

# **INTRODUCCIÓN**

## **INTRODUCCIÓN.**

El riego se considera como una ciencia milenaria, en casi todos los países el riego se estableció como una actividad de vital importancia, el agua es un insumo fundamental para la producción agrícola y desempeña un papel importante en la seguridad alimentaria.

La eficiencia global de los sistemas de riego varía desde el 18-30% en los sistemas tradicionales y en los sistemas mejorados hasta un 35-50%, la agricultura de regadío representa el 20 % del total de la superficie cultivada y aporta el 40 % de la producción total de alimentos en todo el mundo.

Bolivia se encuentran en regiones de mayor pluviosidad, cuenta con aproximadamente 226.500 hectáreas (ha) de regadío o cerca del **11% del total de 2.100.000 ha de superficie agrícola**. Hay aproximadamente 5.000 sistemas de riego en el país, la mayoría están ubicados en las áreas del sur y sudoeste (Valles y Altiplano).

Existen registros que hasta el año 2012 Bolivia cuenta con un registro de 5.669 sistemas de riego en el país, que riegan más de 303.000 hectáreas y son utilizados por más de 283.000 familias de agricultores, en las zonas secas de 215 municipios que se encuentran dentro de siete departamentos del país (Chuquisaca, Cochabamba, La Paz, Oruro, Potosí, Santa Cruz y Tarija). No se registraron sistemas de riego en Beni y Pando, dentro de estos registros Bolivia tiene el 50% de tierras agrícolas y pecuarias que se encuentran en estado de sequía, así mismo se tiene el dato que el 52% del territorio boliviano (aproximadamente 1,5 millones de hectáreas) se encuentran con problemas de sequía y mal uso del agua de riego, lo que implica erosión de suelos, pérdidas de producción entre otras.

Seis de los nueve departamentos de Bolivia están en sequía, con más de 200.000 familias particularmente vulnerables a sus impactos. Más de 71 municipios -el 20% del país- han sido declarados oficialmente en situación de desastre.

La disponibilidad de agua es un recurso esencial para la agricultura y el desarrollo de las comunidades rurales, esencialmente en regiones áridas y semiáridas como en

algunas zonas del departamento de Tarija.

Actualmente existe una escasez de agua para riego en las comunidades del departamento de Tarija, debido a falta de lluvia y por los cambios climáticos que afectan las zonas productoras, este año en el 2023 se vivió el invierno mas caliente seguido de ausencia de lluvias (MDRyT, 2017).

Un artículo publicado en el periódico digital “EL PAIS” revela que en 5 municipios existen riegos de grandes pérdidas agrícolas y ganado a continuación el artículo:

*“Las familias campesinas y autoridades de los municipios de Uriondo, Yunchará, El Puente, San Lorenzo y Padcaya del departamento de Tarija, reportaron escasez de agua para los cultivos y la ganadería a consecuencia de la sequía que se registra en esas regiones desde el mes de mayo.*

*Las autoridades de los municipios afectados reportaron que la falta de agua cada vez es menos en los ríos, represas, atajados y las cuencas, por la extrema sequía que se registra en esas regiones, situación que afecta directamente a la agricultura, ganadería mayor y menor, además a los sistemas de agua potable de las comunidades rurales más lejanas de esos municipios.*

*El dirigente de la Federación Sindical Única de Comunidades Campesinas de Tarija (FSUCCT), reportó que los efectos de la sequía en la provincia Arce, Avilés y Méndez, amenazan principalmente cultivos de hortalizas, vid, frutales, trigo, cebada y ajo entre otros productos de miles de familias campesinas del sector rural de Tarija.*

*Además, la prolongada sequía que inicia en la región esta temporada desde el 2022 es una amenaza para el ganado, bovino, ovino, porcino, camélidos, caprinos y otros, porque varias zonas de pastoreo se están quedando sin forraje para los animales, además las heladas están acabando con el poco alimento seco que aún se mantiene en las chacras y terrenos de cultivos, agregó el dirigente del municipio de Padcaya.*

*El alcalde del Gobierno Autónomo Municipal de Uriondo, Javier Lazcano, indicó que en su municipio familias de más de veinte comunidades no cuentan con agua para el consumo, agricultura y el ganado, por lo que la institución trabaja en la dotación del líquido elemento a través de carros cisternas a las zonas más alejadas para aliviar el fenómeno de la sequía en esa región. Artículo publicado en fecha 19/07/2023.*

### **ANTECEDENTES.**

Desde comienzos de siglo hasta el 2020 la superficie regada en el mundo se duplicó, alcanzando a 94 millones de hectáreas, entre 2005 y 2020 las tierras regadas se expandieron a una tasa anual promedio que fluctuó entre 2% y 4%; a partir de comienzos de la década pasada ese ritmo se ha reducido a 1.5, Según datos de la FAO entre 2005 y 2020 se incorporaron al regadío cerca de 16 millones de hectáreas, equivalentes a la incorporación promedio anual de 2.3 millones de hectáreas igual a aproximadamente la mitad de lo que se incorporó en la década precedente, más aun, en algunos países como México y algunas zonas de Estados Unidos el área regada ha disminuido. Se estima que la agricultura absorbe entre 70% y 73% del agua consumida mundialmente, es decir aproximadamente unos 3.300 kilómetros cúbicos, estos porcentajes se elevan en algunos países, en especial en aquellos que se caracterizan por tener extensas zonas áridas o semiáridas.

De acuerdo al inventario Nacional de sistemas de Riego del programa nacional de riego (año 2023), se dispone de la siguiente información. Para el análisis de la información, los sistemas de riego inventariados, fueron agrupados siguiendo los siguientes criterios:

- a. Sistemas que se encuentran en funcionamiento y los sistemas que no funcionan
- b. Los sistemas de riego que funcionan a su vez se dividen en dos grupos: sistemas de riego para uso agrícola y pecuario.

Los sistemas de riego de uso agrícola se dividen según el área regada en cinco categorías: familiares, micro, pequeños, medianos y grandes.

Los sistemas que existen a nivel nacional son:

• Sistemas de riego inventariados	5.743
• Sistemas de riego en funcionamiento	5.459
• Sistemas de riego que no funcionan	284
• Sistemas de riego de uso agrícola	5.350
• Sistemas de riego de uso pecuario	109
• Sistemas de riego Micro	1.733
• Sistemas de riego medianos	326
• Sistemas de riego familiares;	626
• Sistemas de riego pequeños	2.616
• Sistemas de riego grandes	49

Los sistemas de riego reportados son de 4.724, categorizados de la siguiente manera;

- Microsistemas: son aquellos que presentan un área regada de más de 2 ha. a menor o igual a 10 ha. regadas
- Pequeños: Sistemas que cuentan con un área regada de más de 10 ha. a menor o igual a 100 ha regadas.
- Medianos; sistemas con un área regada mayor a 100 ha. a menor o igual a 500 ha
- Grandes: sistemas con áreas regadas mayores a 500 ha.

Los sistemas de riego familiares, que riegan un área menor a 2 ha. a pesar de contar con un número significativo, están restringidos al riego de parcelas de autoconsumo y sus características no son analizadas con el mismo detalle que los restantes sistemas de riego.

El resumen del número de sistemas de riego, el número de familias beneficiarias y el área regada a nivel nacional se presenta en la siguiente tabla:

**Cuadro N° 1. Sistemas de Riego, Usuarios y Área Regada**

Departamento	<i>Sistemas</i>		Usuarios		Área Regada	
	Número	%	Familias	%	Hectáreas	%
Chuquisaca	678	14.50	17.718	8.10	21.168	9.40
Cochabamba	1.035	21.90	81.925	37.60	87.534	38.60
La Paz	961	20.30	54.618	25.10	35.993	15.90
Oruro	312	6.60	9.934	4.60	14.039	6.20
Potosí	956	20.20	31.940	14.70	16.240	7.20
Santa Cruz	232	4.90	5.865	2.60	15.239	6.70
Tarija	550	11.60	15.975	7.30	36.351	16.00
<b>Total</b>	<b>4.724</b>	<b>100</b>	<b>217.975</b>	<b>100</b>	<b>226.564</b>	<b>100</b>

**Fuente:** PRONAR 2023

La mayor parte de la agricultura regada en Bolivia (97%) utiliza el riego por inundación o gravedad, sin embargo, en los últimos años se vienen introduciendo métodos tecnificados como aspersión y goteo, llegando a cerca de nueve mil hectáreas que representan el 3% del área regada (PRONAR, 2023).

Un componente fundamental del Programa de Recursos Hídricos del Ministerio de

Medio Ambiente y Agua a través del Programa Intercultural de Cuencas Pedagógicas, es el mejoramiento de la producción agrícola a través de la tecnificación de los Sistemas de Riego los cuales fortalecerán la productividad en las comunidades, mejorando el aspecto socio económico.

El cambio climático y la variabilidad climática han alterado los patrones de precipitación en las varias regiones de Bolivia, lo que afecta en general al sector agrícola, pero en mayor medida a la agricultura familiar que es altamente dependiente de la lluvia, quienes están menos preparados para enfrentar periodos de sequía extrema.

Lo anterior pone en riesgo la seguridad alimentaria de la población de la cuenca y hace necesario la búsqueda de opciones tecnológicas y prácticas que permitan hacer frente a los retos que impone el cambio climático y la variabilidad climática.

La contribución del subsector riego a la constitución del estado social y comunitario, implica la determinación para alcanzar el autoabastecimiento de alimentos por las comunidades campesinas, originarias y de los requerimientos de la población a partir de la producción local nacional bajo riego, alcanzar el objetivo de la soberanía alimentaria, promoviendo el uso productivo del agua a través del riego, con equidad como la construcción de las condiciones institucionales y legales adecuadas.

Para efectos de una buena ejecución del proyecto y garantizar la sostenibilidad el proceso de cuenca pedagógica por parte de U.A.J.M.S, se requiere la “Implementación de Micro riego Tecnificado por goteo - Cuenca Pedagógica Campanario Río Grande”, cuyas actividades fueron desarrolladas a través de esta pasantía.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general.**

Implementar el Proyecto de Innovación Riego Tecnificado en la Cuenca Pedagógica Campanario- Río Grande, que permita promover el uso eficiente del agua en la producción agrícola, dando un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos en las comunidades de Guayabillas y La Merced, municipio de Padcaya, departamento de

Tarija.

### **Objetivos Específicos del proyecto.**

- Realizar la visita y socialización del proyecto en las comunidades de Guayabillas y La Merced a través de reuniones con los comunarios de cada sector.
- Realizar la Evaluación Técnica y coordinación, en la instalación del sistema de riego a goteo en las comunidades de Guayabillas y La Merced.
- Implementación de dos sistemas de riego a goteo para frutales en parcelas demostrativas en la comunidad de Guayabillas y La Merced.
- Desarrollar asistencia técnica a través de pruebas y ajustes del sistema de riego, que garantice un correcto funcionamiento.
- Capacitar a los beneficiarios directos e indirectos del sistema de riego por goteo con talleres técnicos de capacitación.

### **CARACTERÍSTICAS DE LA INSTITUCIÓN**

#### **Antecedentes Generales.**

El proyecto Cuenca Pedagógica Campanario-Río Grande, es ejecutado por la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

En el marco del convenio N° 50 Interinstitucional de Financiamiento entre el Ministerio de Medio Ambiente y Aguas y el Gobierno Autónomo Municipal de Padcaya, para la implementación del proyecto: "Desarrollo de Capacidades Locales y Académicas en GIRH-MIC e Investigación acción en la Cuenca Pedagógica Campanario Río Grande, municipio de Padcaya", a través de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, lidera y facilita el proceso de cuenca pedagógica para materializar los objetivos, componentes y actividades del Proyecto Cuenca Pedagógica Campanario Río Grande.

En los últimos años en el marco del Programa Intercultural Cuencas Pedagógicas del Plan Nacional de Cuencas, se ejecutan diversas experiencias GIRH-MIC desarrolladas

en interacción educativa de docentes-estudiantes y comunidades rurales en diferentes departamentos de nuestro país. La mayoría de ellas con la facilitación de los procesos de cuenca pedagógica por parte de las universidades públicas que, como parte de su encargo de interacción social, cumplen el rol de formación académica y local en GIRH-MIC, y de investigación acción participativa e innovación tecnológica en el desarrollo del agua, conjuntamente con actores institucionales (gobiernos municipales) y sociales (organismos de gestión de cuencas). Resultado de estos procesos constituyen cuadros de profesionales con prácticas en GIRH-MIC, familias y organizaciones sociales de las cuencas fortalecidas para la gestión social del agua en contextos de cuenca hidrosocial, y rutas de aprendizaje en prácticas emblemáticas en GIRH-MIC.

Siendo su visión y misión.

**Misión:**

Desarrollar conocimientos de gestión solidaria, equivalente y sustentable del agua, mediante interacción pedagógica e intercultural de saberes locales y académicos; para lograr potenciar la innovación en el sector productivo dentro de los actores locales de la Cuenca Campanario-Rio Grande y fortalecer la formación del proceso de enseñanza aprendizaje – innovadora en la UAJMS.

**Visión:**

Ser reconocido como un proyecto modelo en promover la innovación tecnológica en un modelo de riego concentrado entre saberes locales y conocimientos académicos, mejorando el bienestar del ecosistema a través de un buen uso eficiente del agua y demostrando así la eficiencia del saber, mediante la interacción pedagógica, acción participativa y de transmisión de conocimientos en GIRH - MIC.

El concepto “Cuenca Pedagógica”, adquirió una forma más programática, cuando a partir del año 2010, el VRHR empezó a socializar y coordinar y, en algunos casos, realizar acciones con varias instituciones interesadas en los espacios territoriales de un total de seis microcuencas.

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO TEÓRICO**

## **1.1.CUENCA PEDAGÓGICA.**

En Bolivia, pocos son los departamentos que cuentan con riego tecnificado ya que esta es una tarea muy compleja debida a la diversidad de unidades de paisaje y clima de nuestro país. Por ello se desarrolló la caracterización de suelos hasta los tipos de riegos tecnificados existentes en Bolivia. Las comunidades de implementaciones son La Merced y Guayabillas.

### **1.1.1. Cuenca Hidrográfica**

Es el espacio de terreno limitado por partes más altas de las montañas, laderas y colinas, en él se desarrolla un sistema de drenaje superficial que concentra sus aguas en un río principal el cual se integra al mar, largo u otro río más grande. Este espacio se puede delimitar en una carta topográfica, siguiendo la divisoria de las aguas “divortium aquarum”. En una cuenca hidrográfica se ubican los recursos naturales suelo, agua, vegetación y otros, allí habita el hombre y en ella realiza todas sus actividades.

Respecto a los límites de una cuenca, estos constituyen lo que se conoce como “parteaguas” o “divisorias de aguas”, es decir, las líneas imaginarias que une las crestas de las elevaciones de terreno por cuyas laderas escurre el agua hacia el cauce principal de salida de la propia cuenca, o hacia su centro, en caso de ser cerrada. Así, en vez de ser un “embudo”, una cuenca cerrada es más bien como una “cuchara”.

Existen distintos tipos de cuencas y son las que mencionaron a continuación, cuando una cuenca tiene una o más salidas de agua hacia un caudal mayor o hacia un lago o hacia el mar, se dice que es “abierta” o “exorreica”.

Se considera que una cuenca abarca un territorio mayor a 50 000 hectáreas, mientras que una subcuenca, entre 5 000 y 50 000, y una microcuenca menos de 5 000 hectáreas.

Asimismo, la cuenca hidrográfica se compone de tres partes: alta, media y baja. La cuenca alta corresponde a las áreas montañosas o cabeceras de los cerros, limitadas en su parte superior por los parteaguas o las divisorias de aguas. La cuenca media es donde

se juntan las aguas recogidas en las partes altas y en la que el río principal mantiene un cauce definido. En la cuenca baja el río desemboca a ríos mayores o en estuarios o humedales.

