades humanas y que su vez suministra el agua para beber, para riego, industria, recreación, entre otros usos, al tiempo que proporciona hábitats para la vida.

Según (Cotler et al, 2013) llaman a cuenca a los espacios de agua y tierra donde se concentran pequeñas cantidades del recurso hídrico que concluyen y desembocan en un lugar determinado. Todos estos puntos se interaccionan entre si y tienen en común interdependencia espacial y temporal con relación a un medio biofísico.

#### 7.1.1. Partes de la Cuenca

En relación a la dinámica hidrográfica se pueden identificar tres zonas específicas que conforman una cuenca, como argumenta (Garrigo J. & Enriquez C, 2010).

- **Cuenca alta**

“Es esta zona se evidencian las áreas montañosas o cabeceras de cerros. En su parte superior de identifican las partes divisorias de aguas que conforman los riachuelos”. Es decir, en esta zona es donde se ubica el nacimiento del río principal en las áreas montañosas o laderas.

- **Cuenca media**

“En esta zona se agrupan una cantidad de agua proveniente de las partes altas, lo que genera un afluente de caudal definido”. Dicho de otra manera, es la zona donde el cauce principal mantiene un curso más definido en donde reciben aportes de cauces menores.

- **Cuenca baja o zonas transicionales**

“Desembocadura total del agua en sitios como lagos, lagunas y mares”. En efecto, en esta zona de descarga es donde los ríos pierden velocidad, fuerza y prevalece la sedimentación.

### **7.1.2. Clasificación de la cuenca**

De acuerdo al Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Suelos citado por (Aguirre N., 2007) clasifica a las cuencas por su tamaño de la siguiente manera:

#### **Cuenca**

“Es un área natural donde el agua de lluvia es captada y desalojada o depositada en un almacenamiento natural; por un sistema de drenaje, definido por medio de líneas divisorias”. Dicho de otra manera, es un sistema integrado por varios causes primarios y el conjunto de subcuencas y/o microcuencas.

#### **Subcuenca**

“Se considera como parte integrante de una cuenca, se define como el área cuyos escurrimientos superficiales son captados y conducidos por un afluente o arroyo secundario, que según su posición dentro de la cuenca tiene regímenes hídricos determinados”. Es decir, es un conjunto de microcuencas que drenan a un solo cauce con caudal fluctuante pero permanente (afluentes secundarios).

#### **Microcuenca**

“Constituyen la unidad hidrográfica básica de operación, forman parte y se obtienen a partir de la subcuenca específica, considerando superficies menores de 6 000 ha”. En otras palabras, es toda área que comprende quebradas, y causes menores en la que su drenaje va a dar al cauce principal de una subcuenca; es decir, que una subcuenca está dividida en varias microcuencas.

## **7.2. Agua**

El agua es una sustancia que está compuesta por dos átomos de hidrogeno y un átomo de oxígeno, se puede encontrar en la atmósfera en tres estados líquido, sólido y gaseoso. Además, posee propiedades físicas, químicas y biológicas. Siendo un recurso indispensable para los ecosistemas, los organismos y en las actividades del ser humano. Según, (Yanchatipan M, 2012) manifiesta que nuestro planeta está cubierto en un 75% de agua alrededor de toda su superficie, pero cabe recalcar que de tosa esa enorme cantidad de agua, un pequeño porcentaje de la misma es agua dulce y por consiguiente apta para el consumo humano. Por lo tanto, el agua es considerado el recurso natural mayormente influyente y junto con la tierra, el aire y la energía se identifican como los cuatro recursos básicos que sustentan la vida. Pero en



tiempos modernos es uno de los recursos mayormente afectados por el planeta, debido al despilfarro y contaminación por parte del ser humano.

### **7.2.1. Usos del agua**

El agua es usada para diferentes actividades, entre los usos más comunes son para la agricultura, el consumo industrial, en recreación y el consumo doméstico. Para cada uno de estas actividades utilizamos cantidades grandes de agua cada día, pues el agua responde a muchos propósitos diferentes. Sin embargo, el continuo crecimiento de la población genera una demanda cada vez mayor de este recurso tan limitado. Según (Benavides H, 2019), el Ecuador cuenta con un volumen total de recursos hídricos de aproximadamente 375 Km<sup>3</sup>, el consumo de agua se desagrega en: consumo doméstico (9.4%); por consumo agrícola (82.6%) y por consumo de agua para la producción industrial (8.0%). A continuación, se detallará cada uso:

#### **Consumo Doméstico**

El agua para uso doméstico tiene varios propósitos con el fin de tener una convivencia amena pues es utilizada para beber, para lavar los platos, para cocinar, para bañarnos y cepillarnos los dientes, entre otros aspectos. Como lo manifiesta (Hernandez & Lara, 2005) estableciendo que “es considerada como la aplicación más empleada, puesto que, comprende el consumo de agua para alimentación, limpieza, higiene de todos los seres humanos” Además, la Organización Mundial de la Salud recomienda una cantidad media óptima de agua para consumo doméstico humano de “100 litros/habitante/día”. Sin embargo, en el Ecuador usan en promedio “249 litros de agua” según lo establecido por la revista (EL COMERCIO, 2018). Es importante este recurso natural para satisfacer las necesidades de consumo e higiene de la población, pero al mismo tiempo, se ve afectada la naturaleza por la sobrepoblación, la sobreexplotación de los recursos naturales y la contaminación de las fuentes hídricas.

#### **Agricultura y ganadería**

En esta etapa el agua es utilizada en la agricultura para riego de los campos, mientras que, en la ganadería, es utilizada como parte de la alimentación de los animales y en la limpieza de los establos y otras instalaciones dedicadas a la cría de ganado. De acuerdo con (Hernandez & Lara, 2005) manifiestan que según la secretaria del agua denota que de las 3.140.000

hectáreas que corresponden al área cultivable en el Ecuador, equivale al 30% de la superficie total cultivada en el país.

## **Industria**

La actividad humana exige grandes cantidades de agua para mantenerse. Buena parte de ella se destina al consumo industrial de agua puesto que hace referencia a los procesos de fabricación de productos; se emplea en talleres, construcción, limpieza de maquinaria e indumentaria, entre otras actividades. Según, la (AQUAE Fundación, s/f) mantiene que “el agua es utilizada en todas las industrias, independientemente de su finalidad. Sin embargo, el consumo industrial de agua variará en función de la industria en términos de cantidad y tipo de agua usada”.

## **Electricidad**

En este campo el agua es aprovechada para producir energía eléctrica. En algunos lugares se aprovecha la fuerza de la corriente de agua de los ríos para mover máquinas. En el Ecuador “el 88.32% de la energía proviene de grandes centrales hidroeléctricas, el 9.22% de medianos aprovechamientos; y, el 2.46% de pequeñas centrales. En total se infiere que nuestro país posee una capacidad instalada total de 1456 MWh” así sostiene (Galárraga R, 2000), esto hace dos décadas. Sin embargo, para el 2020 “el consumo de energía eléctrica alcanzó 15.086 GWh” siendo distribuido en todo el territorio esto señala (Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables, 2021).

### **7.2.2. Disponibilidad de agua en el Ecuador**

Según información de la Secretaría Nacional del Agua, el Ecuador “tiene una alta disponibilidad hídrica que bordea los 20.700 m<sup>3</sup>/habitante/año, que supera por mucho la media mundial de alrededor de 1700m<sup>3</sup>/habitante/año” (SENAGUA, 2012).

Penosamente, debido a la distribución de la población en el Ecuador, “el 88% de los habitantes viven en la vertiente Pacífico y se estima una dotación de 5.200 m<sup>3</sup>/hab/año, que difiere con la vertiente amazónica en donde habitan el 12% de los ecuatorianos con una dotación de 82.900m<sup>3</sup>/hab/año”, estos datos se observan en la tabla 3 de la disponibilidad del agua. Sin embargo, la disponibilidad hídrica no es la misma durante todo del año, ya que en la

costa la estacionalidad es mucho más pronunciada que en la Amazonía y en algunas zonas costeras

En condiciones de régimen natural, sin obras artificiales de regulación y con una garantía del 90%, las disponibilidades del agua son las siguientes:

*Tabla 3. Disponibilidad de agua por vertientes*

<b>Vertiente</b>	<b>Recursos en régimen natural y garantía del 90% (hm<sup>3</sup>/año)</b>	<b>m<sup>3</sup>/hab/año</b>
Pacífico	60.563	5.200
Amazonas	228.917	82.900
Total	289.480	20.700

Nota: Los datos se tomaron de la SENAGUA sobre el potencial hídrico del Ecuador.

### **7.3. Eficiencia hídrica o conservación del agua**

Se refiere a la importancia de reducir el uso del agua, sobre todo procurando eliminar su mal uso, en donde implica las diferentes medidas, alternativas y acciones para un uso responsable o reducción del agua. En sí, “conjunto de técnicas sostenibles que conlleven a preservar, proteger, reducir, mantener y ahorrar el agua para las futuras generaciones” como dice (Pineda, 2018).

En Ecuador, una de las estrategias para proteger y gestionar los recursos hídricos para beneficiar a la gente y a la naturaleza, es mediante la organización ambiental global denominada The Nature Conservancy (TNC) y sus aliados, están ayudando a las ciudades a proteger sus fuentes de agua a través de la creación de Fondos de Agua, mecanismos financieros innovadores cuya meta es asegurar el financiamiento de largo plazo para la conservación de fuentes clave de agua.

También, es importante mencionar que el mayor potencial hídrico del país con “un 88% se ubica en la vertiente Amazónica, donde usualmente vive solamente el 4% de la población nacional, mientras que la vertiente del Pacífico siendo alta, no está tan alejado del valor crítico de 2.000 m<sup>3</sup>/hab/año” en base a datos de la (Comisión económica para América Latina

y El Caribe., 2012). Esto se puede evitar mediante diferentes medidas y técnicas que permitan el uso de forma racional y eficiente del agua, así como la eliminación de posibles pérdidas de agua y/o derroches; e incluso la reutilización del agua siempre que sea posible.

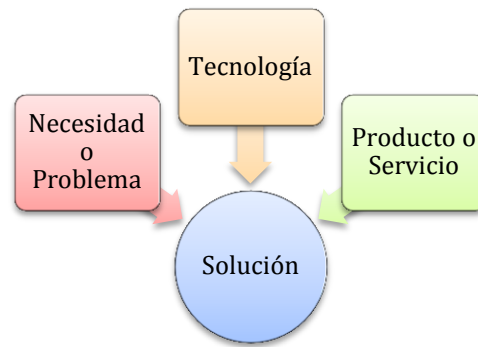
#### **7.4. Demanda hídrica**

La demanda hídrica se puede entender como la cantidad de agua que resulta necesario suministrar para un fin determinado. Por otro lado, el consumo es la pérdida o reducción física del volumen de agua disponible (Comisión económica para América Latina y El Caribe., 2012). Por lo tanto, es importante distinguir el concepto entre demanda y consumo. Demanda es la cantidad de agua que resulta necesario suministrar, con el fin de satisfacer un uso determinado, mientras que el consumo es la pérdida o reducción física del volumen de agua disponible. En principio, las demandas y usos del agua pueden estar agrupados en consecutivos y no consecutivos. En el primer tipo, existe un consumo de agua en cantidad o calidad, en ellos se incluyen los domicilios, industrias y regadíos, mientras que en el otro tipo no hay consumo en cantidad o calidad, aquí se encuentra la energía, la navegación, entre otros.

#### **7.5. Tecnologías de conservación**

Se define como tecnología, al “conjunto de conocimientos y técnicas que se aplican de manera ordenada para alcanzar un determinado objetivo o resolver un problema” como manifiesta (Roldán P, 2020). Es decir, son los métodos y procedimientos que la humanidad ha utilizado para satisfacer sus necesidades y resolver problemas a través de actividades técnicas, experimentales o científicas, teniendo siempre conocimientos y prácticas acumuladas durante el desempeño de la tarea. La experiencia se aplica para inventar, construir o modificar lo que constituye su entorno físico y así mejorar sus condiciones de vida, mediante la figura 1 se puede interpretar dichos fundamentos.

*Figura 1. La tecnología resuelve problemas.*



Nota: Esta imagen fue extraída de un blog de educación de la Conselleria de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria. (Torres Búa, 2014)

El autor (Torres Búa, 2014) mantiene que “ Tecnología es la aplicación coordinada del conjunto de conocimientos (ciencia) y habilidades (técnica) para crear un producto tecnológico artificial (creado por la humanidad) o desarrollar una idea; con el fin de resolver un problema técnico o satisfacer necesidades del ser humano”. Por lo tanto, se podría considerar que el término 'tecnología' tiene un significado extenso que abarca prácticamente cualquier expresión del ingenio humano aplicada a la solución de problemas práctico ya sea un método, una técnica, un procedimiento, una habilidad, un proceso, una idea, una herramienta, un dispositivo o una máquina, un software es decir es tan amplia su aplicabilidad que sirve a la humanidad para mejorar su condición de vida y a su vez resolver problemas mediante la tecnología multidisciplinaria y esta puede ser en relación a los conocimientos disponibles en cada momento, ya sean empíricos o científicos y la experiencia.

Las tecnologías de conservación del agua cubren el aumento de la eficiencia del uso del agua, la mejora de la capacidad para retener el agua de escorrentía y la eliminación de la contaminación del agua. La eficiencia en el uso del agua depende en gran medida de la disponibilidad y adopción de dispositivos de ahorro de agua y de la voluntad de los consumidores de reducir sus volúmenes totales de consumo de agua. Además, las normas y reglamentos existentes, como los mecanismos de fijación de precios, reducen el volumen total utilizado, mientras que los incentivos económicos afectan en gran medida la elección y adopción de tecnologías para la conservación del agua.

Según la REMSA (2018) mantiene que la tecnología limpia se refiere a la

Descripción de productos, técnicas, herramientas o procesos que buscan la reducción de contaminación medio ambiental, recursos y desechos. También, se les conoce

como tecnologías ambientales ya que están enfocadas en los principios de sostenibilidad y que, a través de la reutilización, el reciclaje, la conservación de recursos naturales y de la eficiencia energética, reducen la contaminación.

Por lo tanto, es aquella que se utiliza sin dañar el medio ambiente, la aplicación de la ciencia ambiental para conservar el ambiente natural y los recursos, y frenar los impactos negativos de la involucración humana.

#### Tipos de tecnologías limpias

Dentro de la tecnología limpia existen ramas o categorías que tienen un objetivo común, pero en distintos sectores estratégicos:

- Sector energético: Mantiene el modelo económico que tenemos sustituyendo energías que provienen de las plantas nucleares o los derivados del petróleo.
- Sector hidráulico: Invalida el desperdicio del agua potable promoviendo la reutilización.
- Sector logístico: Optimiza y potencia la eficiencia que permita incurrir en un menor gasto, y, por ende, obtener más beneficios.
- Sector de tratamiento y gestión de residuos: Encargado del reciclaje de residuos y la reutilización de productos.

Estas tecnologías verdes están estrechamente relacionadas a sectores claves como los antes mencionados, su función es amenorar el impacto negativo al entorno y a los recursos naturales que están involucrados en las actividades humanas dado un desequilibrio ambiental, donde se aplica el desarrollo sostenible como solución para asuntos ambientales, las soluciones tienen que ser socialmente equitativas, económicamente viables, y ambientalmente seguras.

#### **7.6. Marco legal.**

El derecho al agua aun cuando no esté identificado en los derechos humanos como una regla expresa o derecho importante, es un derecho congénito al ser humano, ya que sin agua no existiría vida en nuestro mundo. De ahí su trascendencia, de disponer del reconocimiento de este derecho, que actualmente está enmarcada, en tratados y artefactos jurídicos mundiales.

En las políticas de Estado, el garantizar el acceso al derecho al agua es fundamental e inclusive para el cumplimiento de sus estrategias tanto económicas, productivas y sociales.

*“Aspectos fundamentales del derecho al agua.*

*El derecho al agua entraña libertades. Estas libertades están dadas por la protección contra cortes arbitrarios e ilegales; la prohibición de la contaminación ilegal de los recursos hídricos; la no discriminación en el acceso al agua potable y el saneamiento, en particular por razón de la clasificación de la vivienda o de la tierra; la no injerencia en el acceso a los suministros de agua existentes, especialmente las fuentes de agua tradicionales; y la protección contra las amenazas a la seguridad personal al acceder a agua o servicios de saneamiento fuera del hogar (Organización de las Naciones Unidas, 2018, p. 35).*

*El derecho al agua entraña prestaciones. Estas prestaciones comprenden el acceso a una cantidad mínima de agua potable para mantener la vida y la salud; el acceso a agua potable y servicios de saneamiento durante la detención; y la participación en la adopción de decisiones relacionadas con el agua y el saneamiento a nivel nacional y comunitario” (Organización de las Naciones Unidas, 2018, p. 35).*

Actualmente, el planeta gira en torno al agua como fuente de vida. En el acontecimiento que faltare este componente en cualquier sitio acarraría pobreza, diferencia, injusticia social, delincuencia y otros inconvenientes sociales.

Tácitamente el derecho al agua es un derecho humano, sin cual no se puede concebir la vida misma.

Si bien es cierto que el derecho al agua no está totalmente identificado en acuerdos mundiales como un derecho, esto no impide que se regule obligaciones concretas relacionadas con el cuidado y valoración de tan importante recurso. Estas obligaciones, imponen a las naciones que brinden todos los medios para que sus habitantes accedan a una porción y más que nada calidad correcta de agua potable para su permanencia como la ingesta de alimentos y cuidado personal, familiar, etcétera.

En el año de 1992 se hace la Conferencia Universal sobre el Agua y el Medio Ambiente en Dublín, es la cual se consideran los siguientes aspectos y se los enlista a continuación.

- El agua dulce es un recurso limitado y vulnerable, importante para mantener la vida, el desarrollo y el medio ambiente.
- El aprovechamiento y la administración del agua debería inspirarse en un planteamiento con base en la colaboración de los usuarios, los planificadores y los causantes de las elecciones a todos los niveles.
- El agua tiene un costo económico en sus varios usos y debe reconocérsele como un bien económico.

Dentro del marco legal se habla sobre una Ley que garantice el derecho humano al agua, así como regular y controlar la autorización, gestión, preservación, conservación, restauración, de los recursos hídricos, uso y aprovechamiento del agua, la gestión integral y su recuperación, en sus distintas fases, formas y estados físicos, a fin de garantizar el Sumak Kawsay o buen vivir y los derechos de la naturaleza establecidos en la Constitución.

Artículo 6.- “El Derecho Humano al Agua” se trató lo siguiente:

- La Declaración Universal de Derechos Humanos establece que toda persona tiene derecho a “un nivel de vida adecuado que le asegure [...] la salud y el bienestar”, incluida la alimentación y la vivienda. La realización de este derecho es imposible sin el acceso a una cantidad mínima de agua.
- El Pacto Internacional de Derechos Civiles y Políticos establece una serie de derechos cuya realización requiere el acceso al agua y proclama que en ningún caso podrá privarse a un pueblo de sus propios medios de subsistencia y que “el derecho a la vida es inherente a la persona humana.”
- El Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (PIDESC) reconoce también de manera implícita el derecho humano al agua.
- El derecho de toda persona a un nivel de vida adecuado y al disfrute del más alto nivel posible de salud física y mental, ambos reconocidos en el PIDESC, incluyen el derecho al agua, según la interpretación oficial del Comité de Derechos



Económicos, Sociales y Culturales (CDESC).

- La Convención sobre la Eliminación de Todas las Formas de Discriminación Contra la Mujer menciona expresamente el agua, señalando que las mujeres en las zonas rurales tienen derecho a gozar de condiciones de vida adecuadas, incluyendo el abastecimiento de agua y los servicios sanitarios.

En la Ley de Recursos Hídricos, Uso y Aprovechamiento del Agua LORHU y A, en su Artículo 3. Esta ley tiene por objeto garantizar los derechos humanos al agua y regular y gestionar los recursos hídricos en las diversas etapas, incluida la autorización, gestión, conservación, restauración, uso y aprovechamiento del agua, y gestión y restauración integral del agua. La forma y condición física del bienestar de Sumak Kawsay y los derechos constitucionales de la naturaleza (LORHUyA, 2014).

Artículo 6.- “Prohibición de privatización. Se prohíbe toda forma de privatización del agua, por su trascendencia para la vida, la economía y el ambiente; por lo mismo esta no puede ser objeto de ningún acuerdo comercial, con gobierno, entidad multilateral o empresa privada nacional o extranjero.” El Ecuador es un país integrado por 12 nacionalidades indígenas, y por un número aún en determinación de pueblos, en el caso de los pueblos de la nacionalidad denominada kichwa.

Los Recursos Naturales, integrados los recursos hídricos, fueron objeto de diferentes foros y espacios de disputa y estudio en el Ecuador. La inserción de la llamada “sustentabilidad” como criterio se ha generalizado, consta en plataformas tan distintas como el Plan Político de la CONAIE, la Constitución Política, en planes, programas y acuerdos suscritos por el estado ecuatoriano con la Cooperación Mundial y la Banca Multilateral.

- **Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025.**

Es un documento que integra una visión conjunta y la organiza sobre cinco ejes: económico, social, seguridad integral, transición ecológica e institucional, el objetivo se basa en implementar soluciones reales a los problemas de las personas un paso para transformar al Ecuador en una nación próspera y con oportunidades para todos; cuyo fin es tener una nación en la que todos podamos vivir pacíficamente y en libertad, gracias a la certeza de que siempre, y bajo toda circunstancia, se respetarán los derechos de todos los individuos. Para ello se

plantearon varias directrices, lineamientos territoriales, objetivos, políticas y metas que sirvan de aporte con el desarrollo del País. En este caso nos enfocamos en el recurso hídrico.

Para ello crearon directrices donde se establecieron lineamientos territoriales con el propósito de focalizar intervenciones locales, sectoriales e intersectoriales de acuerdo con las problemáticas y demandas existentes e insertaron la adaptación y mitigación al cambio climático, la preservación del ambiente y el manejo de patrimonio natural de forma sostenible. Entre sus fines está lograr una mayor eficiencia socioeconómica con un manejo sostenible de los recursos naturales mediante las siguientes actividades

- Acciones para mitigar afectaciones al ambiente:

*F1. Promover la conservación de los caudales hídricos, con particular atención en aquellos sitios en que existe rivalidad entre el uso del agua para consumo humano, producción y generación hidroeléctrica.*

*F3. Impulsar los programas de reforestación, especialmente aquellos a ser desarrollados en las cuencas altas de los ríos para controlar la sedimentación e inundación en las cuencas bajas.*

- Gobernanza para la sostenibilidad:

*G7. Fortalecer los mecanismos administración y uso sostenible del agua entre sus diferentes usos, mediante estrategias que reduzcan la degradación del patrimonio hídrico.*

Además, cada uno de los ejes se centran en sectores específicos. Por tal razón para este tema de investigación nos guiaremos en base al eje de transición ecológica en el marco referencial del sector hídrico.

- Recursos Hídricos

El patrimonio hídrico es un factor fundamental para el progreso económico y social del Ecuador, tomando en cuenta la función de mantener la integridad del entorno natural.

Según, La Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, establece en su Artículo 12 que: "El Estado, los sistemas comunitarios, juntas de agua potable y juntas de riego, los consumidores y usuarios, son corresponsables en la protección, recuperación y conservación de las fuentes de agua y del manejo de páramos así como la participación en el

uso y administración de las fuentes de aguas que se hallen en sus tierras, sin perjuicio de las competencias generales de la Autoridad Única del Agua de acuerdo con lo previsto en la Constitución y en esta Ley".

La Gestión Integral de los Recursos Hídricos permite el adecuado uso y aprovechamiento del agua, precautelando la correcta administración del agua superficial y subterránea, considerando el orden de prelación de los diferentes destinos del recurso hídrico.

Además, es importante mencionar, que se ha evidenciado un fuerte incremento en la demanda (usos y aprovechamientos) frente a la disminuida oferta (fuentes de agua), por lo que es necesario analizar los diferentes factores que determinan esta problemática, como los cambios demográficos, el uso irresponsable del agua, la contaminación de las fuentes y el cambio climático.

Se busca el manejo sostenible, integral e integrado de los recursos hídricos, en pro de la protección, recuperación y conservación del agua, todo esto de conformidad con la Ley establecida para este fin y los lineamientos técnicos que dicte la Autoridad Única del Agua en coordinación con los diferentes niveles de gobierno relacionados directamente con su gestión.

#### **Objetivos del eje económico:**

- *Objetivo 3: Fomentar la productividad y competitividad en los sectores agrícola, industrial, acuícola y pesquero, bajo el enfoque de la economía circular.*

El actual objetivo se basa en la dinámica productiva que incluye actividades económicas, las mismas que requiere impulsar un esquema que brinde igualdad de oportunidades para todos. Sin embargo, la falta de conciencia ambiental por parte de actores productivos generó que las actividades agrarias se realicen sin sostenibilidad. Por lo que proponen fortalecer y generar la infraestructura necesaria para el normal desenvolvimiento de las actividades productivas a partir de costos competitivos. De esta manera, es indispensable crear incentivos para el acceso a infraestructura, riego, capacitación, financiamiento en la producción y de esta forma mejorar las ganancias de los productores, incrementar la tecnificación, crear oportunidades y promover el progreso económico de estos sectores.

Creando políticas que mejoren la competitividad y productividad de varios sectores "incentivando el acceso a infraestructura adecuada, insumos y uso de tecnologías modernas y limpias". Además, mediante lineamientos territoriales desean desarrollar programas

enfocados en “incrementar la productividad agropecuaria, con un enfoque de conservación y mantenimiento de la fertilidad de los suelos”. A su vez, planteándose metas a favor de los productores y del país a nivel económico en base a productividad de varios sectores y sobre todo que estos vayan de la mano con la conservación del recurso hídricos y del suelo.

### **Objetivos del eje transición ecológica:**

- *Objetivo 11. Conservar, restaurar, proteger y hacer un uso sostenible de los recursos naturales.*

El presente objetivo propone avanzar las condiciones legales, económicas y de protección ambiental necesarias para lograr el funcionamiento de las actividades humanas en el marco de la transición ecológica, a través de la programación de acciones que permita la conservación de los hábitats, la gestión eficiente de los recursos naturales y la reparación de los ecosistemas, creando políticas, lineamientos territoriales y metas.

Entre las políticas establecidas están: “promover la protección y conservación de los ecosistemas y su biodiversidad; así como, el patrimonio natural y genético nacional, fomentar la capacidad de recuperación y restauración de los recursos naturales renovable e impulsar la reducción de la deforestación y degradación de los ecosistemas a partir del uso y aprovechamiento sostenible del patrimonio natural”. Entre los lineamientos territoriales está el “promover el uso de técnicas de explotación de los recursos naturales renovables y no renovables que minimicen el impacto sobre el medio ambiente y que respeten los ciclos de regeneración biológica”. Además, establecen incentivos que disminuyan la expansión urbana, con la finalidad de “proteger las superficies con vocación agropecuaria, evitar la afectación de ecosistemas no protegidos y coadyuvar a la gestión integral de riesgos previniendo la ocupación de espacios altamente expuestos” e impulsan a la creación de “programas de reforestación, especialmente aquellos a ser desarrollados en las cuencas altas de los ríos para controlar la sedimentación e inundación en las cuencas bajas”. Es decir, con estas políticas y lineamientos se evitaría la expansión de la frontera agrícola, la degradación del entorno, el despilfarro de los recursos tanto renovables como no renovables minimizando el impacto ambiental generando por la acción humana.

- *Objetivo 12. Fomentar modelos de desarrollo sostenibles aplicando medidas de adaptación y mitigación al Cambio Climático.*

Este objetivo manifiesta que el cambio climático, la contaminación, la crisis energética y la inconsciente utilización de los recursos naturales son algunos de los problemas ambientales más relevantes que enfrenta el país. Esto conlleva a plantear medidas de prevención, reducción, preparación y atención de desastres. Por lo tanto, requieren incentivar la innovación para la creación de nuevas tecnologías que optimicen su recuperación con métodos de producción eficientes, reduciendo los efectos del cambio climático. Para ello, establecieron políticas, lineamientos territoriales y metas.

De acuerdo a las políticas establecidas están basadas en el fortalecimiento de las acciones de mitigación y adaptación al cambio climático. Con actividades como: “promover modelos circulares que respeten la capacidad de carga de los ecosistemas oceánicos, marino-costeros y terrestres, permitiendo su recuperación; así como, la reducción de la contaminación y la presión sobre los recursos naturales e hídricos” Otro de sus planteamiento está el implementar “mejores prácticas ambientales con responsabilidad social y económica, que fomenten la concientización, producción y consumo sostenible, desde la investigación, innovación y transferencia de tecnología”, los mismos que se llevan a cabo mediante lineamientos territoriales basados la adaptación al cambio climático generando buenas prácticas ambientales en la población.

- *Objetivo 13. Promover la gestión integral de los recursos hídricos.*

El objetivo plantea que, en la actualidad, el recurso hídrico no es gestionado de manera integral ni garantiza el acceso de agua de calidad en las cantidades suficientes y continuas para sus diferentes usos y aprovechamientos. Por esta razón, se requieren de políticas específicas que permitan ordenar el uso y acceso al recurso, priorizando las necesidades básicas del ser humano. Asimismo, estas políticas deben promover, bajo mecanismos de mercado, su uso para actividades productivas. Considerando pertinente crear políticas, lineamientos y metas para dar cumplimiento.

Entre las políticas y lineamientos territoriales de este objetivo está el “proteger, regenerar, recuperar y conservar el recurso hídrico y sus ecosistemas asociados, por sistemas de unidades hidrográficas”. Entre sus actividades está el promover la gestión sostenible del recurso hídrico en todos sus usos y aprovechamientos; promover la conservación de los caudales hídricos, con particular atención en aquellos sitios en que existe rivalidad entre el

uso del agua para consumo humano, producción y generación hidroeléctrica, mediante estrategias que reduzcan la degradación del patrimonio hídrico.

## **8. VALIDACIÓN DE PREGUNTA CIENTÍFICA O HIPÓTESIS:**

- ¿Las tecnologías de conservación del agua pueden servir como aporte para el uso eficiente y sostenible del recurso hídrico en la cuenca del río Pastaza?

Es claro que tal premisa promueve el uso eficiente y sostenible del recurso natural, siempre y cuando las autoridades competentes lo tomen como un problema relevante que necesita de atención inmediata. Proyectos de investigación como este sirven de gran aporte porque de esta manera se realizaría un adecuado manejo del recurso siendo este de vital importancia para reducir la carga de enfermedades, mejorar la salud humana, el bienestar y la productividad de las poblaciones y a su vez también sirve para la producción. Es decir, que al hacer uso de estas tecnologías podrían crear un modelo de asignación de recursos hídricos razonable, integral, accesible y de fácil comprensión, así como obras funcionales de almacenamiento y transporte de agua; mejorar el sistema de asignación del agua, con el fin de resolver los problemas de déficit de agua para consumo humano en las áreas urbanas y rurales; fortalecer las capacidades para hacer frente a los desastres naturales, como inundaciones y sequías; garantizar la seguridad alimentaria y ordenar de una manera razonable el uso del mismo.

- ¿Es posible utilizar todas las tecnologías de conservación investigadas tanto para agua de consumo como para riego, en la zona de estudio?

No es posible utilizar todas las tecnologías tanto para agua de consumo como para riego puesto que cada uno tiene su propia utilidad respectivamente. Es decir, no se puede potabilizar el agua para consumo humano y sea distribuido para riego o viceversa. Según (BBC NEWS, 2013) manifiesta en un artículo que cerca del 70% del suministro de agua dulce del mundo se utiliza para el riego agrícola y la demanda mundial de alimentos está aumentando inexorablemente. Con esto, hay un amplio margen y necesidad para la innovación tecnológica. Por tal razón, en esta investigación se inculca la utilización de las tecnologías de conservación según su uso. Así mismo, es imperioso denotar que la metodología mayormente efectiva hace referencia a zanjas de infiltración o un sistema de

tratamiento de agua centrada dependiendo de las cualidades propias del terreno, utilidad, impacto al entorno y costo.