Cualquier infraestructura e intervenciones que realiza el hombre se encuentran en una cuenca hidrográfica, por lo tanto, no hay ningún punto sobre la tierra que no corresponda a una cuenca. La expresión aceptada es para pequeñas áreas ubicadas en las cuencas denominadas “zonas de inter cuencas”. Cuando áreas planas son muy grandes y no es fácil de distinguir las divisorias de las aguas, a estas se denominan cuencas de llanos, pampas o praderas (Faustino, 2000).

### **1.1.2. Cuencas en Bolivia.**

Bolivia cuenta con tres cuencas que recogen las aguas que desembocan en las vertientes del Atlántico (exorréica), del Altiplano (endorreica) y, en menor medida en el Pacífico como es el caso del río Silala, cuyas aguas se encuentra en disputa con Chile.

En Tarija existen 3 tipos de vertientes o cuencas y son:

- **Cuenca río Bermejo.** Su longitud total es de 1 780 km, y su caudal es escaso e irregular, nace en el extremo austral de Bolivia, concretamente en el collado Mecoaya. Fluye en dirección noroeste-sureste, constituyendo el límite internacional entre Argentina y Bolivia a lo largo de 90 kilómetros hasta las Juntas de San Antonio, en la Prepuna argentina, donde une sus aguas a las del río Grande de Tarija.
- **Cuenca río Grande de Tarija.** Se distingue entre las partes altas, medias y bajas, donde se encuentran cuatro subcuencas y abastece a los siguientes cuatro municipios:
  - La provincia Méndez (San Lorenzo).
  - Cercado (capital).
  - Padcaya.

- Uriondo.
- A pesar de ello, enriquece los terrazgos agrícolas de la región, que es famosa por sus viñedos y otros cultivos mediterráneos; en su recorrido baña las ciudades de Tarija, la capital departamental, Tolomosa y Uriondo.
- **Cuenca río Caraparí.** - Sus aguas se insumen en territorio argentino, por lo que es difícil determinar si las aguas drenan en el río Bermejo o en la cuenca del Pilcomayo.

## **1.2.RESERVORIO DE AGUA.**

Los reservorios de almacenamiento tienen una función obvia: mantener una reserva de agua para satisfacer de forma constante y segura la demanda de un grupo familiar, empresa o comunidad, pero también permiten regular y mantener constante la presión de suministro de agua.

Deposito o estructura de tierra impermeabilizada que capta agua de lluvia y de escorrentía en un lugar determinado (MEFCA, 2018).

- Reservas de agua artificial y natural
- Reservas de aguas artificiales: Son cuerpos de agua artificial creados por el ser humano, como embalses, represas y lagunas artificiales.
- Reservas de aguas naturales: Cuerpos de aguas que se encuentran en la superficie terrestre. Estos cuerpos de agua se forman naturalmente a través del ciclo del agua. (MEFCCA, 2018)

Una de las principales funciones de los reservorios de agua es mantener almacenado este recurso durante determinado tiempo sin que este líquido se filtre o se pierda a causa de fisuras en el pozo o evaporaciones por climas cálidos. Es aquí cuando aparecen las geomembranas como uno de los productos para el agro más efectivos y fiables debido a que sus componentes sintéticos, con espesores que pueden superar los 500 micrones, son resistentes a las altas temperaturas de los rayos UV y son totalmente impermeables,

garantizando así en todo momento las condiciones más óptimas para el agua presente en los reservorios de un cultivo.

Emplear geomembranas para reservorios de agua puede ser una alternativa viable para la conservación del agua, pues estos depósitos almacenan y distribuyen equitativamente el líquido en los cultivos, satisfaciendo así las necesidades de las plantas y mejorando las labores del campo.

### **1.2.1. Vertientes**

Las vertientes son formaciones arqueológicas donde el agua subterránea aflora en forma natural y continúa creando arroyos y ríos. Estas formaciones son consideradas como fuentes de agua seguras, pues en general el agua subterránea se de buena calidad y mantienen una temperatura constante, además que en muchos lugares estas aguas poseen macronutrientes esenciales para los seres vivos, es por esta y muchas otras razones que las vertientes son una fuente irremplazable de agua agrícola (Arumi, 2018).

### **1.2.2. Fuente**

Una fuente de agua se refiere al agua de origen como ríos, arroyos, lagos, embalses, manantiales y aguas subterráneas que proporciona agua a los suministros públicos de agua potable y a los pozos privados.

El agua de los ríos, arroyos y lagos podría estar contaminada con desechos animales, desechos humanos, sustancias químicas y otros contaminantes que pueden causar enfermedades si se usa para beber, bañarse y otras actividades de higiene. En los eventos de inundación también podría estar contaminada el agua de pozo.

El agua que provenga de fuentes de afuera de la casa debe ser tratada como se describe en la sección a fin de eliminar los microbios dañinos. Si sospecha o sabe que el agua está contaminada con sustancias químicas tóxicas o combustibles, no se puede hacer segura y no se debe usar para la agricultura.

Las posibles fuentes de agua que podría hacerse segura al tratarla incluyen:

- Agua de lluvia.
- Arroyos, ríos y otros cuerpos de agua que corren.
- Estanques y lagos.
- Manantiales naturales.
- Manantiales artificiales (por excavación).
- Represas artificiales.
- Vertientes naturales en montañas.
- Ojos de agua subterránea.

Lugar donde brota una corriente de agua, ya sea del suelo, de entre las rocas, de un caño o de una llave (Ordoñez, 2014).

### **1.3. CAUDAL.**

El término caudal significa volumen de agua que atraviesa una superficie en un tiempo determinado

El caudal de un río es fundamental en el dimensionamiento de presas, embalses y obras de control de avenidas, se emplean los caudales medios diarios, con un determinado tiempo de recurrencia o tiempo de retorno, o los caudales máximos instantáneos.

La medición práctica del caudal líquido en las diversas obras hidráulicas, tiene una importancia muy grande, ya que de estas mediciones depende muchas veces el buen funcionamiento del sistema hidráulico y en muchos casos es indispensable.

Existen diversos procedimientos para la determinación del caudal instantáneo.

Un caudal se calcula mediante la siguiente fórmula:  $Q=V/t$ , siendo Q (caudal), V (volumen) y t (tiempo), se mide el volumen en litros y el tiempo en segundos.

Para medir un caudal se utilizan los siguientes métodos:

- Método volumétrico: es un método para medir el caudal de agua en arroyos muy

pequeños, es la medición directa del tiempo que se tarda en llenar un recipiente de volumen conocido.

- Método velocidad/superficie: este método depende de la medición de la velocidad media de la corriente y del área de la sección transversal del canal. Una forma sencilla de calcular la velocidad consiste en medir el tiempo que tarda un objeto flotante en recorrer, corriente abajo, una distancia conocida.

Aforar es medir la cantidad de agua que lleva una corriente en una unidad de tiempo. Se distinguen dos tipos:

- Aforos directos: se necesita algún aparato o procedimiento para medir el caudal. Un ejemplo de aforo directo es la medida tomada por un molinete.
- Aforos indirectos o continuos: se mide el nivel del agua en el cauce y a raíz del nivel del agua, se estima el caudal. Se utiliza para medir el caudal diariamente o en diversos puntos de una cuenca. Un ejemplo de aforo indirecto es el utilizado con las escalas limnimétricas que son escalas en centímetros sobre el suelo para medir el nivel del agua.

#### **1.4.USO SOSTENIBLE DEL AGUA.**

El uso sostenible del agua consiste en utilizar el recurso hídrico para diferentes actividades que tienen resultados productivos y de bienestar social, sin que se produzca una degradación de las dinámicas naturales que permiten su disponibilidad en cantidad y calidad; es decir, sin degradar la cuenca hidrográfica.

El agua es un recurso compartido. La calidad y cantidad de agua disponible para cada uno depende del uso que le den los demás. El agua es esencial para la vida y mucho más: ríos, lagos, llanuras aluviales y áreas costeras ofrecen protección contra inundaciones, energía, rutas de navegación, espacios recreativos, materiales de construcción y alimentos.

El uso insostenible del agua conlleva tres tipos de riesgo: riesgos operativos, por tener

cantidades o calidades inadecuadas de agua; riesgos de reputación, dada la reacción de los actores a los impactos del uso insostenible del agua; y riesgos reglamentarios, por el incumplimiento de políticas y regulaciones del agua.

Garantizar la disponibilidad de suficientes recursos de agua para todos, requiere una planificación estratégica a escala de las cuencas hidrográficas. Para asegurar que un sistema de aguas pueda continuar ofreciendo sus servicios en el futuro, es necesaria una estimación cuantificable del recurso necesario para mantener su integridad y resiliencia. El flujo ambiental, un concepto actualmente muy utilizado en políticas y normativas de gestión de agua, logra dicho objetivo.

Cualquier proyecto que sea potencialmente capaz de afectar aguas superficiales o subterráneas, incluyendo proyectos de energía, transporte, agricultura, industria y saneamiento. Incorporar esta evaluación a las evaluaciones de impactos ambientales y sociales permitirá tomar decisiones más informadas y generará una gestión de aguas más integrada (Atkinson, 2016).

#### **1.4.1. Micro cuenca como espacio de vida**

Las micro cuencas son espacios geográficos donde las lluvias caen, se juntan, escurren, infiltran y forman lagunas, riachuelos, ríos y manantiales. En la micro cuencas habitan los seres humanos y otros seres vivos que aprovechan estas fuentes de agua para su desarrollo y para la reproducción de sus sistemas de vida. Las familias y comunidades se organizan para acceder el agua y usar para beber, lavarse, abrevar sus animales y regar sus parcelas. En una micro cuenca pueden estar asentadas una o varias comunidades, y muchas veces los límites territoriales, comunales o municipales no coinciden con los límites hidrográficos de las micro cuencas. En vista de que las fuentes de aguas (como los ríos y quebradas) son generalmente compartidas por varias comunidades y el recurso agua puede tornarse escaso o contaminarse por sus distintos usos, el cuidado y regulación del uso de las fuentes de agua es una tarea intercomunal que se organiza a nivel de cada micro cuenca a través de una Organización de Gestión

de Cuenca (OGC), que representa a las diferentes comunidades y usuarios del agua que comparten un causé con sus respectivos afluentes y áreas de aporte (MMAyA, 2014).

### **1.5.MANEJO INTEGRAL DE CUENCAS.**

El manejo integral de cuencas es en realidad la protección de las cuencas, el cual es un mecanismo para resguardar un lago, un río o un arroyo gestionando la totalidad de la cuenca que drena hacia esos cuerpos de agua. El Plan Nacional de Cuencas (PNC) de Bolivia, se orienta en tres conceptos centrales: la Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH), El Manejo Integral de Cuencas (MIC) y la Gestión Social del Agua y Ambiente encuenas, los cuales son considerados necesarios y complementarios. La Gestión Integralde Recursos Hídricos (GIRH), según la Global Water Partnership, es un proceso que promueve la gestión y el desarrollo coordinado del agua de la tierra y de los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar económico y social con equidad y sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas (GWP, 2000).

La GIRH no es un fin es si mismo, sino un medio para lograr un equilibrio entre tres objetivos estratégicos:

- Lograr eficiencia para que los recursos hídricos cubran la mayor parte posible de las necesidades
- Lograr equidad en las asignaciones de los recursos y servicios hídricos
- Lograr sustentabilidad ambiental para proteger los recursos hídricos y el ecosistema asociado (Agua, 2007).

En estas complejas interacciones juegan un rol particular los componentes suelo y cobertura vegetal, especialmente en las cabeceras de las cuencas donde suelen caer las mayores precipitaciones, y en laderas de alta pendiente donde se concentran los flujos superficiales.

#### **1.5.1. Gestión integral de recursos hídricos (GIRH)**

La gestión integrada en recurso hídrico GIRH es un proceso que promueve el

desarrollo y gestión coordinados del agua, la tierra y los recursos asociados, para maximizar el resultante bienestar económico y social de manera equitativa sin comprometer la sostenibilidad de ecosistemas vitales. (Global Water Partenership) citado por (Ordoñez 2011)

### **1.6.SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO.**

El sistema de riego por goteo para árboles frutales deposita el agua sobre o bajo la superficie del suelo, por lo que no encharca. También utiliza pequeños caudales a baja presión y aplica el agua en la proximidad de las plantas con un número determinado de emisores, el sistema de riego por goteo se ha vuelto uno de los más importantes por su eficiencia, no solamente por llegar directamente a la raíz, sino también por su eficiente uso del agua.

El sistema de riego por goteo consiste en suministrar gota a gota el agua a las raíces, de forma que se puede controlar la cantidad que se libera. Es constante y uniforme, por lo que la planta siempre tiene el agua exacta que requiere. Los servicios de tecnología de riego permiten una gestión eficiente para controlar el sistema de riego por goteo por medio de cualquier teléfono móvil. La tecnología se vuelto crucial para este tipo de sistemas ya que con ella se puede medir el agua, fertilizantes, o fumigantes que se llevan hasta la planta. Se puede monitorear además su salud, humedad, calidad de agua y pH, oxígeno, e incluso caudal y volumen.

El sistema de riego por goteo tiene diferentes partes. **Los cabezales, líneas de goteo y sus conectores, que los unen a la línea principal,** son los componentes del sistema de entrega y distribución. Son los levantan el agua a la planta y distribuir la gota a gota. Se tienen también unos filtros para mejorar la calidad del agua, con separadores de arena y sedimentos. Por otro lado, están también los reguladores de presión para controlar el caudal de agua, además de inyectoros químicos para fertilizantes y pesticidas. (goteros) (Fernandez, 2010)

### **a). Ventajas de riego por goteo.**

El riego por goteo para árboles frutales tiene ciertas ventajas que son interesantes de conocer a la hora de decidirnos (Fernandez, 2010).

- Reducción sensible de las necesidades del agua de riego.
- Reducción de la evaporación del agua en el suelo, por lo tanto, reduce las necesidades hídricas del cultivo, son ligeramente menores que las de un cultivo en las mismas condiciones, pero regado por inundación.
- Permite la aplicación de agua y fertilizantes (fertiirrigación) de forma precisa optimizando la utilización de estos productos
- Menor requerimiento de dotación de agua en comparación con el riego por inundación y mayor rendimiento
- Automatización de forma compleja el sistema de riego. Esto se consigue gracias a la programación de riego, que consiste en determinar la frecuencia y la dosis de agua que se aplica en el cultivo.
- Facilidad de transformación del sistema tradicional a regadío
- Disminuye la acumulación de sales en la cubierta vegetal ya que esta se mantiene seca.

### **b). Desventajas del riego por goteo**

Las desventajas en este tipo de sistemas pueden ser las siguientes (Fernandez, 2010):

- El cabezal de riego requiere de equipos específicos para el buen funcionamiento de este sistema, que con llevan un **costo elevado** en comparación con el sistema tradicional. Inversión en tuberías para conformar las líneas de tubería de goteo
- La burocracia en la obtención de parte de autoridades, el suministro de agua se administra y distribuye de manera centralizada a través de una autoridad o entidad responsable. Esta entidad puede ser un gobierno local, una empresa de servicios públicos o una organización especializada en la gestión de agua. Debido a elevado

costo de instalación hace que las autoridades inviertan en este tipo de iniciativas viviéndolo burocrático lo que hace que los comunarios lo vean algo moroso la obtención de lo mismo.

- La falta de conocimiento hace de decisiones y responsabilidades en arruinar el sistema de riego ante una mala praxis debido a la falta de conocimiento, la responsabilidad compartida puede llevar a un uso más sostenible y equitativo del agua (UNESCO, 2006).

### **1.7.DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN.**

Cuando se habla de un proyecto innovador, es importante no olvidar que no solo se incluyen mejoras nuevas. Por el contrario, también se pueden considerar evoluciones a cualidades ya existentes que han sido desarrolladas anteriormente.

Un proyecto innovador y disruptivo es necesario las técnicas, conocimiento, habilidades y herramientas adecuadas. La investigación y el desarrollo están directamente relacionados con la innovación. El proyecto de innovación debe tener las siguientes cualidades:

- Estrategia de investigación y desarrollo correctamente definida.
- Superación de aspectos para soluciones anteriores.
- Obligatorio que el proyecto supere un reto o un problema.
- La ambición, creación y la determinación son elementos indispensables de un proyecto de innovación.
- Toda solución debe ser construida en base a una base teórica. Esto es necesario para saber que los resultados obtenidos sean claros y comprobables.

### **1.8.IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA DE INNOVACIÓN AL MEDIO AMBIENTE.**

El impacto ambiental es una alteración en la calidad del medio ambiente, que es

causado por la intervención humana, también algunos fenómenos naturales pueden provocar una ruptura del equilibrio ambiental, viéndose perjudicado el ser humano, la cadena alimentaria. Algunos de los impactos ambientales más frecuentes son:

- Contaminación del aire
- Contaminación de las aguas (mares, ríos, aguas subterráneas)
- Contaminación del suelo
- Generación de residuos
- Contaminación acústica
- Pérdida de biodiversidad

Por tanto, la implementación de los sistemas de riego, no van generar un impacto, ni alteración del medio ambiente, al contrario; es muy amigable con el medio ambiente. Se hará un uso óptimo de los recursos naturales, un uso eficiente del agua.

**CAPÍTULO II**  
**MATERIALES Y MÉTODOS**

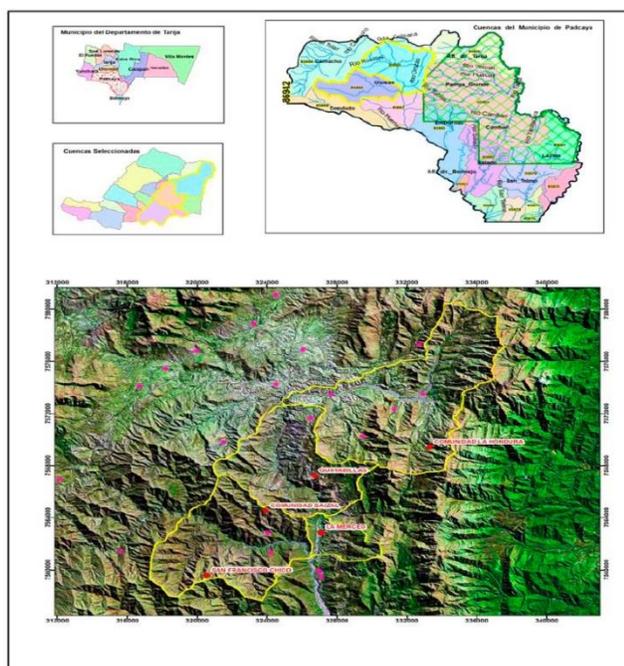
## CAPITULO II MATERIALES Y METODOS

### 2.1. MATERIALES

El Proyecto de Innovación Riego Tecnificado de la Cuenca Pedagógica Campanario – Río Grande, Municipio de Padcaya, se ubica en el Departamento de Tarija, Provincia Arce, Municipio de Padcaya, en las Comunidades de La Merced, Guayabillas. a una distancia de 66 Km desde la capital del departamento de Tarija y La Merced a una distancia de 76 km de Tarija. Para llegar hasta la zona de intervención del proyecto, se debe tomar el camino Tarija-Bermejo para ingresar a las Comunidades de Guayabillas y La Merced.

En el siguiente mapa se presenta la ubicación de la comunidad La Merced y Guayabillas, en la cuenca “Campanario-Río Grande”

**Figura 1:** Mapa Geográfico de La Merced y Guayabillas



Fuente:

Proyecto “Desarrollo de Capacidades locales y académicas en GIRM – MIC e investigación acción, en la cuenca pedagógica campanario” F.C.A.F. 2023

### **2.1.1. Ubicación Hidrográfica.**

Se encuentra en la Región Hidrográfica 4 (Cuenca del Plata). La cuenca Campanario Río ~~Cau~~ forma parte de la subcuenca hidrográfica del Orozas, a su vez ella tributa a la cuenca del río Bermejo de Codificación pfaftetter 858691, 858693, 858694, 858681.

**Geográficamente La Merced** se ubicada entre los paralelos 22°01'52.7" de Latitud Sur y meridianos 64°40'33.8" de Longitud Oeste y una altitud media de 1529 m.s.n.m.

**Geográficamente Guayabillas** se ubicada entre los paralelos 22°00'09.1" de Latitud Sur y meridianos 64°39'51.0" de Longitud Oeste y una altitud media de 2029 m.s.n.m.

### **2.1.2. Aspectos Biofísicos:**

#### **2.1.2.1.Clima.**

La comunidad de Guayabillas presenta un clima templado, determinados por la orografía, altitud sobre el nivel del mar. En general, el verano se caracteriza principalmente por una temperatura y humedad relativa alta y masas de aire inestables, produciéndose precipitaciones aisladas de alta intensidad y corta duración.

Por otro lado, el invierno se caracteriza por temperaturas y humedad relativa generalmente bajas y la ausencia de precipitaciones, asociadas a la llegada de frentes fríos provenientes del sur, llamados "surazos", que traen consigo masas de aire frío, dando lugar a veces a precipitaciones de muy baja intensidad y de larga duración.

#### **2.1.2.2.Temperatura**

La temperatura media anual es de 16.7 °C, con una máxima y mínima promedio de 24.6 °C y 8.8 °C respectivamente. Los días con helada se registran en los meses de mayo a agosto. La humedad relativo promedio es de 67%. La dirección del viento predominante es el Sur - Este con una velocidad promedio de 2.6 km/hr.

#### **2.1.2.3.Precipitaciones Pluviales, Periodos**

Las precipitaciones pluviales totales anuales, oscilan de 1,0 mm en el mes de julio a

una máxima de 145,4 mm en el mes de enero; identificándose dos periodos: un periodo seco que abarca los meses de mayo a septiembre y un periodo húmedo en los meses de octubre a abril.

#### **2.1.2.4. Riesgos Climáticos.**

Las temperaturas bajas que se presentan en la estación invernal, representan un serio riesgo para los cultivos a riego que se desarrollan en invierno y que son susceptibles a este fenómeno, sin embargo, en esta región, lo que perjudica más al sector del agro en época de invierno son heladas que se presentan.

Otro aspecto climático que afecta a la región es la sequía, es decir, la falta de precipitación oportuna que muchas veces ocasiona la pérdida total de los cultivos a temporal.

**Cuadro N° 2 Datos Climatológicos**

<b>Riego</b>	<b>Época</b>
Sequia	Octubre – Diciembre
Helada	Mayo – Agosto
Granizada	Octubre – Noviembre
Lluvias intensas o concentradas	Enero

**Fuente:** (Corrales, 2020)

En las épocas de octubre a diciembre indica sequia por la zona, así mismo en los meses de mayo a agosto están pronosticadas las heladas, igualmente en los meses de octubre a noviembre existen granizadas, como también las lluvias intensas por el mes de enero (Corrales, 2020).

#### **2.1.3. Fisiografía**

El paisaje fisiográfico de la zona de estudio corresponde a laderas de Serranías de la Provincia Fisiográfica Cordillera oriental, en la cual se puede identificar a nivel de

Gran paisaje una serranía media a baja; en esta unidad, considerando la altitud, la pendiente y la disección, el paisaje fisiográfico de la zona de estudio corresponde a un conjunto de Serranías de la Provincia Fisiográfica Cordillera oriental, en la cual se puede identificar a nivel de Gran paisaje una serranía baja a media; en esta unidad, considerando la altitud, la pendiente y la disección se puede diferenciar los siguientes paisajes:

#### **2.1.3.1.Laderas altas, muy escarpadas, disectadas.**

Este paisaje fisiográfico se ubica en la parte superior de la zona de estudio, del punto de vista hidrográfico constituye la parte alta de la cuenca donde nace la red de drenaje del área de estudio.

#### **2.1.3.2.Laderas medias, moderadamente escarpadas, poco disectadas.**

Este paisaje fisiográfico se ubica en la parte media del área de estudio con un relieve bajo, con pendientes moderadas a inclinadas afectados por procesos de erosión. Por la poca disección, en este paisaje se concentran las áreas de cultivo con predominio de cultivos anuales.

#### **2.1.3.3.Laderas bajas, escarpadas, poco disectadas.**

Este paisaje fisiográfico se ubica en la parte inferior del área de estudio con un relieve escarpado y poca disección, pero afectado por fuertes procesos de erosión hídrica.

#### **Suelo**

Las características físicas de los suelos varían de acuerdo al paisaje fisiográfico en el que se encuentren, de manera general, se puede decir que los suelos del paisaje de laderas altas, muy escarpadas, disectadas y laderas bajas, escarpadas, poco disectadas, presentan pendientes escarpadas (30 a 60%) a muy escarpadas (mayor a 60%)

Son suelos muy superficiales a poco profundos, con presencia de contacto lítico superficial y afloramientos rocosos, afectados por procesos de erosión hídrica y movimientos en masa (Espinoza, 2023).

#### **2.1.4. Uso de la tierra**

La comunidad de Guayabillas, usa la tierra para el cultivo agrícola, temporales (anuales) como permanentes (perennes), tales como el maíz, papa, arveja cebolla, zapallo, ajo y frutas tales como la manzana, durazno, ciruelo, pera, membrillo, damasco, etc.

También para la producción pecuaria como la cría de ganado bovino, caprino, ovino, porcino, y a la avicultura, (Elaboración propia)

#### **2.1.5. Flora**

La vegetación es la cobertura de plantas (flora) salvajes o cultivadas que crecen espontáneamente en un área geográfica, sea en una superficie de suelo o en un medio acuático. Se habla también de una cubierta vegetal. Su distribución en la Tierra depende de los factores climáticos y de los suelos. Tiene tanta importancia que inclusive se llega a catalogar a los climas según el tipo de vegetación que crece en la zona donde ellos dominan. Por eso se habla de un clima de selva, de un clima de sabana, de un clima de taiga, entre climas lluviosos, etc.

La vegetación natural tiene múltiples relaciones con los componentes bióticos y abióticos del medio como protector del suelo, estabilizador de pendientes, regulador de la calidad y cantidad de agua en las cuencas, hábitat de la fauna silvestre; expresión de las condiciones locales ambientales y estabilidad ecológica y calidad general del ecosistema. De esta manera, el conocimiento de los recursos vegetales, coadyuva de gran manera en la planificación espacial del uso de la tierra y conservación de la biodiversidad.

La comunidad de Guayabillas, se caracteriza por ser parte de dos provincias fisiográficas: la cordillera oriental, con 5 tipos de vegetación: pastizales, arbustales alto andinos, pajonales-arbustales y matorrales-pastizales, bosques montanos nublados, matorrales xerofíticos de los valles interandinos y matorrales y bosques (Quispe R. L., 2019)

### **2.1.6. Fauna**

Por la variedad de ecosistemas; en la comunidad de Guayabillas, existe una gran diversidad de especies de animales silvestres, entre mamíferos, aves, reptiles y peces, algunos de ellos en peligro de extinción, la mayor cantidad de faunas se encuentra en la reserva de Tariquía (Quispe R. L., 2019).

### **2.1.7. Características socioeconómicas**

La comunidad de Guayabillas es una zona productora agrícola y ganadera puede presentar diversas características socioeconómicas, como, por ejemplo:

**Nivel de ingresos:** El nivel de ingresos económico de los comunarios puede variar dependiendo de la producción y comercialización de sus productos agrícolas y ganaderos, así como de las condiciones del mercado.

**Educación:** La educación juega un papel importante en el desarrollo de la comunidad en tal sentido la comunidad de Guayabillas cuenta una unidad educativa que atienden hasta educación primaria a más de 20 niños y niñas, una gran parte de los beneficiarios manifiestan haber cursado el nivel primario de educación.

**Ocupación:** Los miembros de la comunidad se dedican a la producción agrícola y ganadera como su principal actividad.

**Edad:** La edad de los comunarios de Guayabillas oscila entre los 30 a 50 años en su mayoría, lo cual permite dinamicidad en el uso y adecuación de tecnologías para la producción, así como las nuevas prácticas agrícolas, además la buena gestión y administración de los recursos.

**Género:** La participación equitativa de hombres y mujeres en la producción agrícola y ganadera en la comunidad de Guayabillas permite mejorar la calidad de vida y convivencia armónica en las familias. (Elaboración propia).

## **2.1.8. Materiales usados en la instalación**

### **2.1.8.1.Compra y Traslado del material.**

Una vez confirmado, el requerimiento del material para el sistema de riego, se procedió con la compra del material para la implementación del sistema de riego en las parcelas demostrativas seguidamente se procedió al traslado del material, a la comunidad de Guayabillas y La Merced. El material consta de los siguiente:

- **Cabezal de Riego para los sistemas de La Merced y Guayabillas.**

Antes de instalar el sistema de riego por goteo, se preparó las parcelas, el área instalada de riego por goteo en la comunidad de Guayabillas ocupa una superficie de 704 m<sup>2</sup> y en la comunidad de La Merced ocupa una superficie de 945 m<sup>2</sup>

Se procedió con el armado del cabezal, el cual está formada por tubería de 2", llaves de paso, dos manómetros una de entrada y salida (para medir la presión) y llaves de paso de 2" y ¾, válvula de aire, grifos, filtro, conectores, uniones universales de ¾ y 2", abrazaderas de 2", codos de 2", cuplas, niples, tracaros y venturi que es el dispositivo de fertilización. La altura del cabezal se realizó de 1.10 metros de alto.

El cabezal del sistema se colocó en la red principal (politubo de 2"). Los dispositivos de filtración son los encargados de eliminar las partículas sólidas suspendidas en el agua para que no obstruyan los emisores y los dispositivos de fertilización tienen la misión de incorporar los nutrientes al agua de riego siendo necesarios cuando se apliquen los nutrientes con el agua de riego.