## **9. METODOLOGÍAS (TÉCNICAS E INSTRUMENTOS)**

### **9.1. Tipo de investigación**

- **Investigación descriptiva**

Con este tipo de investigación se describió las características ambientales, sociales y económicas de la zona de estudio para detallar con precisión la causa del problema y a su vez se puede representar por medio de gráficas, imágenes y figuras entre otras. También para especificar las diferentes tecnologías de conservación de agua tanto para consumo como para riego donde se refirió sus características particulares es decir en que consiste cada uno de las tecnologías, ventajas y desventajas. Por último, se narró una propuesta basada en la gestión proactiva y participativa.

- **Investigación documental o bibliográfica**

Se recopiló datos relevantes en diferentes fuentes bibliográficas como Google Académico, SciELO, Science Direct, Redalyc, Elsevier, ERIC, Refseek y Dialnet en tesis, artículos científicos, notas técnicas, revistas, entre otros; acerca de las tecnologías de conservación de agua. También se determinó la situación actual del agua para consumo y riego en la cuenca alta del río Pastaza.

### **9.2. Métodos**

- **Método de cualitativo**

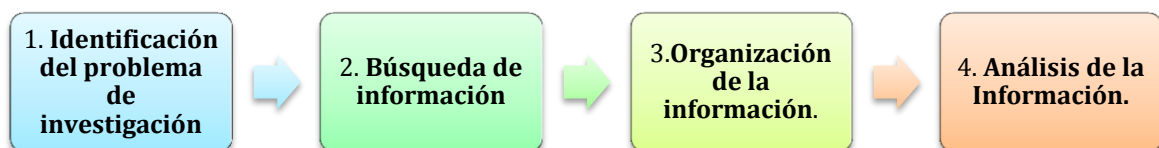
Se recolectó y analizó la información obtenida de las tecnologías de conservación donde en base a esa información se identificó y comparó los resultados logrados no numéricos sino cualitativos comprendiendo el contexto, dando una descripción, pro y contra de cada una.

### 9.3. Técnicas

- **Recopilación de datos**

Mediante la recopilación de información se logró determinar la relevancia e importancia y garantizar la originalidad de una investigación, se hará uso de esta técnica tanto para la descripción social, física y ambiental de la cuenca. A su vez para la revisión bibliográfica de la información mediante cuatro etapas planteados en el artículo de (Gomez Luna E., 2014) sobre “Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización” como se observa en la figura 2:

*Figura 2. Procedimiento para una revisión bibliográfica*



A continuación, se profundiza cada paso:

#### 9.3.1. Definición del problema



En este paso se debe guiar en base al tema. Este debe ser lo suficientemente claro para poder realizar una búsqueda bibliográfica que responda a las necesidades del investigador y que además aporte al estado de la técnica, de manera que conduzca a un escenario bastante amplio y permita la retroalimentación de la investigación.

### **9.3.2. Búsqueda de la Información**

En este proceso bibliográfico se debe contar con material de diferentes fuentes de información, tales como tesis doctorales, artículos científicos, normas, notas técnicas, seminarios, revistas especializadas, patentes, sitios web en donde se deben utilizar ecuaciones de búsqueda (expresiones que consisten de claves y operadores lógicos), se debe aplicar criterios de selectividad de manera que el investigador se enfoque en los documentos relevantes para la investigación y si, a pesar de todo, existe demasiada información, quizás el tema elegido sea excesivamente amplio y sea necesario enfocarlo aún más.

### **9.3.3. Organización de la información**

Esta fase es de gran importancia en todo proyecto de investigación, consiste en organizar de manera sistemática la documentación encontrada. Se puede realizar tanto de manera básica como detallada. Inicialmente la información puede ser ordenada en carpetas u hojas de cálculo desarrolladas por el propio investigador de forma manual, sin embargo, el proceso es lento y deficiente; otra manera de hacerlo es mediante el uso de programas especiales tales como: JabRef, Zotero, Mendeley, Endnote y Reference manager. Estas aplicaciones son eficientes, de uso libre y permiten organizar fácilmente la información por título, autor, revista y aporte; además, genera fácilmente la bibliografía para el informe final. Además, se puede crear tablas de datos cuyo fin es tener una estructura organizativa determinada de los datos de las tecnologías encontradas para cada uso del agua. Las variables o características se limitan a los criterios escogidos por el autor. A partir, de esta información se puede determinar el autor con más estudios, el país que posea mayores investigaciones referente a la temática en estudio, entre otros aspectos y estos hacerlos mediante diagramas jerárquicos.

### **9.3.4. Análisis de la información**

En esta parte se analizó e identificó los manuscritos que tengan mayor incidencia en la investigación del total encontrado en las fuentes, en base a la temática; Aquí es donde se reafirman las ideas planteadas durante la formulación del problema y si el problema es bien conocido, la solución está al alcance de la mano. Es decir, una vez que se han identificado los documentos claves, se realizó un análisis detallado de los mismos donde estén directamente relacionados con las ideas y aspectos más importantes relacionados con el tema de investigación y para plasmarlo se hizo a través de tablas de datos donde incluye el título, año de publicación, autor o autores, país hecho el estudio, resumen, campo, numero de citas, el DOI y el nombre de la fuente de donde fue extraído la información.

Además, se menciona los criterios de selectividad que se aplico en los documentos relevantes para la investigación donde se establecen aspectos como: fecha de publicación, idioma, campo de estudio relacionadas al tema y la fuente si es verídica o indexada.

#### **9.4. Herramientas**

De acuerdo al proyecto de investigación se utilizaron herramientas tecnológicas, con la finalidad de obtener información aval, estadística y geográfica las cuales se detallan a continuación:

- **Programa de ArcMap 10.1**

Mediante este software se representó información geográfica de las características morfológicas e hidrológicas por medio de mapas como: ubicación de la cuenca alta del río Pastaza, precipitación, temperatura, taxonomía del suelo, entre otros ubicados en la zona de estudio.

- **Programa de Excel**

Con el software Excel se permitió el ingreso de una base de datos obtenidos del programa ArcMap en base a fuentes como INEC, SENAGUA, INAMHI, para la creación de mapas. Además, se creó el listado de información sobre las tecnologías de conservación de agua.

- **Programa Zotero**

En base a este gestor de referencias bibliográficas se recopiló información de cualquier temática (tecnologías de conservación de agua para consumo y riego) y se añadió a la base de datos de forma automática. Además, se pudo organizar la información ingresada al software y de esta forma se cita los recursos bibliográficos dentro del texto fácilmente.

## **10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **10.1. Aspectos socioambientales de la zona de estudio.**

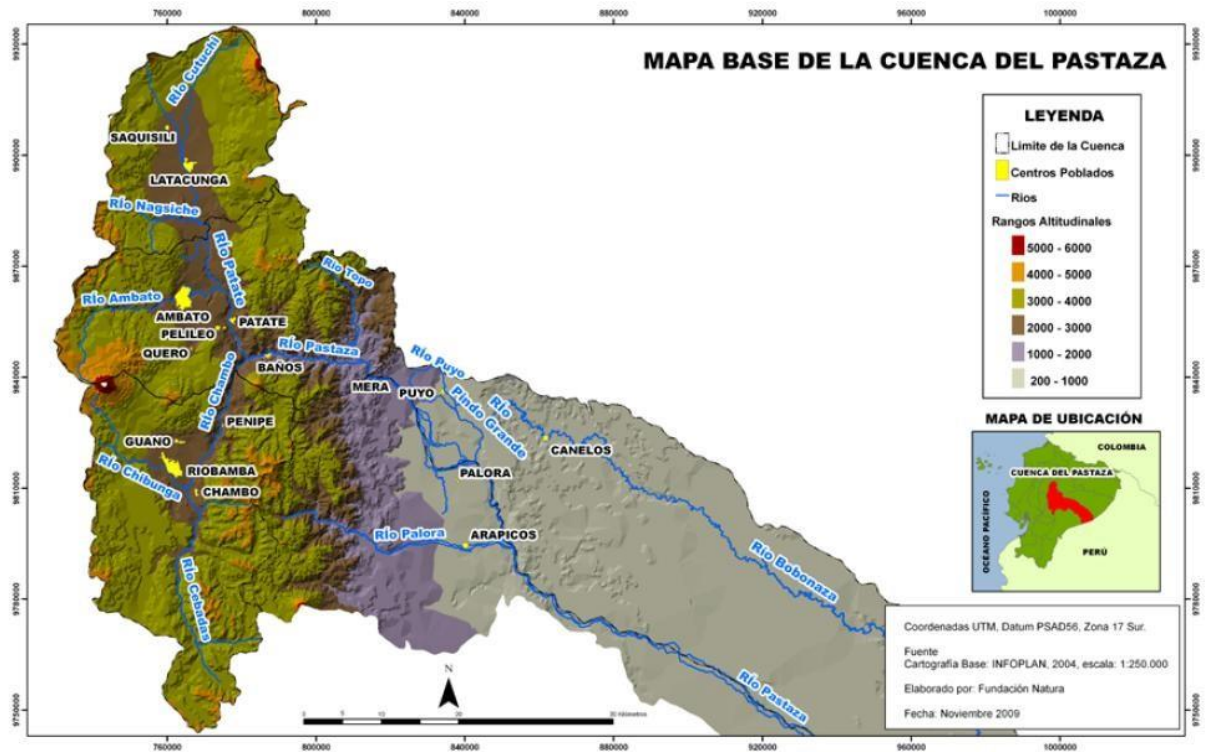
A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la caracterización biofísica e hidrológica, para identificar las condiciones actuales de la cuenca y así determinar las tecnologías de conservación del agua para consumo y riego que sean aplicables a la misma y a su vez una propuesta en donde interactúe los beneficiarios directos en la gestión hídrica.

Existen factores que no deben ser desperdiciados durante un estudio hidrológico sobre todo ciertas características importantes de la cuenca como: precipitación, temperatura, cobertura vegetal, taxonomía, textura y uso del suelo (Pourrut P & Gomez G, 1995).

#### **10.1.1. Ubicación Geográfica**

La cuenca hidrográfica del Río Pastaza se encuentra en el centro-este del Ecuador, con las siguientes coordenadas W 75°48'- 78°56' y S 00°35'-02°46'. Limitando al norte con la demarcación hidrográfica del Napo, al sur con la DH Santiago, al oeste con las DH Guayas y Esmeraldas, y al Este, con Perú. Esta cuenca hidrográfica es la tercera más prominente de todo el Ecuador, con una superficie aproximada de 23 057 km<sup>2</sup>. Conformada por 5 provincias: Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Pastaza y Morona Santiago (CHANGOLUISA, 2009), se puede visualizar en la figura 3.

Figura 3. Mapa de la cuenca del río Pastaza



Elaborado por: Fundación Natura / Nota: En esta imagen se puede identificar el mapa de toda la cuenca del río Pastaza, la parte alta y una parte de la media pertenece al Ecuador, mientras que la parte baja pertenece a Perú.

El río Pastaza constituye uno de los ríos más grandes del Oriente ecuatoriano. Nace de la cordillera oriental de los Andes como el resultado de la unión de los ríos; Chambo y Patate. Tan solo su presencia realza enteramente los paisajes de todos sus alrededores, es afluente del río Marañón (GLOWS, 2007). Recorre todo el Cantón Baños y ha sido empleado para realizar varias actividades que ayudan al desarrollo económico de la región como el rafting, el kayaking y sirve de atractivo central en el viaje a la Ruta de las Cascadas, a la vez que en sus cuencas se encuentra el Corredor Ecológico Llanganates – Sangay, y es una fuente importante de generación hidroeléctrica.

El río Patate, se forma por medio de la combinación de los ríos Culapachán y Ambato. En este último se depositan las aguas servidas de la ciudad del mismo nombre, la cual posee unos 160000 habitantes (INEC, 2010). Esta cuenca recibe las aguas con residuos químicos producto de la elaboración y desteñido de jeans en Pelileo (Tungurahua). También de las

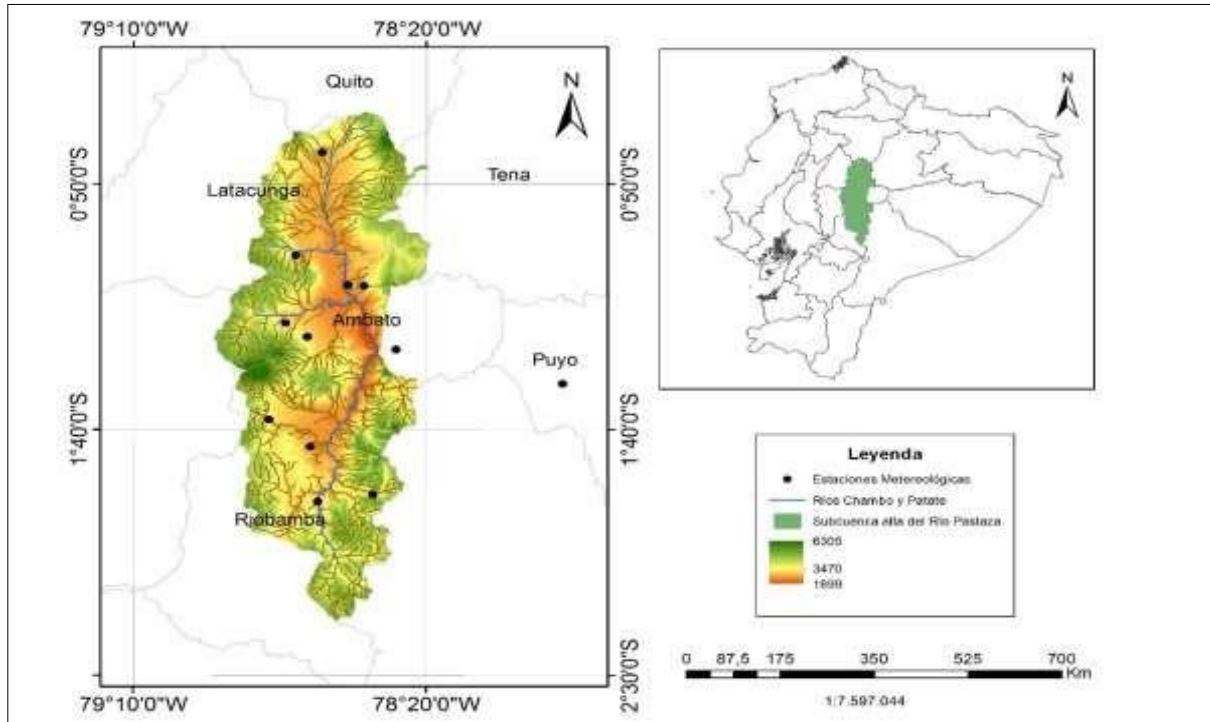
aguas negras del alcantarillado de este cantón. Asimismo, el río Pastaza recibe las aguas servidas de Baños, Río Verde, Río Negro, Puyo y Palora. Muchas de estas poblaciones depositan además directamente la basura en el río (SNI, 2019). El río Topo también nace de la Cordillera de los Llanganates; a lo largo de su cuenca, se puede observar bosques primarios con una gran diversidad de flora y fauna únicas en el mundo, motivos por los que desde hace muchas décadas atrás ha sido punto para la visita e investigación de varios científicos. (ECUADORONLINE, 2018).

Se aprovechan las aguas del río Pastaza para la generación hidroeléctrica del país por medio del Sistema Nacional Interconectado, con los Proyectos Hidroeléctricos Agoyán y San Francisco, y en épocas de estiaje su cauce no tiene caudal, (aproximadamente 15 Km, desde la represa Agoyán hasta la descarga de San Francisco), por lo que se ha perdido la cascada Agoyán y con ello uno de los principales atractivos turísticos del lugar. Es por esta razón que la construcción de la represa Agoyán, ha generado cambios importantes en aspectos físicos, hidrológicos y ambientales del río Pastaza (Lema, 2009). La actividad turística utiliza gran parte de los fluviales para establecer como una enorme fuente de ingresos, es por tal motivo que es imperioso la construcción, aproximación y aplicación de nuevos métodos que permitan proteger y mantener este recurso hídrico tan importante para el desarrollo de la humanidad.

#### **10.1.2. Delimitación para el área del proyecto**

El estudio planteado hace referencia a la Cuenca alta del río Pastaza; limitada en la parte superior por los afluentes del nevado Cotopaxi y su límite inferior Agoyán; atravesando las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo, con una superficie aproximada de 8237 km<sup>2</sup>, y un gradiente altitudinal que oscila entre 1600y 6310 msnm, siendo sus principales afluentes los ríos Patate y Chambo (INEC, 2010) esto se puede observar en la figura 4.

*Figura 4. Ubicación de la Cuenca alta del Río Pastaza*



Fuente: Imagen extraída de una tesis de (Merino D, 2020).

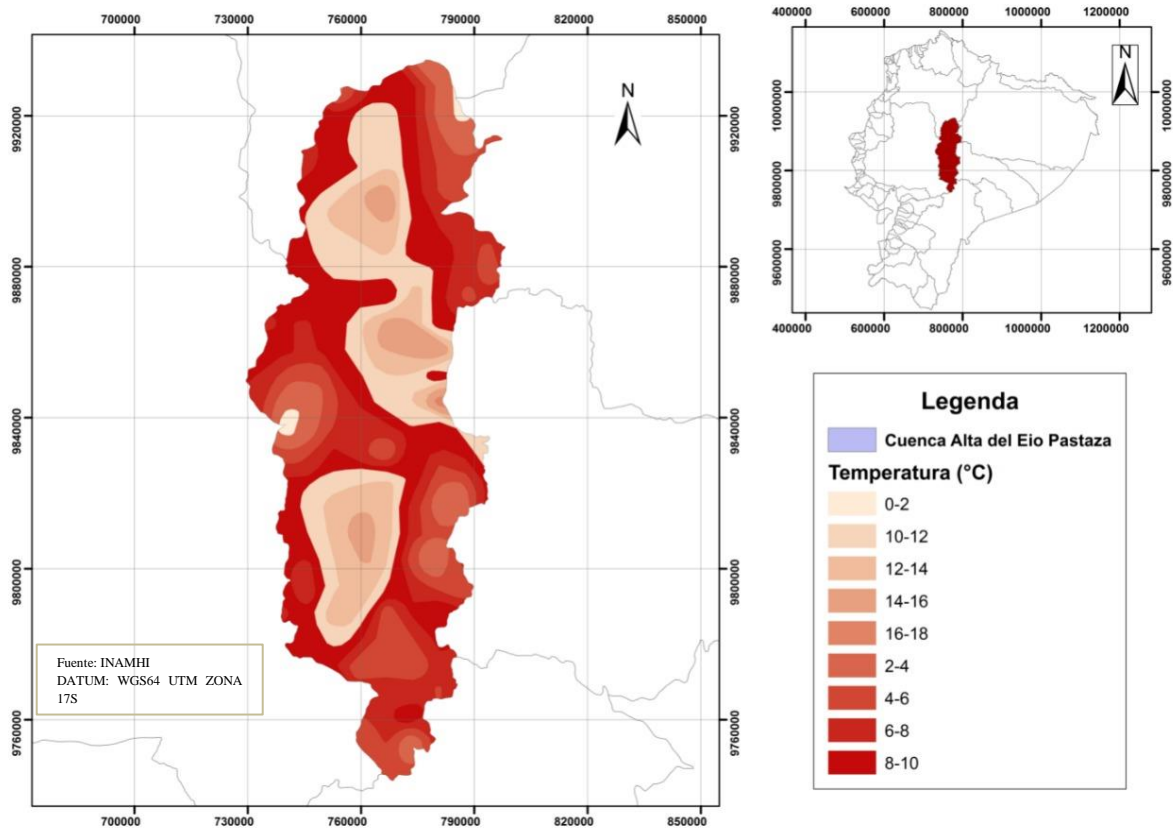
### 10.1.3. Características biofísicas

#### 10.1.3.1. Clima

La especial orografía andina y su orientación norte - sur son condicionantes sobre las que actúan la zona de convergencia intertropical, el efecto de enfriamiento de la Corriente de Humboldt, la influencia de las cálidas corrientes ecuatorial y de El Niño, modelando la variación espacio-temporal de temperatura, dirección del viento, humedad, evaporación y producción hídrica en la cuenca (INECEL, 1998)

El clima de la Cuenca Alta del Río Pastaza se encuentra influido por los regímenes climáticos occidental y oriental que prevalecen en el país. Las corrientes marinas, cálida de El Niño y fría de Humboldt, y el sistema de convergencia intertropical condicionan el clima del área. La temperatura del aire es bastante uniforme durante todo el año para cada estación climatológica analizada; sin embargo, existe una fuerte variación espacial de la misma como consecuencia de las diversas variaciones altitudinales. La temperatura media multianual varía entre 7°C y 17°C como se visualiza en la figura 5.

*Figura 5. Temperatura*

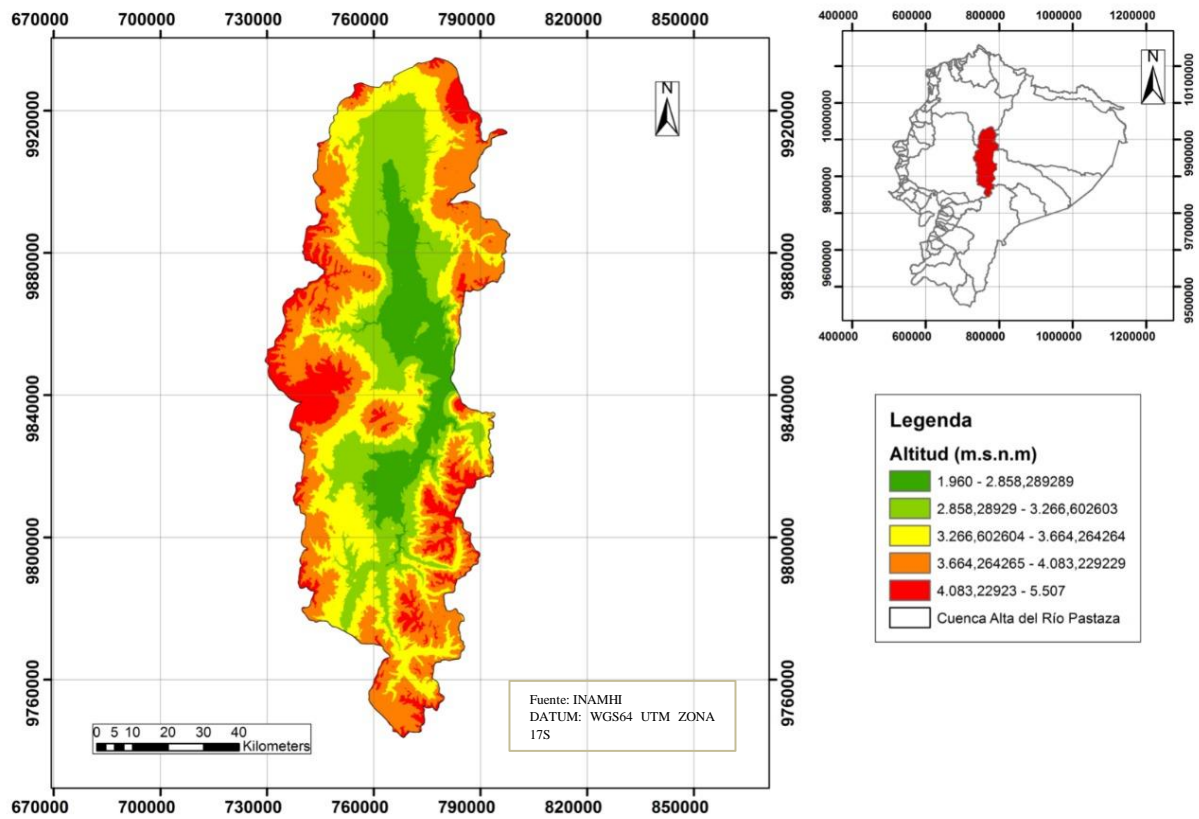


### 10.1.3.2. Relieve

La cuenca alta se ubica desde los 6310 msnm del volcán Chimborazo hasta los 1610 msnm en el cauce del río Pastaza en la presa Agoyán. La topografía del área es variada, muy accidentada y con fuertes pendientes; se caracteriza por tres tipos de relieve: páramo alto, pie de monte, y altiplanicie (OEA , 1991), esto se puede observar en la figura 6.

El área de la cuenca ha sido dividida en 3 subcuencas primarias y 59 subcuencas secundarias y de orden inferior. Tres tipos de relieve caracterizan a la cuenca. El primero de ellos corresponde a zonas de altiplanicie, equivalente al 24% del área total, que va desde 2.500 a 3.600 metros sobre el nivel del mar (msnm), en donde están ubicadas las ciudades de Latacunga, Ambato y Riobamba. El segundo está caracterizado por declives de montañas o pie de monte, con pendientes fuertes de hasta 10%, y va desde los 3.000 a 3.600 msnm, ocupa el 18% del área total y presenta los mayores riesgos de degradación. El último lo forman los páramos altos, los que presentan zonas planas, onduladas y montañosas entre 3.600 y 4.500 msnm; esta última cota guarda relación con la iniciación de las nieves perpetuas.

*Figura 6. Altitud*



### 10.1.3.3. Taxonomía del suelo

Según un estudio de manejo y conservación y protección de la cuenca alta del río Pastaza mantienen que la mayoría de los suelos en el área se derivan de depósitos de cenizas volcánicas con un espesor de varias decenas de metros. Los factores climáticos determinan la diversidad de tipos de suelo en el territorio (Organización de los Estados Americanos, 2016). Sin embargo, cabe señalar que otros factores como la topografía, la formación de cenizas, la permeabilidad y la edad de formación también tienen una influencia significativa en la diferenciación del suelo. Según sus fuentes, los suelos de la región se agrupan en los siguientes grupos:

- suelos derivados de cenizas y cemento duro viejo;
- los suelos derivados de ceniza moderna son gruesos y permeables,
- los suelos derivados de ceniza volcánica únicamente.

### Usos del suelo

El uso del suelo está íntimamente relacionado con su cobertura, y el área de estudio se caracteriza por una gran presencia de bosques naturales y plantaciones debido al excesivo desarrollo del sector forestal. En lo que respecta a la aplicabilidad de los suelos a continuación



se expone la tabla 4 como un breve resumen de la aplicabilidad mencionada (Organización de los Estados Americanos, 2016).

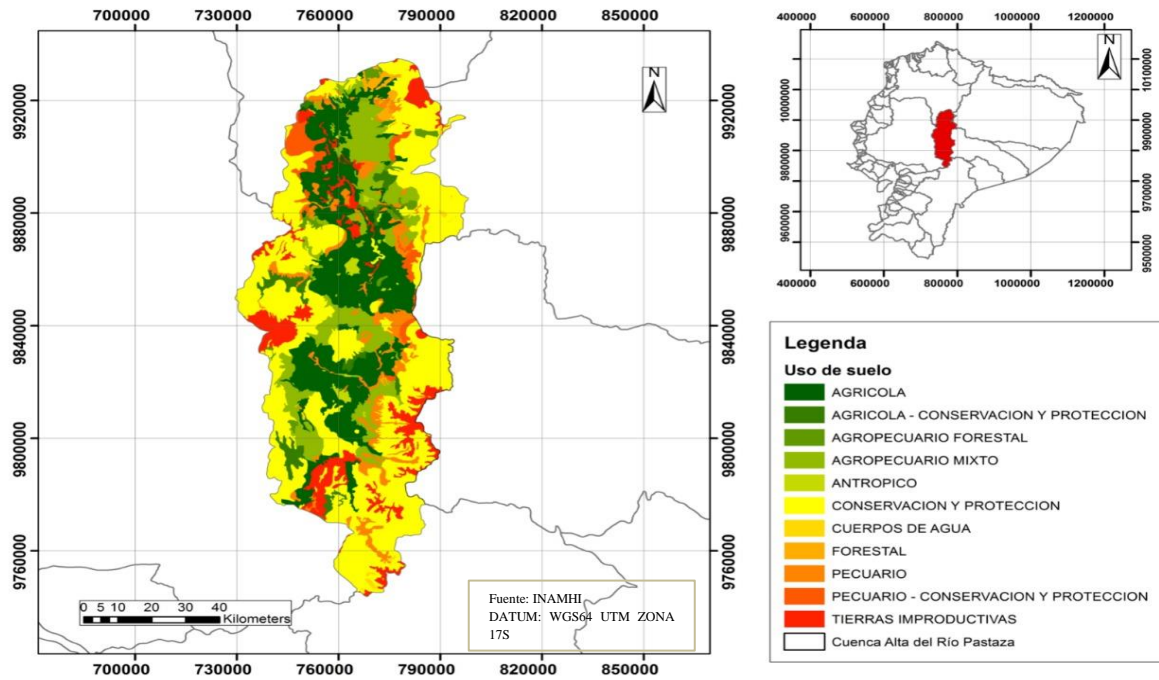
*Tabla 4. Usos del suelo*

<i>Uso de suelos</i>	<i>Area (ha)</i>	<i>Corresponde a (%)</i>
Áreas naturales	26 780	3.3
Vegetación natural	287 822	35.3
Zonas no agrícolas	7620	0.9
Cultivos permanentes de corto periodo y pastos	318 564	39.1
Uso agropecuario	173 914	21.3

FUENTE: Organización de Estados Americanos.

Según la información del ARGIS y la cuenca alta presenta el siguiente patrón de uso de suelos. Áreas naturales y vegetación nativa 38.3% de los cuales representan a los parques, áreas creativas de conservación y vegetación nativa, el 21.3 % de zonas agropecuarias, agricultura de corto y largo plazo el 39.1% y zonas no agrícolas (cuerpos de agua, población) el 0.9 % como se observa en la figura 7.

*Figura 7. Usos del suelo.*



#### 10.1.4. Características biológicas

##### 10.1.4.1. Flora y fauna

La cuenca del río Pastaza es muy amplia, desde los andes hasta la Amazonía. Alberga el volcán Tungurahua y forma parte de los Parques Nacionales Sangay y Llanganates, lo que la convierte en una zona rica en biodiversidad. También, la presencia del volcán Tungurahua ha creado una variedad de microclimas a su alrededor, y este factor, combinado con otros factores como la abundancia de recursos hídricos, ha dado lugar para que allí se desarrolle una gran variedad de flora y fauna silvestre (ECUADORONLINE, 2018).

En el área florística se han identificado 165 especies vegetales, de las cuales las más destacadas son: Chuquiragua, Almohadilla, Achupalla, Aliso, Bromelias, Arrayán, Pumamaqui, Frailejones, Mortiños, Motilón, Árbol de papel, Chocho, Romero, Olivo, Cedro, Laurel, Guayacán, Licopodios, Palma Ramos, Palma Real, Copales, Caoba, Gencianas, Chontaduro, Alcanfor, Tagua, Pajonal y muchas variedades de orquídeas (Vargas, H. et al, 2000).

En el área faunística, el número de especies de mamíferos existentes representa más del 50% de las especies en la selva amazónica de Ecuador. Se puede encontrar especies como: el cuy silvestre, el lobo de paramo, el oso de anteojos, venados, gaviotas, curianguines y el majestuoso cóndor andino. Además, se puede hallar en los ríos unos peces comúnmente conocidos como “truchas” (INECEL, 1998).

Dentro de la cuenca, existe diferentes tipos de formaciones vegetales que tienen funciones de refugio tanto para la fauna como para la flora con un alto nivel de endemismo, la cuenca alta del Pastaza es un área muy diversa en cuanto a ecosistemas y variedad de especies (Hidropastaza S.A., 2015).