**Tabla N° 1** Descripción de los Materiales para el Sistema de Riego

DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍA
<p><b>Cabezal Armado</b></p> <p>El cabezal de riego es el recinto donde se instalan los sistemas que permiten hacer llegar el agua a los emisores de riego en las condiciones que se requieren para ello.</p>	
<p><b>Componentes del cabezal.</b></p>	
<p><b>Manómetro de 10 bares</b></p> <p>Manómetro de glicerina; utilizado para la medición de la presión de ingreso de agua al sistema de riego. Está formado por un dial circular y un puntero, el cual es accionado de forma mecánica.</p>	
<p><b>Válvula de aire</b></p> <p>Se constituye en un elemento de seguridad, ya que evita presiones negativas en la red y sobrepresiones generadas por la presencia de aire en la tubería del sistema de riego. Tiene un diseño compacto con una conexión</p>	

de 1".	
<p><b>Filtro de malla 2"</b></p> <p>Es utilizado para evitar la entrada de impurezas a la red de riego, con un grado de filtración de 120 mallas.</p>	
<p><b>Llave de Paso 2"</b></p> <p>Llave paso de PVC de 2", para el control del paso de agua (abrir/cerrar) con unión universal.</p>	
<p><b>Llave de Paso 3/4"</b></p> <p>Llave paso de PVC de 3/4", para el control del paso de agua (abrir/cerrar) con unión universal.</p>	
<p><b>Collar derivación</b></p> <p>Collar derivación o collarín; de 2" a 3/4". Diseño tipo abrazadera de polipropileno partida en dos mitades negras que recubren gran parte del perímetro de la tubería con 2 pernos de soporte por lado. Utilizado para</p>	

<p>para conexión de tuberías de diferente diámetro.</p>	
<p><b>Inyector Ventury</b></p> <p>Se utiliza para la fertilización de las plantas de manera simultánea con el riego, mediante el sistema Ventury de aspiración, trabaja sin ningún tipo de energías solo con la presión de la red de riego. Contiene aditivo para poder resistir el uso de fertilizantes agresivos y ácidos.</p>	
<p><b>Codo de PVC 2"</b></p> <p>Codos de PVC de 2" con inclinación de 90°, con rosca. Proporciona conexión fácil y adecuada para adaptaciones o desviaciones de instalaciones hidráulicas.</p>	
<p><b>Codo de PVC 3/4"</b></p> <p>Codos de PVC de 3/4" con inclinación de 90°, con rosca. Proporciona conexión fácil y adecuada para adaptaciones o desviaciones de instalaciones hidráulicas.</p>	

<p><b>Te de PVC 2"</b></p> <p>Uso para unión de tubería PVC de 2"</p>	
<p><b>Tubo PVC 2"</b></p> <p>Tubos de PVC de diámetro de 2" con una longitud de 6 m.</p>	
<p><b>Tracaro PVC de 2" (H)</b></p> <p>Utilizado para unir la tubería, material de PVC</p>	
<p><b>Tracaro PVC de 2" (M)</b></p> <p>Utilizado para unir la tubería, material de PVC</p>	
<p><b>Tubo PVC 3/4"</b></p> <p>Tubos de PVC de diámetro de 3/4" con una longitud de 1m.</p>	

<p><b>Buje de reducción 2"x1"</b></p> <p>Material de PVC. Es utilizado para la reducción del ducto a un tamaño más pequeño.</p>	
<p><b>Reducción de 3/8"</b></p> <p>Es utilizado para la reducción del ducto a un tamaño más pequeño.</p>	
<p><b>Pegamento Cemento PVC</b></p> <p>Pegamento solvente de fraguado rápido para sistemas de tuberías y conexiones de PVC hasta 160 mm.</p>	
<p><b>Cinta Teflón</b></p> <p>Cinta adhesiva usada en fontanería para evitar fugas de agua en las uniones.</p>	
<p><b>Niples 3/4"</b></p> <p>Uso para unión de tubería PVC de 3/4", material de PVC</p>	

<p><b>Niples 2"</b></p> <p>Uso para unión de tubería PVC de 2", material de PVC</p>	
<p><b>Buje de mm</b></p> <p>Es utilizado para la reducción del manómetro al tamaño de la entrada del filtro.</p>	
<p><b>Componentes del sistema de riego.</b></p>	
<p><b>Politubo 2" tricapa</b></p> <p>Esta medida de politubo se utiliza para transportar agua, creando un alinea de bombeo directo y que va bajando hasta llegar al punto de distribución de agua. Vida útil de 3 a 4 años color externo celeste.</p>	
<p><b>Goteros regulables Plasgot</b></p> <p>El gotero regulable Plasgot posee una amplia gama de caudales que se puede obtener girando la parte superior, lo que lo hace ideal para casi cualquier situación. Se puede ajustar a un caudal de 70 l/h</p>	

<p><b>Inicio de mangueras</b></p> <p>Se utiliza para la conexión de la manguera de 16 mm al politubo de 2".</p>	
<p><b>Mini válvulas para manguera</b></p> <p>Se utilizan para controlar el paso de agua, regular la presión y distribuir lo mejor posible el agua, son muy útiles para regar por secciones o bloques, en caso de que la presión del agua no sea suficiente.</p>	
<p><b>Tapones de 2"</b></p> <p>Se utiliza para tapan fin de línea del politubo tricapa de 2".</p>	
<p><b>Uniones universales 3/4" y 2"</b></p> <p>Accesorios que se utilizan para unir tuberías donde se realizaron cortes, material de propiepileno (PP). Se utilizaron de 3/4" y 2"</p>	

<p><b>Goma bilabiales</b></p> <p>Para inicio de la manguera, su fin es evitar filtraciones de agua en el inicio de la manguera de riego</p>	
<p><b>Fin de Manguera</b></p> <p>Es útil para las salidas de las mangueras de riego, evitando perder presión y agua. Por su diseño en 8 posee una sujeción estable incluso con alta presión de agua.</p>	
<p><b>Manguera de 16 mm</b></p> <p>Es estándar en la mayoría de los sistemas de riego. Esta manguera de 16 mm de diámetro exterior está fabricada en polietileno PE de baja densidad</p>	

## 2.2.METODOLOGÍA DEL TRABAJO.

### 2.2.1. Localización del Proyecto.

Este proyecto de cuencas pedagógicas Río Campanario se acomoda a la línea prioritaria de innovación Tecnológica denominado **Implementación de Sistemas Riego Tecnificado.**

El sistema de riego está adaptado para regar frutales de pepita y de carozo (manzana, chirimoya, durazno y palta). La superficie total a regar es  $\approx 816\text{m}^2$  en las comunidades

de La Merced y Guayabillas del departamento de Tarija.

La fuente de agua es proveniente de vertientes naturales, que cuentan con un caudal de agua constante, donde el agua se almacena en reservorios artificiales con capacidad de más de 12000 litros, conectado a un cabezal de riego de 2" encargado de filtrar, medir y suministrar agua a la red de distribución.

El sistema en sí, consta de una tubería principal de Politubo 2" tricapa de la cual saldrán las mangueras ciegas separadas a 4m entre línea, conectado cada una a una mini válvula cuyo objetivo es controlar el paso de agua de la tubería a las mangueras ciegas, también ayuda a mantener una presión estable. Los goteros se instalarán cada dos metros aproximadamente; es decir dos goteros por frutal.

La presión de riego se justifica con el caudal y la pendiente de las parcelas por lo cual no se instalará una bomba eléctrica.

Las variables a considerar:

- El caudal disponible de agua
- La superficie a regar
- La conducción del agua hasta el punto de riego

El presente trabajo tiene como metodología un enfoque descriptivo; ya que se describe y sistematiza la información del sistema de captación de agua de vertiente, el sistema de riego existente, las obras desarrolladas para almacenamiento de agua, además se desarrolló los cálculos hidráulicos, el plan de cultivo para la comunidad de Guayabillas, y La Merced, cabe mencionar que el método descriptivo según Dankeh, 1986 menciona que, un estudio descriptivo busca especificar las propiedades importantes de grupos, personas, comunidades y otro fenómeno que sea sometido a un análisis.

La metodología general comprende las siguientes fases:

- **Fase 1.-** Socialización del proyecto entre las comunidades
- **Fase 2.-** Recopilación de información, preparación y planificación del trabajo.
- **Fase 3.-** Reconocimiento del área de estudio.
- **Fase 4.-** Diseño agronómico del sistema de riego.
- **Fase 4.-** Análisis del agua de riego.
- **Fase 5.-** Cálculos hidráulicos del sistema de riego
- **Fase 6.-** La instalación del sistema de riego

### **2.2.2 Socialización del proyecto.**

Para la socialización del proyecto de Innovación Riego Tecnificado en la Cuenca Pedagógica Campanario - Río Grande, se realizó la visita correspondiente en las dos comunidades, Guayabillas y La Merced, donde se logró extraer información para las actividades posteriores.

La coordinación de esta actividad de socialización fue a través de las autoridades facultativas y Dirigentes de cada una de las comunidades, específicamente con el secretario general.

La socialización en si se desarrolló a través de reuniones comunales en la cual hubo la participación de dirigentes y productores de base, en estas reuniones y el recorrido de campo se seleccionó los predios en el cual se implementarían las parcelas demostrativas.

### **2.2.3. Recopilación de información, preparación y planificación del trabajo.**

Se realizó una planificación sistemática de todas las actividades a desarrollar en todo el proceso de implementación del sistema de riego a goteo, así como la preparación de los materiales necesarios para la obtención de la información, como también la de coordinación con representantes de la comunidad y con los encargados del Proyecto cuenca pedagógica de campanario Río grande.

La recopilación de información, se ha enfocado en la recolección de información de todo tipo, en la fase explorativa de la zona. En el estudio de campo se recopiló datos "in situ" el cual llevó a realizar los siguientes estudios:

- Se inició con la observación del área de estudio, para conocer el tipo de pendiente, la distancia a las fuentes y otros factores utilizados para este estudio.
- Se tomaron muestras de agua y suelo para su correspondiente análisis físico y químico.
- Se tomaron las dimensiones del área para la siembra del cultivo y se analizaron las condiciones edafoclimáticas.
- Se diseñó el sistema de riego a goteo para las dos parcelas demostrativas.

#### **2.2.4. Reconocimiento del área de estudio**

Para la selección del lugar, se realizó un recorrido de campo, donde se seleccionó la parcela demostrativa, que cumpla con el requisito para una instalación óptima de riego tecnificado (Riego a Goteo).

La necesidad de hacer una inspección a la parcela nace a raíz de que es necesario evaluar el estado de los principales factores requeridos para la instalación de un sistema de riego, en este sentido en el recorrido se tuvo en cuenta el lugar, las características del suelo, el tipo de cultivos, la disponibilidad de agua, la calidad del agua, ver si el agua llega a los cultivos y si se puede reutilizar la sobrante.

#### **2.2.5. Selección de la Parcela.**

Es importante saber que cualquier parcela puede ser utilizada para riego a goteo. Desde cultivos extensivos como maíz, soya o caña de azúcar, hasta hortalizas y árboles frutales.

Se consideró según la socialización; la parcela demostrativa en cada comunidad, Guayabillas y La Merced, que cuente con la plantación de frutales y que cuenten con una toma de agua, por lo cual que son las mejores parcelas, para ser demostrativas.

Mediante una coordinación con los dueños de las parcelas, se realizó la visita, para la implementación del sistema de riego para el recorrido y la supervisión del terreno, registrando el área del lugar, cuyas características se resumen en la siguiente tabla:

**Tabla N° 2** Detalles de Cultivos de Frutales y Superficie de Riego.

<b>Comunidad</b>	<b>Superficie m<sup>2</sup></b>	<b>Cultivo</b>	<b>Familias Beneficiarias</b>
Guayabillas	704	Manzana	40
		Durazno	
La Merced	945	Palta	15
		Pera	
Total de familias beneficiarias			55

Fuente: Elaboración propia

Las parcelas seleccionadas para riego por goteo tienen las siguientes características, en la comunidad de Guayabillas ocupa una superficie de 704 m<sup>2</sup>, en la comunidad de La Merced ocupa una superficie de 945 m<sup>2</sup>.

#### **2.2.6. Situación actual del uso de suelo.**

Actualmente en la comunidad de Guayabillas, el terreno donde se encuentran implementado el cultivo de Manzana (*Malus domestica*) y el Durazno (*Prunus persica L.*) es un terreno que se encontraba en barbecho y en la comunidad de La Merced el área donde se encuentra implantada la Palta (*Persea americana*) y Pera (*Pyrus communis*), es un terreno en producción agrícola, para conocer el estado del suelo procedió a realizar un análisis físico del suelo, a graves del método de calicatas y posteriormente llevándolo las muestras obtenidas para una análisis físico químico al laboratorio de suelos de la U.A.J.M.S.

Para la realización del análisis de fertilidad de los suelos, se tomaron 10 sub-muestras de cada parcela demostrativa tanto de la comunidad de Guayabillas y La Merced,

siguiendo un camino en zig-zag, que consiste en hacer un recorrido tomando en cada punto una muestra simple denominado sub muestra, tomando en cuenta las zonas que tengan rocas o diferentes colores de suelos superficiales.

#### **2.2.7. Análisis del agua de Riego.**

Se recolectó la muestra de manera cuidadosa, de forma que los resultados del análisis sean fiables y basándose en ellos se puedan determinar las estrategias adecuadas.

Para la toma de muestras del agua, se realizó la toma de sub muestras de agua, de diferentes partes del canal en la comunidad de La Merced y en la comunidad de Guayabillas al ser Vertiente se realizó sub tomas dejando correr el agua y obteniendo chorros de agua cada 5 minutos.

Para determinar la salinidad y el comportamiento químico del agua se procedió a realizar la toma de muestras de agua en frascos debidamente esterilizados y posteriormente llevados al Laboratorio a realizar el análisis de suelo, tomando en cuenta que la muestra no debe estar expuesta a los rayos del sol.

Los pasos para la toma de muestra fueron los siguientes:

- Se lavó la botella con la misma agua unas 5 veces agitarlo y recién se procedió al llenado del agua.
- Se tomó la muestra en botella plástica de 2 litros transparente, de la vertiente y del reservorio del agua.
- Se etiquetó la muestra y se envió al laboratorio de suelos de la F.C.A.F. para el análisis de la calidad de agua para riego.

#### **2.2.8. Situación actual del Sistema de Riego.**

La visita de reconocimiento consistió en un recorrido físico por los alrededores de la vertiente de agua, para realizar el estudio que dio una idea general de la investigación (distancias, accesos a la vertiente, ubicación, y otra información importante.) Se coordinó el ingreso a la vertiente, tomando todas las previsiones necesarias para

garantizar el éxito del trabajo de campo.

Se realizó el reconocimiento a partir de los siguientes los pasos:

- Reconocimiento de la vertiente y el sistema de captación de agua.
- Reconocimiento del reservorio de agua de la vertiente y su estado actual.
- Verificación del sistema de captación, hasta el reservorio.
- Evaluación del estado actual en que se encuentran los tubos PVC, cámara de llaves, cámara desarenadora, el reservorio de agua de vertiente.

El sistema de riego mayormente empleado es por gravedad, y en surco para los cultivos anuales. En cuanto a las fuentes de agua en la comunidad de Guayabillas de agua proviene de una Vertiente y en la comunidad de La merced tiene una toma de Agua del Río Bermejo, ambos a través de canales primarios y secundarios por el cual se procedió a hacer un análisis de agua.

### **2.2.9. Implementación**

Una vez seleccionadas las parcelas demostrativas, se procedió a desarrollar el diseño agronómico, el diseño hidráulico, la cotización del material y adquisición, para llevar a cabo, la implementación del sistema de riego por goteo, el seguimiento y asesoramiento técnico correspondiente.

### **2.2.10. Diseño Agronómico.**

El diseño agronómico es un paso fundamental que repercute en el diseño del sistema para que se cumplan a cabalidad con los requerimientos hídricos de la planta, en condiciones ideales de eficiencia y uniformidad.

Para este diseño se procedió a la división de los cultivos separando en este caso el cultivo de frutales, por los valores de sus coeficientes del cultivo ( $K_c$ ) y distancias siembra los frutales tomados en cuenta en la comunidad de Guayabillas fueron La Manzana (*Malus domestica*) y el Durazno (*Prunus persica L.*) y en la comunidad

de La Merced la Palta (*Persea americana*) y Pera (*Pyrus communis*).

Los datos de humedad a capacidad de campo (CC), punto de marchitez permanente (PMP), densidad aparente del suelo (Da), Densidad del agua (Dw) e infiltración se usaron datos teóricos, los cuales se usaron en el cálculo del diseño agronómico.

La eficiencia teórica del sistema de riego por goteo alcanza el orden del 90 % al 95 %, para el proyecto se eligió una eficiencia del 90 %. El caudal comercial de los emisores escogidos fue de 8 l/h para la aplicación de las necesidades hídricas.

En el cálculo del diseño agronómico se utilizó el programa ABRO 3.1 el cual emplea diferentes tipos de fórmulas las cuales se presentan en el Anexo, donde se espera obtener el ciclo de riego, así como el tiempo de duración del riego en cada módulo.

#### **2.2.11. Diseño Hidráulico.**

Con el diseño hidráulico se determinaron los componentes, dimensiones de la red y funcionamiento de la instalación de riego, de tal manera que se puedan aplicar las necesidades de agua al cultivo en el tiempo que se haya establecido, teniendo en cuenta el diseño agronómico previamente realizado.

Para el diseño de los módulos de riego, los cálculos hidráulicos consisten en determinar en primer lugar los caudales en laterales y terciarias y a continuación, teniendo en cuenta la tolerancia de presiones, calcular para las mismas tuberías los diámetros y el régimen de presiones. Esta es la fase más complicada del cálculo hidráulico y con ella acaba el diseño de la subunidad.

Se realizó el diseño hidráulico de la unidad de riego, cumpliendo así los requerimientos hídricos de la planta.