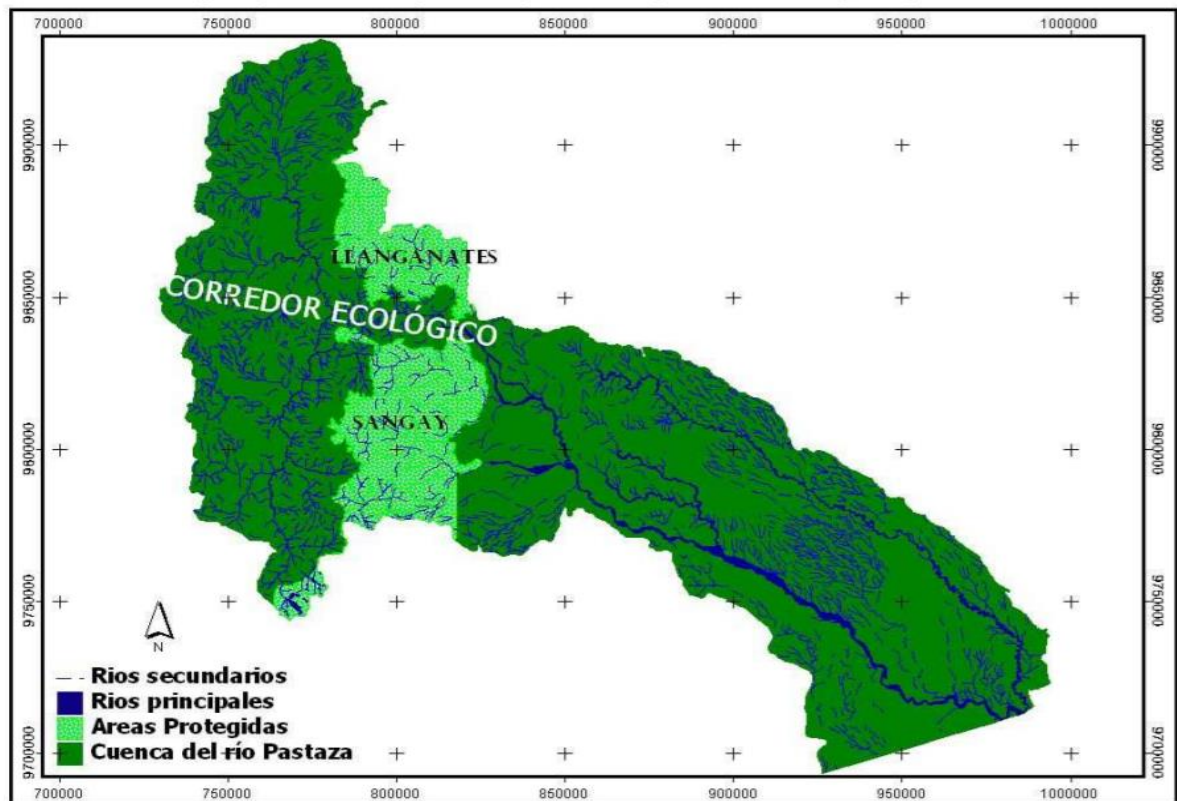
#### **10.1.4.2. Áreas protegidas**

Dentro de las cuencas del río Pastaza existen cuatro áreas naturales que legalmente están constituidas, las cuales son:

- Parque Nacional Cotopaxi.
- Área Nacional de Recreación “El Boliche”
- Parque Nacional Sangay.
- Parque Nacional Llanganates.

El corredor ecológico lo conforman los Parques Nacional Sangay y Llanganates que garantizan la colectividad entre las dos mencionadas áreas y a la posibilidad de intercambios inter especies. Este corredor ecológico es a su vez la cabecera del río de Pastaza y fue declarado como “Regalo para la Tierra” por el Fondo Mundial para la Naturaleza (ECOLAP, 2017). Estas se puede observar en la figura 8.

Figura 8. Corredor Ecológico ubicado entre los parques nacionales Sangay y Llanganates en la



Cuenca del Río Pastaza.

Elaborado por: Ministerio Agricultura y Ganadería, (2015)

Nota: Los parques nacionales o recreativos son parte de la zona de zona de estudio.

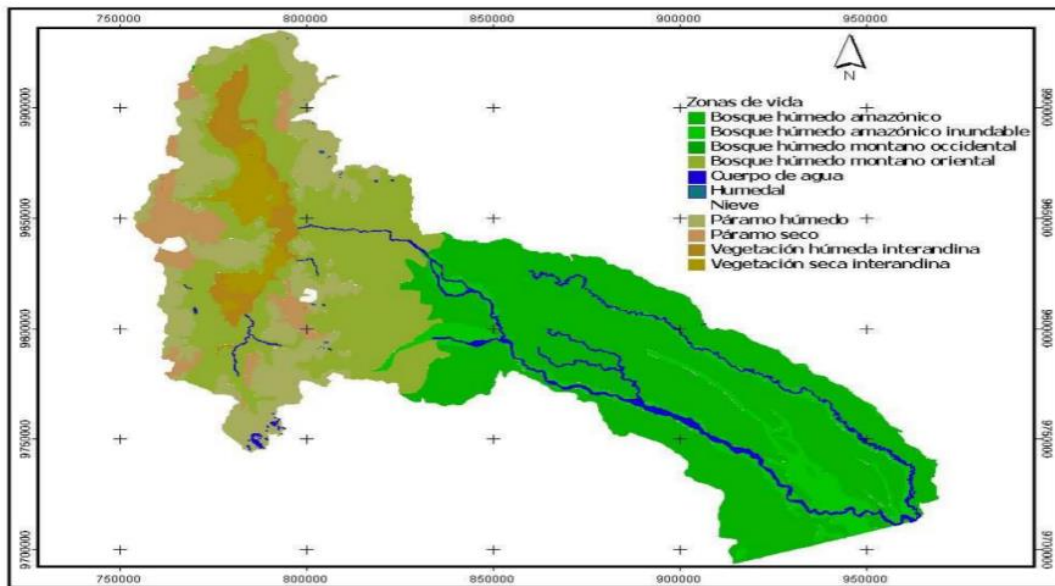
### 10.1.4.3. Zonas de vida

Para clasificar las zonas de vida, él (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015) lo realizó mediante el sistema Holdridge, en el cual identificaron 11 zonas; 7 son parte de la zona de estudio como se puede visualizar en la figura 9 y son las siguientes:

- Bosque húmedo montano oriental
- Cuerpo de agua
- Vegetación seca interandina
- Vegetación húmeda interandina
- Páramo húmedo
- Páramo seco

- Nieve

Figura 9. Clasificación de las zonas de vida.



Elabora  
do por:  
Ministe

rio Agricultura y Ganadería, (2015)

## 10.1.5. Características socio-económicas

### 10.1.5.1. Aspecto social

El área alrededor de la cuenca está compuesta en su totalidad por pequeñas áreas rurales densamente pobladas como Latacunga, Ambato, Riobamba, Baños y El Puyo. La viabilidad de la población se ve afectada por la migración, que en los últimos años se ha traducido en un saldo negativo para todas las provincias que componen la zona de influencia (Hidropastaza S.A., 2015).

Se pueden distinguir dos áreas culturales distintas en toda el área:

- las cuencas alta y media del río Pastaza se caracterizan por altos niveles de pobreza, densidad de población, analfabetismo y mortalidad;
- b) El Río Bajo Pastaza se caracteriza por la baja densidad poblacional, la agricultura de subsistencia como principal actividad económica y centro de diversos proyectos de conservación, y la diversidad étnica cultural de la región, la zona está representada por los pueblos indígenas Kichwa, Shuar, Achuar y las etnias Záparo.

### **10.1.5.2. Aspecto económico**

El área que comprende la Cuenca Pastaza es muy desarrollada económicamente y muy importante, porque sus actividades son agrícolas, atrayendo a más del 60% de la población profesionalmente activa, luego industrial y luego actividades de servicios turísticos. (Hidropastaza S.A., 2015).

Según la Organización de los Estados Americanos (2016) a estructura agraria está constituida mayoritariamente por el minifundio (84%), mientras que el latifundio representa el 43% de la superficie.

### **10.1.5.3. Sector forestal**

El sector forestal ocupa el 70% abarcando aproximadamente un total de 19.266 ha. Por su parte el los que respecta a los bosques naturales se hallan fuertemente degradados (Organización de los Estados Americanos, 2016).

El sector forestal en la cuenca alta del río Pastaza presenta unos de los últimos remanentes de bosques maduros en crecimiento, estos se encuentran conectados a los Andes ecuatorianos con la Amazonía, pero por las acciones antropogénicas se encuentra lamentablemente bajo presión debido al crecimiento de la población, extracción de madera intensiva, deforestación, exploración y explotación petrolera.

### **10.1.5.4. Servicio e infraestructura**

La cuenca del río Pastaza es alimentada por el Sistema Nacional Interconectado ya que se suministra a la población a través de tres empresas eléctricas. Hay escasez de agua potable para la población y la mayoría no cuenta con servicios de drenaje por lo que el abastecimiento de agua a la población es todavía deficiente. No todos los centros poblados disponen de este servicio, y algunos de los que lo tienen carecen de potabilización; la población servida es de 242.313 habitantes, esto es, el 29% del total. La mayor parte de los centros poblados carecen de servicios de alcantarillado. (MAE, 2016)

La información hidrológica es deficiente, pues únicamente 25 estaciones cuentan con información publicada durante los últimos 25 años (1982-2007) de un total de 200 estaciones del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

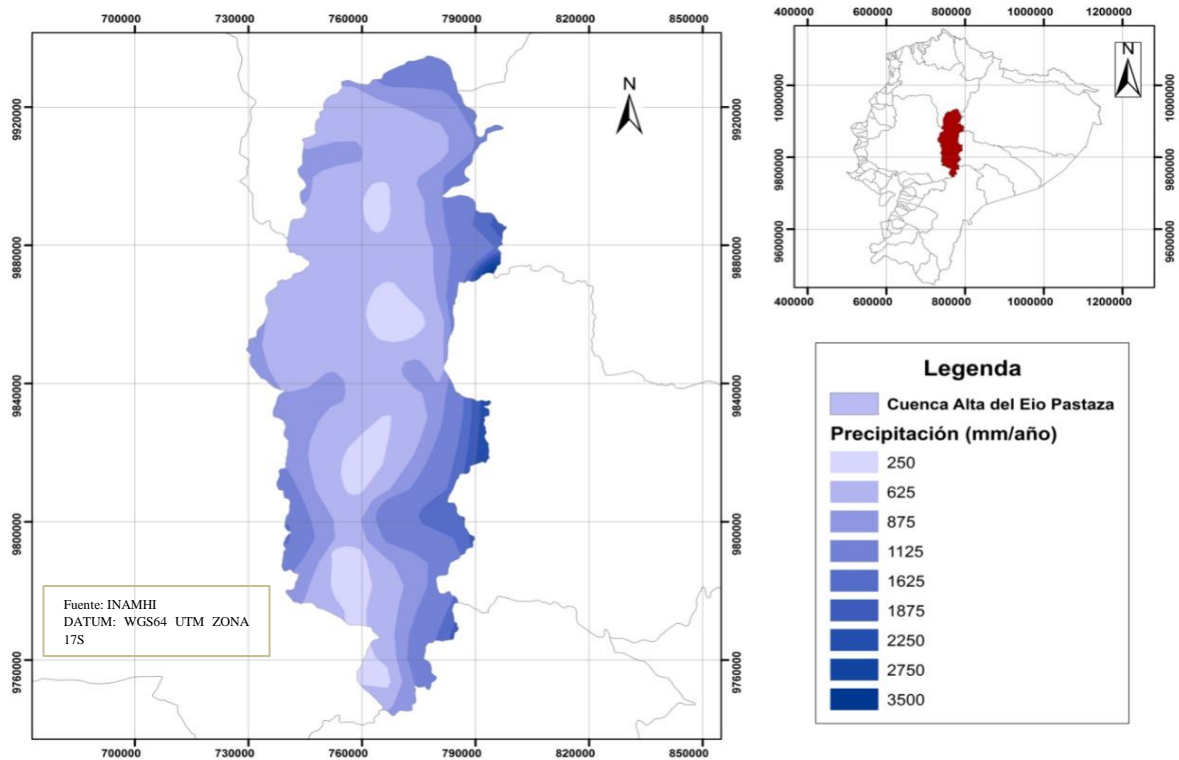
#### **10.1.6. Características hidrológicas**

##### **10.1.6.1. Precipitación**

La cuenca alta del Pastaza se identifica a las subcuencas superiores de los ríos Chambo y Patate, hacia sus nacimientos en las cordilleras Occidental y Central. El clima es frío, semihúmedo influenciada por los regímenes climáticos occidental y oriental.

Las precipitaciones son muy variables. Debido a esto hay tres zonas que se caracterizan así: zona de páramo de la Cordillera Real; tiene una pluviometría anual superior a 1.000 mm con época lluviosa de abril a agosto. Flancos orientales de la Cordillera Occidental con precipitaciones que van desde 600 a 1.000 mm por año; esta zona tiene dos estaciones lluviosas en los períodos comprendidos de febrero a abril y de octubre a diciembre. Zona del Callejón Interandino, con precipitaciones anuales menores a 500 mm, con dos estaciones lluviosas que ocurren de octubre a diciembre y de febrero a mayo, esto se puede observar mediante la figura 10 (INAMHI, 2000).

*Figura 10. Precipitaciones*

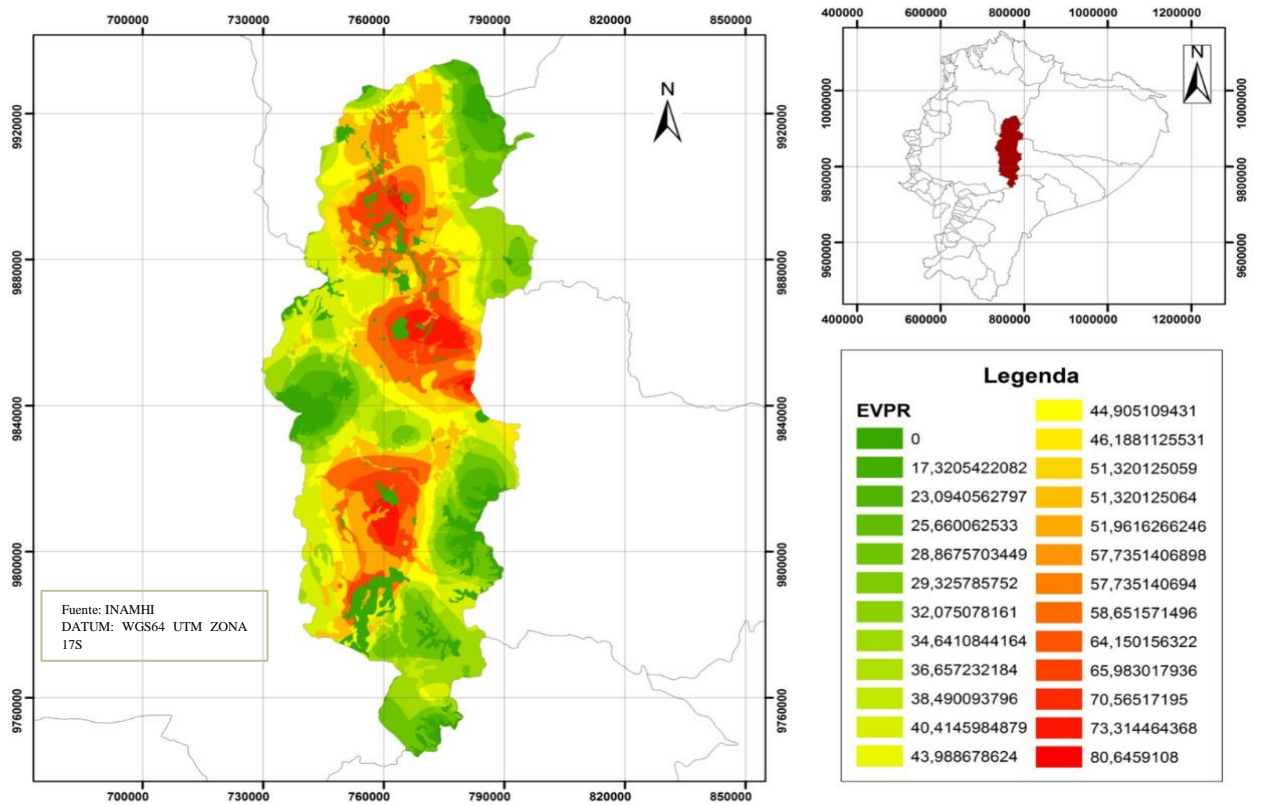


### 10.1.6.2. Evapotranspiración

La CAP está definida por las subcuencas de los ríos Chambo y del Patate y se caracterizan por: estar ubicada hacia las estribaciones de los Andes Occidentales con precipitaciones medias anuales de 800 mm a 1000 mm, altura promedio de 3600 msnm, temperatura media alrededor de 6 °C, humedad relativa media del 82%; evaporación media anual de 100 mm; y por estar ubicada hacia las estribaciones de la Cordillera Central con precipitaciones medias anuales de 800 mm a 1600 mm, alturas superiores a 3200 msnm y temperatura media de 9 °C, humedad relativa media del 84% y evaporación media anual de 120 mm (Moreno M., 2008) Por lo tanto, los valores medios de la humedad relativa se sitúan entre 80% y 85%. La evaporación media anual está en 1.450 mm en toda la cuenca alta, esto se puede evidenciar en la figura 11.

Figura 11. Evapotranspiración





### 10.1.6.3. Recursos hídricos

La cuenca alta del río Pastaza al ser una de las más grandes masas de agua dulce en Ecuador es la que por consiguiente aporta una enorme capacidad hídrica.

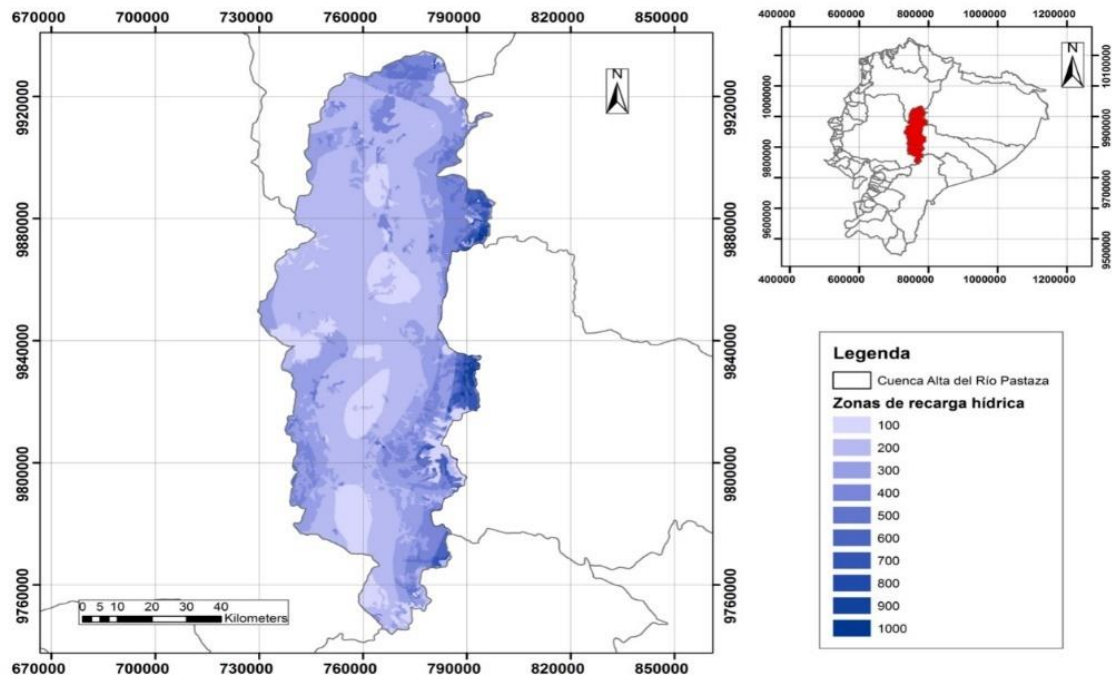
Es fundamental indicar además que el Estado Ecuatoriano por medio del Ministerio de Electricidad ha aprovechado de una enorme manera la cuenca mediante una serie de proyectos hidroeléctricos como Agoyán y San Francisco, e inclusive existe la probabilidad de la obra del plan Topo en el flujo de agua del mismo nombre (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015). Otro de los entes que aprovecha el recurso hídrico en el sitio es la actividad turística tales como: el kayak el rafting y el recorrido en bicicleta por la ruta de las cascadas, lo cual crea uno de los más grandes ingresos económicos en el sector, sin que esto altere de alguna forma el ecosistema del sitio.

Uno de los más grandes inconvenientes que se tiene en esta cuenca es el arrastre de sedimentos debido a que en el área de análisis está el volcán Tungurahua que entro en proceso eruptivo a partir del 18 de octubre de 1999 y continua hasta el momento, dichas erupciones producen flujos de lodo y escombros de procedencia volcánica (lahares), los cuales van hacia el cauce del flujo de agua Chambo y Pastaza ayudados además por la precipitación. Además,

otro de los inconvenientes es la descarga de aguas servidas sin tratamiento alguno hacia los cauces primordialmente de parte de las poblaciones de sanitarios y el Puyo. (MAE, 2016)

La cuenca del río Pastaza conforma el sistema fluvial “Pastaza-Marañón- Amazonas”. Poseen regímenes hidrológicos variados, de los cuales se destacan el régimen pluvio-nival interandino y calcio-nival, pluvial (Pourrut, 1995). En la figura 12 se puede observar las zonas de recarga hídrica provienen, por un lado, principalmente de las lluvias y de las filtraciones de agua de riego y del agua superficial (ríos y lagos, etc.) y por otro lado el agua subterránea.

*Figura 12. Zonas de recarga hídrica*



## 10.2. Analizar información sobre las distintas tecnologías de conservación de agua desde 2005 al 2021

- **Paso 1: Definición del problema**

En este paso se debe guiar en base al tema en este caso denominado “revisión de las tecnologías de conservación del agua para consumo y riego y su potencial aplicación en la cuenca alta el río Pastaza” y de acuerdo a ello se estaría indicando por ende el problema a investigar, es decir que no existe un manejo adecuado del recurso natural por ende se busca investigar y compilar tecnologías de uso de agua para la conservación.

- **Paso 2: Búsqueda de la Información**

Se consultó en diferentes fuentes de información, tales como tesis doctorales, artículos científicos, normas, notas técnicas, seminarios, revistas especializadas, patentes; se planteó dos tablas, la primera las investigaciones de manera mundial y la otra zonal que a su vez contiene los siguientes parámetros las ecuaciones de búsqueda y las bases de datos consultadas con el total de investigaciones.

Tabla 5. Ecuaciones de búsqueda empleadas para el caso de investigación.

N° de expresiones	“Ecuación de búsqueda”	Resultados								
		Google Académico	SciELO	Science Direct: Elsevier	Redalyc:	ERIC	Refseek	Dialnet	Total	
1	“Tecnologías Conservación Agua”	11	13	12	0	0	5	41		
2	“Tecnologías del agua”	7	18	19	0	1	2	47		
3	“Tecnologías agua para riego”	6	9	18	0	0	2	35		
4	“Tecnologías de agua para consumo”	8	12	14	1	0	1	36		
5	“Técnicas de eficiencia hídrica”	13	8	17	0	0	0	38		
6	“Conservación agua para	9	5	13	2	1	2	32		

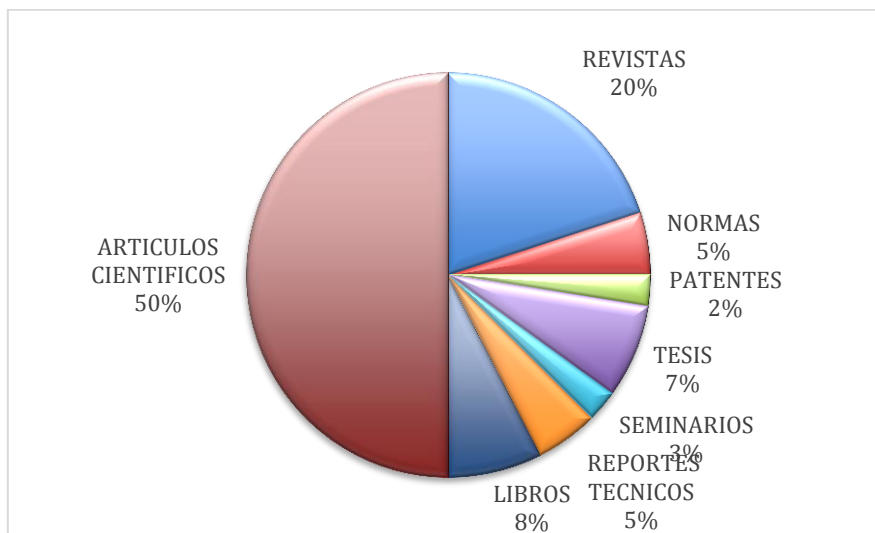
	riego”							
7	“Conservación agua para consumo humano”	8	4	12	0	2	4	30
8	“Tecnologías de conservación del agua para riego”	2	2	9	0	3	0	16
9	“Tecnologías de conservación del agua para consumo humano”	2	0	4	0	1	0	4
10	“Métodos de ahorro agua de riego”	2	0	8	0	0	1	11
11	“Métodos de ahorro agua	0	0	12	0	0	0	12

	para consumo humano”								
<b>Total</b>									<b>305</b>

Nota: Los datos se tomaron de todas las bases de datos denotadas con anterioridad, teniendo en cuenta que, se unió todas las ecuaciones de búsqueda, tanto idioma inglés como español; por lo que, se evidencia una cantidad considerable de investigaciones, la misma que se reducirá mediante criterios de análisis como lo es el campo de investigación; ya que es conveniente enfocarse al campo ambiental por obvias razones. Como segundo punto es indispensable optar por un lineamiento mayor el cual es la barrera del idioma (artículos únicamente en inglés debido a la gran cantidad de información concerniente a la página en inglés ScienceDirect: Redalyc, Elsevier y para la página Scielo el idioma base será español debido a la cuantiosa información existente).

A partir de la información conseguida en la base de datos se puede realizar gráficos para determinar las fuentes que más se usó en esta investigación, así como se muestra en la figura 13.

*Figura 13. Material informativo consultado durante la búsqueda*



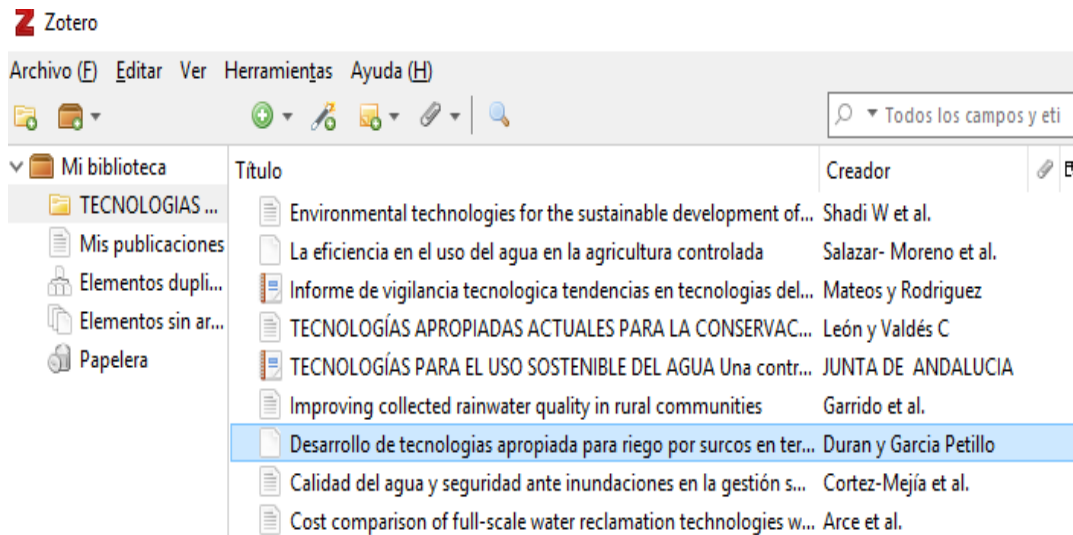
Nota: Los porcentajes sacados son en relación a los patrones de búsqueda. Se puede observar una clara predominación de los artículos científicos 50%, revistas 20%, normas 5%, libros 8%, notas técnicas 5% y tesis 7% y patentes 2%.

Como se observa en la Tabla 5 denotada con anterioridad, fueron 11 las expresiones de búsqueda empleadas para cumplir con los objetivos propuestos, algunas con cambios menores, pero los resultados detectados cambiaron. Por lo tanto, en esta etapa es importante considerar todas las palabras clave relacionadas con el tema que se investiga, para reducir la posibilidad de perder información eficaz.

- **Paso 3: Organización de la información**

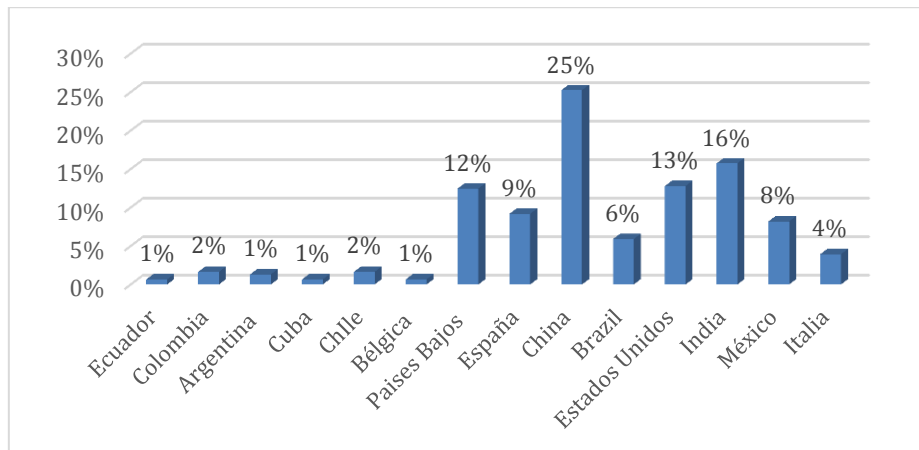
Para organizar por categorías (libros, notas técnicas, tesis, normas y artículos científicos) dicha información se utilizó el software Zotero en donde al rato de citar sea más factible. En la Figura 14 se muestra una captura de pantalla que contiene algunos de los resultados del caso en estudio. Permittiéndonos establecer un orden jerárquico que permiten visualizar aspectos como; autor y el impacto de su investigación en el ámbito científico (Fig. 15.) y, por último, países donde se obtuvo la información (Fig. 16).

Figura 14. Organización de la información mediante la herramienta Zotero.



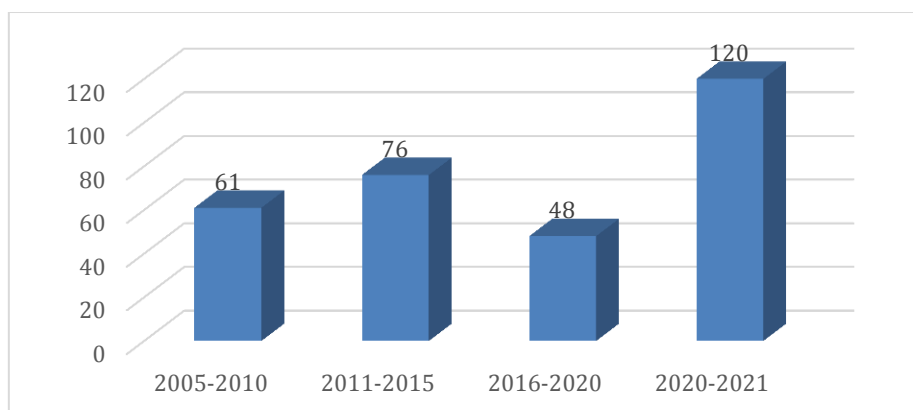
Nota: Herramienta zotero utilizada para ordenar información mediante las referencias.

Figura 15. Países con más estudios realizados con respecto a la temática de estudio.