## **2.3. DESCRIPCIÓN SISTEMATIZADA DEL DESARROLLO DEL TRABAJO DIRIGIDO.**

### **2.3.1. Elaboración de Implementación del sistema de Riego Tecnificado.**

El sistema de riego está adaptado para regar frutales de pepita y de carozo (manzana, chirimoya, durazno y palta). La superficie total a regar es de 1649 m<sup>2</sup> en ambas comunidades beneficiarias.

La fuente de agua es proveniente de vertientes naturales, que cuentan con un caudal de agua constante, donde el agua se almacena en reservorios artificiales con capacidad de más de 12000 litros, conectado a un cabezal de riego de 2" encargado de filtrar, medir y suministrar agua a la red de distribución.

El sistema en sí, consta de una tubería principal de politubo 2" tricapa; de la cual saldrán las mangueras ciegas separadas a 4 m entre línea, conectado cada una a una mini válvula cuyo objetivo es controlar el paso de agua de la tubería a las mangueras ciegas, también ayuda a mantener una presión estable. Los goteros se instalarán cada dos metros aproximadamente; es decir dos goteros por frutal.

La presión de riego se justifica con el caudal y la pendiente de las parcelas por lo cual no se instalará una bomba eléctrica las variables a considerar serán el caudal disponible de agua y la superficie a regar.

### **2.3.2. Instalación a la fuente de suministro en la comunidad de La Merced.**

En primer lugar, se instaló el cabezal a la red de agua que tiene en la parcela demostrativa, después se extendió la tubería principal de 15 metros donde se ubicó el sistema de riego por goteo, hasta llegar a la esquina exterior, donde se instaló una llave de paso, utilizando también un tapón al final de la tubería.

### **2.3.3. Instalación a la fuente de suministro en la comunidad de Guayabillas.**

Se instaló la tubería principal de 2" de 55 metros a una red de agua, al inicio de conectar la tubería se instaló una llave de paso y se extendió la tubería hasta llegar a la parcela,

después se conectó el cabezal en la esquina de la parcela haciendo unión con la tubería principal y al final de la tubería se puso un tapón de 2" para evitar que el agua se pierda.

#### **2.3.4. Instalación de tubos y goteros en la comunidad de La Merced.**

Una vez ya instalado la fuente de suministro, se procedió a instalar la manguera ciega de 16mm a la tubería principal, en función del diseño que planificado. Realizando perforaciones con un taladro cada 4 metros, después se procedió a poner las gomitas y conectores, junto con la llave de paso, se extendió la manguera ciega en las 4 líneas laterales cortando cada 63 metros. Posteriormente se fue conectando dos goteros en cada planta, las plantas están cada 4 metros, el mismo procedimiento se realizó en las 4 líneas laterales y al final de cada manguera se puso las piezas de fin de manguera para evitar que salga el agua.

#### **2.3.5. Instalación de tubos y goteros en la comunidad de Guayabillas.**

De igual manera ya instalado el politubo de 2" se procedió a realizar la instalación de la manguera ciega de 16mm en la parcela, en este caso son 6 líneas laterales y cada línea es de 35 metros, las plantas frutales están plantadas cada 4 metros. Después se procedió con las 6 perforaciones del politubo cada 4 metros y se conectó las 6 gomitas con el conector, y también se instaló la llave de paso en la manguera ciega en las 6 líneas laterales. Por último, se conectó los goteros, dos en cada planta, el mismo procedimiento se realizó para todas las plantas y también al final de cada manguera se puso las piezas de fin de manguera

#### **2.3.6. Prueba y ajustes del sistema.**

Una vez que se completo la instalación del sistema de riego, se realizó una prueba del sistema para verificar que todo funcione correctamente.

Para ello se verificó que los goteros estén liberando agua en cantidades adecuadas y que no haya fugas o dificultades al momento de usar los sistemas de riego en las parcelas demostrativas.

### **2.3.7. Operación y mantenimiento del sistema de riego.**

La instalación conectada de los aspersores en condiciones óptimas, el manejo de la compuerta, verificar la salida del agua en la válvula principal, vigilar las salidas de aire, comprobar la llegada de agua a cada válvula y el cierre del mismo.

Es muy importante que en la operación de un sistema de riego por goteo se mantenga un nivel alto de humedad y en consecuencia, un nivel bajo de salinidad.

Por eso se pueden utilizar aguas con mayor contenido de sal que en otros métodos de riego.

Realizar el mantenimiento de la entrada de sedimentos en la manguera, se debe tener en cuenta que está expuesto al sol, humedad, etc, por ende, deterioro y daños, para lo cual deben prevenir y reparar.

El mantenimiento de la instalación de riego se centró en revisar los elementos importantes: **El equipo de filtración, medidores de caudal y presión, válvulas de control y emisores** algo muy importante es hacer el enjuague de las líneas de goteo hasta que el agua que sale esté limpia y clara.

El lavado dependerá de la calidad del agua, por lo general una regla general durante la temporada es que sea semanal para el agua muy sucia, una vez cada dos semanas para el agua sucia y una vez al mes para el agua limpia.

Con la información obtenida, se ayuda al agricultor a prevenir, la eficiencia del sistema de riego si es mala, para que puedan tomar acciones, para mejorar el uso del agua y los insumos.

## **2.4. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.**

En este cronograma se muestran las actividades que se realizaron del “Proyecto de Innovación Riego Tecnificado en la Cuenca Pedagógica Campanario - Río Grande”

**Tabla N° 3** Cronograma de Actividades de Ejecución del Proyecto.

N°	Nombres de las Tareas	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	S-10	S-11	S-12
	<b>Primera fase</b>												
1	Socialización inicial del alcance y objetivos del proyecto.												
2	Visita y recorrido del área del proyecto.												
3	Recopilación de datos.												
	<b>Segunda fase</b>												
4	Planificación y diseño del sistema												
5	Preparación del área de implementación												
6	Instalación del sistema de riego												
7	Pruebas y ajustes.												
	<b>Tercera fase</b>												
8	Capacitación y asistencia técnica												
9	Socialización final del proyecto												
10	Realización y presentación del documento final												

Fuente: Elaboración propia.

**CAPÍTULO III**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### 3.1. BENEFICIARIOS.

Los beneficiarios de dicho estudio son productores innovadores, que forman parte del "Proyecto de Cuencas Pedagógicas Campanario - Río Grande. Los beneficiarios directos son un total de 35 productores (Guayabillas 12 productores y La Merced 23 productores), los cuales forman parte de todas las actividades desarrolladas en las parcelas demostrativas.

**Tabla N° 4** Beneficiarios del Proyecto

<b>GUAYAVILLAS</b>		
<b>N°</b>	<b>Nombre y apellido</b>	<b>Carnet de identidad</b>
1	Laura Espinoza	7197388
2	Laura García	4138274
3	Gregoria Flores	7177944
4	Rubén Quiroga	7658445
5	Leocadia Tejerina	7119475
6	Benito Roberto Garnica	5814877
7	Rosario Rearte	1866124
8	Daniel Espinoza	1657109
9	María Magdalena Tejerina E.	5701872
10	Esteban París.	10684912
11	Agustín Camacho	7176736
12	Gregoria Flores	7177944

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 5** Beneficiarios del Proyecto

<b>LA MERCED</b>		
<b>N°</b>	<b>Nombre y apellido</b>	<b>Carnet de identidad</b>
1	Lucia Espinoza	1852199
2	Juana Rearte	1777068
3	Verónica Rearte	5800968
4	Juan Ramón Rearte	71533395
5	Luis G. Armella R.	7204354
6	Dora Espinoza	4133139
7	Camila Segovia	1869001
8	Luis Armella Espinoza	1790522
9	Mateo Flores	1842824
10	Martha E. Espinoza	5798448
11	Ninfa L. Gaspar	5799057
12	Martin Blass	5023012
13	Celia Alcoba Cruz	7115198
14	Silma Rearte Gareca	7206712
15	Juan Ramón Rearte	7153395
16	Carlos Torrez	5787416
17	Máximo Torrez	1780514
18	Leandro Armella	1874967
19	Verónica Rearte E.	5800968
20	Ninfa Gaspar T.	57999057
21	Teófila Armella	5799290
22	Dora Espinoza	4133739
23	Celia Alcoba	41131

Fuente: Elaboración propia

### 3.2. SOCIALIZACIÓN.

Se realizó la visita a las comunidades, donde se implementó el sistema de riego, en las parcelas demostrativas de las comunidades de Guayabillas y La Merced, donde se hizo el levantamiento de datos, de las parcelas demostrativas, de cada comunidad, este procesos de socialización se realizó a través de reuniones comunales con la participación del 80% de los productores donde se tomaron decisiones importantes como la ubicación de las parcelas demostrativas, la participación de cada uno de los productores entre otros.



Entre los muchos desafíos a los que se enfrentan cada día los productores de ambas comunidades, está la erosión de los suelos y la pérdida de las cosechas. Actualmente, el riego lo aplican por inundación o surco, lo que no les permite distribuir adecuadamente el recurso a todos los socios. Este uso poco sustentable del agua afecta la calidad de vida de la población.

Es en este contexto que se inserta el Proyecto de Irrigación Tecnificada (Goteo), que permitirá a los agricultores utilizar de forma más eficiente el agua a través de infraestructura de riego tecnificado parcelario (riego por goteo), además de recibir apoyo técnico para fortalecer la organización de la asociación, desarrollar prácticas ambientales y de economía productiva, así como respaldar la comercialización de sus productos.

### **3.3. CALIDAD DE AGUA DE RIEGO.**

La calidad del agua para irrigación está determinada por la cantidad y tipo de sales que la constituyen. El agua de riego puede crear o corregir suelos salinos o alcalinos. La concentración de sales en el agua de riego reduce el agua disponible para los cultivos, es decir la planta debe ejercer mayor esfuerzo para poder absorber el agua, puede incluso llegar a sufrir estrés fisiológico por deshidratación, afectando esto su crecimiento (Moya, 2009).

Según Cánovas, 1986, (citado por Garzón, 2002). La clasificación de agua de riego está en función a la relación de absorción de sodio y a la Conductividad eléctrica.

La relación de absorción de Sodio junto con la salinidad del agua, son los criterios más restrictivos para el uso del agua para riego. El conocimiento de la calidad del agua es fundamental para la elección del método de riego o cultivo a implantar, así como del propio manejo del riego, incluso si fuera necesario para el diseño de la red de drenaje (Serrano 2013).

### **3.4. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO**

#### **Información de Campo.**

**Procedencia:** Guayabillas/Padcaya/Arce/Tarija

**Entrada muestra:** 23/08/2023

**Inicio de ensayo:** 30/08/2023 **Fin del ensayo:** 04/09/2023

**Fuente de agua:** Agua de reservorio

Cuadro N° 3 Resultados de Análisis Químico.

PARÁMETRO	RESULTADOS	CLASIFICACIÓN	MÉTODO
<b>pH</b>	7.74	Normal	Electrométrico
<b>Conductividad Eléctrica</b>	0.146 dS/m	Normal	Electrométrico
<b>Conductividad Eléctrica</b>	146 $\mu$ S/cm	Normal	Convertido
<b>Carbonatos</b>	0.30 mg/L CO <sub>3</sub>	Normal	Volumétrico
<b>Bicarbonatos</b>	160.47 mg/L HCO <sub>3</sub>	Normal	Volumétrico
<b>Sulfatos</b>	6.52 mg/L SO <sub>4</sub>	Normal	Colorimétrico
<b>Calcio</b>	2.86 mg/L Ca <sup>2+</sup>	Normal	Abs. Atómica
<b>Magnesio</b>	5.16 mg/L Mg <sup>2+</sup>	Normal	Abs. Atómica
<b>Potasio</b>	5.37 mg/L K <sup>+</sup>	Alto	Abs. Atómica
<b>Sodio</b>	2.66 mg/L Na <sup>+</sup>	Normal	Abs. Atómica
<b>RAS</b>	1.33	Normal	Cálculo

Fuente: (U.A.J.M.S. F.C.A.F. laboratorio de suelos y agua, 2023)

De acuerdo a la tabla anterior, el resultado del análisis de laboratorio, del agua del reservorio establece los siguientes resultado de pH de 7.74, en estado normal, la conductividad eléctrica 0.146 dS/m, en estado normal, el Carbonatos 0.30 mg/L CO<sub>3</sub>, en estado normal, el Bicarbonatos 160.47 mg/L HCO<sub>3</sub>, en estado normal, el Sulfatos 6.52 mg/L SO<sub>4</sub>, en estado normal, el Calcio 2.86 mg/L Ca<sup>2+</sup>, en estado normal, el Magnesio 5.16 mg/L Mg<sup>2+</sup>, en estado normal, el Potasio 5.37 mg/L K<sup>+</sup>, alto contenido de potasio, el Sodio 2.66 mg/L Na<sup>+</sup>, en estado normal, el RAS 1.33 en estado normal.

### 3.4.1. Clasificación según su Relación de Absorción de Sodio

Uno de los iones que más favorece la degradación del suelo es el sodio que sustituye al calcio en zonas áridas. Esta sustitución da lugar a una dispersión de los agregados y a una pérdida de la estructura, por lo que el suelo pierde rápidamente su permeabilidad. (Cánovas, 1986). Para prever la degradación que puede provocar una determinada agua de riego se calcula el índice de Relación de Absorción de Sodio, que hace referencia a la proporción relativa en que se encuentran el ion sodio y los iones calcio y magnesio

El valor relación de absorción de sodio indica la posibilidad de que el agua de riego provoque la sodificación del suelo, lo que depende de la proporción de Na<sup>+</sup>, respecto a los demás cationes.

El cálculo del RAS se realizó con la siguiente ecuación:

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}} meq / l$$

$$RAS = \frac{2.66}{\sqrt{\frac{2.86 + 5.16}{2}}} = 1.33 meq / l$$

De la anterior ecuación se tiene, un valor del RAS de 1.33 meq/l.

Las aguas según su relación de absorción de sodio pueden pertenecer a 4 clases, según

Cánovas, (1978):

**S 1.-** Agua baja en sodio, que puede utilizarse para riego de la mayoría de los cultivos y en la mayoría de los suelos, el valor de RAS puede variar entre 0-10 meq/l.

**S 2.-** Agua media en sodio, que puede utilizarse en suelo de textura gruesa o en suelos orgánicos de buena permeabilidad. El valor de RAS varía entre 10-18 meq/l.

**S 3.-** Agua alta en sodio que puede producir niveles tóxicos en la mayoría de los suelos, los cuales requerirían prácticas especiales de manejo, RAS de 18 -26 meq/l.

**S 4.-** Agua muy alta en sodio, inadecuada para riego, salvo que su CE sea bajo, la aplicación de yeso sería antieconómica, el valor de RAS es mayor de 26 meq/l.

Según los datos obtenidos en laboratorio y según el valor del RAS calculado, las agua que ingresan al reservorio están clasificadas como CLASE 1, (1.33 meq/l está dentro del rango de 0 – 10 meq/l) Agua bajas en sodio, que puede utilizarse para riego de la mayoría de los cultivos y en la mayoría de los suelos

#### **3.4.2. Clasificación según su Conductividad Eléctrica.**

La conductividad eléctrica da una idea del contenido total de sales en el agua. Cuanto más elevada sea la conductividad mayor será el contenido de sales, las unidades más frecuentes son los microsiemens por centímetro ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). La conductividad eléctrica es una medida indirecta del contenido de sales disueltas en el agua.