Nota: Es preciso señalar que, no fue evidente la obtención significativa de estudios provenientes de Ecuador.

Figura 16. Número de publicaciones en distintos rangos de años.





A través de estos diagramas, es posible tener una idea más precisa del tema y comenzar a enfocarse en aspectos de intereses específicos.

- **Paso 4: Análisis de la información**

Los documentos que se han identificado con mayor interés son 32 de los 305, los mismos que se agruparon de acuerdo a los temas de interés, con una particularidad muy esencial. La presente investigación se denomina como una que además de gozar de un campo orientado al medio ambiente posee un toque hacia el campo agroindustrial y el suelo. Esta nueva correlación de estudios nos permitió asimilar de mejor manera los documentos. Estos se leyeron con más detalle y finalmente se seleccionaron los que realmente encajaban con la investigación. Para este análisis se tomó distintos criterios de inclusión y exclusión:

- **Criterios de inclusión**

**FECHA DE PUBLICACIÓN:** 2005 – 2021

**PALABRAS CLAVES:** correspondiente a cada tema de estudio (ver tabla 5)

**CAMPO:** Ingeniería en medio ambiente, Ingenierías relacionadas

**FUENTE:** Información verificada (ver tabla 5)

**IDIOMA:** inglés y español.

- **Criterios de exclusión**

**FECHA:** No ingresan al análisis los artículos con una fecha anterior al año 2005

**FUENTE:** Revistas no indexadas

**CAMPO:** Bajo ningún motivo se debe eliminar el campo base del estudio (Ingeniería)

**IDIOMA:** A excepción del idioma inglés y español. Los demás idiomas no serán evaluados.

Tabla 6. Investigaciones empleadas en el desarrollo de la indagación

N°	Título	Año	Autor	País	Idioma	Resumen	Número de Citaciones	Campo	DOI	Nombre de la revista
1	On-farm adoption of irrigation technologies in two irrigated valleys in Central Chile: The effect of relative abundance of water resources Adopción de tecnologías de riego en fincas en dos valles irrigados en el centro de Chile: el efecto de la abundancia relativa de recursos hídricos	2020	Cristian Jordá  Stijn Speelman	Bélgica	Inglés	Este artículo examina la adopción de tecnologías de riego y la diversidad subyacente en términos de intensidad de adopción en 2 valles irrigados en el centro de Chile  La técnica empleada hace referencia a riego localizado.	200	Biociencia	<a href="https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106147">https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106147</a>	Science Direct
2	A decade of irrigation water uses trends in Southwest USA: The role of irrigation technology, best management practices, and outreach education programs	2021	Isaac K. Mpangaa  Omololu John Idowub	Estados Unidos	Inglés	Este estudio investigó la tendencia de tierras de cultivo irrigadas, la cantidad de uso de agua de riego, la tecnología de riego, las decisiones de programación y el alcance	102	Ciencias vegetales y ambientales	<a href="https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106438">https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106438</a>	Science Direct

	Una década de tendencias en el uso del agua de riego en el suroeste de EE. UU. : El papel de tecnología de riego, mejores prácticas de gestión y educación					del riego utilizando datos de 2007 y 2017.  Este tema hace referencia a riego localizado.				
3	Influence of peasant household differentiation and risk perception on soil and water conservation tillage technology adoption- An analysis of moderating effects based on government subsidies Influencia de la diferenciación del hogar campesino y la percepción del riesgo sobre el suelo y el agua Adopción de tecnología de labranza de conservación: un análisis de los efectos moderadores basado en subsidios del gobierno	2020	Li Liu, Shangguan Dingyi, Li Xiaofang, Zhide Jiang	China	Inglés	En este documento se evaluó exhaustivamente las diferencias en suelo y agua, y su tecnología de labranza de conservación entre diferentes distritos: Fenyang y el condado de Ji de Provincia de Shanxi.	98	Ingeniería medioambiental	DOI: <a href="https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125092">https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125092</a>	Science Direct
4	Soil and Water	2020	Francisco	Italia	Inglés	En este documento el autor	101	Ingeniería	<a href="https://doi.org/">https://doi.</a>	Science

	Conservation technology adoption and labour allocation: Evidence from Ethiopia Adopción de tecnología de conservación de suelo y agua y asignación de mano de obra: Evidencia de Etiopía		Pereira Fontes			calculó los impactos laborales de la adopción de tecnologías SWC en Etiopía. Usando un modelo de regresión de conmutación endógena (ESRM) SWC (conservación de agua y suelo)		agroindustrial	org/10.1016/j.worlddev.2019.104754	Direct
5	Adoption of alternate wetting and drying (AWD) irrigation as a water-saving technology in Bangladesh: Economic and environmental considerations Adopción del riego alternativo de humectación y secado (AWD) como medio de ahorro de agua. Tecnología en Bangladesh: consideraciones económicas y ambientales	2020	Mohammad Alauddina, Md . Abdur Rashid Sarkerb, Zeenatul Islamc , Clement Tisdell	Bangladesh	Inglés	El investigador se propone estudiar la escasez de agua de riego, así como plantear un diseño que desafiando el cambio climático y el incremento poblacional. Método de alternación entre el secado y humectación	235	Ingeniería agroindustrial	https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104430	Science Direct
6	Application of water disinfection technologies	2021	J.L. Banach Y. Hoffmans	Países Bajos	Inglés	El autor afirma el agua utilizada principalmente	89	Ingeniería agroindustrial	https://doi.org/10.101	Science Direct

	for agricultural waters Aplicación de tecnologías de desinfección de agua para aguas agrícolas		W.A.J. Appelman H. van Bokhorst- van de Veen E. D. van Asselt a			como objeto de riego es una fuente potencial de contaminación de las verduras de hoja que se cultivan en el campo. Hay una necesidad urgente de apoyar tecnologías diseñadas para garantizar la inocuidad de los alimentos, incluidas aquellas que pueden desinfectar el agua de riego utilizada para cultivar.			6/j.agwat.2 020.10652 7	
7	Urban water supply systems improvement through water technology adoption Mejora de los sistemas de abastecimiento de agua urbana a través de una nueva tecnología que implica una mejora sustancial al desarrollo urbanístico.	2018	Isaac Asare Bediako , Xicang Zhaoa , Henry Asante Antwia , Claudia Nyarko Mensaha	China	Inglés	La adopción de tecnología se ha convertido en una estrategia favorecida en la gestión de los sistemas de abastecimiento de agua con el objetivo de reducir las amenazas potenciales para los y las involucradas en el debido proceso.  La tecnología aplicada corresponde a fuentes de tratamiento.	291	Ingeniería Industrial	<a href="https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2018.06.005">https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2018.06.005</a>	Science Direct

8	<p>The problem of drinking water access: A review of disinfection technologies with an emphasis on solar treatment methods</p> <p>El problema del acceso al agua potable: una revisión de las tecnologías de desinfección con un énfasis en los métodos de tratamiento solar</p>	2018	<p>N. Pichel, M. Vivar, M. Fuentes</p>	España	Inglés	<p>El acceso al agua dulce se ha convertido en una de las necesidades que actualmente ha puesto en jaque a la humanidad del siglo XXI, las fuentes de agua potable de al menos 2 mil millones de personas están contaminadas con heces, lo que resulta en más de medio millón de muertes por diarrea cada año, la mayoría ocurriendo en países en desarrollo. Por lo que los autores comentan varias tecnologías para la desinfección de las aguas, la que más se menciona hace referencia a la potablización.</p>	56	Ingeniería Medioambient al	DOI: 10.1016/j.chmosphere.2018.11.205	Science Direct
---	--	------	--	--------	--------	--	----	----------------------------	---------------------------------------	----------------

9	Subcritical Water: An Innovative Processing Technology Agua subcrítica: una tecnología de procesamiento innovadora	2020	Snehasis Chakraborty Lubna Shaik Jyoti S. Gokhale	India	Inglés	La extracción de compuestos de alto valor de productos agrícolas y alimentarios tiene una participación significativa en la industria alimentaria y nutracéutica y es por ese motivo que es fundamental el desarrollo de nuevos e interesantes métodos para el tratamiento del agua. En este apartado se hace referencia a captación.	99	Ingeniería Ambiental	<a href="https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.22966-1">https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.22966-1</a>	Science Direct
10	Advances in the sustainable technologies for water conservation in textile industries Avances en el desarrollo sostenible referente a tecnologías para la conservación de agua en industrias textiles	2019	Luqman Jameel Rather	India	Inglés	La escasez de recursos hídricos y la contaminación ambiental se han convertido en problemas cada vez más graves como resultado del abuso del agua y la falta de tratamiento, mientras que las necesidades de agua industrial a nivel mundial siguen creciendo a un ritmo alarmante y es por ese motivo que el autor plantea una metodología para evitar	253	Ingeniería Ambiental e Ingeniería tecnológica computacional	<a href="https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102633-5.00010-5">https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102633-5.00010-5</a>	Science Direct

						la contaminación de grandes volúmenes de agua. El autor hace referencia al reciclaje de agua.				
11	Crop yield simulation optimization using precision irrigation and subsurface water retention technology Optimización de la simulación de rendimiento de cultivos mediante riego de precisión y subsuelo tecnología de retención de agua	2019	Proteek ChandanRoy AndreyGuber Mohammad Abouali A. PouyanNejadh ashemi	India	Inglés	El autor en su indagación busca maximizar la producción de cultivos con recursos mínimos de agua y energía. Ese se convierte en su enfoque principal de la sostenibilidad de la agricultura. De esta manera se idealiza la utilización de tecnología de retención de agua subterránea (SWRT), el cual es un enfoque estable que conserva el agua en la arena suelos que utilizan membranas ahorradoras de agua.	192	Estados Unidos	<a href="https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2019.07.006">https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2019.07.006</a>	Science Direct
12	Effect of produced water treatment technologies on irrigation-induced metal and salt accumulation in wheat ( <i>Triticum aestivum</i> ) and sunflower ( <i>Helianthus</i>	2020	Erin M.Sedlacko  Jacqueline M.Chaparro Adam	Estados Unidos	Inglés	El agua producida, es decir una cantidad de agua residual resultante del proceso de fracturación y producción de petróleo y gas, se ha utilizado en	354	Ingeniería Medioambient al	<a href="https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140003">https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140003</a>	Science Direct



	annuus)  Efecto de las tecnologías de tratamiento de agua producida en el riego inducido  Acumulación de metales y sal en trigo ( <i>Triticum aestivum</i> ) y girasol. ( <i>Helianthus annuus</i> )		L.Heuberger			regiones áridas con fines de riego y presenta potencialmente una nueva fuente de agua para el riego de cultivos en áreas de creciente escasez de agua. El autor plantea este método como uno que permite la manipulación de tan preciado recurso.				
13	Technical and allocative efficiency of irrigation water use in the Guanzhong Plain, China  Eficiencia técnica y asignativa del uso del agua de riego en la llanura de Guanzhong, China	2015	JianjunTang  HenkFolmer  JianhongXue	China	Inglés	El autor asevera que debido a la creciente escasez de agua, la aceleración de la industrialización y la urbanización, la eficiencia del riego es un factor fundamental para el desarrollo de los cultivos. De hecho propone que mediante una muestra de 347 productores de trigo en la llanura de Guanzhong, este se puede estimar simultáneamente una función de producción para la minimización de costos,	232	Ingeniería agroindustrial y económica.	<a href="http://dx.doi.org/10.1016/j.foodpol.2014.10.008">http://dx.doi.org/10.1016/j.foodpol.2014.10.008</a>	Science Direct

						para analizar la eficiencia del uso del agua de riego mediante un sistema de riego localizado				
14	Technologies for Efficient Use of Irrigation Water and Energy in China Tecnologías para el uso eficiente del agua de riego y la energía en China	2013	ZHANG Qing-tao <sup>1</sup> , XIA Qing <sup>1</sup> , Clark C K Liu <sup>2</sup> and Shu Geng <sup>1</sup>	China	Inglés	En la indagación el autor examina los posibles ahorros respecto a energía y de hecho propone un sistema de irrigación localizado para evitar y regular el consumo de agua.	243	Ingeniería Medioambient al	doi:10.1016/S2095-3119(13)60544-4	Science Direct
15	Farmers' adoption of water-saving irrigation technology alleviates water scarcity in metropolis suburbs: A case study of Beijing, China La adopción por parte de los agricultores de tecnología de riego que ahorra agua alivia el consumo de agua escasez en los suburbios de las metrópolis: un estudio de caso de Beijing,	2019	Biao Zhang  Zetian Fu  Jieqiong Wang  Lingxian Zhang	China	Inglés	El objetivo de este estudio fue analizar la adopción de tecnología de riego y de esta manera ahorrar agua por parte de los agricultores e identificar los principales factores que influyeron en dicha metodología	126	Ingeniería Agroindustrial	<a href="https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.09.021">https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.09.021</a>	Science Direct

	China									
16	<p>Comparative analysis of hydraulic refrigeration and mechanical vapour compression water cooling technologies in designing a technical system for oysters' conservation.</p> <p>Análisis comparativo de las tecnologías de refrigeración hidráulica y refrigeración por agua por compresión mecánica de vapor en el diseño de un sistema técnico para la conservación de ostras.</p>	2021	Marcos García Joaquim Goncalves Nathan Mendes Luciano Mendes	Brazil	Inglés	Propone un sistema de compresión mecánica de vapor y refrigeración hidráulica que hacen referencia a sistema de condensación de vapor.	85	Ingeniería Agroindustrial	ISSN 0001-3765	Scielo
17	La agriculturización del desierto. Estado, riego y agricultura en el norte de México (1925-1970)	2015	Mario Cerutti	Nuevo León, Monterrey	Español	En este apartado el autor propone un sistema de riego tecnificado para de esa manera permitir el cultivo de una serie de frutas.	56	Ingeniería Ambiental	ISSN 0252-1865	Scielo
18	Environmental Effects of Irrigation in Arid and Semi-Arid Regions	2009	Alicia Fernández Cirelli	Chile	Español	El autor propone un estudio en el cual propone delimitar varias maneras para	78	Ingeniería agroindustrial	<a href="http://dx.doi.org/10.4067/S0718">http://dx.doi.org/10.4067/S0718</a>	Scielo

	Efectos Ambientales del Riego en Regiones Áridas y Semi-Áridas en América Latina		José Luis Arumí Diego Rivera Peter W. Boochs			estratificar los efectos ambientales añadidos a los sistemas de riego y a la par propone algunas mejoras en la cuales asevera que una aproximación puntual responde al nombre trabajos en adecuaciones que en su mayoría pueden ser denotado como saberes ancestrales.			- <b>583920090</b> <b>00500004</b>	
19	Determining of Hydric and Energetic Efficiency of Localized Irrigation under Greenhouse Conditions Determinación de la eficiencia hídrica y energética del riego localizado en condiciones de invernadero	2020	Norge Tornés Olivera Yarisbel Gómez Masjuan Eduart Myor Robles Oscar Brown Manrique	Cuba	Ingles	Los indagadores afirman que el riego localizado puede convertirse en un y/o característica fundamental que permite y plantea una nueva aproximación en lo que respecta a innovadores métodos para el manejo del recurso hídrico.	56	Ciencias Agropecuarias	ISSN 2071-0054	Scielo
20	Drip irrigation system with solar energy for tomato in Cavaco, Benguela, Angola	2015	Anaclides Rogério Mossande Oscar Brown Manrique	Cuba	Español	El consumo y regulación en la manipulación de agua puede ser totalmente abordado por el riego por goteo. Tal afirmación es	85	Centro de Estudios Hidrotécnicos	ISSN 2071-0054	Scielo

	Riego por goteo con energía solar para el tomate en Cavaco, Benguela, Angola		Albi Mujica Cervantes Carlos Mata Rodriguez Iván Osorio León			totalmente respaldada por el autor.				
21	Riego por surco con caudal intermitente asociado al cultivo de la cebolla y su eficiencia en las pérdidas de suelo y agua por escorrentía	2013	Manuel RodríguezGonzález Martín Santana Sotolongo Oscar Brown Manrique Freddy Alonso de la Paz	Cuba	Español	En esta investigación el autor se permite evaluar el método de riego intermitente como metodología que incide en el cuidado y racionalización del agua.	59	Ciencias Agropecuarias	ISSN 2071-0054	Elsevier
22	Evaluación de la calidad del agua y de la ribera en dos cuencas tributarias del río tuxcacuesco, Jalisco, México	2021	Omar Hernández Vargas Óscar Raúl Mancilla Villa Carlos Palomeyra García José Luis Olguín	México	Español	Un nuevo método totalmente efectivo para la reducción de los contaminantes, se ve reflejado en la utilización de un filtro.	85	Académica de Agricultura	ISSN 0188-4999	Scielo

			López José Luis Olguín López							
23	Valoración del agua de riego agrícola en el valle de Zamora, Michoacán, México	2017	Netzahualcoyotl Flores Lázaro Américo Saldivar Valdez Víctor Manuel Hernández Madrigal Oscar Pérez Veyna	México	Español	El autor asevera en su documento que la valoración del recurso hídrico es de suma importancia, por ende, se idealiza varias maneras para resguardar tan importante recurso entre ellas se encuentran el manejo hídrico en base a goteo por un sistema localizado.	54	Ingeniería Agroindustrial	ISSN 2007-0934	Scielo
24	Laboratorio Virtual y Remoto para Simular, Monitorizar y Controlar un Sistema de Riego por Goteo en Olivos	2010	Flavio Capraro Santiago Tosetti Facundo Vita Serman	Argentina	Español	En su trabajo el investigador se plantea un método denominado como riego remoto para predecir las variables que influyen en el riego de cultivos.	46	Tecnología Agropecuaria	<a href="https://doi.org/10.1016/S1697-7912(10)70010-8">https://doi.org/10.1016/S1697-7912(10)70010-8</a>	Science Direct
25	Emprendimiento verde en torno a la conservación Y recuperación del agua y sus espacios en Bogotá Y Medellín	2018	Sonia Sanabria Enrique Hurtado	Colombia	Español	En su documento el autor alude que la aplicación de saberes tradicionales puede convertirse en una manera idónea para tratar con la	1	Ingeniería ambiental	<a href="https://doi.org/10.18359/rfce.3141">https://doi.org/10.18359/rfce.3141</a>	Dialnet

						contaminación del agua.				
26	Implementation of water treatment processes to optimize the water saving in chemically enhanced soil recovery. Implementación de procesos de tratamiento de agua para optimizar el ahorro de agua en métodos de fracturación hidráulica y recuperación del suelo.	2021	ChenguangZhang Xiting Long XiangweiTang AleksandrLekomtsev Grigory YurievichKorobov	China	Ingles	Este instrumento tiene como propósito calcular un estimado de agua tratada, totalmente predisuelta para el consumo humano.	52	Ingeniería Medioambiental al Prevención sinérgica del medio ambiente del agua y el suelo	<a href="https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.03.027">https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.03.027</a>	Science Direct
27	Water Saving Management Contract, identification and ranking of risks based on life cycle and best-worst method Contrato de Gestión del Ahorro de Agua, identificación y clasificación de riesgos según ciclo de vida y método mejor-peor	2021	Weimin Ma Xiaona Li Xiaosheng Wang	China	Ingles	Este documento plantea una nueva forma para la manipulación de metodologías que permitan el ahorro del agua tales como riego localizado por goteo y zanjas para la adecuación y manipulación del recurso hídrico.	84	Facultad de Economía y Gestión	<a href="https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127153">https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127153</a>	Science Direct
28	Determination Method of Water Saving Threshold in Arid Area	2012	Zhang Jinping Tian haoye Guo	China	Ingles	El autor trata la eficiencia del uso del agua y el nivel del agua subterránea se	87	Instituto de recursos hídricos y	<a href="https://doi.org/10.1016/j.proeng.">https://doi.org/10.1016/j.proeng.</a>	Science Direct

	Método de determinación del umbral de ahorro de agua en zonas áridas		Bingtuo			seleccionan como dos índices para evaluar los efectos positivos y negativos de las actividades de ahorro de agua, respectivamente, y luego se determinan el valor teórico y el rango aceptable del umbral de ahorro de agua adecuado.		medio ambiente	2012.01.82 6	
29	What factors affect the water saving behaviors of farmers in the Loess Hilly Region of China? ¿Qué factores afectan los comportamientos de ahorro de agua de los agricultores en la región montañosa de Loess en China?	2021	Huizhen Su Xueyan Zhao Weijun Wang Lu Jiang Bing Xue	China	Ingles	En este trabajo el investigador se plantea analizar los factores clave que afectan los comportamientos de ahorro de agua de los agricultores. El consumo doméstico de agua de los agricultores de la región de Loess Hilly es principalmente para la alimentación y la higiene personal. Los comportamientos de ahorro de agua de los agricultores se ven afectados significativamente por su disposición, conocimientos y	56	Facultad de Geografía y Ciencias Ambientales	<a href="https://doi.org/10.1016/j.jenvma.2021.112683">https://doi.org/10.1016/j.jenvma.2021.112683</a>	Science Direct



						edad. Los hábitos personales, los incentivos políticos, los valores egocéntricos y los valores biosféricos afectan indirectamente la voluntad de ahorrar agua actuando sobre las normas personales de ahorro de agua.				
30	Water saving practices conditioned by socioeconomic factors: A case study of Ecuadorian households Prácticas de ahorro de agua condicionadas por factores socioeconómicos: un estudio de caso de hogares ecuatorianos	2021	Johanna Magaly Alvarado Espejo Wilfrido Ismael Torres Ontaneda Nathalie Isabel Aguirre Wilman Santiago Ochoa-Moreno	Loja-Ecuador	Ingles	En este trabajo el autor se propuso identificar cuáles son las variables de mayor influencia en las prácticas de ahorro de agua.	56	Escuela de Agronegocios	<a href="https://doi.org/10.1016/j.jenvma.2021.112818">https://doi.org/10.1016/j.jenvma.2021.112818</a>	Science Direct
31	Water Conservation Technologies Tecnologías de	2018	Arun Kumar Instituto Indio de Tecnología	India	Ingles	El autor en este libro detalla técnicas de fabricación especializadas, incluido el desarrollo de compuestos y	0	Hidráulica	<a href="https://doi.org/10.1016/C2016-0-01856-9">https://doi.org/10.1016/C2016-0-01856-9</a>	Science Direct/Elsevier

	conservación del agua					tejidos de caucho, los sistemas de unión y anclaje que sujetan el dique de caucho a la estructura de hormigón subyacente y los mecanismos de inflado y desinflado para diques de caucho. Además, proporciona una evaluación holística del ciclo de vida de los diques de goma para brindar información adicional a los lectores que buscan implementar la tecnología de diques de goma.				
32	An exploration of China's practices in water conservation and water resources management  Una exploración de las prácticas de China en la conservación del agua y la gestión de los recursos	2018	Fan He Yongnan Zhu Shan Jiang	China	Ingles	En este capítulo el autor revisa sistemáticamente la historia del desarrollo de la gestión de los recursos hídricos en China en diferentes etapas históricas en donde analiza enfáticamente el modo actual de gestión del mismo, sus logros y principales	1	Tecnologías, desafíos, estrategias y políticas en gestión de recursos hídricos.	<a href="https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818339-7.00013-8">https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818339-7.00013-8</a>	ScienceDirect/Elsevier

	hídricos					problemas. Además, analiza los principales desafíos que enfrenta la seguridad actual y futura de los recursos hídricos, integrando los antecedentes de las condiciones nacionales, las condiciones del agua, el desarrollo económico y social y presenta la dirección de reforma e innovación de la futura gestión integral de los recursos hídricos de China.				
33	Assessing tradeoffs of strategies for urban water conservation and fit for purpose water.  Evaluación de las ventajas y desventajas de las estrategias para la conservación del agua urbana y el agua apta para su propósito	2020	Michael.R. Neale, Sybil Sharvelle, Mazdak Arabi, Andre Dozier, Chris Goemans	Estadidos Unidos	Ingles	Este estudio evaluó la demanda de agua y las compensaciones de costos entre las estrategias en tres ciudades de EE. UU. Se evaluaron algunas estrategias para reducir la demanda que incluyen: accesorios de conservación en interiores, eficiencia de riego, paisaje apropiado para el clima y uso de fuentes de	1	Hidrología	<a href="https://doi.org/10.1016/j.hydroa.2020.100059">https://doi.org/10.1016/j.hydroa.2020.100059</a>	Science Direct/Elsevier

						agua alternativas. Por lo tanto, plantea un Modelo Integrado de Agua Urbana enfocado a optimización multiobjetivo para el recurso.				
34	Sustainable water management in megacities of the future.  Gestión sostenible del agua en las megaciudades del futuro.	2020	D. Pavlova, Y. Milshina	Rusia	Ingles	El objetivo de este documento, es descubrir las tendencias globales en la gestión del agua urbana, especialmente en la gestión sostenible del agua de las megaciudades. Para lograr este objetivo, examinan la literatura académica sobre temas como la gestión del agua urbana en general y la gestión sostenible del agua en particular. Y realizaron un análisis intelectual de big data sobre los problemas de los recursos hídricos globales por medio de la herramienta especializada para la minería.	0	Gestión del agua	<a href="https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820730-7.00012-4">https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820730-7.00012-4</a>	Elsevier
35	Optimization and Control	2020	Qiao	Italia	Ingles	Los tanques de aguas	0	Gestión de	<a href="https://doi.org/">https://doi.</a>	ScienceD

	of a Rainwater Detention and Harvesting Tank.  Optimización y Control de una Detención de Aguas Pluviales y tanque de cosecha.		Yan Soh <sup>□</sup> Edward O'Dwyer Salvador Acha  Nilay Shah			pluviales descentralizados a menudo se usan como una forma de limitar la escorrentía de aguas pluviales hacia los tanques de almacenamiento centralizados y las plantas de tratamiento de aguas residuales, pero estos sistemas también brindan capacidades de recolección y tratamiento de aguas pluviales en el sitio, lo que puede reducir la necesidad de agua potable en el sitio. Plantean una estrategia de control la cual a cuadruplicado la producción de agua y esperan que reduzca la capacidad del tanque requerida para manejar lluvias intensas.		agua	org/10.1016/B978-0-12-823377-1.50092-6	irect/Elsevier
36	Indigenous knowledge systems in sustainable water conservation and management	2020	Anwasha Borthakur  Pardeep Singh	India	Ingles	este capítulo se ha realizado un intento de abordar el sistema de conocimiento indígena para la	2	Tecnologías, Desafíos, Estrategias y Políticas	10.1016/B978-0-12-818339-7.00016-3	Science Direct/Elsevier

	Sistemas de conocimiento indígena en la conservación y gestión sostenible del agua					conservación y gestión del agua. Se considera el país de la India, junto con algunos representantes del continente africano, donde los sistemas de conocimiento indígena para la gestión del agua todavía prevalecen mucho y, a veces, están a la par con los sistemas de conocimiento modernos basados en la agricultura bari.				
37	Building resilience to drought among small-scale farmers in Eastern African drylands through rainwater harvesting: technological options and governance from a food-energy-water nexus perspective Fomento de la resiliencia a la sequía entre los pequeños agricultores de las tierras áridas de África oriental mediante la	2019	Nicolás O. Oguge	Africa	Ingles	La población de África Oriental se ve afectaba por el cambio climático y por ello, crearon respuestas adaptativas específicas al contexto para reducir la vulnerabilidad de las comunidades al cambio ambiental, aumentando así su resiliencia a la variabilidad climática. Tales soluciones adaptativas requerirán, entre otras cosas,	0	Tecnologías, Desafíos, Estrategias y Políticas	<a href="https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814820-4.00018-3">https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814820-4.00018-3</a>	Science Direct/Elsevier

	recolección de agua de lluvia: opciones tecnológicas y gobernanza desde la perspectiva del nexo entre alimentos, energía y agua.					la construcción de capacidad institucional en tecnología y gobernanza, particularmente en el nexo entre alimentos, energía y agua. Las tecnologías apropiadas, como los sistemas de recolección de agua de lluvia, se pueden aplicar para el riego complementario y, junto con buenas tecnologías agrícolas, garantizarían la seguridad alimentaria, energética y de agua a nivel doméstico ente la población.				
38	La estrategia agroecológica y sus tecnologías como herramientas para adaptarse y mitigar el cambio climático en la producción de alimentos.  The agroecological strategy and its	2010	Souza Casadinho, Javier.	Argentina	Español	En este artículo propone describir analizar una serie de estrategias y tecnologías de procesos incluidas en la propuesta agroecológica, las mismas han sido recreadas, adaptadas y adoptadas en sistemas productivos intensivos como extensivos de diversas regiones de la	0	Agroecología	s/DOI	Google Académico

	technologies as tools to adapt to and mitigate climate change in food production.					Argentina a partir de la agroecología donde sus principios fundamentales son el diseño predial, la biodiversidad estructural y funcional y la nutrición orgánica de los suelos es capaz de producir alimentos de calidad y de esta manera mitigando y adaptándose al cambio climático.				
39	Complemento de excel para el diseño en sistemas de riego por aspersión portátil. Excel plugin for the design of portable sprinkler irrigation systems.	2021	Escamilla Mena, Víctor Abel		Español	Este artículo se basa en el complemento del sistema de riego tecnificado de un terrero con un software Microsoft Excel específicamente para realizar el cálculo hidráulico en sistemas de riego por aspersión portátil, siendo una herramienta de fácil acceso y prácticamente gratuita, sino que además hoy día el uso de dispositivos computacionales móviles	0	Ciencias agrícolas y pecuarias	<a href="https://hdl.handle.net/20.500.12371/15561">https://hdl.handle.net/20.500.12371/15561</a>	Google académico



						como son los teléfonos celulares, tabletas y laptops. La cual permite mejorar la eficiencia de aplicación y optimizar el uso de los recursos en las zonas de riego y también que el uso de agua sea responsable y sostenible.				
40	Localización de zonas prioritarias de Conservación aplicando lógica difusa	2021	Sofía Mejía Aguilar Fabián Rodríguez-Espinosa	Ecuador	Español	Este artículo técnico fue realizado ante la exigente demanda de los servicios que provienen de los recursos natural y ya que el cuidado de los mismos representa un trabajo demandante en tiempo y dinero, por lo plantea una herramienta como la valoración económica cuyo objetivo es asignar valores cuantitativos a los bienes y servicios ecosistémicos y así apoyar de alguna manera a la conservación de los ecosistemas con el fin de	0	Geoespacial	<a href="https://doi.org/10.24133/geoespacial.v18i1.2200">https://doi.org/10.24133/geoespacial.v18i1.2200</a>	Google académico/ Repositorio ESPE

						lograr el manejo eficiente de los recursos mediante la metodología de la lógica difusa es que un evaluador multicriterio y obteniendo resultados donde permiten proponer zonas de conservación y cuidado del recurso hídrico.				
41	Inventario de puntos de agua subterránea, un instrumento para la gestión del recurso hídrico.	2021	Diego Fernando Silverio Mantilla	Colom bia	Español	En este artículo muestran la importancia del inventario de puntos de agua subterránea desde tres perspectivas: técnica, normativa y social, cada una, permite ver el aporte de esta información es la caracterización de los acuíferos.  Además, cómo las normas, si bien se cumplen, siendo aún insuficiente para promover suficientes programas de inventario de puntos de agua subterránea para aumentar el	0	Manejo Integral de los Recursos Naturales	<a href="http://hdl.handle.net/10654/38938">http://hdl.handle.net/10654/38938</a>	Google Académi co

					<p>conocimiento hidrogeológico y la promoción de políticas de gestión.</p> <p>Finalmente, también mostraron el papel de la sociedad como principal consumidora del recurso y cómo pueden convertirse en promotores de la gestión del recurso hídrico subterráneo.</p>				
--	--	--	--	--	---	--	--	--	--

*Nota:* En la tabla expuesta con anterioridad se evidencian los documentos base para la interpretación del tema deseado. Por motivos de verificación el DOI de cada documento fue colocado al final.

Luego de determinar los manuscritos que aportan a la investigación, se identificó las tecnologías de conservación para el agua de consumo y riego; también se detallará más a fondo cada una dando a conocer el significado, utilidad, en donde se emplea, las desventajas y ventajas.

### **10.2.1. Tecnologías de agua para riego**

- **Métodos de conservación del agua en el proceso de siembra**

#### **10.2.1.1. Arado profundo**

Para que se lleve a cabo esta tecnología se debe evitar la escorrentía superficial y la plantación de los cultivos se puede mejorar a partir de fertilizantes orgánicos ya que de esta manera aumenta el rendimiento y se ahorra el recurso hídrico (Arias L., 2021).

Esta técnica ha evolucionado paulatinamente para dar respuesta a los graves problemas de degradación de tierras, y de sus componentes suelo y agua en particular, que ocurren en todos los continentes y en todas las latitudes. Para ello se han destinado innumerables esfuerzos y recursos con la finalidad de controlar o mitigar problemas de degradación de tierras a nivel mundial (Rodríguez, 2018). Es decir, busca como objetivo poder proporcionar la conservación del recurso agua, sin que este afecte al proceso de siembra, es necesario ubicar las características del suelo, pues al ser un suelo seco, se debe optar por especies de cultivos que sean más resistentes a la sequía, con el objetivo de poder crear un balance hídrico, puesto que si se opta por especies que requieran de mayor agua o a su vez no sean resistentes, se produce un desbalance hídrico, pues se necesita de un consumo de agua en mayores volúmenes (FAO, 2017).

Ventajas:

- Disminuye erosión del suelo
- Permite la rotación del cultivo
- Accede a la incorporación de nuevas plantas
- Incrementa la fertilidad del suelo

- No necesita de actividades específicas de mantenimiento

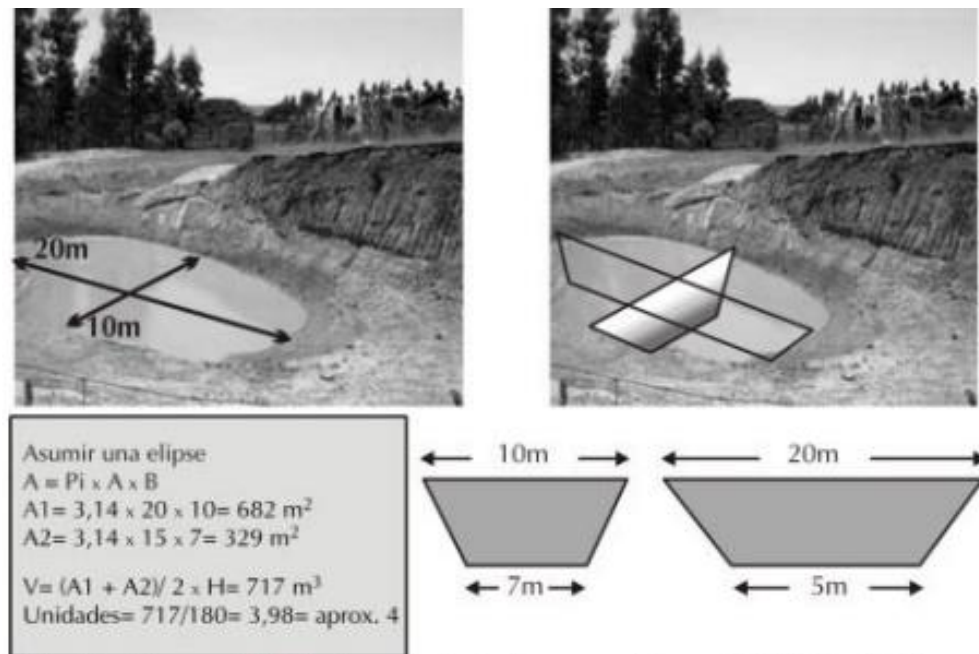
Desventajas:

- Eleva el desgaste del suelo
- Aminora el número de nemátodos en el suelo

### 10.2.1.2. Aguadas Superficiales

Las aguadas se llenan tanto por la lluvia que cae directamente en ellas, como por la escorrentía superficial de aguas de zonas más altas; mientras que, también pudiesen abastecerse de agua de nacientes naturales; la misma que se define de acuerdo a las necesidades de la siembra o uso (Palma et al., 2017). Es decir, son reservorios de agua realizados mediante excavaciones que se ejecutan con la finalidad de coleccionar y almacenar el agua de lluvia o de cursos de aguas superficiales o subterráneos para disponer de agua como se observa en la figura 17.

Figura 17. Aguadas Superficiales



Cubicación de la capacidad de almacenamiento de una aguada superficial. (fotos: INIA)

Fuente: FAO (2017)

Ventajas:

- Trabajar en lugares lejanos
- Incide en procesos de reactivación ecológica.
- Para aplicabilidad en lugares altos, el agua acumulada posee una presión muy beneficiosa.
- Las presiones obtenidas pueden establecer métodos de riego eficientes sin la necesidad de una bomba impulsora (FAO, 2017).

Desventajas:

- Requiere de una amplia capacidad instalada (estructura)
- Es imperativo el uso de filtros y desarenadores (FAO, 2017).

### **10.2.1.3. Arado Cincel**

Este tipo de procesos, están diseñados para seleccionar un arado con gran radio de curvatura en sus vástagos, característica que proporciona un mayor espacio libre vertical, evitándose problemas cuando existe exceso de rastrojo, procurando directamente la conservación del suelo e indirectamente la conservación del recurso hídrico; teniendo en cuenta que, se debe hacer mantención y ajuste a la herramienta en cada etapa de la temporada (FAO, 2017).

El arado cincel realiza labores primarias de preparación de suelo, se identifica con la labranza vertical, cuya principal característica es soltar el suelo sin invertir ni mezclar las distintas capas de su perfil, convirtiéndolo en un protector del suelo directamente; pero permite la recolección de agua por infiltración de la semilla en el proceso de siembra (Carrasco & Riquelme, 2018).

Por lo que, se define como una herramienta de labranza vertical que permite labrar el suelo, sin invertirlo entremezclando superficialmente los restos vegetales. Durante la operación de cincelado, se produce la roturación del suelo como consecuencia del avance del cincel y de las vibraciones que origina el brazo elástico que soporta la púa (Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de Argentina, 2017).

Ventajas:

- Reduce la erosión provocada generada por el viento
- Fragmenta y rompe la estructura del suelo

Desventajas:

- Se necesita de maquinaria (El proceso involucra arado)
- Costos elevados del proceso (el costo beneficio depende de una correcta aproximación) (FAO, 2017).

#### 10.2.1.4. Zanja de infiltración

Las intervenciones de manejo de la infraestructura natural para la seguridad hídrica gozan de un interés creciente a nivel nacional e internacional para enfrentar problemas relacionados al agua o al cambio climático (Condesan, 2017). En lugares con propensión al aglutinamiento de masas enormes de agua es común que esta se filtre de modo que pueda de manera no superficial alrededor de todo el sistema aledaño (FAO, 2017).

Son pozos, zanjas o trincheras con una profundidad de entre 1 a 3 metros rellenos de material granular (observar figura 18); en ellos vierte la escorrentía desde las superficies impermeables contiguas y recogen y almacenan el agua mientras se infiltra en el terreno natural (Rowelt, 2017).

*Figura 18. Zanja de infiltración*



Trazando la línea sin caída para la zanja de infiltración. Depositando la tierra en la parte baja de la zanja. (figuras: INIA)

**Fuente:** FAO (2017)

Por lo que, es importante evaluar las experiencias pasadas y actuales para entender mejor cómo las intervenciones en la infraestructura natural pueden contribuir a aumentar la seguridad hídrica y mejorar las condiciones de vida y las actividades productivas de las comunidades; pero sin que estas afecten a la conservación de los recursos (Usaid, 2020).

Ventajas:

- Intercepta y almacena transitoriamente el agua.
- La humedad del suelo puede ser modificada
- Estimula la proliferación de plantas aledañas.
- Reduce el escurrimiento y el volumen del agua.
- Reduce la erosión.

Desventajas:

- Las zanjas requieren revisiones periódicas y, por ende, mantenimiento constante.
  - En terrenos planos, en caso de evidenciarse rocas en el terreno su construcción se dificulta.
  - Método únicamente aplicable en zonas de amenaza de escurrimiento (FAO, 2013).
- **Métodos de conservación del agua en el proceso de riego.**

#### **10.2.1.4.1. Por superficie o gravedad**

Según el Manual de riego para Agricultores de Sevilla: módulo 2, desarrollado por la Dirección General de Investigación y Formación Agraria de la Consejería de Agricultura (Junta de Andalucía', 2010) menciona que este método depende de la uniformidad ya que suele ser estimada en función de otros factores como el tipo de suelo, sistema de riego, calidad de la explanación o relación de avance. En donde da a conocer los tipos de riego por superficie y manifiesta que su característica común es que la infiltración del suelo reduce el flujo de riego a través del campo, ya que el agua se riega en la superficie del suelo y se distribuye por todo el campo por gravedad (**ver anexo A**).

- Riego por surcos: en este método el agua se distribuye por surcos paralelos. Pueden utilizarse surcos en pendiente o a nivel en los que el agua se aplica utilizando una gran variedad de métodos. La longitud de los surcos estará determinada tanto por el tipo de suelo y la disponibilidad del caudal como de la relación entre la eficiencia que se pretende conseguir y el coste de realización de los surcos.
- Riego por tablares o canteros: su aplicación radica en sistemas de parcelas planas y rectangulares, generalmente circundadas por diques o caballones que limitan el paso del agua a otras parcelas, quedando el agua estancada e infiltrándose paulatinamente en el suelo.



- Riego por fajas: son franjas rectangulares estrechas separadas unas de otras mediante caballones con una pendiente longitudinal uniforme con el fin de conseguir una buena distribución del agua. En este tipo de riego se hacen acequias de abastecimiento en el extremo superior y canales de desagüe en el extremo inferior. El tamaño de las fajas depende, sobre todo, del tipo de suelo y del caudal disponible.
- Riego de esparcimiento o por boqueras: se derivan las crecidas de aguas en zonas áridas por redes de canales y regueras, esparciéndose sobre los campos cultivados.
- Riego por alcorque: consiste en el trazado de acequias de tierra que conectan unas pozas u hoyos realizados en torno a los troncos, que se van llenando de agua a medida que esta avanza por la acequia. Es un tipo de riego utilizado con cierta frecuencia para el riego de árboles.
- Riego “de careo” de zonas de montaña: se trata de una acequia que corre casi a nivel sobre una ladera y tiene pequeñas salidas por las que el agua fluye escurriendo ladera abajo.
- Riego por pozas: es un sistema que funciona con pozas donde se almacena el agua de lluvia y queda a disposición de la planta, característico de zonas con pendiente y zonas arbóreas.

El riego por superficie es el método que normalmente consume más cantidad de agua y donde mayores pérdidas se originan. Por lo tanto, es necesario conocer y estudiar las posibles prácticas de mejora que pueden ser llevadas a cabo en estos sistemas para conseguir los objetivos del riego, aportar al cultivo el agua que necesita aprovechando el agua al máximo.

Existen posibles mejoras que inciden en las características de las unidades de riego como la explanación del suelo, imprescindible para riegos de calidad; configuración o disposición de las unidades cuando existe más de un tipo de suelo en la parcela; modificar la longitud de surcos y fajas o dimensiones de los tablares dependiendo de las características de infiltración del suelo; y recomendaciones relativas a la protección del suelo frente a la erosión.

Otra serie de medidas de mejora se refieren al manejo de los caudales y al tiempo de riego, como factores importantes del desarrollo correcto de los riegos. Son destacables el manejo del tiempo de riego según el tipo de sistema; el riego por pulsaciones para mejorar la uniformidad de la distribución de agua infiltrada; la técnica de recorte de caudal para evitar grandes caudales de escorrentía; la recuperación del agua de escorrentía y finalmente la técnica de tablares con desagüe.

Ventajas:

- Bajo costo de inversión.
- Sin afectación de condiciones climáticas, como el viento, humedad ambiental, etc.
- No es dependiente del consumo de energía.
- Método de riego apto para el lavado de sales.
- Estructuras de control, facilidad y economía.
- Se puede aplicar para todo tipo de cultivo y por ende a cualquier tipología de suelo
- No existe pérdidas de agua.

Desventajas:

- Logra menor eficiencia en el uso del agua que los de otros métodos.
- La cantidad de agua infiltrada depende de las características del suelo
- Las parcelas deben tener nula o escasa pendiente.
- Se presentan problemas de encostramiento en siembras directas.
- Es necesario disponer de un caudal importante de agua.
- Es probable que genere alteraciones en la estructura del suelo

En cualquier caso, pueden existir otras ventajas o inconvenientes atendiendo a la zona donde se desarrollen los riegos, pero sea cual sea la situación, se puede admitir que los riegos por superficie son los más flexibles (admiten cambios de cultivo, de sistema, de caudales aplicados, etc.) y económicos.

#### **10.2.1.4.2. Riego por aspersión**

Mediante el Manual de riego para Agricultores de Sevilla: módulo 3. Establece que esta tecnología se basa en suministrar al agua una energía determinada para que ésta circule por las tuberías a presión. Es decir, es un método de riego automatizado que utiliza mecanismos de presurización del agua para generar el riego. Se dividen en sistemas estacionarios o de desplazamiento continuo (ANDALUCIA, 2010).

Sin embargo, cabe recalcar que el ahorro de agua de riego y su aprovechamiento óptimo son dos objetivos a conseguir en cualquier sistema por aspersión, pero para ellos se debe realizar los riegos eficazmente donde se efectuó con una adecuada programación, aplicar el agua uniformemente sobre toda la superficie y evitar al máximo las pérdidas de agua.

Optimizar los resultados del riego supone emplear diversas prácticas de mejora, normalmente muy sencillas y en general poco costosas. En especial se deberá controlar la presión de trabajo de los aspersores, de forma que el agua se aplique uniformemente. En situaciones de viento, que es uno de los factores que más influye reduciendo la uniformidad de aplicación del agua, también pueden seguirse unas sencillas prácticas de mejora. De la misma forma, se debe tratar de mejorar el manejo de manera que los tiempos de riego de cada una de las unidades sean lo más parecidos posible. El uso de automatismos permite controlar el tiempo de riego, facilita el trabajo al agricultor y le ofrece seguridad y comodidad (**ver anexo B**).

Ventajas:

- Permite regar terrenos ondulados o poco uniformes,
- Puede ser utilizado en varias tipologías de suelos.
- Excelente sistema de riego para cultivos como; zanahoria, remolacha, patata, alfalfa, trigo, maíz, algodón, etc.
- Método de riego para combatir helada.
- Método de riego ideal para realizar un lavado de sales.
- Brinda en muchas etapas del cultivo, la posibilidad de mecanizar labores.
- Permite la aplicación de fertilizantes y algunos tratamientos químicos.

Desventajas:

- Los fuertes vientos pueden afectar y erosionar el suelo
- Incurre en un mayor consumo y, por lo tanto, mayor gasto en el recurso agua.
- Mayor costo inicial de la instalación. Dependiendo del tipo de sistema que se implante podrá hacer falta una gran inversión inicial y/o de mantenimiento.

#### **10.2.1.4.3. Riego Localizado**

La Junta de Andalucía ha creado un manual para esta tecnología en donde los agricultores sepan que el riego localizado se fundamenta en la aplicación del agua de riego sobre el suelo o bajo él, utilizando una red de tuberías a presión y emisores de agua de manera que sólo se moja una parte del suelo (Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, 2010). Es decir, que suministra agua a presión en forma de gotas que directamente acceden a la zona radicular de cada planta. Se diferencian cuatro categorías diferentes de riego localizado (**ver anexo C**):

- Riego por goteo: el agua circula a presión por la instalación hasta llegar a los emisores o goteros, en los que pierde presión y velocidad, saliendo gota a gota.
- Microaspersión: el agua se aplica sobre la superficie del suelo en forma de lluvia muy fina, mojando una zona determinada que depende del alcance de cada emisor, pero las áreas regadas son pequeñas y localizadas.
- Riego a chorros: se aplican chorros de agua sobre pequeñas balsillas en el suelo, adyacentes a cada árbol.
- Riego subsuperficial: se aplica agua en ramales que se sitúan por debajo de la superficie del suelo.

#### Ventajas:

- Ahorro importante del recurso agua con respecto a los otros, como el riego por superficie y aspersión.
- Posibilidad de controlar fácilmente la lámina de agua aplicada.
- La ausencia de escorrentía
- La aplicación localizada y frecuente de agua evita situaciones de daño por salinidad en plantas.
- Ahorro de labores de cultivo.
- Reducción de mano de obra en la aplicación de agua en la parcela.
- La uniformidad de la distribución del agua en riego localizado depende fundamentalmente del diseño hidráulico de la red y no de las características del suelo, ni de las condiciones climáticas.
- Recomendada para cultivos que ocupan toda la superficie del terreno, como por ejemplo la alfalfa.
- Reducción de la evapotranspiración y, de las pérdidas de agua en las conducciones y durante la aplicación.
- Es posible mantener el nivel de humedad en el suelo más o menos constante y elevado.
- Posibilita la utilización de aguas de menor calidad.
- Hace posible la fertirrigación.
- Permite la aplicación de agroquímicos a través del agua de riego (insecticidas, fungicidas, etc.)
- El gasto energético es menor.

- Su automatización es fácil de implementar.

Desventajas:

- Obturación de los emisores, con cierta facilidad.
- Altos costos de las instalaciones respecto a otros sistemas de riego.
- Necesidad de presión para su correcto funcionamiento.
- Creación de zonas de acumulación salina.

#### **10.2.1.4.4. Riego Subterráneo.**

Sistema que utiliza dos sistemas específicos de riego. Como primer punto se humidifica el suelo por medio de humidificadores artificiales colocados en bajo la planta o a través del control de los niveles freáticos donde se mantiene la humedad del terreno (Junta de Andalucía', 2010) (**ver anexo D**).

Ventajas:

- Menos pérdida de agua por no estar expuesto al aire.
- La superficie se mantiene seca, disminuyen el número de malas hierbas.
- Más estética.
- Permite el empleo de aguas residuales depuradas sin la molestia de malos olores.
- El sol no daña las tuberías, por lo que duran más tiempo
- Evitamos problemas de vandalismo

Desventajas:

- Dificulta la germinación de las semillas y el desarrollo de las plántulas por la falta de humedad en la superficie del suelo.
- Los costes de instalación y mantenimiento son más elevados que en otros sistemas de riego.
- Resulta más difícil inspeccionar el sistema al estar situado debajo de la tierra.
- Por la razón anterior, también resulta más complicado mantener y reparar el equipo.
- Es más fácil que se lleguen a obstruir los emisores por la acumulación de sedimentos, la intrusión radicular o la succión del suelo.

#### 10.2.1.4.5. Riego Solar

Sistema que utiliza la refracción del suelo mediante el uso de dos botellas de plástico (una dentro de otra) que está basada en los procesos de evaporación y condensación. Su aplicabilidad radica en la cantidad de ahorro efectivo de agua (**ver anexo E**).

En el interior se produce el efecto invernadero, al incidir la energía solar y producir dicha evaporación. Cuando el aire del interior se satura de humedad, el agua se condensa en las paredes de la botella y forma gotas que caen al suelo por gravedad. En el interior de este sistema de riego se produce un ciclo del agua a pequeña escala, aportándole al suelo dicho líquido de forma continua (TWENERGY IRiego, 2019).

Por lo consiguiente, esta tecnología consiste en bombear agua de pozos, balsas, ríos, o cualquier otro sistema de almacenamiento de agua, utilizando como energía la radiación solar, que se transforma mediante módulos fotovoltaicos en la energía eléctrica con la que funcionan las bombas, este incorpora un sistema inteligente de gestión de la energía proveniente de los módulos fotovoltaicos, siendo un método de bajo costo y sencillo de ejecutarlo.

Ventajas:

- La fuente de energía empleada no es contaminante.
- La instalación ya no requiere de una gran inversión inicial.
- Los excedentes de energía pueden almacenarse.
- Los regantes no son dependientes de las tarifas de riego.
- Mantiene el nivel de humedad constante en el suelo.

Desventajas:

- Se atascan los puntos de salida del agua, por la cal. Si tu agua es caliza, no se recomienda el uso de riego subterráneo.
- Las raíces también se agolpan en las tuberías. Aunque para evitarlo se podría usar herbicidas.
- Irriga superficies pequeñas, especialmente para huertos y jardines.
- Depende de las condiciones meteorológicas de la zona.

#### 10.2.1.4.6. Software Riego

Este software proporciona un servicio para reducir los consumos de agua por aplicación de riegos en el momento óptimo. Además, incrementa la productividad de los cultivos y ayuda a reducir costes y consumos energéticos (TWENERGY IRiego, 2019) (**ver anexo F**).

A continuación, se hace mención de ejemplos de software o programas especializados en la optimización del diseño de sistemas hidráulicos para el riego.

- Irrigate Plus

Es un programa desarrollado específicamente para diseñar y calcular sistemas de riego a presión, sin la necesidad de otros programas. Este programa puede ser utilizado para diseñar distintos sistemas de riego, así como también no solo está limitado al área agrícola, ya que también tiene incorporadas funciones que lo habilitan para el diseño de sistemas como son: aspersion, microaspersión, goteo / cinta de goteo.

- AquaFlow

Proporciona a los diseñadores la información que necesitan para diseñar un sistema de microrriego con un rendimiento óptimo. Además, proporciona a los operadores del sistema toda la información que precisan para operar el sistema, aplicando eficientemente la cantidad deseada de agua al cultivo.

- Epanet

Es una herramienta para comprender el movimiento y el destino de los componentes del agua potable dentro de los sistemas de distribución, y puede usarse para muchos tipos diferentes de aplicaciones en el análisis de sistemas de distribución.

Ventajas:

- El sistema se cataloga como uno de fácil instalación dado que pueden ser acoplado a cualquier tipo de terreno.
- Posee una alta compatibilidad con emisores (aspersores, micro aspersores, goteo, difusores.).
- Recude notablemente el tiempo y esfuerzo.
- Poseen una alta simplicidad, puede ser configurado de manera sencilla.
- Trabaja con programadores de riego, los cuales permiten a la autonomía del sistema.
- Mantenimiento de bajo coste y alto impacto.

#### Desventajas

- Requiere de una profesional para la instalación.
- Requiere de una licencia
- Implica capacidad instalada y por consiguiente una inversión económica relativamente considerable (TWENERGY IRiego, 2019).

#### **10.2.1.4.7. Programadores de riego y sus tipos**

Según el Blog TWENERGY (2019) esta tecnología se asemeja a un autómatas que ejecuta el control del riego mediante actuadores (electroválvulas, bombas, variadores de velocidad, arrancadores electrónicos, etc.) mediante una programación establecida por el agricultor o el técnico de la explotación. Estos permiten optimizar el momento, la frecuencia, la duración del riego y el área a emplear en los cultivos (**ver anexo G**).

#### Ventajas:

- Proporciona autonomía al sistema de riego
- Se adapta a cualquier sistema de riego.
- Existencia de varias versiones, cada una con capacidades y aspectos característicos
- Ahorro de agua hasta en el 25% con relación a los métodos tradicionales (Macheño, 2018).

#### Desventajas:

- Requiere de alta capacidad instalada (tubos, cañerías, etc.)
- En ocasiones el reemplazo debe ser de todo el sistema, en caso de avería.
- En necesario de una instalación eléctrica debido a que es un sistema electrónico (Macheño, 2018).

#### **10.2.1.4.8. Presa de caucho**

La conservación del agua en los ríos puede planificarse mediante la construcción de presas flexibles de muy baja altura en el río.

Los diques de goma, vertedero inflado, vertedero flexible se pueden desinflar, inflar durante la temporada de lluvias, escasez regulada, controlada automáticamente con resistentes



sensores ultrasónicos de nivel de agua sin contacto. El vertedero flexible de baja altura se puede instalar a intervalos regulares del tramo del río especialmente diseñado para los objetivos de almacenamiento de agua (monzón o de conectar ríos / canales durante el período no agrícola), asegurando un flujo mínimo de agua aguas abajo y navegación, recargando el agua subterránea, asegurando el encharcamiento para la pesca y la generación de energía, y mejorar la calidad del agua en términos de reducción de la demanda biológica de oxígeno (DBO) y aumento del oxígeno disuelto (OD). Normalmente hay suficiente agua disponible en el río durante el período lluvioso que se puede almacenar fácilmente sin afectar ningún esquema posible. La altura del dique de caucho se puede planificar a 2- 4 m de la consideración tecno económica del dique de caucho y teniendo en cuenta la pendiente del río. **(Ver Anexo H).**

- **Almacenamiento de dique de goma**

Ventajas:

- Bajo costo
- Corto periodo de construcción:
- Cuerpo de la presa está hecha de materiales flexibles con resistencia a impactos
- Se utiliza para la construcción, el río urbano los colores y estilos hermoso son conductivos para crear características y embellecer el entorno.
- Vida de diseño para 15 desde su construcción
- Adaptable a cualquier altura.

Desventajas:

- Aumenta el oxígeno disuelto en el agua
- Existe por filtración excesiva generando un suelo quebradizo

Tabla 7. Tasas de infiltración según el tipo de suelo.

Clasificación de suelos a efectos del umbral de escorrentía				
GRUPO	INFILTRACIÓN	POTENCIA	TEXTURA	DRENAJE
A	Rápido	Grande	Arenosa arenolimonosa	Perfecto
B	Moderado	Media a grande	Franco-arenosa Franca Franco-arcillosa-arenosa Franco limoso	Bueno a moderado
C	Lenta	Media a pequeña	Franco-arcillosa Franco-arcillolimoso-arenoso	Imperfecto
D	Muy lenta	Pequeño	Arcillosa	Pobre o muy pobre
Nota: Los terrenos con nivel freático alto se incluirán en el grupo D				

- **Aireadores para mejorar la calidad del agua**

Como el agua de muchos ríos que atraviesan áreas urbanas, especialmente durante la temporada de escasez, tiene altos contenidos de DBO y bajos contenidos de OD, se propone airear el cuerpo de agua creado. Es decir, las secciones típicas de estos aireadores se dan durante la inundación, los aireadores se llevarán a la orilla y se anclarán adecuadamente (Etchevery, B.& Harding, S. , 1933).

Ventajas:

- Controlar las algas verdiazules (cianobacterias) mediante la circulación radial de larga distancia. Controlar las malas hierbas acuáticas invasoras.
- Controlar la liberación de sustancias químicas inorgánicas de los sedimentos de los ríos.
- Se pueden operar con electricidad externa o energía solar.
- Se puede hacer con movimientos lentos para tener un enriquecimiento efectivo del agua con oxígeno.

Desventajas:

- Incrementar el OD en el río
- No se recomienda hacer movimientos rápidos puesto que su enriquecimiento no es eficaz.
- Se realiza solo en el periodo de inundación.
- Dificultad para tender los cables de los aireadores sobre el cuerpo de agua.

#### **10.2.1.4.9. Sistema de agricultura bari**

Un bari implica principalmente una unidad operativa en la que se producen numerosos cultivos y árboles junto con el ganado, la producción de pescado y las aves de corral destinados a satisfacer las necesidades primarias de un hogar rural (Madhumita, B. & Ajit, P, 2009) (**ver anexo I**).

Este sistema se basa en creación de un estanque excavado principalmente con el propósito de criar peces. Además, las plantas acuáticas que crecen dentro de los estanques actúan como fuente de alimento para los peces que se crían junto con los desechos de la cocina y algunos otros desechos domésticos. Por lo tanto, el estanque es una unidad productiva y autosuficiente que proporciona peces para el consumo y agua para diversas actividades domésticas y agrícolas habituales (Anthwal, A. et al, 2010).

Ventajas:

- Bajo impacto ambiental
- No puede ser aplicado en gran escala.
- Provee de una alta disponibilidad de alimento
- Sistema de alta eficiencia y resultados instantáneos.

Desventajas:

- El sistema está abierto a la interacción con agentes externos.
- Requiere de una gran cantidad de mano de obra para su iniciación (Ahmed, y otros, 1992).

#### **10.2.1.4.10. Sistema palmadito**

Este sistema se ideó de acuerdo con las peculiaridades del terreno para desviar el agua de los rápidos arroyos de las colinas hacia canales de riego llamados pats. Los diques de desvío a través del arroyo se hacen apilando piedras y luego revistiéndolas con hojas de teca y barro para hacerlas a prueba de fugas (Tan, X. M. , 1988). El canal pat tiene que sortear pequeños nullahs que se unen a la corriente de vez en cuando, y también escarpados acantilados antes de llegar a los campos. Estas secciones invariablemente se lavan durante los monzones (**ver anexo J**).

Deben construirse acueductos de piedra que abarquen los nullahs intermedios. Por lo tanto, los indígenas riegan sus campos por turnos. El canal requiere un mantenimiento constante y es deber de la familia que riega los campos en un día en particular cuidar de la palmera en ese día en particular. Se necesitan aproximadamente dos semanas para que la palmadita fluya y la cosecha de invierno se siembra a principios de noviembre (Uprety Y et al, 2012).

Ventajas:

- El proceso presenta una productividad media
- Sistema ecológicamente sustentable y de bajo impacto
- Es aplicable en cualquier tipo de terreno

Desventajas:

- Requiere de enorme cantidad de mano de obra
- Se mantiene en el ámbito artesanal
- Requiere de rocas, hojas de teca y barro para su aglutinación.

#### **10.2.1.4.11. Captación y almacenamiento de agua.**

- **Micro captación:**

Este método es utilizado principalmente en la agricultura. El objetivo es captar el agua que escurre dentro del mismo terreno de cultivo, ésta se infiltrará y así será aprovechada por los cultivos. Es caso de necesitar un incremento en la captación es necesario que la inclinación sea predominante (FAO, 2013).

#### Ventajas:

- Usa las propiedades hidrológicas del terreno
- No requiere de mucha instrumentación y mantenimiento
- Aplicable es cualquier tipo de terreno.

#### Desventajas:

- Es imperativa la construcción en una pendiente
- Requiere de una enorme cantidad de mano de obra.
- Requiere de extensiones medias de terreno

- **Macro captación:**

Este método es utilizado también en la agricultura. Sin embargo, se utiliza para lograr volúmenes más grandes de captación. Aunque es muy parecido al método anterior, las técnicas son un poco más complejas. La escorrentía superficial se llevará a cabo en áreas más grandes, éstas pueden estar contiguas al cultivo o no. El área para generar el escurrimiento puede tener las mismas características, sin embargo, la ausencia de vegetación no es requisito. El área donde se acumulará el agua debe estar bien contenida, por lo que se requieren muros de contención o canales bien establecidos. Esta agua es útil también para abastecer estructuras de almacenamiento. Este método se utiliza principalmente en regiones semiárida o áridas (FAO, 2013).

#### Ventajas:

- Usa las propiedades hidrológicas de una pendiente del terreno.
- No requiere de mucha instrumentación y mantenimiento.
- El agua captada puede ser reordenada con el objetivo de reabastecer estanques, embalses temporales con finalidades varias.

#### Desventajas:

- Técnica más compleja que la micro adaptación debido a escorrentía superficial (requiere de una pendiente sumamente elevada, suelo delgado y de áreas rocosas).
- Requiere de una enorme cantidad de mano de obra.

- Requiere de grandes extensiones de terreno.

#### **10.2.1.4.11.1. Riego portátil**

Según (Peña, 2012), los sistemas completamente portátiles se usan en parcelas pequeñas que tiene equipo de bombeo, tuberías de conducción, distribución y regantes de diámetros de 50 a 75 mm, y tramos de tubo con longitudes aproximadas de 3, 6 y 9 m que permiten su transporte inclusive de manera manual. Por lo común, la planta de bombeo está montada en un remolque y se traslada con un tractor. En los sistemas de riego portátiles movidos manualmente el espaciamiento entre aspersores varía de 6 m y 12 m; el 8 espaciamiento entre posiciones de tuberías regantes varía entre 12 y 18 m. Es decir, este sistema se puede adoptar a terrenos no tan extensos y deben tener un sistema de riego tecnificado.