Este caso y según los datos obtenidos en laboratorio se tiene un valor de la conductividad eléctrica de 0.146 dS/m, convirtiendo el valor en  $\mu\text{S}/\text{cm}$  se tiene un valor de 146  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Según Vásquez et al., (2000), las clases de agua según conductividad eléctrica, se divide en cuatro clases: Clase 1, agua de baja salinidad que puede utilizarse para riego; Clase 2, agua de salinidad media, que puede utilizarse siempre y cuando haya cierto grado de lavado; Clase 3, agua altamente salino, utilizarse con plantas tolerantes y con suelos con buen drenaje; Clase 4, agua altamente salina, que puede utilizarse en suelos permeables con buen drenaje y para cultivos altamente tolerantes a sales

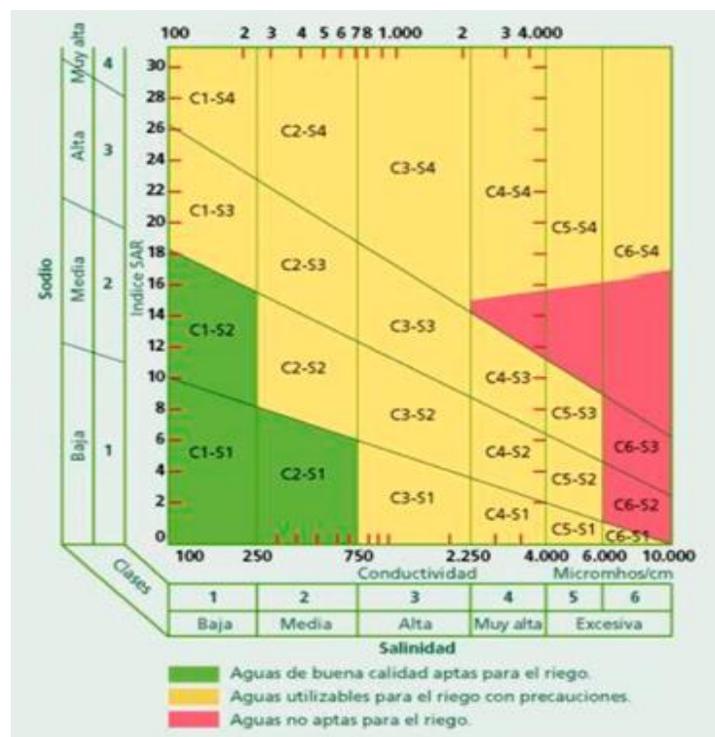
**Tabla N° 6** Parámetros de Calidad de Agua del Reservorio

Parámetros	Unidades	Resultados	Rango	Clase
Conductividad eléctrica	146	$\mu\text{S}/\text{cm}$	< 250	C-1
RAS	1.33	$\text{Meq}/\text{l}$	0 - 10	S-1

**Fuente:** Elaboración propia con datos de laboratorio

La tabla N° 6 muestra la calidad de agua del reservorio que es utilizada para riego, con los siguientes resultados: C.E. de  $146 \mu\text{S}/\text{cm}$ , agua de salinidad baja clase C 1, apta para todo tipo de cultivos; con un RAS de  $1.33 \text{ meq}/\text{l}$  agua de baja peligrosidad sódica clase S1, aplicable para la mayoría de cultivos.

**Figura N° 2** Normas Riverside para evaluar la calidad de aguas de riego.



**Fuente:** (U.S. Soild Salinity Laboratory).

En función anterior la fuente de agua que en la actualidad se usa para consumo humano y riego son aguas de clase C1- S1 utilizables para el riego con precauciones. Así mismo la calidad de agua del reservorio es de clase C1-S1 de buena calidad aptas para el riego.

El recurso hídrico de la vertiente puede ser usado para el riego de cultivos, debido a que los valores de RAS promedio y conductividad eléctrica promedio fueron de 146 meq/L y  $< 250$  uS/cm, respectivamente, ubicándose en la clasificación C1-S1 el cual indica que el agua presenta un valor bajo de peligrosidad salina y un valor baja peligrosidad sódica.

### **3.5. DISEÑO AGRONÓMICO.**

La aplicación del diseño agronómico representa la primera fase del procedimiento de diseño de cualquier tipo de sistema riego, partiendo de los datos climáticos, de cultivo y de suelo, obteniéndose finalmente el caudal necesario, los tiempos de riego y el número de módulos de riego.

Para este diseño se procedió a la división de los cultivos en cultivos anuales y cultivo de frutales, sobre los cuales se desarrolló el diseño correspondiente,

#### **3.5.1. Cedula y calendario de los cultivos**

En las condiciones climáticas de la comunidad de Guayabillas, Municipio de Padcaya, se desarrolla una agricultura limitada tanto a secano como bajo riego, concentrándose la mayor producción en época intermedia.

##### **a) Cédula Actual**

De acuerdo a la encuesta realizada a los beneficiarios de la vertiente de comunidad de Guayabillas y La Merced, se recolectó información de campo, se han identificado un total de 18.581 hectáreas cultivadas, con cultivos tradicionales y son los más comunes, en su mayor parte destinados al autoconsumo y en menor proporción al mercado los cuales les genera rentabilidad según lo indicaban los beneficiarios, a continuación, se indican los cultivos que se siembran según las temporadas del año.

**Tabla N° 7** Área actual cultivada en hectáreas, del área de incidencia del Proyecto de Riego

Cultivo	Mes de Siembra	Área (ha)	Porcentaje %
Maíz (grano)	Octubre	6.00	32.29
Papa (Intermedia)	Octubre	5.00	26.91
Arveja (Verde)	Agosto	3.00	16.15
Cebolla (Cabeza)	Noviembre	4.00	21.53
Manzana	Septiembre	0.041	0.22
Durazno	Septiembre	0.36	1.94
Palta	Septiembre	0.09	0.48
Chirimoya	Septiembre	0.09	0.48
		<b>18.581</b>	<b>100.00</b>

**Fuente:** Elaboración propia

La tabla N°7 muestra las superficies de cultivos del área investigativa donde la producción del cultivo de maíz y papa tienen el más alto porcentaje de superficie cultivada 32.29 y 26.91 % respectivamente, mientras la producción de cebolla y arveja verde tiene el 21.53 y 16.15 % de la superficie cultivada; el cultivo de esta especie agrícola en la zona es seco, con riego suplementario cuyo riego es por gravedad. El cultivo de frutales, como manzana y durazno tiene superficie más grande con el 1.94 % para del total de la superficie cultivada, el cual utilizan riego a goteo.

En los siguientes cuadros se muestran los calendarios de siembra, periodos de desarrollos del cultivo de frutales en las dos comunidades Guayabillas y La Merced municipio de Padcaya.

### 3.5.2. Calendario Agrícola Sin Proyecto

En la comunidad de Guayabillas, el periodo vegetativo de los cultivos se desarrolla a partir del mes de agosto, puesto que los meses de junio y julio se caracteriza por la ausencia de todo crecimiento vegetativo debido a los intensos fríos que se registran en la zona de estudio. El patrón de las actividades agrícolas se encuentra distribuida a partir del mes de junio para las diferentes especies cultivadas.

Para disminuir los efectos adversos de los fenómenos agros climatológicos que provocan pérdidas significativas en la producción agrícola los agricultores de esta comunidad usan variedades precoces de maíz, papa, cebolla y arveja y frutales como manzana y durazno, que tienen menos probabilidad de ser afectadas por las heladas, asimismo algunas familias siembran en diferentes épocas con la finalidad de asegurar parte de la producción.

### 3.5.3. Calendario Agrícola Sin Proyecto

En la comunidad de Guayabillas y en La Merced, el periodo vegetativo de los cultivos se desarrolla a partir del mes de agosto, puesto que los meses de junio y julio se caracteriza por la ausencia de todo crecimiento vegetativo debido a los intensos fríos que se registran en la zona de estudio. El patrón de las actividades agrícolas se encuentra distribuida a partir del mes de junio para las diferentes especies cultivadas. En cuanto a los frutales el periodo vegetativo comienza a partir del mes de septiembre como se muestra en la siguiente tabla:

### 3.5.4. Cédula de cultivo de Frutales en la comunidad de Guayabillas y La Merced

Los requerimientos de agua de los cultivos están en función de las eficiencias del sistema de riego actual y la disponibilidad de agua. El manejo del agua de riego en la comunidad de Guayabillas y La Merced, es mediante turnos, donde los beneficiarios han obtenido su derecho por los aportes realizados en trabajo y aportes económicos.

**Tabla N° 8** Cédula de Cultivo y Calendario Agrícola de los Frutales

PRODUCTO AGRICOLA	CICLOS DE CULTIVO	INVIERNO			PRIMAVERA			VERANO			OTOÑO		
		Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Manzana	260 días			X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Durazno	270 días			X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Palta	280 días			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Chirimoya	250 días			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.5.5. Cálculo del Área Bajo Riego Óptimo (ABRO)

Este análisis se da inicio con las siguientes consideraciones:

- **Datos agro meteorológicos.**

Para la realización del balance hídrico se consideró los datos de las estaciones climatológica de la Merced con un periodo de registro de 21 años, a continuación, se muestra el resumen climatológico:

**Tabla N° 9** Datos agro climatológicos de la Estación La Merced, para la realización del Balance Hídrico.

**Altitud:** 2200 m.s.n.m.

**Latitud:** 20 °C

Descripción	meses del año											
	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
Temperaturas Mínimas (°C)	268	229	448	706	1,087	1,234	1,342	1,394	1,347	1,294	1,051	1,083
Temperaturas Máximas (°C)	2,339	2,309	2,455	2,512	2,311	2,583	2,500	2,558	2,520	2,497	2,431	2,371
Tempereatura Media (°C)	1,304	1,269	1,452	1,609	1,699	1,909	1,921	1,976	1,934	1,896	1,741	1,727
Humedad Relativa (HR)	054	052	052	053	057	069	040	068	070	069	066	060
Horas sol (Horas)	790	770	850	810	760	760	660	580	590	620	750	780
Velocidad del Viento (m/s)	460	530	520	500	510	480	450	430	390	400	410	450
Precipitaciones (mm)	058	069	221	697	3,945	7,984	15,060	19,495	16,757	13,971	3,942	341

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.5.6. Necesidades hídricas de los cultivos

Luego de establecer los datos agro climatológicos se procedió al cálculo del requerimiento de riego por cada uno de los cultivos, cuyos datos se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla N°10** Cálculo del Requerimiento de Riego Comunidad Guayabillas.

DESCRIPCION	MESES DEL AÑO											
	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
ETo Calaculado (mm/día)	383	392	451	53	592	638	654	653	62	567	493	416
ETo Calaculado (mm/mes)	11,503	12,152	13,973	15,885	18,359	19,125	20,286	20,243	17,372	17,586	14,803	129
Precipitaciones (mm)	060	040	080	870	3,300	4,770	9,360	14,290	9,680	1,480	1,280	910
Precipitación Efectiva (mm)	000	000	000	000	1,350	2,453	5,895	9,593	6,135	000	000	000
Kc Manzana	050	075	095	100	100	095	090	085	070	000	000	000
ETR (mm)	5,752	9,114	13,274	15,885	18,359	18,169	18,257	17,207	12,160	000	000	000
Requerimiento Riego (mm)	5,752	9,114	13,275	15,885	17,009	15,717	12,363	7,614	6,025	000	000	000
Requerimiento Riego (m3)	20,796	32,955	47,999	57,439	61,503	56,828	44,702	27,530	21,786	000	000	000
Kc Durazno	115	110	090	085	000	000	000	055	095	105	115	115
ETR (mm)	13,228	13,367	12,576	13,502	000	000	000	11,134	16,503	18,465	17,023	14,835
Requerimiento Riego (mm)	13,228	13,367	12,576	13,502	000	000	000	1,541	10,368	18,465	17,023	14,835
Requerimiento Riego (m3)	47,832	48,334	45,472	48,823	000	000	000	5,572	37,489	66,766	61,554	53,642
ETR Total (mm)	18,980	22,481	25,850	29,387	18,359	18,169	18,257	28,340	28,664	18,465	17,023	14,835
Área Total (ha)	072	072	072	072	036	036	036	072	072	036	036	036
Requerimiento Neto (m3)	68,628	81,289	93,471	106,262	61,503	56,828	44,702	33,102	59,275	66,766	61,554	53,642
Requerimiento de Riego (mm)	9,490	11,241	12,925	14,694	17,009	15,717	12,393	4,577	8,197	18,465	17,023	14,835
Requerimiento Bruto Total (mm)	13,000	15,399	17,705	20,129	23,300	21,530	16,977	6,270	11,229	25,295	23,319	20,322

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla N° 11** Cálculo del Requerimiento de Riego Comunidad La Merced.

DESCRIPCION	MESES DEL AÑO											
	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
ETo Calaculado (mm/día)	293	308	372	447	49	535	54	536	497	439	368	304
ETo Calaculado (mm/mes)	8,788	9,542	11,527	1,342	15,201	16,037	16,742	16,628	13,913	13,622	11,034	9,434
Precipitaciones (mm)	060	040	080	870	3,300	4,770	9,360	14,290	9,680	1,480	1,280	910
Precipitación Efectiva (mm)	000	000	000	000	1,350	2,453	5,895	9,593	6,135	000	000	000
<b>Kc Palta</b>	<b>072</b>	<b>072</b>	<b>072</b>	<b>072</b>	<b>072</b>	<b>072</b>	<b>072</b>	<b>072</b>	<b>072</b>	<b>072</b>	<b>072</b>	<b>072</b>
ETR (mm)	6,327	6,870	8,299	9,662	10,945	11,547	12,054	11,972	10,017	9,808	7,944	6,792
Requerimiento Riego (mm)	6,327	6,870	8,299	9,662	9,595	9,094	6,159	2,379	3,882	9,808	7,944	6,792
Requerimiento Riego (m3)	5,979	6,492	7,843	9,131	9,067	8,594	5,820	2,249	3,669	9,268	7,508	6,419
<b>Kc Chirimoya</b>	<b>000</b>	<b>000</b>	<b>040</b>	<b>050</b>	<b>050</b>	<b>010</b>	<b>020</b>	<b>020</b>	<b>030</b>	<b>040</b>	<b>040</b>	<b>040</b>
ETR (mm)	000	000	4,611	6,710	7,601	1,604	3,348	3,326	4,174	5,449	4,414	3,774
Requerimiento Riego (mm)	000	000	4,611	6,710	6,251	000	000	000	000	5,449	4,414	3,774
Requerimiento Riego (m3)	000	000	4,150	6,039	153	000	000	000	000	4,904	3,972	3,396
<b>ETR Total (mm)</b>	<b>6,327</b>	<b>6,870</b>	<b>12,910</b>	<b>16,372</b>	<b>18,545</b>	<b>13,150</b>	<b>15,403</b>	<b>15,298</b>	<b>14,191</b>	<b>15,257</b>	<b>12,358</b>	<b>10,566</b>
<b>Requerimiento Neto (m3)</b>	<b>5,979</b>	<b>6,492</b>	<b>11,993</b>	<b>15,170</b>	<b>9,220</b>	<b>8,594</b>	<b>5,820</b>	<b>2,249</b>	<b>3,669</b>	<b>14,172</b>	<b>11,480</b>	<b>9,815</b>
<b>Requerimiento de Riego (mm)</b>	<b>6,327</b>	<b>6,870</b>	<b>6,500</b>	<b>8,222</b>	<b>4,998</b>	<b>4,658</b>	<b>3,155</b>	<b>1,219</b>	<b>1,989</b>	<b>7,681</b>	<b>6,222</b>	<b>5,320</b>
<b>Requerimiento Bruto Total (mm)</b>	<b>8,667</b>	<b>9,411</b>	<b>8,904</b>	<b>11,263</b>	<b>6,847</b>	<b>6,381</b>	<b>4,322</b>	<b>1,670</b>	<b>2,725</b>	<b>10,522</b>	<b>8,523</b>	<b>7,288</b>

**Fuente:** Elaboración propia

De igual forma, en la tabla N° 10 se establece que el mayor requerimiento neto de agua para la comunidad de Guayabillas, está en los meses de agosto y septiembre con un total de 934.71 y 1082.62 m<sup>3</sup> respectivamente, esto debido fundamentalmente que en estos meses son de estiaje, de igual forma se puede observar que los meses de diciembre y enero son de menor requerimiento con un total de 447.02 y 331.02 m<sup>3</sup>, respectivamente. Para el cálculo del requerimiento bruto se trabajó con una eficiencia de riego de 0.73, considerando la eficiencia de captación de 0.90, eficiencia de conducción 1, eficiencia de distribución 0.95 y la eficiencia de aplicación de 0.90, considerando que la mayoría de los cultivos son regados a través de surcos.