##### Ventajas

- Se usa en superficies y terrenos ondulado o poco uniformes sin necesidad de nivelación o preparación previa.
- Mano de obra menos especializada.
- El costo de mantenimiento de los sistemas es bajo.
- No necesita sistematización en el interior de la parcela.
- Puede utilizarse en todos los suelos independientemente de la permeabilidad de los mismos.
- Controla la humedad del suelo.
- Se adapta muy bien a las primeras fases de desarrollo de cultivos.
- Estil útil para dar riegos de socorro y especialmente eficaz en la lucha contra heladas.

##### Desventajas

- Alto costo energético para su funcionamiento por la bomba de presión.
- Existe pérdidas por evaporación cuando las gotas son pequeñas y el ambiente seco.
- Se debe regar en la noche para evitar la evaporación.
- Apelmaza el suelo formando una costra al golpear las gotas sobre la superficie del terreno, depende del aspersor.
- Mala uniformidad en el reparto de agua por la acción de fuertes vientos.

#### **10.2.1.4.12. Riego automatizado**

Provee de agua a los cultivos de manera automatizada y que emplea normalmente la aspersión o el goteo. Para proceder con la instalación se debe realizar un estudio previo del terreno y el tipo de cultivo, para definir de manera adecuada cómo se deberá distribuir el agua para optimizar al máximo los resultados. Asimismo, se debe tener clara la ubicación, la cantidad de agua a emplear o la frecuencia con la que se producirá el riego automatizado. Además, se combina con soluciones de hardware y software libres. (Perales y Leython, 2021)

Ventajas:

- Fácil instalación en cualquier terreno.
- Compatibilidad con emisores de cualquier tipo.
- Mejor gestión del uso del agua durante el riego y lo distribuyen de manera más uniforme.
- Es programado pues se activará o desactivará de manera automática.
- Ahorro de mano de obra, agua y energía.
- Reducción de costes de mantenimiento.
- Mantiene la humedad del suelo.
- Menor pérdida de nutrientes.
- Previene y reduce enfermedades causadas por estrés hídrico

Desventajas

- Es imprescindible que estén limpios los filtros ya que ayuda a proteger los cultivos de la cal u otras partículas.
- El material de la tubería debe ser de polietileno (PE) o PVC ya que protegen de los rayos ultravioleta, pero sino son de estos materiales se degradan fácilmente.
- Se debe ajustar el riego el primer día y revisar que la cantidad del riego es adecuado durante las primeras semanas para evitar falta de riego o encharcamientos.
- Mayor costo inicial.

#### **10.2.1.4.13. Agroecología tecnológica**

Se define a la agroecología como “una disciplina o un modo de interpretar y proponer alternativas integrales y sustentables en la realidad agrícola, respetando las interacciones que

se dan entre los diversos factores participantes de los agroecosistemas, incluyendo a los elementos relativos a las condiciones sociales de producción y distribución de alimentos. Su vocación es el análisis de todo tipo de procesos agrarios en un sentido amplio, donde los ciclos minerales, las transformaciones de la energía, los procesos biológicos y las relaciones socioeconómicas son investigadas y analizadas como un todo” (Altieri, M, 1983).

Pero la agroecología tecnológica Se caracteriza por poseer una variada fuente de conocimientos y cosmovisiones, toma forma en cada situación, a escala local, de la misma manera en que deja de tener efecto cuando no es aplicada en armonía social y ecosistémica. Tal flexibilidad del entramado tecnológico en la agroecología lo hace complejo e, incluso, llega a ser inmanejable en ocasiones. (FUNES-MONZOTE, MÁRQUEZ SERRANO , 2017)

Esta tecnología presenta en varios aspectos que sirven tanto para el cuidado del recurso hídrico, recurso suelo y el ecosistema. El autor (Souza Casadinho J, 2010) propone algunas herramientas agroecológicas que detallara a continuación:

- Diseño del agroecosistema
- Nutrición adecuada de los suelos basada en la lumbricultura, la utilización de cubiertas vegetales muertas, en el abono orgánico, el uso de estiércol fermentado.
- Diversidad biológica capaz de combatir plagas a partir de uso de abonos verdes e inclusión de árboles.

#### Ventajas

- Respeto al medio ambiente.
- Producción de alimentos más sanos.
- Contribuye a la salud del suelo.
- Prácticas de cultivo natural en las que no se emplean pesticidas ni químicos.
- Desaparición de plagas.
- Genera biodiversidad.
- Se puede emplear en cualquier terreno.

#### Desventajas

- Requiere más conocimiento sobre el terreno.



- Los cultivos tienen que estar más vigilados puesto que no se emplea ni pesticidas ni fertilizantes.
- Necesita de más tiempo y dedicación este tipo de tecnología.
- Materia prima más cara.

## DISCUSIÓN

A continuación, se muestra la tabla 8. En la cual se realiza un análisis comparativo para la conservación del agua en base a las tecnologías halladas para riego en donde se discute puntos claves como el tipo de suelo en donde se puede emplear dicha tecnología, que cultivos se pueden producir, el volumen de ahorro que se obtiene, el costo que implica cada proceso y el impacto ambiental que provocaría su ejecución. En este caso se dará a conocer a detalle cada tecnología y de esta manera elegir la más adecuada y viable para utilizar en la parte alta de la cuenca del río Pastaza.

*Tabla 8. Cuadro comparativo entre las tecnologías para la conservación de agua para riego*

<b>Tecnología</b>	<b>Tipo de suelo</b>	<b>Tipos de cultivo</b>	<b>Volumen de agua que se ahorra</b>	<b>Costo</b>	<b>Impacto ambiental</b>
<b>Aguas superficiales</b>	Franco arcillo arenosa (Palma et al., 2017).	Trigo Avena Praderas (Palma et al., 2017).	20% (Palma et al., 2017).	Moderado (Palma et al., 2017).	Bajo (FAO, 2017).
<b>Arado Cincel</b>	Franco arcillo arenosa	Trigo Avena	20% (FAO, 2017).	Moderado (FAO, 2017).	Medio bajo (FAO, 2017).

	(FAO, 2017).	Praderas (FAO, 2017).			
<b>Zanja de infiltración</b>	Franco arcillo arenosa  (FAO, 2017).	Trigo  Avena  Praderas (FAO, 2017).	25%  (FAO, 2017).	Bajo  (FAO, 2017).	Medio Bajo  (FAO, 2017).
<b>Superficie o gravedad</b>	Arcilloso  Pedregos o  Arenoso  (FAO, 2017).	Todo tipo de cultivo	10%  (Junta de Andalucía', 2010)	Moderado  (Junta de Andalucía', 2010)	Medio  (Junta de Andalucía', 2010)
<b>Riego por aspersión</b>	Arcilloso  No pedregos o  Arenoso  (FAO, 2017)	Cultivo comprendido de plantas pequeñas hasta 40 cm de altura  (ANDALUCIA, 2010)	20%  (ANDALUCIA, 2010)	Medio alto  (ANDALUCIA, 2010)	Medio bajo  (ANDALUCIA, 2010)
<b>Riego localizado</b>	Arcilloso  No pedregos	No existe un limitante en la altura del	20%  (Instituto de Investigación	Medio alto  (Instituto de Investigación	Medio bajo  (Instituto de Investigación

	o Arenoso (ANDALUCIA, 2010)	cultivo	y Formación Agraria y Pesquera, 2010)	y Formación Agraria y Pesquera, 2010)	y Formación Agraria y Pesquera, 2010)
<b>Riego subterráneo</b>	Arcilloso  No pedregos o Arenoso (FAO, 2017)	No existe un limitante en la altura del cultivo  (Junta de Andalucia', 2010)	20%  (Junta de Andalucia', 2010)	Medio alto  (Junta de Andalucia', 2010)	Medio bajo  (Junta de Andalucia', 2010)
<b>Riego Solar</b>	Arcilloso  Arenoso (FAO, 2017)	Se limitan a cultivos originados en invernaderos (desarrolla un seudónimo efecto invernadero; babaco)  (TWENERGY IRiego, 2019).	15%  (TWENERG Y IRiego, 2019).	Medio Alto  (TWENERG Y IRiego, 2019).	Medio alto  (TWENERG Y IRiego, 2019).
<b>Software Riego</b>	Arcilloso  No pedregos	No existe un limitante para el cultivo	25%  (TWENERG Y IRiego,	Bajo  (TWENERG Y IRiego,	Bajo  (TWENERG Y IRiego,

	o Arenoso  (FAO, 2017)	(TWENERGY IRiego, 2019).	2019).	2019).	2019).
<b>Procesadores de riego</b>	Arcilloso  No pedregoso  o  Arenoso  (FAO, 2017)	No existe un limitante para el cultivo  (TWENERGY IRiego, 2019).	25%  (Macheño, 2018)	Bajo  (Macheño, 2018)	Bajo  (Macheño, 2018)..
<b>Presa de caucho</b>	Arcilloso  No pedregoso  o  Arenoso  (FAO, 2017)	No existe un limitante para el cultivo  (CWC, 2005)	20%  (CWC, 2005)	Bajo  (CWC, 2005)	Medio  (CWC, 2005)
<b>Riego portátil</b>	Cualquier terreno	No existe un limitante para el cultivo, pero indispensable para su etapa de	15%	Bajo	Bajo

		germinación.			
<b>Riego automatizado</b>	Cualquier terreno	No existe un limitante para el cultivo	25%	Mediano	Bajo
<b>Agroecología tecnológica</b>	Cualquier terreno	No existe un limitante para el cultivo	25%	Bajo	Bajo

Tras la revisión de información oportuna en relación a las tecnologías de conservación para agua de riego es indispensable que, para la cuenca del Pastaza se ponga en práctica la metodología zanja de infiltración puesto que esta se basa en la agrupación de una cierta cantidad de volumen de agua. Silva (2020) es su trabajo presentó que en promedio alrededor de 1380 mm/año de lluvias caen en un periodo de 1965-2014, en lo que respecta a la estación de Píllaro en promedio se evidencia que 623 mm/año presentando la mayor precipitación (165mm/mes) concerniente al mes febrero de 2008 y la menor (0 mm) en los meses junio, julio y agosto de 1997, volviendo a presentarse dicho valor en mayo, julio, agosto, septiembre y octubre de 1998. A su vez, se aplique la captación de agua lluvia y este recurso almacenado que sirva para regar el terreno por medio del riego localizado. De esta manera se puede prever levemente el comportamiento de la cuenca y por ende la aplicabilidad de la metodología se considera como acertada.

### 10.2.2. Tecnologías de agua para consumo

Dentro de las tecnologías de conservación ancestrales se valora el profundo respeto a construcción natural, sin embargo, es transcendental señalar que, a dependencia de un material que permitía la permanencia y el incremento de las comunidades integrado la cuenca ha ido “generando el origen y consolidación de una elite de tipo religioso que impulsó el

desarrollo tecnológico y se constituyó en rectora de la organización social” (Idrovo & Gumis , 2019). Las tecnologías ancestrales tienen milenarias formas de conservación del agua, pero al momento no existe una definición clara de la administración.

Para poder comprender las tecnologías ancestrales de conservación del agua se ha tomado como referencia las culturas que han influenciado más en la conservación de la cuenca alta del río Pastaza.

#### **10.2.2.1. Saberes Ancestrales**

La UNESCO define el conocimiento indígena (CI) como: "El conocimiento local e indígena se refiere a los entendimientos, habilidades y filosofías desarrolladas por sociedades con una larga historia de interacción con su entorno natural". A lo largo de una extensa sucesión de observaciones transmitidas de una generación a otra, los pueblos indígenas tienen una continuidad histórica de prácticas de uso de recursos y, a menudo, poseen una amplia base de conocimientos sobre las intrincadas estructuras ecológicas en sus propias vecindades (Gadgil, M et al, 1993). Es decir, para las comunidades indígenas, el respeto por la naturaleza es la base fundamental en la conservación de los recursos naturales (Camacho et al, 2016). En este caso es el recurso vital, el agua para los pueblos indígenas representa un recurso sagrado, compuesto de rituales y ceremonias que armonizan el cosmos y perpetúan las tradiciones.

Los sistemas que se manifiestan a continuación se basan en la creación de Estanques tradicionales de almacenamiento de agua y los complejos sistemas de canales de riego para el almacenamiento y distribución de agua en el área. Por lo tanto, este sistema ha implementado las estructuras de retención de agua y las estructuras que golpean el agua, las mismas que se ha construido a través de su tradición. Desde una perspectiva científica, su conocimiento de las estructuras de recarga de agua más pequeñas o de los cuerpos de agua más grandes depende de la forma de la cuenca, subcuenca o microcuenca en la que se vaya a implantar.

Ventajas:

- Promueve el desarrollo sustentable
- Cada aproximación se centra en un método mayoritariamente no invasivo
- Promueve el desarrollo de nuevas metodologías

- Puede ser convertido en un sistema complejo de riego.

Desventajas:

- Método netamente tradicional
- Requiere de grandes cantidades de mano de obra
- Alta cantidad de instrumentación

#### - **Los Paltas**

Nace de una cultura bien estructurada para el seguimiento y control territorial, donde cada parcialidad vigilaba un territorio vertical, a partir de la montaña alta y gélida, hasta el sector bajo o caliente; lo que permite evidenciar un buen modelo del control, en cuánto a los múltiples pisos ecológicos para manejar el sistema de agua y conseguir diversos productos.

Con una maestría increíble procuraron “crear” quebradas con la suma de vertientes que incitaban por medio de la formación de lagunas de elevación. De allí que, para mejorar el control del agua, durante las quebradas montaron pequeñas represas (los españoles los denominaron tajamares); es decir, pequeños muros de roca que atajan el agua, conformando de esta forma una pequeña represa que guarda el agua, esta aplicación servía para descargar la escorrentía de la quebrada guardar e infiltrar agua, humedecer las riberas para que se desarrollen árboles y matorrales preservadores de la quebrada y para brindar agua a los animales.

La parte baja estaba constituida por terrazas hundidas, en donde se utilizaban como retenedores de agua con espacios aproximados de 1.600 a 2.000 m<sup>2</sup> de dos metros de profundidad con relación a nivel natural, para que atraigan la mayor humedad en el invierno, para plantar el huerto en el verano. Estos sitios estaban protegidos con árboles alrededor para guardar la humedad del viento.

Los Paltas mantenían las tecnologías de conservación basada en las montañas, ya que esta construían un humedal elevado artificialmente llamado en el idioma quichua cochas, el cual servía para retener el agua de lluvia, la que al momento de infiltrarse rellenaba los acuíferos subterráneos, e inundaba el suelo arcilloso que acumulaban el agua que nacía de manera dosificada dando como origen una infinidad de ojos de agua o vertientes que salían en las huecas o en las peñas (Cisneros, Chicaiza, & Moreno , 2018).

Esta cultura también conocía sobre el manejo de las microcuencas y el curso de las quebradas, ya que al ser una cultura bien organizada podía controlar el territorio vertical, mantenían la trayectoria de un territorio vertical, desde la montaña más fría hasta la zona baja o caliente, la cultura gestionó instaurar quebradas con la anexión de vertientes que estimulaban a través de la formación de lagunas de altura. Para la preservación del agua esta cultura a lo largo de las quebradas construyó pequeñas represas a las que los españoles denominaron tajamares, los cuales eran pequeñas represas con muros entre 60 y 80 cm, que conservaban al agua formando una pequeña represa la cual almacenaba entre 3 a 5 m<sup>3</sup> de agua, en este mismo sentido las presas servían para bajar la escorrentía de la quebrada y para proporcionar agua a los animales, se atestiguaban que con estas actividades progreso la biodiversidad.

En las partes más bajas ya cuando localizaban una zona más plana y llana, se podrían edificar pilancones, los mismos que eran reservorios de taludes de piedra que retienen unos 20 m<sup>3</sup> de agua, en el mismo sector se edificaban huertas, los cuales eran regados con el agua que almacenaba los pilancones. Es importante mencionar que el manejo que esta cultura tenía referente a la conservación de bosques primarios de altura y una densa vegetación a lo extendido de las microcuencas y quebradas.

Esta cultura manejaba el espacio de manera ordenada dividiendo el terreno en dos grandes secciones alta y la baja, a las cuales denominaron de la siguiente manera:

- La sección alta la designaron masculina la cual fertilizaba a la sección baja.
- La sección baja la nombraron femenina, ya que era la que producía alimentos.

Ellos usaban la metáfora de que la sección alta, provocaba el semen (agua) para conseguir fertilizar la sección baja para el milagro de la fecundación.

Para lograr esta fecundación en la parte baja montaron pozos y abarradas para el control de las inundaciones que provocaban los inviernos al descargar enormes masas de lluvia, que además son alimentadas por el acrecentamiento de los ríos sostenidos por sus afluentes que llegan desde la cordillera. Además, que la construcción de estas obras, garantizaban el abastecimiento de agua en los periodos de sequía.

La cuenca hidrográfica del Pastaza formaba parte del territorio de la nación Cañaris, las actividades estaban dadas por la incorporación de una importante agrupación de canales de



riego que permitían una agricultura sostenible, así como también de una conservación del recurso agua (Idrovo & Gumis , 2019).

Esta técnica bien aplicada tiene sobre todo un desarrollo armonioso entre el hombre y la naturaleza (buen vivir), firmemente va a ser una garantía de vida para todo ser humano. Al ver la serie de ocupaciones elaboradas en la cuenca se pudo hallar que los recursos naturales persisten mayormente deteriorados; no obstante, todavía hay vivencias positivas que se debe precautelar.

De acuerdo al autor Fajardo (2019), en los momentos actuales las tecnologías de conservación del recurso agua para varios indígenas y mestizos andinos aún se vocean en las diferentes formas de actuar en relación al uso del agua:

- El agua es vida, alma, es una parte básica y primordial para la unidad viva de toda la Pacha Mama, como madre naturaleza, madre tierra, madre cosmos, universo es su néctar, y por lo tanto es sagrada y es nuestro primer antídoto.
- El agua como parte integral de la realidad, de la vida, y de la humanidad, para el mantenimiento, desarrollo y regeneración de sus propios ciclos vitales, composición, función, desarrollo reproductivo y biodiversidad y de su continuidad de vida sana.
- Con sus propiedades, el agua apoya en gran medida todos los estilos de vida y la continuidad para las generaciones futuras.
- El agua desempeña un papel importante como fuente de vida humana y natural, e intuye su uso para el desarrollo de ocupaciones primordiales e importantes para la vida real.
- El agua además se concibe como ciudadanía y organización, ya que se refiere a sus funcionalidades sociales y culturales adecuadas para el desarrollo de ocupaciones y servicios públicos en beneficio común para la paz.
- El agua asegura la permanencia y autonomía nutrición, y la protección de la Pacha Mama.
- El agua como desarrollo sostenible, usado como recurso estratégico de acrecentamiento económico y social

De acuerdo al autor Yanes (2021), actualmente existen tecnologías de conservación del agua que se están aplicando para la conservación, entre ellas podemos mencionar a las siguientes:

### 10.2.2.2. Condensación de vapor

Para lograr la condensación del vapor, se han utilizado condensadores de vapor, los cuales han sido utilizados desde los tiempos precolombinos. La técnica de conservación es muy sencilla y se basa en la evaporación del agua, ya que gracias a la energía solar se condensa en una superficie para recoger el agua limpia. A este método milenario la tecnología actual está aportando soluciones que mejoran su rendimiento y eficiencia (**ver anexo K**).

#### **Ventajas:**

- Técnica sencilla de bajo impacto ambiental
- Promueve el desarrollo sostenible
- Sistema de rendimiento medio y eficacia
- Puede ser parte en la industrialización

#### **Desventajas:**

- Sistema lento, que permite la recuperación de volúmenes pequeños de agua.
- Corte elevado
- Difícil mantenimiento (no aplicable sin un presupuesto elevado)
- Alta capacidad instala

### 10.2.2.3. Agua del aire el desierto.

Para extraer el agua del desierto se ha diseñado un sistema pasivo que extrae agua del aire más seco consumiendo solo energía solar, algo que se encuentra constantemente en las regiones desérticas. Para lograr esto se ha creado un sistema de redes metal orgánicas, que se encuentra constituido por materiales porosos, este material es capaz de recolectar entre 100 mililitros de agua por cada kilo de MOF (Metal-Organic Frameworks) (**ver anexo L**).

#### **Ventajas:**

- Alta eficiencia en la recolección
- Bajo precio
- Bajo impacto ambiental debido a la aplicabilidad debido a la utilización de energía solar.

#### **Desventajas:**

- Requiere de gran capacidad instalada

- Fuentes de energía
- Solo puede ser aplicado en ligare con altos índices de radiación solar.

#### **10.2.2.4. Agua dulce del mar**

Remover la sal del agua del océano es una alternativa de utilidad reducida: las enormes plantas que emplean sistemas de filtración por membranas poliméricas son costosas e ineficientes por su exuberante consumo de energía (**Ver Anexo M**).

En base a Científicos de la Universidad de Manchester (Reino Unido) han realizado un tamiz de óxido de grafeno que retiene las sales, dejando pasar solo el agua. La efectividad del proceso radica en la porosidad de las fibras que componen el tamiz.

Ventajas:

- Método innovador puesto que aprovecha la enorme masa de agua existente de los océanos
- Sistema purificador de alto impacto energético y social.

Desventajas:

- Utilidad limitada
- Sistema sumamente costoso
- Alta capacidad instalada

#### **10.2.2.5. El libro que limpia el agua**

Esta es una revolucionaria forma de conservación y purificación del agua, consiste en uno de los sistemas más originales, fáciles y prácticos para purificar el agua es el que da la compañía startup Folia Water, implantada por la química Theresa Dankovich y su esposo: un libro cuyas páginas matan los microbios del agua. El producto tiene su origen en la tesis doctoral de Dankovich, que se centró en el desarrollo de filtros de papel con nanopartículas de plata que eliminan bacterias, virus y otros patógenos (**ver anexo N**).

Ventajas:

- Método sencillo con alto rango de aplicaciones
- Método inmolador debido a su utilización de nano partículas

- Eliminan una gran variedad de virus, bacterias y otros microorganismos.

Desventajas:

- Alto coste inicial
- La cantidad de agua depende del área de captación y por ende de las longitudes del instrumento.

#### **10.2.2.6. Reciclar al agua**

El hombre crea ingentes porciones de aguas residuales: Según el diario (EL COMERCIO, 2018) sustenta que un ecuatoriano gasta en promedio, 249 litros al día en satisfacer las necesidades de consumo e higiene, siendo luego vertidos por los sumideros de sanitarios y cocinas y los desagües de electrodomésticos (**ver anexo O**).

En las naciones desarrolladas estas aguas se tratan previo a devolverse a la naturaleza, pero cada vez se está poniendo más grande hincapié en que además tienen la posibilidad de reciclarse para volver otra vez a nuestros propios grifos. Es decir, es el proceso por el cual se recupera el agua usada, para nuevos fines, incluyendo la producción de energía. Mientras que, en las naciones más pobres el caso es bien distinto, debido a que la inmensa mayor parte de las aguas residuales se vierten a la naturaleza sin previo tratamiento. Hoy hay incontables iniciativas para descubrir métodos de reciclar estas aguas y que logren conceder un abastecimiento potable a los domicilios. Un sistema en la actualidad desplegado en 30 territorios es el SunSpring Hybrid de Innovative Water Technologies, una estación independiente alimentada por energía solar y eólica que filtra el agua para conceder 20.000 litros al día a lo largo de bastante más de 10 años (**ver anexo P**).

Ventajas:

- Método económico de bajo impacto ambiental
- Posee aplicaciones varias como, por ejemplo; generación de energía eléctrica y mecánica.
- Aplicaciones para el desarrollo sustentable

Desventajas:

- Alta capacidad instalada con miras al desarrollo.

- Es imperativo que la fuente energética provenga del sol por lo que su aplicación en sistemas a gran escala es reducida.

#### **10.2.2.7. Potabilización**

Según el Blog del (Fondo para la comunicación y la educación ambiental, 2016) mantiene que esta tecnología se basa en el proceso mediante el cual se expone el agua a una calidad apta para el consumo humano. Esta tecnología presenta varios procesos para llegar a la potabilización como: captación, conducción, agregados de productos químicos, floculación, sedimentación, filtración, desinfección. Hacer del agua un recurso que las personas puedan utilizar de forma sostenible y segura. La transformación necesaria para la sostenibilidad garantizada por el diseño de la infraestructura de tratamiento de agua potable y el descubrimiento de nuevas soluciones a los desafíos asociados a este activo crítico (**ver anexo P**).

Ventajas:

- Ofrece una solución a las altas demandas de agua utilizable
- Alto funcionamiento en zonas húmedas
- Rendimiento moderado

Desventajas:

- Alta capacidad instalada
- Elevada mano de obra
- Requiere de amplio tiempo de puesta en marcha
- Contaminación auditiva y ambiental
- Costos sumamente elevados

#### **10.2.2.8. Captación y almacenamiento de agua**

Los métodos de captación y aprovechamiento de agua permiten aumentar la disponibilidad de agua para cualquier uso. Dichos métodos se pueden agrupar de la siguiente manera:

- Derivación de manantiales y cursos de agua mediante bocatomas:

Aunque no es un método de captación de agua de lluvia, este método servirá para contrarrestar el déficit hídrico de algunas zonas. Además, se puede utilizar tanto para riego, como para uso doméstico (**ver anexo Q**).

- Cosecha de agua de techos de vivienda y otras estructuras impermeables:

Básicamente el proceso consiste en captar el agua de lluvia que escurre sobre superficies impermeables como, por ejemplo; techos, patios, superficies rocosas, estructuras de concreto o mampostería, entre otras. La cual debe ser conducida por medio de canaletas para su posterior almacenamiento.

Es una técnica de recolección y almacenamiento de agua de lluvia en la superficie o en los acuíferos subterráneos, antes de que se pierda como escorrentía superficial. El aumento de las aguas subterráneas a través de la desviación de la lluvia a los embalses subterráneos, mediante diversas técnicas de recarga artificial, tiene especial relevancia. A partir de esta, se puede recargar pozos, diques subterráneos y adoptar la recolección de agua de lluvia en los tejados en áreas urbanas puede contribuir en gran medida a redimir la situación cada vez más grave de escasez de agua subterránea. Las áreas descubiertas, particularmente en localidades urbanas y semiurbanas, están disminuyendo continuamente debido al ritmo fenomenal de industrialización y urbanización y al uso masivo de concreto en todo mundo. Este fenómeno está causando constantemente un margen reducido para la filtración de las aguas pluviales al suelo durante el monzón y, por lo tanto, una reducción perpetua en la recarga de aguas subterráneas año tras año.

Ventajas:

- Alta cantidad físico química del agua de lluvia
- Sistema totalmente independiente ideal para comunidades dispersas y lejanas
- Mano de obra reducida en base a materiales locales
- Fácil sostenibilidad

Desventajas:

- Alto costo inicial para su implementación
- La captación de agua depende de las variables de precipitación del lugar de origen
- El volumen depende intrínsecamente del módulo.

### 10.2.2.9. Tratamiento de aguas.

El tratamiento del agua consiste en la manipulación de la propiedad físicas, químicas o biológicas con el propósito de eliminar los contaminantes naturales, industriales y domésticos, especialmente los que se encuentran en el agua. (Fondo para la comunicación y la educación ambiental, 2016) (**ver anexo R**).

Ventajas:

- Aporte agua procesado y teóricamente limpia
- Ahorro de dinero
- Amigable con el medio ambiente
- Minimiza los residuos

Desventajas:

- Los instrumentos usados en el proceso necesitan de costeo elevados
- El agua en ocasiones posee partículas remanentes del proceso aplicado
- Para el caso de aplicabilidad de ozono (Este mantiene un remanente de vida en los siguientes 25 minutos después del proceso)

### 10.2.2.10. Sistema de Biorretención

Es un sistema que permite captar, filtrar, retener, transportar, almacenar e infiltrar al terreno el agua, de forma que ésta no sufra ningún deterioro e incluso permita la eliminación, de forma natural, de al menos parte de la carga contaminante que haya podido adquirir por procesos de escorrentía urbana previa. Todo ello tratando de reproducir, de la manera más fielmente posible, el ciclo hidrológico natural previo a la urbanización o actuación del hombre.”

También conocidos como jardines de lluvia, son los dispositivos más ampliamente usados para el manejo de las aguas de escorrentía (Trowsdale, 2011). Consisten en una depresión rellena de material filtrante y provista de cobertura vegetal que opera por infiltración del agua de escorrentía urbana. Cuando ésta pasa a través de la cobertura vegetal y el medio filtrante, ocurren diversos mecanismos físicos, químicos y biológicos de remoción de contaminantes. Es decir, los sistemas están compuestos por una capa de drenaje en la base, constituida por grava; una capa de transición, integrada por arena gruesa seguida de arena fina; una capa de medio filtrante y finalmente la cobertura vegetal en la parte superior (**ver anexo S**).

Ventajas:

- Reducción en la aplicabilidad debido al consumo de agua
- Elimina eficazmente materiales pesados
- Costes de manteniendo bajos
- Alta flexibilidad en las aplicaciones

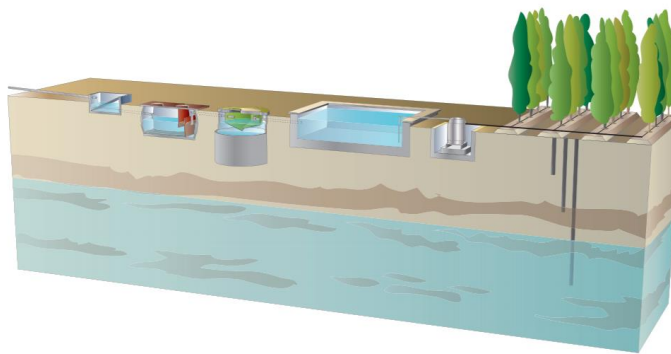
Desventajas:

- Baja aplicabilidad en grandes zonas
- Alto coste de tierra requerida
- Reduce el numero de plazas de terreno

#### 10.2.2.11. Filtros verdes

Los filtros verdes consisten en varias facciones de terreno divididas en función de las necesidades puntuales de la depuración. Tal proceso necesita imperativamente de la aplicación de una serie de árboles que se limiten a limpiar las impurezas disueltas en el agua como se muestra en la figura 18. (Aguirre, 2019)

*Figura 19. Filtros verdes*



**Fuente:** (Aguirre, 2019)

Ventajas:

- Reduce hasta un 80 % la carga contaminante de las aguas residuales
- Platea un ahorro en lo que consumo de energía respecta.
- Se integra completamente en el entorno
- No requiere de personas especiales para su puesta en marcha.



Desventajas:

- No puede desarrollarse en lugares climáticos bruscos
- Rendimiento reducido
- Requiere de una gran superficie para ser aplicado

#### **10.2.2.12. Inventario Hídrico con ARC MAP 10.1.**

Un inventario de puntos de agua subterránea y del páramo corresponde a un listado de los puntos donde se encuentra el recurso hídrico. Este es una fuente de información de alta importancia para el entendimiento del sistema hidrogeológico en un sector y por tanto tiene fuertes implicaciones en la adecuada gestión del recurso. Es una herramienta importante para la toma de decisiones en la gestión de los recursos hídricos, que consiste en el registro en un tiempo y espacio de todas las fuentes de agua ya sea subterránea o de páramo, es decir, sus afloramientos naturales (manantiales) como de todas aquellas estructuras hidráulicas de acceso a la fuente de agua, ya sea con fines de aprovechamiento hídrico, control y monitoreo de la cantidad y calidad.

Con el apoyo de una herramienta de Sistema de Información Geográfica (SIG), se coloca parte de su información sobre la Plataforma ARCGIS, la cual provee de distintos tipos de cartas bases tales como: precipitación, temperatura, relieve, imágenes satelitales y mapas de recarga hídrica. Dichas bases podrían ser un eje referencial para el control ya que solo son aproximados y no oficiales. Puesto que para ser oficiales se debería hacer un estudio de campo identificando cada pozo, piezómetro, caudal, entre otros aspectos que influyen para la detección de las fuentes hídricas.

Ventajas:

- Funciona como un mecanismo de orden y control para las fuentes hidrológicas.
- Sirve para detectar aumento, pérdidas, escasez del recurso hídrico en varias zonas.
- Fuente de información alta sobre el recurso natural.

Desventajas:

- Requiere una gran cantidad de mano de obra para llevar a cabo el proceso.
- Supone un gran costo de almacenaje.

- Solicita una gran cantidad de tiempo.
- Su costo va ser mayor que cualquier otra tecnología
- No existe información en base a un inventario hídrico a nivel nacional ni provincial o zonal.
- Mala gestión del recurso natural.
- Uso de otro sistema o herramienta de detección pues solo da datos referenciales mas no puntuales.

### 10.2.2.13. Técnicas geofísicas con el Dispositivo RIVER G 3 SYSTEMS

Estas técnicas se utilizan para encontrar los mejores sitios de perforación en ubicaciones geológicas complejas. Las dos técnicas más utilizadas para medir las propiedades eléctricas de las rocas son la **resistividad y el electromagnetismo**. Implican enviar una corriente a través de tierra y luego medir la facilidad con la que la tierra conduce la corriente. La roca sólida normalmente no conduce la electricidad, por lo que las mediciones altas a menudo se asocian con rocas con alta porosidad y algo de contenido de agua. El uso de esta técnica reduce la probabilidad de perforar pozos secos, lo que puede ayudar a reducir los costos. Una empresa alemana ha creado un dispositivo multisistémico RIVER G que se encarga de hacer uso de estas técnicas mediante tres sistemas: un sistema de imágenes 3D, sistema de búsqueda geofísica y sistema de largo alcance para la detección de agua subterránea, pozos artesianos y norias bajo la tierra (GER DETECT Company, 2022).

- Primer sistema: SISTEMA DE IMÁGENES TRIDIMENSIONALES

El RIVER G está provisto de un sistema de imágenes tridimensionales que permiten al explorador ver detalles más precisos sobre la presencia de capas de agua subterránea, así como mostrar los resultados del análisis del agua, a su vez el tipo de agua en donde indica el mejor lugar para cavar, el cual contiene la mayor cantidad de agua proporcionando una gráfica circular donde muestra la proporción de densidad, rocas y salinidad.

- Segundo sistema: SISTEMA DE BUSQUEDA GEOFÍSICA:

El sistema geofísico en el dispositivo RIVER G es uno de los mejores y más poderosos sistemas para encontrar agua y mostrar resultados rápidos y preciso donde provee al explorador con toda la información que necesita sobre el agua subterránea con muchas

características únicas como la profundidad del agua subterránea, así como detalles precisos de la densidad del agua, su salinidad y tipo (dulce, salada, muy salada).

- Tercer sistema: SISTEMA DE LARGO ALCANCE:

Este sistema de alta precisión puede determinar la posición del agua dentro de áreas extensas. Posee varias características como tener una pantalla a color de alta resolución con opción táctil, también posee una brújula digital para determinar la dirección de búsqueda exacta. Además, se puede escoger el idioma a trabajar y la profundidad y rango frontal.

#### Ventajas

- Detecta agua dulce, salada o muy salada.
- Alcanza profundidades de 1500 metros bajo tierra y hasta 3000 metros cuadrados de rango frontal.
- Se escoge el continente y el país donde se llevará a cabo la búsqueda de agua.
- Facilidad de búsqueda en seis diferentes tipos de suelo: rocoso, natural, mixto, mineralizado, arcilloso y arenoso.
- Imágenes tridimensionales de alta calidad.
- Determina la profundidad del agua encontrada.

#### Desventajas

- En el caso de dañarse algún artefacto se debe reponer por otro como antenas, baterías, cables de detención de señal, sondas, sensores.
- Mayor profundidad de alcance.

#### **10.2.2.14. Lógica difusa**

Es un evaluador multicriterio que es empleado en la actualidad para cualquier problema. Según el autor (Matteucci, y otros, 2007). Menciona que la evaluación multicriterio es una técnica alternativa a aquellas de evaluación monetaria para la inclusión de los recursos ambientales y los servicios ecológicos en el proceso de toma de decisiones al momento de planificar proyectos de desarrollo. Además, permite trabajar con todos los criterios o variables relacionados a un tema, identificando la importancia de cada una de estas variables en referencia al tema de estudio.

La lógica difusa siendo una “herramienta matemática que se utiliza posterior a la jerarquización de variables e intenta representar la imprecisión del pensamiento humano”

(Yajure, 2015), además permite manejar y procesar ciertos tipos de información en los cuales se manejen términos inexactos, imprecisos o subjetivos.

Según Hartley (2010) esta teoría puede describir las relaciones difusas del sistema socio-hídrico, esto se debe a que la lógica difusa permite la representación matemática de conceptos imprecisos (Andocilla, 2012). La clasificación difusa de las variables tiene como fundamento el evaluar la posibilidad de que cada elemento pertenezca a un determinado fenómeno o sistema (Guo et. Al., 2004). En este caso para la conservación del recurso hídrico se puede emplear dicha tecnología para evaluar cuantitativamente el recurso natural.

Ventajas:

- Facilidad de implementación en cualquier temática.
- Forma rápida y económica de resolver un problema.
- No depende de ecuaciones matemáticas complejas o extensas.

Desventajas:

- Dificultad de interpretación de valores difusos.
- Elegir una correcta función de pertenencia para los conjuntos difusos, ya que en ocasiones no es sencillo especificar el efecto de los cuantificadores de nuestro lenguaje en dicha función.

#### **10.2.2.15. Perlas de hidrogel**

Al ser unas perlas flexibles hechas de una resina plástica expandible compuesta en un 98% por aire y el restante de poliestireno. Además, son bolitas insolubles en agua, el Poliestireno Expandido (EPS) no emite sustancias hidrosolubles que puedan contaminar las aguas subterráneas y páramo. Este polímero estable y químicamente inactivo, tiene la capacidad de absorber el agua de lluvia más de cien veces su propio peso. En otras palabras, cuando está mezclado en el suelo (sustrato) actúa como un “depósito de agua”.

Ventajas:

- Excelente modelo del uso eficiente de los recursos naturales.
- No presenta ningún riesgo para la salud de las personas ni para el medio ambiente.
- En su transformación consume poca energía y no genera residuos.
- Retienen la humedad en el suelo.

- Mejora las características del suelo, como son la retención y disponibilidad del agua, la aireación y la descompactación.
- Su aplicación en la agricultura, invernaderos y viveros, humedales, el sector forestal y la arquitectura paisajista puede reducir el uso de agua hasta en más del 50%.

Desventajas:

- Los análisis del ciclo de vida han mostrado que el Poliestireno Expandido - EPS presenta un impacto ambiental claramente inferior al de otros materiales competidores destinados al mismo uso.

## DISCUSIÓN

A continuación, se muestra la tabla 9, en donde se realiza un análisis comparativo que reúne las tecnologías de agua para consumo y estas serán puestas a prueba mediante la efectividad de la remoción de contaminantes, el costo que involucra cada proceso y el impacto ambiental que incitaría su práctica. Es decir, se dará a conocer a profundidad cada tecnología y de esta manera elegir la más apropiada y factible para utilizar en la parte alta de la cuenca del río Pastaza.

*Tabla 9. Cuadro comparativo entre las tecnologías para la remoción de posibles contaminantes*

<b>Tecnología</b>	<b>Efectividad en la remoción de posibles contaminantes</b>	<b>Costo</b>	<b>Impacto ambiental</b>
<b>Saberes ancestrales</b>	60% Plaguicidas Metales (EUSKADI, 2018)	Bajo (Camacho et al, 2016)	Bajo (Camacho et al, 2016)
<b>Condensación de vapor</b>	50% Microorganismos patógenos (Albeto	Medio (Camacho et al, 2016)	Medio (Camacho et al, 2016)

	Valdivieso, 2018)		
<b>Agua del aire en el desierto</b>	75% Contaminación terminal (Albeto Valdivieso, 2018).	Media (CienciaPlus, 2018).	Bajo (CienciaPlus, 2018).
<b>Agua dulce de mar</b>	65% Nutrientes vegetales inorgánicos Sales disueltas Coloides Pirógenos del agua (AFUEGOLENTO, 2016).	Alto (García, 2002).	Bajo (García, 2002).
<b>El libro que limpia el agua</b>	70% Coliformes Fecales Metales Patógenos (FAO, 2019).	Bajo (FAO, 2019).	Bajo (FAO, 2019).
<b>Reciclar el agua</b>	60% Metales Sedimentos de escorrentía Nitratos Fosfatos Pesticidas (INSPIRABIOTECH, 2019)	Bajo (EL COMERCIO, 2018)	Alto (EL COMERCIO, 2018)
<b>Potabilización</b>	60% Coliformes Fecales Metales Patógenos (Organización Mundial de la Salud, 2006)	Alto (Fondo para la comunicación y la educación ambiental, 2016)	Bajo (Fondo para la comunicación y la educación ambiental, 2016)
<b>Captación de</b>	65%	Medio	Medio

<b>almacenamiento de agua</b>	Metales Patógenos (Apella & Araujo, 2015)	(FAO, 2019)	(FAO, 2019)
<b>Tratamiento de aguas</b>	70% (ChemTreat, 2019)	Alto (Fondo para la comunicación y la educación ambiental, 2016)	Medio (Fondo para la comunicación y la educación ambiental, 2016)
<b>Filtros verdes</b>	80% Fósforo Nitratos Salinidad Nitrógeno amoniacal ( Caballero Moreno, 2017).	Bajo (Trowsdale, 2011)	Bajo (Aguirre, 2019)
<b>Inventario Hídrico con Arc Map 10.1</b>	0% No existe contaminante alguno puesto que es un software.	Alto	Bajo
<b>Técnicas Geofísicas</b>	10% Sedimentación Salinidad (GER DETECT Company,2022)	Mediano (GER DETECT Company,2022)	Mediano (GER DETECT Company,2022)
<b>Lógica Difusa</b>	0% Valores cuantitativos en base a datos hidrometereológicos	Bajo (Matteucci, y otros, 2007).	Bajo (Matteucci, y otros, 2007).

	(Matteucci, y otros, 2007)		
<b>Perlas de hidrogel</b>	10% Retención de agua no absorbe ningún contaminante (Cámara Agricultura, 2016)	Mediano (Cámara Agricultura, 2016)	Bajo (Cámara Agricultura, 2016)

Tras la recopilación de información, en relación las diversas tecnologías para la recuperación o conservación del recurso agua para consumo humano, es indispensable que se conserve desde sus primeros escurrimientos o líneas divisorias. Por tal razón se ha elegido para la cuenca alta del río Pastaza 3 tecnologías. La primera se realizará una base de datos de agua subterránea y de páramo mediante el programa Arc Map 10.1 con esos datos se determinará un inventario hídrico. Posterior a ello, se hará uso del dispositivo River G que posee 3 sistemas para la detección de agua subterránea y pozos artesianos con la de técnicas geofísicas, También, se hará uso la lógica difusa para dar valores cuantitativos al recurso hídrico por medio de las juntas de agua.

### **10.3. Propuesta para la conservación del recurso hídrico**

#### **Introducción**

Al realizar una propuesta de conservación de agua para el consumo y riego en la cuenca alta del río Pastaza, se adjunta la necesidad actual para una administración social u humana de los recursos naturales, estas necesidades están basada en una respuesta actualizada en la administración de dichos recursos naturales en la cuenca hidrográfica alta del río Pastaza. La propuesta de conservación reconocerá todas las tecnologías existentes, mismas que portan una sucesión de conocimientos para cada época.

Por lo tanto, se plantea una estrategia de conservación basada en gestiones para el recurso hídrico, control de contaminación y separación de desechos que esté relacionado con la vinculación de las autoridades y comunidad, puesto que de esta manera se complementarían las investigaciones que se han realizado y para expandir a la comunidad las tecnologías que se han investigado en este proyecto.



Debe recordarse que hoy en día, las nuevas tecnologías imponen una amplia gama de procesos aplicables, de esa forma podrán ser ejecutadas al máximo para hacerlas más visibles y humanas, sin codicia, y que además alcance para otras generaciones.

### **Misión**

Contribuir en la correcta conservación y protección del agua en la cuenca alta del Pastaza que recorren las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo para el bienestar de los habitantes y las futuras generaciones, a través de la óptima gestión proactiva y participativa que se plantea en esta investigación en donde las autoridades competentes se sientan comprometidos al buscar fuentes externas de financiamiento para proyectos y programas de conservación, restauración ecológica y educación ambiental y a su vez la ciudadanía se comprometa a cumplir con la misma y de esta manera obtener una cultura diferente de mantenimiento y gestión integrada de los recursos hídricos.

### **Visión**

La investigación será guía de largo alcance no solo para la cuenca alta del río Pastaza, sino para proyectos o programas de gestión del recurso hídrico para las diversas cuencas hídricas del país y que de esta manera se utilice para el mejoramiento de la calidad de vida de la población ecuatoriana y el manejo sostenible de los recursos naturales especialmente del líquido vital.

### **Objetivo**

Impulsar el cuidado del agua, zonas de almacenamiento y recarga hídrica en la cuenca alta del río Pastaza, mediante programas y proyectos de restauración, conservación aplicando tecnologías según su utilidad y educación ambiental.

### **Desarrollo**

En la cuenca alta del río Pastaza, se evidencia que el recurso hídrico y los páramos se encuentran altamente deteriorados debido a las diferentes actividades realizadas por el ser humano y por la construcción de hidroeléctricas que ha consecuencia de aquello se ha generado una diversidad de problemas a estos ecosistemas, como es la contaminación del agua, disminución de los caudales, suelos erosionados, reducción de las áreas de páramos, quema de pajonales, etc. Es por ello, que se plantea una gestión proactiva y participativa en

base a la revisión bibliográfica investigada y planteada y una adecuada aplicación será posible la conservación del recurso agua en la cuenca alta del río Pastaza, para encaminar una laboriosa tarea por parte de las autoridad y comunidad en las siguientes gestiones:

### **Gestión proactiva y participativa:**

- **Delimitación territorial.**

Teniendo a referencia de que, la delimitación territorial se define como el proceso técnico-geográfico y participativo que determina y precisa los límites internos de las circunscripciones territoriales a nivel especial del sitio de estudio, a través de esta gestión se permitiría la determinación de la ubicación de organizaciones e instituciones a lo largo y ancho de la cuenca alta del Pastaza.

- **Inventario hídrico.**

Teniendo en referencia que, la normativa ecuatoriana que regula la calidad de agua para riego y consumo, se encuentra en el libro VI (anexo 1) del TULSMA y el Reglamento Ley Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua. El inventario hídrico, se enfoca en la estimación tanto cuantitativa para determinar una cantidad, como cualitativa para describir y determinar el estado actual de estos recursos; por lo que, por medio de esta actividad, se determina las condiciones en las que se encuentren los ríos, lagos, lagunas, humedales, manantiales caídos naturales y otras fuentes de agua, de igual manera se determinará el deterioro del recurso hídrico.

- **Aforamiento de agua**

Por medio del aforamiento del agua, se permite medir el caudal, además que por medio del aforo, se incluye a todas las tareas las actividades desarrolladas en campo, lo que permitiría determinar el caudal en sí; todo ello con la finalidad de determinar el balance hídrico anual, y así poder recuperar especies naturales, por medio de estrategias como el evitar el pastoreo de ganado vacuno; o a su vez establecer alternativas sostenibles y amigables con el ambiente para el desarrollo de estas actividades

- **Recuperación y protección del espacio natural.**

Con la finalidad de establecer una recuperación del recurso, es necesario establecer aspectos determinantes y actividades que están provocando el deterioro del recurso; lo que a su vez permite la recuperación del medio ambiente como tal; pues al recuperar el suelo, se permite recuperar especies naturales, es decir flora y fauna; todo por medio de la implementación de estrategias como el evitar el pastoreo de ganado vacuno y evitar el asentamiento de ganado bravo; y a su vez respetando el límite de la frontera agrícola.

- **Retención del agua en la fuente.**

Esta gestión permitiría la conservación del recurso agua y a la vez la conservación de hábitat natural de la localidad; por lo que, es imprescindible que se inicie con la siembra de especies nativas para evitar la erosión y sedimentación de los reservorios naturales, así como la construcción de brazos de captación para que el recurso hídrico se escurra hacia las lagunas.

- **Cuidado y protección de fuentes y caudales.**

La conservación y protección de la fuentes y caudales, permite el cuidado del recurso agua desde sus yacimientos; para lo cual es necesario la separación de áreas vulnerables de la conservación del agua, evitando incendios, evitando la sobrepesca de madera para leña, evitando la explotación de especies como amortiguadores para la retención de agua, por lo que, no es necesaria la siembra de especies exóticas y no es necesaria la explotación minera. Todo ello con la educación de la población y el apoyo de las mismas autoridades, quienes también son los encargados de la protección de estos recursos.

- **Recuperación de espacios naturales.**

En colaboración con la autoridad competente, la cual como se ha mencionado con anterioridad, es la encargada de gestionar una limpieza de los sedimentos de las lagunas y lagos, así como también se pretende construir muros en los rebosaderos, lo cual permitirá disponer de espacios más amplios para retener el agua.

- **Recuperación y control de caudales.**

A más de lo expuesto con anterioridad, es claro que las autoridades colaboren con esta gestión, por medio de la construcción de embalses (reservorios y micro reservorios), con la

finalidad de evitar que el agua erosione el suelo y lo desperdicie en caso de crecida del río, recogiendo los recursos de caudal en días puntuales; lo que permitiría por una parte la alteración del suelo mismo y la pérdida de agua; por lo que, con esta gestión se permitiría la recuperación o recolección del recurso agua, y a su vez la protección del recurso suelo.

- **Control de contaminación.**

Esto permite medir los niveles de contaminación en las entradas y salidas de áreas pobladas, de las fábricas, industrias, empresas agrícolas, generadoras eléctricas. La estructura del sumidero le permite limpiar el agua contaminada antes de que sea descargada en los ríos y quebradas y otro alimentador de agua.

- **Control de márgenes.**

El control de la frontera agrícola es indispensable en las gestiones de recuperación de los recursos naturales, pues si bien es cierto la agricultura es una actividad propia de la subsistencia del ser humano, pero es una actividad que al igual que otras altera las condiciones naturales del medio donde se los desarrolla; por lo que, el uso de pesticidas, fungicidas, químicos, inserción de especies no nativas, altera no solo las condiciones del suelo como tal, sino que afecta la flora aledaña y la fauna silvestre; por lo que, con esto se puede evitar actividades agrícolas, pecuarias y otras que contaminan las riberas de los ríos, así como actividades de diseño no contaminantes como el turismo y la fruticultura.

- **Control de quemas**

Este control se lo realizará mediante el Ministerio del Ambiente se nombrarán supervisores del medio ambiente para el cuidado, como una de las ocupaciones; de allí que el o los que ocasionen quemas van a ser aplicados la ley, y siendo más consecuentes con la vida mismo el o la causante, pagara por los perjuicios o recuperará, por lo menos lo más visible, con la siembra de las especies quemadas.

Estas y otras ocupaciones de recuperación natural y de control pueden ser viables involucrando a los dueños de los terrenos (propietarios, comuneros, otros), pues poseen diversos conocimientos inclusive ancestrales sobre el manejo natural del espacio. Cada una de estas ocupaciones se estarán aplicando por una dirección técnica adecuada, e incentivada con el aporte de todos los beneficiarios y localizados dentro la cuenca.

- **Reparto equitativo del agua.**

Para consumo humano con una base, el que más consume paga, para riego con una base, el que más consume o desperdicia paga, para las florícolas y bananeras un impuesto por caja exportada, para las generadoras eléctricas, por Kilovatios., para la industria conforme a la actividad. Dichos cobros van a permitir incentivar a los individuos relacionadas en las ocupaciones de recomposición del espacio natural. Implementación de materiales modernos (tuberías y revestimiento de canales) para la transportación y reparto del agua; así como medidores adecuados para cada necesidad.

- **Control de desechos.**

Si bien es cierto, uno de los problemas que mayores consecuencias provoca en el deterioro ambiental, es la generación de desechos sólidos no reutilizables, lo que provoca la mala disposición de ellos, cuando no existe apoyo por parte de las autoridades quienes prestan el servicio de recolección; sin embargo cuando las circunstancias son diferentes se deben buscar alternativas de disposición final; como es el desarrollo de campañas masivas de concienciación poblacional, para que se haga reciclaje, e implementación de la basura (basura limpia o orgánica), y de esta manera aprovechar con las mismas familias en el campo; en los centros poblados, generar políticas con los gobiernos locales, sin embargo, la basura inorgánica (sucia), diversos productos van a ser probables (chatarra, cartón, papel, plásticos, vidrios, por ejemplo) dar a fábricas (en convenio) para la reutilización. El resto y con buen procedimiento, en basureros (políticas de gobiernos locales). Otros desechos será la responsabilidad compartida conforme al espacio y al tipo de desperdicio (derrame de combustible ejemplificando, limpiará el que derrame, si no lo hace, se va a aplicar la ley, ordenanza, u otras sanciones propias de la sociedad u organización). Se debería realizar una campaña para minimizar la producción de desperdicios.

- **Educación permanente**

Tomar en consideración una enseñanza que garantice “su desarrollo holístico, en el marco del respeto a los derechos humanos, al medio ambiente sostenible y a la democracia”; se considera que la aplicación de esta enseñanza va a ser a todos los niveles, implementando la iniciativa de gestión (gerenciamiento) de los recursos naturales existentes en la cuenca hidrográfica.

- **Tratamiento de conflictos**

El planteamiento de la iniciativa va a tener además presente que: la diferencia de oportunidades, pensar distinto, no ser equivalentes, constantemente llevará a la generación de conflictos; en tal sentido el trabajo propuesto va a estar complementado con el procedimiento de conflictos. Teniendo presente que “el diálogo, la comunicación inteligente, es atributo único del hombre. Si hasta aquí hemos vivido el problema, en adelante vamos a vivir la solución” (Zurita, 2018).

### **Conclusiones**

- Con estas gestiones se logra disminuir la presión que existe sobre el recurso hídrico e impactos negativos al medio ambiente, reducir costos de producción y garantizar la disponibilidad constante de agua para consumo humano, para el riego, producción de alimentos y demás actividades agrícolas y agroindustriales.
- La población perteneciente a la cuenca alta del río Pastaza debe educarse permanente con relación al cuidado, protección, conservación y uso adecuado del agua. Además, acerca de la correcta clasificación de los desechos; es decir que se sientan comprometidos con el entorno.
- Todas las gestiones se cumplirán de acuerdo a la normativa legal vigente para el manejo integrado de las cuencas, y los respectivos mecanismos para el manejo integrado de los recursos hídricos, que permitan llegar a alcanzar, de manera coordinada, los beneficios económicos para la población y la sostenibilidad del medio.

## **11. IMPACTOS**

### **11.1. Impactos sociales**

En la parte alta de la cuenca del río Pastaza, las aguas del afluente atraviesan diversos sectores industriales, urbanos y agrícolas; la mayor parte de los sectores desembocan sus aguas residuales, cuya calidad se ve afectada de manera negativa por alguna predominación antrópica que altera sus estados naturales, estas aguas residuales están afectando tanto al ser humano como al ecosistema acuático.

Debido a que la alteración del agua de su estado natural puede alterar la diversidad biológica o sus características naturales, estas aguas son usadas para la agricultura, pues irrigan los cultivos como asimismo son usados para la ganadería; en muchas situaciones los cultivos tienden a padecer alguna variación o no realizarse del todo y en algunas ocasiones es usada para el consumo humano, ocasionando inconvenientes en la salud como infecciones, problemas a la dermis y estomacales entre otros; además, la contaminación es notable debido a que sus aguas tienden a tener un color café oscuro y esto provoca que no de un realce natural, tomando en cuenta como una contaminación paisajística y dando de esta forma una mala imagen a visitantes.

### **11.2. Impactos ambientales**

El presente análisis se hizo en la cuenca alta del río Pastaza; debido a los acuerdos institucionales se hizo obtener una base de datos de resultados de diversos estudios que se han realizado durante la microcuenca baja. Con esta información se ha podido establecer la calidad del agua desarrollando por 2 procedimientos diferentes en 6 puntos de vista durante la cuenca alta.

La alteración de la calidad de agua en los diferentes sitios se debe, a que el cauce cruza centros poblados, regiones industriales y agrícolas que muchas de las veces sus aguas residuales que son vertidas sin ningún anterior procedimiento o paralelamente un mínimo procedimiento hacia el cauce, esta variación a la calidad de agua podría ser puntual y difusa estas aguas en varios sitios son usadas para la irrigación de sus cultivos y en la mayor parte estas aguas tienen dentro recursos fisicoquímicos y biológicos enormemente altos; como consecuencia poseemos que los cultivos absorben todas las sustancias y las almacenan en su interior para después ser comercializadas esto además ocurre en la ganadería pues es usado como bebida para el ganado vacuno, otra variación que se puede evidenciar velozmente es la contaminación paisajística, debido a que en ciertos sitios usan las riberas del flujo de agua como región de descargue de escombros o desperdicios esto provoca que la que la fuerza del agua arrastre y se disperse los materiales en todo el flujo de agua.

Por lo tanto, esta investigación tiene como objetivo proteger y preservar el páramo y los recursos hídricos. Ayudar al frágil ecosistema de la cuenca alta del río Pastaza logrando así la sustentabilidad que se necesita para regular el agua. Asimismo, la biodiversidad alpina es común en la región.

### 11.3. Impactos económicos

Su primordial actividad económica es la agricultura en esta situación es un inconveniente; debido a que, sus productos son irrigadas por el flujo de agua ya dicho, anteriormente son comercializados y distribuidos a los domicilios de todo el territorio, además por otro criterio mientras pase la era la contaminación del agua va ser más grande, acelerando de esta forma la inutilidad por completo de este recurso y de esta forma su recuperación de la calidad va ser costosa; como consecuencia para su remediación para las autoridades de momento será mucho más grande.

Al final, al costo operativo (proceso de siembra) se le adicionará el gasto del recurso natural, siendo afectado al costo final del producto. Esto perjudica a los productores y al consumidor final. Por lo tanto, se debe tener un equilibrio entre el aspecto social, económico y ambiental, basado en la resiliencia económica y bienestar social.

## 12. PRESUPUESTO

*Tabla 10. Presupuesto*

<b>Recursos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>V. por unidad</b>	<b>Total</b>
<b>De oficina</b>	Libretas	1	\$ 1	\$ 1,1
	Esferos	3	\$ 0,4	\$ 1,2
	Lápices	3	\$ 0,4	\$ 1,2
	Hojas	3	\$ 4,5	\$ 13,5
	Impresora (Tinta)	4	\$ 7	\$ 28
	Internet	12	\$26	\$312
	Software de antiplagio	1	\$ 25	\$ 25
<b>Subtotal</b>				<b>\$ 422</b>
<b>10% de imprevistos</b>				<b>\$ 42</b>
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 414</b>

**Elaborado por:** Silva, L (2021)



## 13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 13.1. Conclusiones

- En base a la caracterización socio ambiental se alcanzó un análisis situacional de la parte alta de la cuenca, en donde se expresó que el recurso hídrico se ha visto mermado y contaminado mayormente debido a la actividad agrícola, pastoreo, deforestación, quema de pajonales, erosión del suelo, incremento poblacional, construcción de represas hidroeléctricas y finalmente si no fuera suficiente el desinterés por parte de las autoridades.
- Mediante la aplicación de la metodología se logró identificar 41 de 305 documentos de relevancia que sirven en la investigación en donde se extrajo las tecnologías de uso para agua. En lo que respecta a las tecnologías de conservación de agua para riego se logró identificar 25 tecnologías de las cuales se seleccionó 5 para la aplicación en la cuenca. Para el proceso de siembra se hizo uso de zanjas de infiltración, luego la captación de agua lluvia y este recurso almacenado que sirva para regar el terreno por medio del riego localizado. Además del uso de software y programadores para optimizar el riego. Mientras que para agua de consumo se identificó 18 tecnologías; se hará uso 3 tecnologías donde se conservará a partir de las aguas subterráneas y el páramo, se hará uso del inventario hídrico, el dispositivo River G y la lógica difusa.
- En base a una gestión proactiva y participativa fundamentada un adecuado manejo de desechos, reparto equitativo del agua, control y recuperación de caudales entre otros aspectos; que van a la par con las tecnologías de conservación y dependiendo de su utilidad se creó de esta manera una estrategia de conservación compartida y comprometida con las autoridades y comunidad perteneciente a la cuenca alta del río Pastaza.

### 13.2. Recomendaciones

- Se necesita hacer ocupaciones para la conservación de los bosques de la cuenca. Los servicios del medio ambiente mejor valorados por los actores locales son las cabeceras y fuentes de agua usadas para diferentes ocupaciones ya que son regiones que tienen que ser protegidas, pese a que escasas personas goce de manera directa de ellas.
- Esto prueba el valor dada al recurso agua. En este sentido, a lo largo de la etapa idealización y creación de nuevos proyectos hidroeléctricos en el Pastaza o sus tributarios, los gobiernos locales, la sociedad y los actores interesados en la conservación tienen que aseverarse de que las tácticas de operación contemplen la descarga de un caudal ecológico. Este contribuirá a conservar la salud de los cursos de agua, al desarrollo económico.
- Es imperativo que las aplicaciones dispuestas para la asimilación y puesta en marcha no sobrepasen los alcances de los municipios. Dado que esta serán las encargadas de promover el cuidado del tal preciado recurso.
- La deficiente capacidad técnica en los burócratas de los municipios es más que evidente, esto aunado con el débil conocimiento permiten el desarrollo de una diligencia mediocre por lo que es imperativo delimitar todos y cada uno de los factores esenciales de la problemática antes de intentar desarrollarla y subsanarla.
- El acceso al agua se puede mejorar abordando desafíos específicos de gestión del agua. Coordinar y compartir datos entre los Ministerios a cargo de los servicios de agua potable. Monitorear y cumplir con las regulaciones legales sobre la calidad del agua. Garantizar suficiente capacidad técnica para mejorar la capacidad de gestión del recurso.