En la tabla N° 11 se establece que el mayor requerimiento neto de agua para la comunidad de La Merced, está en los meses de marzo y septiembre con un total de 141.72 y 151.70 m<sup>3</sup> respectivamente, esto debido fundamentalmente que en estos meses son de estiaje, de igual forma se puede observar que los meses de enero y febrero son de menor requerimiento con un total de 22.49.02 y 36.69 m<sup>3</sup>, respectivamente. Para el cálculo del requerimiento bruto se trabajó con una eficiencia de riego de 0.73, considerando la eficiencia de captación de 0.90, eficiencia de conducción 1, eficiencia de distribución 0.95 y la eficiencia de aplicación de 0.90, considerando que la mayoría de los cultivos son regados a través de surcos.

### **3.5.7. Determinación de la oferta y demanda**

La demanda hídrica total de riego del área investigativa y productiva en la comunidad de Guayabillas para la gestión agrícola 2022 - 2023 fue de 7870.20 m<sup>3</sup>, donde los meses de marzo y septiembre, son la mayor demanda 667.66 y 1082.62 m<sup>3</sup> respectivamente y los meses de menor demanda hídrica son los meses de diciembre y enero con 447.02 y 331.01 m<sup>3</sup> respectivamente.

En cuanto a la oferta de agua desde la vertiente para estos meses la oferta es de 1982.08 m<sup>3</sup>, cubriendo los requerimientos mínimos de los cultivos.

**Tabla N° 12** Balance de Oferta y Demanda Comunidad Guayabillas

DETALLE	MESES DEL AÑO 2023												Annual
	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	
	30	31	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31	
Oferta Total (m <sup>3</sup> )	191,80	198,202	198,202	191,808	198,202	191,808	198,202	198,202	179,021	198,202	191,808	198,202	2,333,667
Oferta Total (l/s)	041	041	041	041	041	041	041	041	041	041	041	041	492
Demanda Total (m <sup>3</sup> )	66,928	81,288	93,471	108,262	61,503	56,328	44,702	33,101	59,275	66,766	61,554	53,842	787,020
Demanda Total (l/s)	026	030	035	041	023	022	017	012	025	025	024	020	300
Balance (l/s)	015	011	006	000	018	019	024	029	016	016	017	021	192

**Fuente:** Elaboración propia.

La demanda hídrica total de riego del área investigativa y productiva en la comunidad de La Merced para la gestión agrícola 2022 - 2023 fue de 1046.53 m<sup>3</sup>, donde los meses de marzo y septiembre, son la mayor demanda 141.72 y 151.70 m<sup>3</sup> respectivamente y los meses de menor demanda hídrica son los meses de enero y febrero con 22.49 y 36.68 m<sup>3</sup> respectivamente.

En cuanto a la oferta de agua desde la vertiente para estos meses la oferta es de 5946.05 m<sup>3</sup>, cubriendo los requerimientos mínimos de los cultivos.

**Tabla N° 13** Balance de Oferta y Demanda Comunidad La Merced.

DESCRIPCIO N	MESES DEL AÑO 2023												Annual
	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	
	30	31	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31	
Oferta Total (m <sup>3</sup> )	575,424	594,605	594,605	575,424	594,605	575,424	594,605	594,605	537,062	594,605	575,424	594,605	7,000,993
Oferta Total (l/s)	074	074	074	074	074	074	074	074	074	074	074	074	888
Demanda Total (m <sup>3</sup> )	5,979	6,492	11,993	15,170	9,220	8,594	5,820	2,249	3,669	14,172	11,480	9,815	104,653
Demanda Total (l/s)	002	002	004	006	003	003	002	001	002	007	004	004	040
Balance (l/s)	072	072	070	068	071	071	072	073	072	069	070	070	

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.5.8. Frecuencia de riego para los diferentes cultivos comunidad Guayabillas.

A continuación, en las siguientes tablas y a partir de los datos de densidad aparente, criterio de riego, profundidad de raíces, capacidad de campo y punto de marchitez se procede al cálculo de la lámina neta y con el requerimiento bruto se calcula la frecuencia de riego para cada uno de los cultivos, datos tabulados en las tablas.

**Tabla N° 14** Cálculo de la frecuencia de riego para el cultivo de Manzana.

Manzana												
Guayabillas												
Densidad Aparente del Suelo	141											
Criterio de Riego (0.6 a 0.4)	06											
Profundidad de raíces del cultivo (m)	05											
Capacidad de Campo	30											
Punto de Marchitez	14											
DESCRIPCION	MESES DEL AÑO											
	Jun 30	Jul 31	Ago 31	Sep 30	Oct 31	Nov 30	Dic 31	Ene 31	Feb 28	Mar 31	Abr 30	May 31
Lamina Neta $L_n = (CC - PMP) / 100 * DA * CR * PR$	6,76 8	6,76 8	6,76 8	6,76 8	6,76 8	6,76 8	6,76 8	6,76 8	6,76 8	6,76 8	6,76 8	6,76 8
Requerimiento Bruto mm/dia	5,75 2	13,3 67	12,5 76	13,5 02	000	000	000	1,54 1	10,3 68	18,4 65	17,0 23	14,8 35
Frecuencia de riego $Fr = L_n / R_b$	1	1	1	1	0	0	0	4	1	0	0	0

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla N° 15** Cálculo de la Frecuencia de Riego para el Cultivo de Durazno

Durazno												
Guayabillas												
Densidad Aparente del Suelo	141											
Criterio de Riego (0.6 a 0.4)	06											
Profundidad de raíces del cultivo (cm)	07											
Capacidad de Campo	30											
Punto de Marchitez	14											
DESCRIPCION	MESES DEL AÑO											
	JUN 30	JUL 31	AG O 31	SEP 30	OC T 31	NO V 30	DI C 31	EN E 31	FEB 28	MA R 31	ABR 30	MA Y 31
Lamina Neta $L_n = (CC - PMP) / 100 * DA * CR * PR$	9,47 5	9,47 5	9,47 5	9,47 5	9,47 5	9,47 5	9,47 5	9,47 5	9,47 5	9,47 5	9,47 5	9,47 5
Requerimiento Bruto mm/dia	13,2 28	13,3 67	12,5 76	13,5 02	000	000	000	1,54 1	10,3 68	18,4 65	17,0 23	14,8 35
Frecuencia de riego $Fr = L_n / R_b$	0	0	0	1	0	0	0	6	0	1	1	1

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla N° 16** Resumen de la Frecuencia de Riego para los diferentes cultivos de Manzana y Durazno Comunidad Guayabillas.

DESCRIPCION	MESES DEL AÑO											
	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
	30	31	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31
Frecuencia de riego para la manzana	1	1	1	1	0	0	0	4	1	0	0	0
Frecuencia de riego para la durazno	0	0	0	1	0	0	0	6	0	1	1	1
<b>FRECUENCIA DE RIEGO TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Fuente: Elaboración propia.

Considerando estos valores puede advertir que la mayor frecuencia de riego es en el mes de enero con un intervalo de 11 días, los otros presentan menor frecuencia de riego de 1, con intervalos casi diario, como se muestra en la tabla anterior.

### 3.5.9. Tiempo de riego comunidad Guayabillas.

De igual manera, a partir de los datos de infiltración básica y la lámina neta se procedió al cálculo del tiempo de riego, el cual se establece en 5 hora, como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla N° 17** Cálculo del tiempo de Riego Comunidad Guayabillas.

Descripción	MESES DEL AÑO											
	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
Caudal Neto (l/s)	026	03	035	041	023	022	017	012	025	025	024	02
Caudal (l/s/ha)	037	042	048	057	064	061	046	017	034	069	066	055
Caudal Unitario Bruto (l/s/ha)	037	042	048	057	064	061	046	017	034	069	066	055
Infiltración básica de 12.5 (mm/h)	115	115	115	115	0	0	0	115	115	115	115	115
Lamina neta a reponer (mm)	9,475	#####	9,475	9,475	0	0	0	9,475	9,475	9,475	#####	9,475
Tiempo de riego (h)	8	8	8	8	0	0	0	8	8	8	8	8

Fuente: Elaboración propia.

### 3.5.10. Frecuencia de riego para los diferentes cultivos comunidad La Merced.

De igual manera se procedió a los cálculos de frecuencia en la comunidad de La Merced.

**Tabla N° 18** Cálculo de la Frecuencia de Riego para el Cultivo De Palta.

Palta													
La Merced													
Densidad Aparente del Suelo	141												
Criterio de Riego (0.6 a 0.4)	06												
Profundidad de raíces del cultivo (m)	08												
Capacidad de Campo	30												
Punto de Marchitez	14												
DESCRIPCION	MESES DEL AÑO												
	JUN	JUL	AG O	SEP	OC T	NO V	DIC	EN E	FEB	MA R	AB R	MAY	
	30	31	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31	
Lamina Neta $L_n = (CC - PMP) / 100$ * $DA * CR * PR$	10,8 29	10,8 29	10,8 29	10,8 29	10,8 29	10,8 29	10,8 29	10,8 29	10,8 29	10,8 29	10,8 29	10,8 29	####
Requerimiento Bruto mm/día	6,32 7	6,87 0	8,29 9	9,66 2	9,59 5	9,09 4	6,15 9	2,37 9	3,88 2	9,80 8	7,94 4	####	
Frecuencia de riego $Fr = L_n / R_b$	2	2	1	1	1	1	2	5	1	1	1	2	

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla N° 19** Cálculo de la frecuencia de riego para el Cultivo de Chirimoya

Chirimoya												
La Merced												
Densidad Aparente del Suelo	141											
Criterio de Riego (0.6 a 0.4)	06											
Profundidad de raíces del cultivo (cm)	04											
Capacidad de Campo	30											
Punto de Marchitez	14											
DESCRIPCION	MESES DEL AÑO											
	JUN	JUL	AG O	SEP	OC T	NO V	DIC	EN E	FEB	MA R	AB R	MA Y
	30	31	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31
Lamina Neta $L_n = (CC - PMP) / 100$ * $DA * CR * PR$	5,414	5,414	5,414	5,414	5,414	5,414	5,414	5,414	5,414	5,414	5,414	5,414
Requerimiento Bruto mm/día	000	000	4,61 1	6,71 0	6,25 1	000	000	000	000	5,44 9	4,41 4	3,774
Frecuencia de riego $Fr = L_n / R_b$	000	000	1	1	1	000	000	000	000	1	1	1

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla N° 20** Resumen de la frecuencia de riego para los diferentes cultivos comunidad La Merced.

DESCRIPCION	MESES DEL AÑO											
	Jun 30	Jul 31	Ago 31	Sep 30	Oct 31	Nov 30	Dic 31	Ene 31	Feb 28	Mar 31	Abr 30	May 31
Frecuencia de riego para la manzana	2	2	1	1	1	1	2	5	1	1	1	2
Frecuencia de riego para la durazno	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
<b>FRECUENCIA DE RIEGO TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Considerando estos valores se puede advertir que la mayor frecuencia de riego es en el mes de enero con un intervalo de 5 días, seguido por los meses de abril y mayo cuya frecuencia de riego es cada 3 días, los otros meses presentan una frecuencia de riego de 2 días, y el mes que presentan menor frecuencia de riego es el mes de noviembre que es de 1 día, con intervalos casi diario, como se muestra en la tabla anterior.

### 3.5.11. Tiempo de riego comunidad La Merced.

De igual manera, a partir de los datos de infiltración básica y la lámina neta se procedió al cálculo del tiempo de riego, el cual se establece en 9 hora, como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla N° 21** Cálculo del Tiempo de Riego Comunidad La Merced

DESCRIPCION	MESES DEL AÑO											
	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
Caudal Neto (l/s)	002	002	004	006	003	003	002	001	002	005	004	004
Caudal (l/s/ha)	024	026	024	032	019	018	012	005	008	029	024	020
Caudal Unitario Bruto (l/s/ha)	024	026	024	032	019	018	012	005	008	029	024	020
Infiltración básica de 12.5 (mm/h)	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115	115
Lamina neta a reponer (mm)	10,82 9	##### #	10,82 9	10,82 9	10,82 9	10,82 9	10,8 29	#####	10,8 29	#####	###	##### #
Tiempo de riego (h)	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

**Fuente:** Elaboración propia.

### **3.6. DISEÑO HIDRÁULICO DE RIEGO POR GOTEO COMUNIDAD DE GUAYABILLAS.**

Con el diseño hidráulico se determinaron los componentes, dimensiones de la red y funcionamiento de la instalación de riego, de tal manera que se puedan aplicar las necesidades de agua al cultivo en el tiempo que se haya establecido, teniendo en cuenta el diseño agronómico previamente realizado.

Para el diseño de los módulos de riego, los cálculos hidráulicos consisten en determinar en primer lugar los caudales en laterales y terciarias y a continuación, teniendo en cuenta la tolerancia de presiones, calcular para las mismas tuberías los diámetros y el régimen de presiones. Esta es la fase más complicada del cálculo hidráulico y con ella acaba el diseño de la subunidad.

Tipo de cultivo= Durazno y manzana

Superficie de la parcela=735m<sup>2</sup>

Fuente de abastecimiento Tinaco

#### **Datos.**

Q = Caudal de Ingreso

Q = 0.74 Lt/s = 7.4 E-04 m<sup>3</sup>/s

#### **3.6.1. Paso N°1. Definir tipo de gotero,**

En esta oportunidad estamos trabajando con goteros regulables.

PLASGOT

CAUDAL DE 0 A 70 LPH

PRESION MINIMA 15 PSI=10 MCA

#### **Datos.**

**L** = Longitud tubería lateral

**D** = Diámetro interno (m)

**Q gotero =** Caudal o gasto del gotero

**Distribución Gotero =** Distancia entre goteros

**L =** 35m

**D=** 16mm = 0.016m

**Q gotero =** 50L/h

**Distribución gotero =** 4m

Se definió 4 metros de distancia por que las raíces son superficiales.

### Cálculo De F.

#### Datos.

N= número de goteros

$$N = \frac{\text{Longitud de la tubería}}{\text{Distancia entre goteros}}$$

$$N = 8.75$$

$$N = 8$$

**Cuadro N° 4** Coeficientes de Christiansen para salidas múltiples (F)

N	n=1.75	n=1.80	n=1.85	n=1.90	n=2.00
1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2	0.650	0.644	0.639	0.634	0.625
3	0.546	0.54	0.535	0.528	0.518
4	0.497	0.491	0.486	0.480	0.496
5	0.469	0.463	0.457	0.451	0.440
6	0.451	0.445	0.435	0.433	0.421
7	0.438	0.432	0.425	0.419	0.408
8	0.428	0.422	0.415	0.410	0.398

$$F = 0.398$$

**Exponente del gasto.****Cálculo De K**

**K** = Rugosidad de Manning

**n** = Coeficiente de rugosidad de Manning 0.008 polietileno de baja densidad

$$K = 10.2936 * n^2$$

$$K = 0.00065879$$

**Cálculo del Q****DATOS**

**Q** = Caudal o Gasto Total.

**N** = Numero de goteros.

**Q<sub>got</sub>** = Caudal o gasto de cada gotero.

$$Q = N * Q_{got}$$

$$Q = 400L/h$$

$$Q = 0.000111111m^3/s$$

**3.6.2. Tubería lateral**

Las laterales son las tuberías las cuales son encargadas de distribuir el agua a las plantas por medio de los emisores que van conectados a ellas, las cuales fueron diseñadas siguiendo las curvas de nivel. Donde el aporte de agua debe ser uniforme por parte de los emisores, tratando que estos apliquen la misma cantidad de agua, debido a esto, la presión deberá de ser constante en todos los emisores.