## 14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AQUAE Fundación. (2021). *¿Cómo se potabiliza el agua?* Obtenido de <https://www.fundacionaquae.org/potabilizacion-agua/>
- Abril Saltos, R. V., Rodríguez Badillo, L. M., Sucoshañay Villalba, D. J., & Bucaram Visuma, E. M. (2017). *Caracterización preliminar de calidad de aguas en subcuenca media*. Scielo. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/riha/v38n2/riha05217.pdf>
- AFUEGOLENTO. (15 de Enero de 2016). Obtenido de <https://www.afuegolento.com/articulo/que-contaminantes-eliminara-agua-osmosis-inversa/18914/>
- Agricultura moderna. (2018). *La agricultura y el manejo del agua*. Agmoderna. Recuperado el 2021, de <https://www.agmoderna.com.ar/conservar-el-agua/la-agricultura-y-el-manejo-del-agua/>
- Aguirre, M. (2019). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE FILTROS VERDES DENTRO DE LA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES EN EL BERRUECO, SIERRA NORTE DE LA COMUNIDAD DE MADRID*. España. Obtenido de [https://ebuah.uah.es/xmlui/bitstream/handle/10017/41770/TFM\\_Aguirre\\_Rubiano\\_2019.pdf;jsessionid=EEE5A5E4A6946835B4513521397A7CBA?sequence=1](https://ebuah.uah.es/xmlui/bitstream/handle/10017/41770/TFM_Aguirre_Rubiano_2019.pdf;jsessionid=EEE5A5E4A6946835B4513521397A7CBA?sequence=1)
- Ahmed, M., Gupta, M., Azam Khan, G., Noble, F., Worby, E., Sollows, J., & Min, K. (1992). *Sistemas integrados de cultivo de peces en pastizales en China*. China.
- Alamy. (16 de 04 de 2012). *Dique de Goma*. Obtenido de <https://www.alamy.es/foto-dique-de-goma-48932237.html>
- Albeto Valdivieso. (3 de Agosto de 2018). *AGUAVIDA*. Obtenido de <https://www.iagua.es/respuestas/tipos-contaminantes-agua>
- ANDALUCIA. (2010). *Manual de Riego para Agricultores*. Obtenido de Riego por aspersión: [https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160240Riego\\_por\\_aspersion.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160240Riego_por_aspersion.pdf)
- Anthwal, A. et al. (2010). Conserving biodiversity through traditional beliefs in sacred groves in Uttarakhand Himalaya. En *Conservation and Recycling*. India.
- Apella, M., & Araujo, P. (2015). *Microbiología de agua*. Obtenido de [https://www.psa.es/es/projects/solarsafewater/documents/libro/02\\_Capitulo\\_02.pdf](https://www.psa.es/es/projects/solarsafewater/documents/libro/02_Capitulo_02.pdf)
- Arias L. (2021). *Métodos de conservación del agua en la agricultura*. Recuperado el 2021, de <https://manufacturers.best/es/conservacion-del-agua-metodos-en-agricultura/>
- ARKIPLUS. (12 de Marzo de 2019). Obtenido de <https://www.arkiplus.com/sistema-de-reciclado-de-aguas-grises/>
- AZUD. (2021). *Recomendaciones-DISEÑO\_RIEGO\_SUBTERRANEO-*. Obtenido de [https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos\\_y\\_documentos/4542/Recomendaciones-DISEÑO\\_RIEGO\\_SUBTERRANEO-ESP.pdf](https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/4542/Recomendaciones-DISEÑO_RIEGO_SUBTERRANEO-ESP.pdf)

- BBC NEWS. (2013). *Cómo puede la tecnología salvar el agua*. Obtenido de [https://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/08/130731\\_tecnologia\\_agua\\_salvar\\_dp](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/08/130731_tecnologia_agua_salvar_dp)
- BELTRAN, J. (1994). *CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA. Diseño de un sistema de información de análisis de agua*. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Civil, Unidad Académica de Ambiental. Santafé de Bogotá.
- Buytaert; Céleri et al. (2016). Human impact on the hydrology of the Andean páramos. *Earth Science Reviews*, 53 - 72.
- Caballero Moreno, E. (2017). *Eliminación de nutrientes mediante el uso de filtros verdes en el río Choluteca*. Sevilla-España: Escuela Técnica Superior de Ingeniería.
- Camacho et al. (2016). Conocimientos / tecnologías tradicionales de conservación forestal en la Cordillera, norte de Filipinas. *Política y economía forestal*.
- Carrasco, J., & Riquelme, J. (2018). *El Arado Cincel*. Recuperado el 2021, de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/4227/NR24497.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castro, I., & Román, H. (2018). Evaluación ecológica rápida de la mastofauna en el Parque Nacional Llanganates. *Biodiversidad en el Parque Nacional Llanganates: un Reporte de las Evaluaciones Ecológicas y Socioeconómicas Rápidas.*, 129 - 147.
- Cenicaña. (2012). *RIEGO POR SURCOS*. Obtenido de <https://www.cenicana.org/riego-por-surcos/>
- CHANGOLUISA, M. (2009). *Modelación Hidrológica de la Cuenca (alta y media) del Río Pastaza aplicando el Modelo de Simulación WEAP (waterevaluation and planning system)*. Quito.
- ChemTreat. (23 de Febrero de 2019). Obtenido de [https://es.chemtreat.com/?url=https%3A%2F%2Fes.chemtreat.com%2Fwater-conservation-in-wastewater-treatment-processes%2F&id=5%3Futm\\_source%3Dgoogle&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=latam-dynamic&gclid=Cj0KCQjwpreJBhDvARIsAF1\\_BU2Wx\\_uKRTdtekpoSrZRVg8UNhuJ-INLQ\\_jW](https://es.chemtreat.com/?url=https%3A%2F%2Fes.chemtreat.com%2Fwater-conservation-in-wastewater-treatment-processes%2F&id=5%3Futm_source%3Dgoogle&utm_medium=cpc&utm_campaign=latam-dynamic&gclid=Cj0KCQjwpreJBhDvARIsAF1_BU2Wx_uKRTdtekpoSrZRVg8UNhuJ-INLQ_jW)
- CienciaPlus. (21 de Febrero de 2018). Obtenido de <https://www.europapress.es/ciencia/laboratorio/noticia-nuevo-material-metalorganico-obtiene-agua-aire-desierto-20180611111843.html>
- Cisneros, I., Chicaiza, L., & Moreno, C. (2018). *Manejo de páramos y zonas de altura*. Ecuador: IEDECA.
- Comisión económica para América Latina y El Caribe. (2012). *Diagnóstico de la Estadística del Agua en Ecuador*.
- Condesan. (2017). *Impactos de las zanjas de infiltración en el agua y los suelos: ¿Qué sabemos?* Recuperado el 2021, de <https://condesan.org/recursos/impactos-las-zanjas-infiltracion-agua-los-suelos-sabemos/>

- Consejo, J. J., & López, L. (2019). *Cosecha de agua de lluvia*. Recuperado el 2021, de <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/sistemas-de/sistemas-de-abastecimiento-de-agua/sistemas-de-abastecimiento-de-7/cosecha-de-agua-de-lluvia>
- Cotler et al. (2013). *undamentos y perspectivas para su manejo y gestión*. Mexico.
- CWC. (2005). *General Guidelines for Water Audit & Water Conservation*. Obtenido de Central Water Commission, Evaluation of Water Utilization Directorate, Ministry of Water Resources, : <http://www.cwc.gov.in/main/downloads/Water%20Audit%20&%20Water%20Conservation%20>
- ECOLAP. (2017). *Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador*. Quito. : DarwinNet, IGM. .
- ECUADORONLINE. (2018). Plan de conservacion rio Pastaza.
- Edufuturo. (2008). *Cuenca del rio Pastaza.Ubicacion*. Obtenido de <https://www.comminit.com/la/content/edufuturo-ecuador-rio-pastaza>
- EL COMERCIO. (2018). *En Ecuador se gasta 40% más agua que el promedio de la región*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/tendencias/ambiente/ecuador-gasto-agua-cifras-latinoamerica.html>
- Eroski Consumer. (2018). *Virtual Pro*. Obtenido de DESALINIZACION DEL AGUA DEL MAR: <https://www.virtualpro.co/infografias/desalinizacion-de-agua-de-mar>
- Etchevery, B.& Harding, S. . (1933). *Irrigation Practice and Engineering*, vol. II. McGraw Hill Book Co. Inc., New York, p. 106. Islam, S.U., Kumar, A., 2016. Inflatable dams for SHP projects. *Renew. Sustain. Energy* . second ed.
- EUSKADI. (12 de Junio de 2018). Obtenido de [https://www.euskadi.eus/web01-s2ing/es/contenidos/informacion/degradacion\\_suelo/es\\_def/index.shtml](https://www.euskadi.eus/web01-s2ing/es/contenidos/informacion/degradacion_suelo/es_def/index.shtml)
- Fajardo , J. (10 de 06 de 2019). *Desarrollo de una propuesta de gerenciamineto del recurso hídrico en la cuenca del Jubones*. Obtenido de Repositorio de la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito. : <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2343/1/Tesis.pdf>
- FAO. (Honduras de 2013). *TECNOLOGIAS PARA EL USO SOSTENIBLE DEL AGUA*. Obtenido de UNA CONTRIBUCION A LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO: <http://www.fao.org/3/i3442s/i3442s.pdf>
- FAO. (2013). *TECNOLOGIAS PARA EL USO SOSTENIBLE DEL AGUA: UNA CONTRIBUCION A LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO*. Tegucigalpa, Honduras.
- FAO. (2017). *Prácticas de Conservación de Suelos y Agua para la Adaptación Productiva a la Variabilidad Climática*. Ministerio de Agricultura, Subsecretaría de Agricultura, Unidad Nacional de Emergencias Agrícolas y Gestión del Riesgo. Recuperado el 2021, de <http://www.fao.org/3/as431s/as431s.pdf>
- FAO. (23 de Octubre de 2019). Obtenido de <http://www.fao.org/3/t1768s/t1768s08.htm>

- Fondo para la comunicación y la educación ambiental. (2016). *Agua.org*. Obtenido de Tecnologías del agua: <https://agua.org.mx/tecnologias-del-agua/>
- Gadgil, M et al. (1993). Conocimiento indígena para la conservación de la biodiversidad. . *Ambio*, 22 (2/3), .
- Galárraga R. (2000). *Informe Nacional Sobre La Gestión Del Agua En El Ecuador*. Quito.
- García, G. (2002). *Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente*. España.
- Garrigo J., & Enriquez C. (2010). *Delimitación de zonas funcionales de las cuencas hidrográficas de México*. Obtenido de Instituto Nacional de Ecología/Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P.: [www2.inecc.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id\\_pub=639](http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=639)
- GLOWS. (2007). *Global Water for Sustainability Program*. Obtenido de [https://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/pastaza\\_factsheet.pdf](https://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/pastaza_factsheet.pdf)
- Hernandez, & Lara. (2005). *Propuesta de un plan de manejo de las cuencas de los ríos Pita y san Pedro*.
- Hidropastaza S.A. (2015). *Auditoria Ambiental de Cumplimiento*. Quito : Abrus Cia. .
- Idrovo, J., & Gumis , D. (2019). *Historia de una región formada en el Austro del Ecuador y sus conexiones con el norte del Perú*. Cuenca - Ecuador: Gobierno Provincial del Azuay.
- INAMHI. (2000). *Análisis del Impacto del Cambio Climático en los Recursos Hídricos en el Ecuador* . Quito: INAMHI.
- INEC. (2010). *Censo Nacional Económico 2010*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- INECEL. (1998). *ESTUDIO DE MANEJO EN LA CUNCA ALTA DEL PASTAZA*.
- INSPIRABIOTECH. (12 de Julio de 2019). Obtenido de <https://inspirabiotech.com/2018/04/09/como-reutilizar-el-agua-residual-de-manera-sostenible-la-biodepuracion-y-las-soluciones-basadas-en-la-naturaleza-son-claves-en-la-solucion/>
- Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. (2010). *Manual para Agricultores- modulo 4*. Obtenido de Riego Localizado: [https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160941RIEGO\\_BAJA.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160941RIEGO_BAJA.pdf)
- J ANDALUCIA. (s.f.). *uso del agua subterránea para los terrenos de andalucia*. Obtenido de [https://aguas.igme.es/igme/publica/libros1\\_HR/libro110/Pdf/lib110/in\\_8.pdf](https://aguas.igme.es/igme/publica/libros1_HR/libro110/Pdf/lib110/in_8.pdf)
- Junta de Andalucía'. (Sevilla de 2010). *MANUAL DE RIEGO PARA AGRICULTORES- RIEGO POR ASPERSION*. Obtenido de Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera: [https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160240Riego\\_por\\_aspersixn.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160240Riego_por_aspersixn.pdf)
- Lema. (2009). *Modelación Hidrológica De La Cuenca (Alta Y Media) Del Río Pastaza*.
- Leuven International and European Studies (LINES). (2020). *Indigenous knowledge systems in sustainable water conservation and management*.
- LORHUyA. (2014). *Ley de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua* .

- Lozoya, J. (2001). *Cierre de Causas y Obras de Desvío*. México. Obtenido de [http://eias.utralca.cl/isi/publicaciones/unam/cierre\\_de\\_causas\\_y%20obras\\_de\\_desvio.pdf](http://eias.utralca.cl/isi/publicaciones/unam/cierre_de_causas_y%20obras_de_desvio.pdf)
- Macheño, A. (12 de Diciembre de 2018). *Gardeneas*. Obtenido de <https://gardeneas.com/ventajas-de-los-programadores-de-riego/>
- Madhumita, B. & Ajit, P. (2009). . Conocimientos y prácticas indígenas de las mujeres Thengal Kachari en manejo del sistema de cultivo de bari. En *Revista de conocimientos tradicionales de la India* (págs. 8 ( 1), 35–40).
- MAE. (2016). *PLAN HIDRÁULICO REGIONAL DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA PASTAZA*. Obtenido de <http://suia.ambiente.gob.ec/files/MEMORIA%20DH%20PASTAZA.pdf>
- MANUAL PARA LA CAPTACION DE LLUVIA, . (19 de 10 de 2019). *Captación y almacenamiento de agua de lluvia*. Obtenido de <https://infoagronomo.net/captacion-y-almacenamiento-de-agua-de-lluvia/>
- Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de Argentina. (2017). *Cincel*. Recuperado el 2021, de <https://inta.gob.ar/maquinarias/cincel>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2015). Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. *Subsecretaría de Patrimonio Natural Quito*. , 235.
- Moreno M. (2008). *Metodología y determinación de caudales ambientales en la cuenca del río Pastaza. (Tesis en Ingeniería Ambiental)*. pp 217: Escuela Politécnica Nacional.
- Novagric. (14 de 11 de 2014). *Sistema de Riego Solar*. Obtenido de <https://www.novagric.com/es/blog/articulos/sistema-de-riego-solar>
- OEA . (1991). “*Proyecto de Manejo y Conservación de la Cuenca Alta del Río Pastaza*”. Washington, D.C.: CONADE-MAG-INERHI-INECEL-DIGEMA.
- Ordoñez J. (2011). *Contribuyendo al desarrollo de una Cultura del Agua y Recurso Hídrico*. Obtenido de Que es una cuenca hídrica: [https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam\\_files/publicaciones/varios/cuenca\\_hidrologica.pdf](https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/cuenca_hidrologica.pdf)
- ORDOÑEZ J. (2011). *Contribuyendo al desarrollo de una Cultura del Agua y Recurso hídrico*. Obtenido de [https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam\\_files/publicaciones/varios/cuenca\\_hidrologica.pdf](https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/cuenca_hidrologica.pdf)
- Organización de los Estados Americanos. (2016). *Proyecto de manejo y Conservación de la cuenca alta del Río Pastaza*. Ecuador: CONADE - MAG - INERHI.
- Organización de las Naciones Unidas. (2018). El derecho al agua. *Folleto Informativo*. Obtenido de <https://www.ohchr.org/documents/publications/factsheet35sp.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. (2006). *Guías para la calidad del agua potable*. España.
- Osegueda, C. F. (2019). Aportes de la ciencia y tecnología para el mejoramiento del medio ambiente en El Salvador. *Revista entorno, Universidad Tecnológica de El Salvador*, 14. Recuperado el 2021, de <https://www.lamjol.info/index.php/entorno/article/view/8456/10749>

- Palma, E., Cruz, J., Martínez, A., Aguilar, A., & Nieuwenhuyse, A. (2017). *¿Como construir la mejopres aguadas para el suminsistro de agua*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Pascual J. (01 de 09 de 2019). *Consiguen extraer agua del aire más seco del desierto*. Obtenido de Grant Glover, University of South Alabama: <https://computerhoy.com/noticias/life/consiguen-extraer-agua-aire-seco-desierto-483123>
- Pineda L. (2018). *Definicion de eficiencia hidrica*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7453264>
- Pineda. (2018). *Definicion de eficiencia hidrica*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7453264>
- Pourrut P, & Gomez G. (1995). *Los regimenen Hidrologicos Ecuatorianos*. Obtenido de El agua en el Ecuador: [https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/pleins\\_textes\\_7/divers2/010014831.pdf](https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/divers2/010014831.pdf)
- Prakor. (22 de 02 de 2019). *COMPONENTES DE UN SISTEMA DE RIEGO LOCALIZADO (PARTE I)*. Obtenido de En riego: <https://prakor.com/componentes-de-un-sistema-de-riego-localizado/>
- Ras. (2019). *Conservación del agua*. Recuperado el 2021, de <https://www.agriculturasostenible.eco/conservacion-del-agua>
- REMSA. (2018). *DIFERENTES SECTORES DE LA TECNOLOGÍA LIMPIA*. Obtenido de MEXICO: <https://www.reciclaelectronicos.com/blog/2018/09/diferentes-sectores-la-tecnologia-limpia/>
- Rivadeneira el at. (2010). *Peces de la cuenca del rio Pastaza*. Quito: Fundación Natura.
- Rivas J. (2015). *Análisis preliminar de los servicios ecosistémicos de la cuenca*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Rodriguez. (2006). *Cuenca Hidrografica*. Ecuador.
- Rodríguez, P. O. (2018). *Conservación de Suelos y Agua. Una premisa del Desarrollo Sustentable*. Recuperado el 2021, de <http://www.conama11.vsf.es/conama10/download/files/conama2018/CT%202018/222224338.pdf>
- Roldán P. (2020). *Tecnología*. Recuperado el 2021, de <https://economipedia.com/definiciones/tecnologia.html>
- Rowelt, J. (2017). *Pozos y zanjas de infiltración*. Recuperado el 2021, de <http://sudsostenible.com/tipologia-de-las-tecnicas/medidas-estructurales/pozos-y-zanjas-de-infiltracion/>
- Salvador D. (2007). *Hidroenergía en la cuenca del río Pastaza- Un breve análisis sobre el desarrollo hidroeléctrico*. Quito: Fundación Natura - GLOWS. Obtenido de Un breve análisis sobre el desarrollo hidroeléctrico.



- Saunders, T., & Anderson, E. (2017). The Status and Trends of Water Quality in the Upper Pastaza River Basin, Ecuador. *Global Water for Sustainability Program, Florida International University y Fundación Natura*, 150.
- Saunders, T., Elizabeth, P., & Anderson, E. (2017). The Status and Trends of Water Quality in the Upper Pastaza River Basin, Ecuador. *Global Water for Sustainability Program, Florida International University y Fundación Natura*, 150.
- SENAGUA. (2011). *Base de datos de Información Geográfica*. Obtenido de <https://sni.gob.ec/coberturas>
- SENAGUA. (2012). *El agua en el Ecuador*. Obtenido de Disponibilidad hidrica: [guacuator.blogspot.com/2012/03/iniciamos-este-blog-para-compartir.html#:~:text=La%20disponibilidad%20del%20agua%20en,habitante%20Fa%C3%B1o%20\(UNESCO/SENAGUA\)](http://guacuator.blogspot.com/2012/03/iniciamos-este-blog-para-compartir.html#:~:text=La%20disponibilidad%20del%20agua%20en,habitante%20Fa%C3%B1o%20(UNESCO/SENAGUA)).
- SENAGUA. (26 de 05 de 2012). *El agua en el Ecuador*. Obtenido de Disponibilidad hidrica: [guacuator.blogspot.com/2012/03/iniciamos-este-blog-para-compartir.html#:~:text=La%20disponibilidad%20del%20agua%20en,habitante%20Fa%C3%B1o%20\(UNESCO/SENAGUA\)](http://guacuator.blogspot.com/2012/03/iniciamos-este-blog-para-compartir.html#:~:text=La%20disponibilidad%20del%20agua%20en,habitante%20Fa%C3%B1o%20(UNESCO/SENAGUA)).
- Silva, M. (2020). *DINÁMICA DE LOS EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO PASTAZA*. Latacunga-Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7094/1/PC-001043.pdf>
- Tan, X. M. . (1988). The first water law in modern China. En *China Water Resources* (págs. 39–40. ). China: III.
- Tecnología verde. (05 de 01 de 2015). *Drinkable Book, el primer libro cuyas hojas purifican el agua*. Obtenido de <https://ecoinventos.com/purificar-agua/>
- Torres Búa, M. (12 de 05 de 2014). *Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria*. Obtenido de Tecnología de proyectos: [https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464945204/contido/1\\_la\\_tecnologa.html](https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464945204/contido/1_la_tecnologa.html)
- Trowsdale. (2011). Urban stormwater treatment using bioretention. En *Journal of Hydrology*..
- Trujilloenlinea.pe. (8 de Enero de 2020). Obtenido de <http://www.trujilloenlinea.pe/noticias/institucionales/24/10/2018/planta-de-tratamiento-de-chavimochic-produce-agua-de-optima>
- TWENERGY IRiego. (31 de 10 de 2019). *Sistemas de riego: ideales para ahorrar agua*. Obtenido de riego solar, software, digitalizadores: <https://twenergy.com/ecologia-y-reciclaje/medio-ambiente/sistemas-de-riego-para-ahorrar-agua/>
- Uprety Y et al. ( 19 ( 3), 225–237 . de 2012). *Contribución de los conocimientos tradicionales a restauración ecológica: prácticas y aplicaciones*. Obtenido de Ecociencia.

- Usaid. (2020). *Impactos de las zanjas de infiltración en el agua y suelos. ¿Que sabemos?* Recuperado el 2021, de <https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/2020/05/Impactos-de-las-zanjas-de-infiltraci%C3%B3n-en-el-agua-y-los-suelos.pdf>
- Valdieso, A. (2021). *Como funciona el riego por aspersion*. Obtenido de <https://www.iagua.es/respuestas/como-funciona-riego-aspersion>
- Vargas, H. et al. (2000). *Vegetación y flora del pastaza*. Obtenido de Biodiversidad en el Parque Nacional Llanganates: un reporte de las : <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8661/MONOGRAFIA%20-JRIVAS-20150320.pdf?sequence=1>
- World Vision. (2004). *Manual de Manejo de Cuencas*. El Salvador: Visión 2 ed.
- Yanchatipan M. (2012). *Elaboración de un plan de reforestación de las cuencas hídricas del Latacunga, Ecuador: Tesis de Grado*. Obtenido de Latacunga, Ecuador
- Yanes, J. (27 de 04 de 2021). *La tecnología aporta soluciones innovadoras para el problema del agua*. Obtenido de Cambio Climatico: <https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/medioambiente/la-tecnologia-aporta-soluciones-innovadoras-para-el-problema-del-agua/>
- Zurita, E. (2018). *Manual de Mediación y Derechos Humanos*. . Quito Ecuador: Defensoria del Pueblo Superintendencia de Compañías. .

## 15. ANEXOS

### 15.1. Tecnologías de conservación para agua de riego.

#### *ANEXO A .RIEGO SUPERFICIAL*



Nota. Se observa los surcos en el terreno. Tomado de Riego por surcos (Cenicaña, 2012), [www.cenicana.org/riego-por-surcos](http://www.cenicana.org/riego-por-surcos)

#### *ANEXO B. RIEGO POR ASPERSIÓN*



Nota: Se observa un riego por aspersión. Tomado de Agua. (Valdieso, 2021). [www.iagua.es/respuestas/como-funciona-riego-aspersion](http://www.iagua.es/respuestas/como-funciona-riego-aspersion)

#### *ANEXO C. RIEGO LOCALIZADO*



Nota: Se observa que el flujo de agua irriga solo en zonas estratégicas. Tomado de (Prakor, 2019) , [prakor.com/componentes-de-un-sistema-de-riego-localizado/](http://prakor.com/componentes-de-un-sistema-de-riego-localizado/)

#### *ANEXO D. RIEGO SUBTERRANEO*



Nota: se observa que la tubería se encuentra por debajo de la cobertura vegetal. Tomado de (AZUD, 2021).

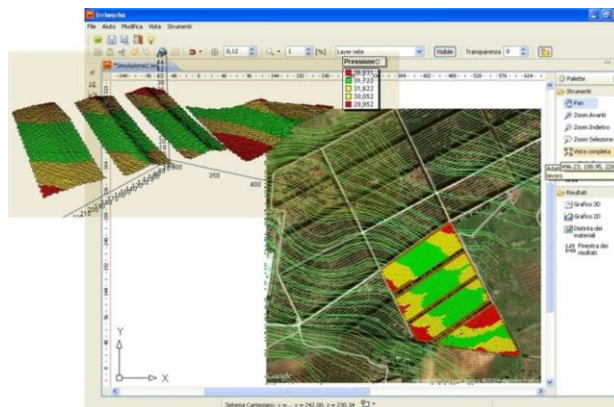
[www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos\\_y\\_documentos/4542/Recomendaciones-DISENO\\_RIEGO\\_SUBTERRANEO-ESP.pdf](http://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/4542/Recomendaciones-DISENO_RIEGO_SUBTERRANEO-ESP.pdf)

#### *ANEXO E. RIEGO SOLAR*



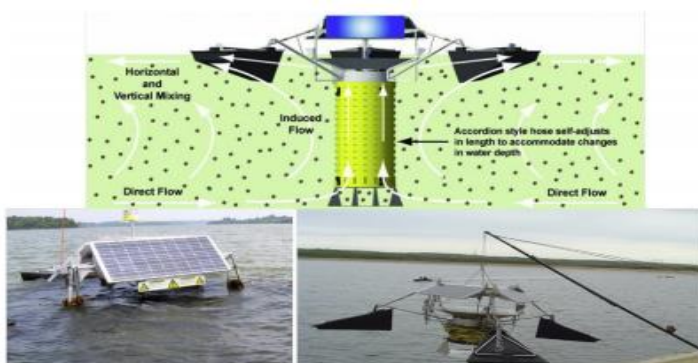
Nota: se observa como una botella está dentro de la otra junto a la planta. Tomado de (Novagric, 2014), [www.novagric.com/es/blog/articulos/sistema-de-riego-solar](http://www.novagric.com/es/blog/articulos/sistema-de-riego-solar)

#### ANEXO F. Software Riego



Nota: se observa una captura de pantalla del software. Tomado de Apisit Sriputtirut / Alamy Foto de stock. (Alamy, 2012), [www.alamy.es/foto-software-de-riego-4s9s32237.html](http://www.alamy.es/foto-software-de-riego-4s9s32237.html)

#### ANEXO G. AIREADORES



Nota: se observa los aireadores con paneles solares. Tomado de (Madhumita, B. & Ajit, P, 2009).

#### ANEXO H. DIQUE DE GOMA



Nota: se observa como la presa de goma retiene el agua. Tomado de Apisit Sriputtirut / Alamy Foto de stock. (Alamy, 2012), [www.alamy.es/foto-dique-de-goma-48932237.html](http://www.alamy.es/foto-dique-de-goma-48932237.html)

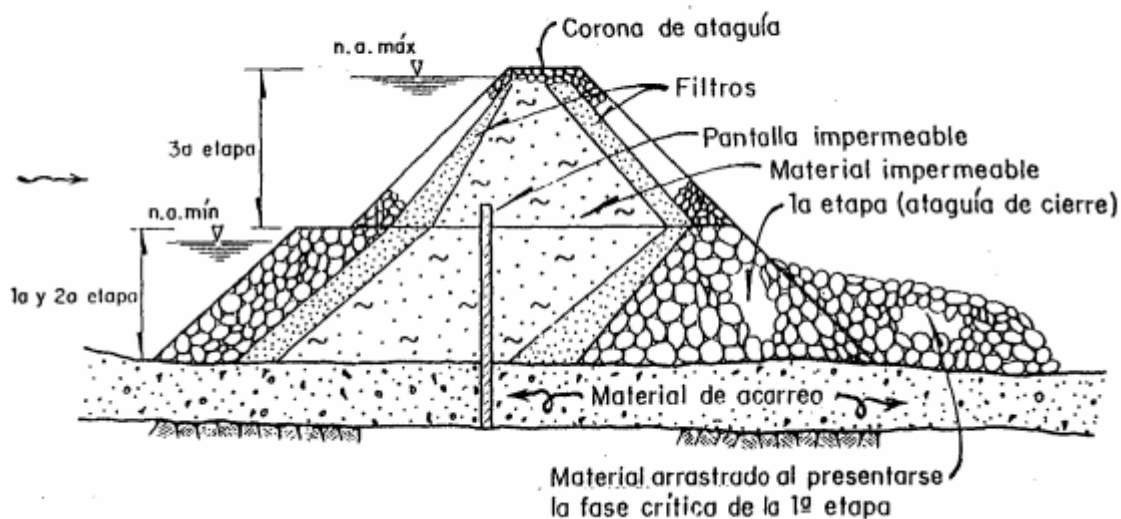
#### *ANEXO I. SISTEMA DE AGRICULTURA BARI*



Nota: se observa un estanque en el sistema agrícola de Bari, coexistencia de árboles frutales, cultivos de hortalizas. Tomado (Leuven International and European Studies (LINES), 2020)

#### *ANEXO J. SISTEMA DE AGRICULTURA BARI*





Nota: se observa el sistema palmadito, así como las partes que conforman. Tomado (Lozoya, 2001).

## 15.2. Tecnologías de conservación para agua de consumo.

### ANEXO K. CONDENSACIÓN DE VAPOR



Nota: Se observa que en un tubo de ensayo recolectan el vapor de la condensación. (FAO, 2013), [www.fao.org/3/i3442s/i3442s.pdf](http://www.fao.org/3/i3442s/i3442s.pdf)

### ANEXO L. AGUA DEL AIRE DEL DESIERTO



Nota: Se observa una caja que extrae agua del aire del desierto. Tomado de (Pascual J, 2019), [computerhoy.com/noticias/life/consiguen-extraer-agua-aire-seco-desierto-483123](http://computerhoy.com/noticias/life/consiguen-extraer-agua-aire-seco-desierto-483123)

### ANEXO M. DESALINIZACIÓN



Nota: Proceso de Desalinización. Tomado de (Eroski Consumer, 2018), <https://www.virtualpro.co/infografias/desalinizacion-de-agua-de-mar>

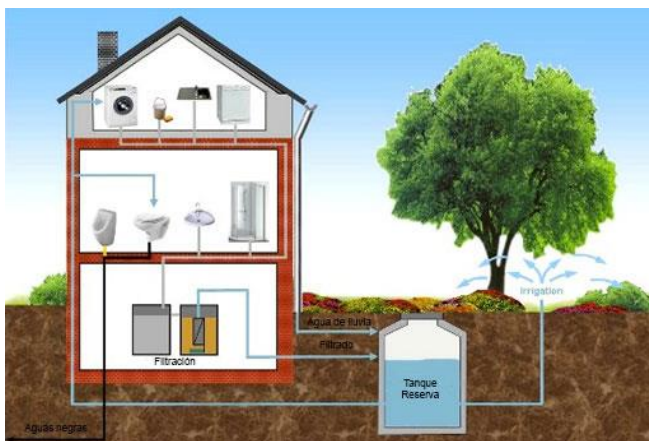
### ANEXO N. EL LIBRO QUE LIMPIA EL AGUA



Nota: Se observa el libro en la parte derecha y en parte derecha se mira que en los baldes se ubica el filtro de papel en forma de cono y de ahí se vierte el agua. Tomado de ( Tecnología verde, 2015), [ecoinventos.com/purificar-agua/](http://ecoinventos.com/purificar-agua/)



### ANEXO O. RECICLAR EL AGUA



Nota: Se observa un sistema en el cual las aguas grises son recicladas para después ser emanadas al campo. Tomado de (ARKIPLUS, 2019)

### ANEXO P POTABILIZACIÓN.



Nota: Se observa una Plata de potabilización. Tomado de: ( AQUAE Fundación, 2021), <https://www.fundacionaquae.org/potabilizacion-agua/>

### ANEXO Q. CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUA



Nota: Se observa un tanque de captación de agua lluvia. Tomado de (MANUAL PARA LA CAPTACION DE LLUVIA, , 2019), [infoagronomo.net/captación-y-almacenamiento-de-agua-de-lluvia/](http://infoagronomo.net/captación-y-almacenamiento-de-agua-de-lluvia/)

#### *ANEXO R. SISTEMA DE TRATAMIENTOS DE AGUA*



Nota: Se observa un sistema de tanques en los cuales se trata el agua. Tomado de (Trujilloenlinea.pe, 2020).

#### *ANEXO S. SISTEMA DE BIORRETENCIÓN.*



Nota: Se mira una zona verde de la carretera utilizando el sistema. Tomado de (Trowsdale, 2011), [www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/6238/2013\\_memoria\\_simci\\_joyce.pdf](http://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/6238/2013_memoria_simci_joyce.pdf)