En el diseño hidráulico en laterales el diferencial de altura entre el punto más alto y más bajo se la obtuvo con el programa de Google Earth. El Factor de Christiansen se seleccionó los valores de 10 = debido a que la primera descarga se encuentra a una distancia igual a la mitad del espaciamiento entre descargas. Los valores dependían de

acuerdo al número de laterales que se encuentran en el módulo.

El coeficiente de Hazen-Williams determina la rugosidad para diferentes materiales, donde todos estos valores sirvieron para el cálculo del diseño hidráulico de laterales, que está compuesto por 16 fórmulas.

**Cálculo de la pérdida de carga en la salida múltiple.**

$$h_{ft} = F * K \frac{L}{D^{5.33}} Q^2 \quad K = 10.2936 * n^2$$

**Hft** = Pérdida de carga en tubería con salidas múltiples(m)

**F** = Factor de corrección de Christiansen (Adimensional)

**K** = Coeficiente de tablas que toma en cuenta la rugosidad de la tubería (Adimensional)

**L** = Longitud de la tubería (m)

**D** = Diámetro interno (m)

**Q** = Caudal o gasto (m<sup>3</sup>/s)

**m** = 5.3333

$$h_{ft} = F * K \frac{L}{D^m} Q^2$$

$$h_{f1} = 0.43 \text{ m}$$



Calculando el número de tuberías (N°).

N' = número de tuberías

$$N' = \frac{\text{Longitud de la tubería}}{\text{separación entre emisores}}$$

$$N' = 5.25$$

$$N' = 6$$

**Cálculo del gasto total que circula en la tubería:**

$$Q = (\text{Gasto de tubería}) * (N)$$

$$Q = 0,0006667 \text{ m}^3/\text{s}$$

**Cuadro 5:** Coeficientes de Christiansen para salidas múltiples (F)

		Exponente del gasto					
		N	n=1.75	n=1.80	n=1.85	n=1.90	n=2.00
Numero de	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	2	0.650	0.644	0.639	0.634	0.625	0.625
	3	0.546	0.54	0.535	0.528	0.518	0.518
	4	0.497	0.491	0.486	0.480	0.496	0.496
	5	0.469	0.463	0.457	0.451	0.440	0.440
	6	0.451	0.445	0.435	0.433	0.421	0.421

$$F = 0.421$$

**Calculo de F:**

**K**= Rugosidad de Manning

**n** = Coeficiente de Rugosidad de Manning 0,009 Politubo

$$K=10.2936 * n^2$$

$$K=0,000833782$$

**Cálculo de la pérdida de carga en la salida múltiple.**

$$h_{ft}=F * K \frac{L}{D^m} Q^2$$

Donde:

Hft= Pérdida de carga en tubería con salidas múltiples(m)

F= Factor de corrección de Christiansen (Adimensional)

K= Coeficiente de tablas que toma en cuenta la rugosidad de la tubería (Adimensional)

L= Longitud de la tubería (m)

D= Diámetro interno (m)

Q= Caudal o gasto (m<sup>3</sup>/s)

$$m= 5,3333$$

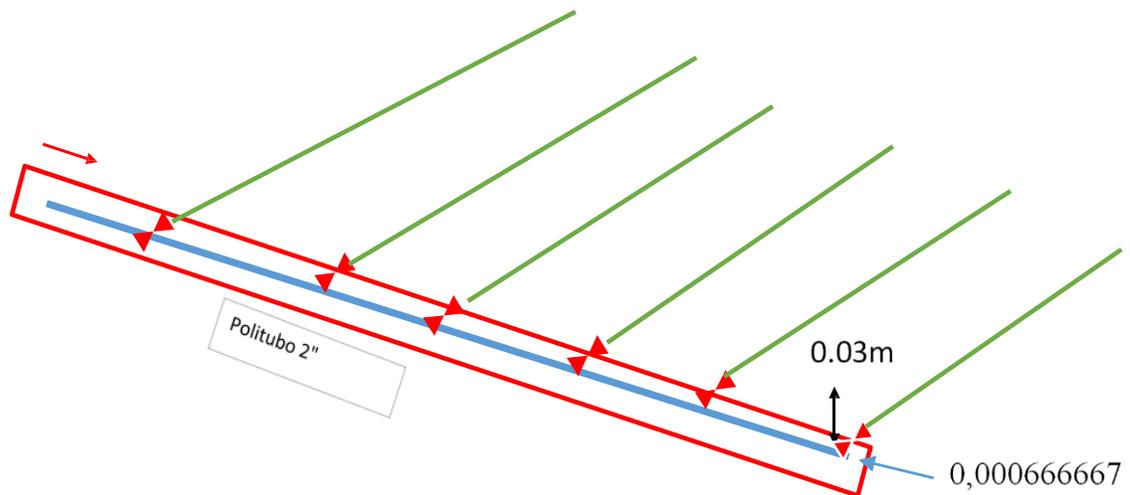
En esta oportunidad se trabajo con un diámetro de 2plg porque es el diámetro que menos perdidas de carga produce.

$$L= 21m$$

$$D= 50.8 \text{ m} = 0.0508 \text{ m} \quad 2 \text{ plg}$$

$$h_{ft}= F * K \frac{L}{D^m} Q^2$$

$$h_{f2}= 0.03m = 0,000666667 \text{ m}^3/\text{s}$$

**Figura 4:** Salida Múltiple**3.6.4. Paso N°3 Tubería principal tramo A-B.**

La tubería principal es la encargada de transportar el agua a las tuberías múltiples. Para el diseño de la tubería principal se procedió a seleccionar que módulos se regarán al mismo tiempo, para el caso de este proyecto se procedió a seleccionar módulos que no se encuentren al mismo nivel de la tubería principal, para así poder trabajar con caudales menores y que la tubería principal sea del menor diámetro posible. Para este diseño se utilizan dos fórmulas.

$$h_f = 10.2936 n^2 \frac{Q^2}{D^{16/3} * L}$$

**DATOS**

Hf= Pérdida de carga por fricción en la tubería (m)

L= Longitud de la tubería (m)

D= Diámetro interno (m)

Q= Caudal o gasto (m<sup>3</sup>/s)

$n =$  Coeficiente de rugosidad de Manning = 0.009

$L =$  35m

$Q =$  0.0006667 m<sup>3</sup>/s = 0.666666 Lt/s

Diámetro = 0.0508 m 2 plg.

$$h_{f3} = 0.104 \text{ m}$$

### DATOS.

$h_f =$  Pérdida de carga

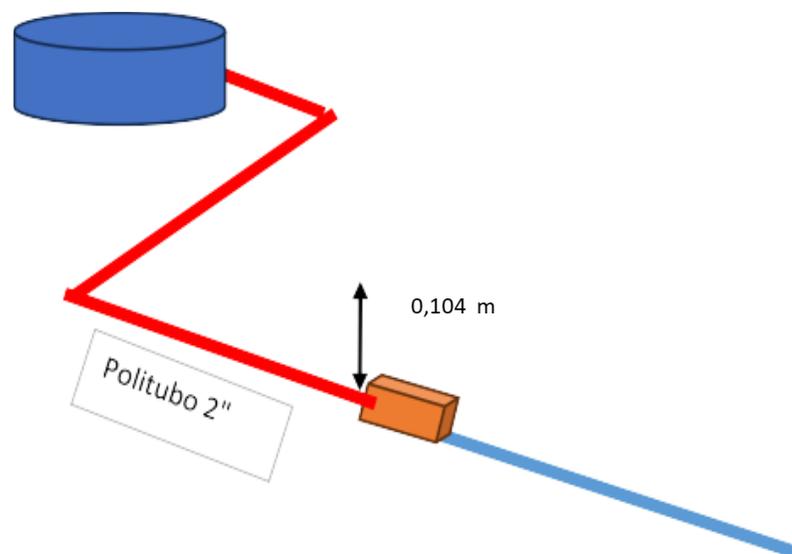
$h_{fT} =$  Pérdidas de carga total

$h_f =$  0.558m ca + 10% de carga localizada

**Carga localizada = 0.056 mca**

$h_f =$  0.614 m

**Figura 5:** Cabezal Tubería Principal



### 3.7. DISEÑO HIDRÁULICO DE RIEGO POR GOTEO COMUNIDAD LA MERCED.

Tipo de cultivo = Palta y chirimoya

Superficie de la parcela = 945 m<sup>2</sup>

Fuente de abastecimiento Hidrante.

#### 3.7.1. Paso N°1.

##### Datos

Q= Caudal de ingreso

Q=2.22Lt/s = 2.2E-03 m<sup>3</sup>/s

Definir tipo de gotero

En esta oportunidad se trabajó con goteros regulables marca PLASGOT

CAUDAL DE 0 A 70 LPH

PRESIÓN MÍNIMA 15 PSI = 10 MCA

##### Datos.

L = Longitud tubería lateral

D = Diámetro interno (m)

Q gotero = Caudal o gasto del gotero

Distancia gotero = Distancia entre goteros

L = 63m

D = 16mm = 0.016m

Q got = 70 m<sup>3</sup>/s

Dist. got = 4 m

Se definió 4 metros de distancia por que las raíces son superficiales

##### Cálculo de F

##### Datos

N = número de goteros

$$N = \frac{\text{Longitud de la tubería}}{\text{Distancia entre goteros}}$$

$$N = 15.75 \Rightarrow 16$$

Cuadro N° 6 de Coeficientes de Christiansen para Salidas Múltiples (F)

		Número de Goteros					
		N	n=1.75	n=1.80	n=1.85	n=1.90	n=2.00
Número de Emisores	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	2	0.650	0.644	0.639	0.634	0.625	0.625
	3	0.546	0.54	0.535	0.528	0.518	0.518
	4	0.497	0.491	0.486	0.480	0.496	0.496
	5	0.469	0.463	0.457	0.451	0.440	0.440
	6	0.451	0.445	0.435	0.433	0.421	0.421
	7	0.438	0.432	0.425	0.419	0.408	0.408
	8	0.428	0.422	0.415	0.410	0.398	0.398
	9	0.421	0.414	0.409	0.402	0.391	0.391
	10	0.415	0.409	0.402	0.396	0.385	0.385
	11	0.410	0.404	0.397	0.392	0.380	0.380
	12	0.406	0.400	0.394	0.388	0.376	0.376
	13	0.403	0.396	0.391	0.384	0.373	0.373
	14	0.400	0.394	0.387	0.381	0.370	0.370
	15	0.397	0.391	0.384	0.379	0.367	0.367
	16	0.395	0.389	0.382	0.377	0.365	0.365

**F=0.365**

### Cálculo de K

**K** = Rugosidad de Manning

**N** = Coeficiente de rugosidad de Manning = 0.008 Polietileno de baja densidad

$$K = 10.2936 * n^2$$

$$K = 0.00065879$$

### Cálculo de Caudal (Q)

#### Datos

**Q** = Caudal o gasto total

**N** = Número de goteros

**Qgot** = Caudal o gasto de cada gotero

$$Q = N * Q_{got}$$

$$Q = 1120 \text{ L/h}$$

$$Q = 0.000311111 \text{ m}^3/\text{s}$$

### 3.7.2. Tubería lateral

**Cálculo de la pérdida de carga en la salida múltiple.**

$$h_{ft} = F * K \frac{L}{D^{5.33}} Q^2$$

**Hft** = Pérdida de carga en tubería con salidas múltiples (m)

**F** = Factor de corrección de Christiansen (Adimensional)

**K** = Coeficiente de tablas que toma en cuenta la rugosidad de la tubería (Adimensional)

**L** = Longitud de la tubería (m)

**D** = Diámetro interno (m)

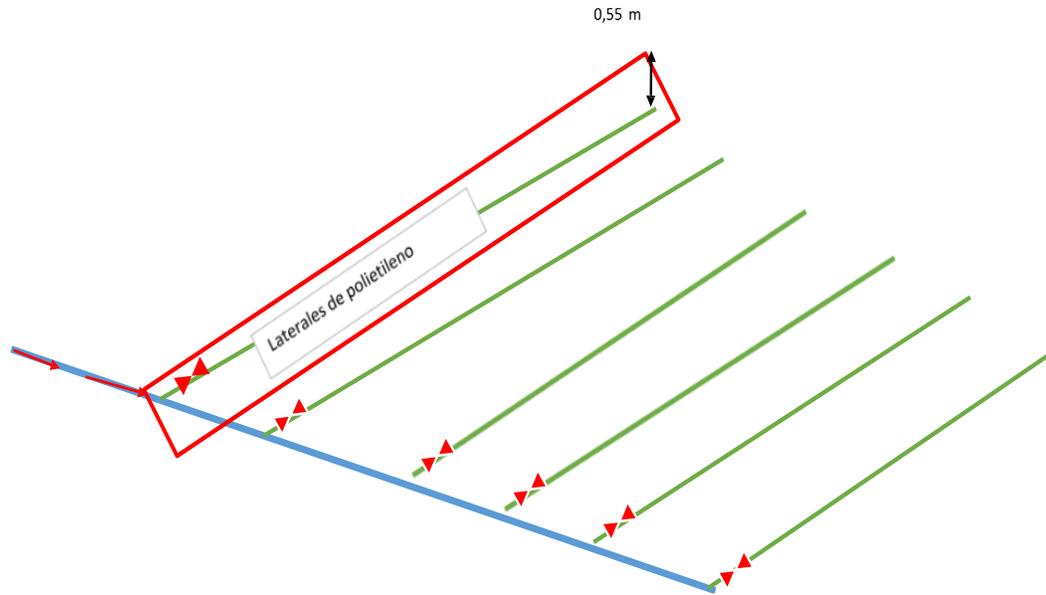
**Q** = Caudal o gasto ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

**m** = 5.3333

$$h_{ft} = F * K \frac{L}{D^m} Q^2$$

$$h_{f1} = 5.55 \text{ m}$$

**Figura 6: Laterales de Polietileno**



**3.7.3. Paso N° 2 Tubería Secundaria.**

**Datos**

L = Longitud de la tubería secundaria

L = 15 m

		4	4	4	
Entrada de agua	TUBO DE POLITUBO DE 2" CON 15 m				
	0.00031	0.00031	0.00031	0.00031	

**Calculando el número de tuberías (N°)**

N' = número de tuberías

$$N' = \frac{\text{Longitud de la tubería}}{\text{separación entre emisores}}$$

$$N' = 3.75$$

$$N' = 4$$

**Cálculo del gasto total que circula en la tubería:**

$$Q = (\text{Gasto de tubería}) * (N)$$

$$Q = 0,0012444 \text{ m}^3/\text{s}$$

**Cuadro N° 7 de Coeficientes de Christiansen para Salidas Múltiples (F)**

Número de Emisores	N	Exponente del gasto				
		n=1.75	n=1.80	n=1.85	n=1.90	n=2.00
1	1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2	2	0.650	0.644	0.639	0.634	0.625
3	3	0.546	0.54	0.535	0.528	0.518
4	4	0.497	0.491	0.486	0.480	0.496

$$F = 0.496$$

**Calculando F:**

**K** = Rugosidad de Manning

**n** = Coeficiente de Rugosidad de Manning 0,009 Politubo

$$K = 10.2936 * n^2$$

$$K = 0,000833782$$

**Cálculo de la pérdida de carga en la salida múltiple.**

$$h_{ft} = F * K \frac{L}{D m} Q^2$$

**Hft**= Pérdida de carga en tubería con salidas múltiples(m)

**F**= Factor de corrección de Christiansen (Adimensional)

**K**= Coeficiente de tablas que toma en cuenta la rugosidad de la tubería  
(Adimensional)

**L**= Longitud de la tubería (m)

**D**= Diámetro interno (m)

**Q**= Caudal o gasto (m<sup>3</sup>/s)

**m**= 5,3333

En esta oportunidad se trabajó con un diámetro de 2plg porque es el diámetro que menos pérdidas de carga produce.

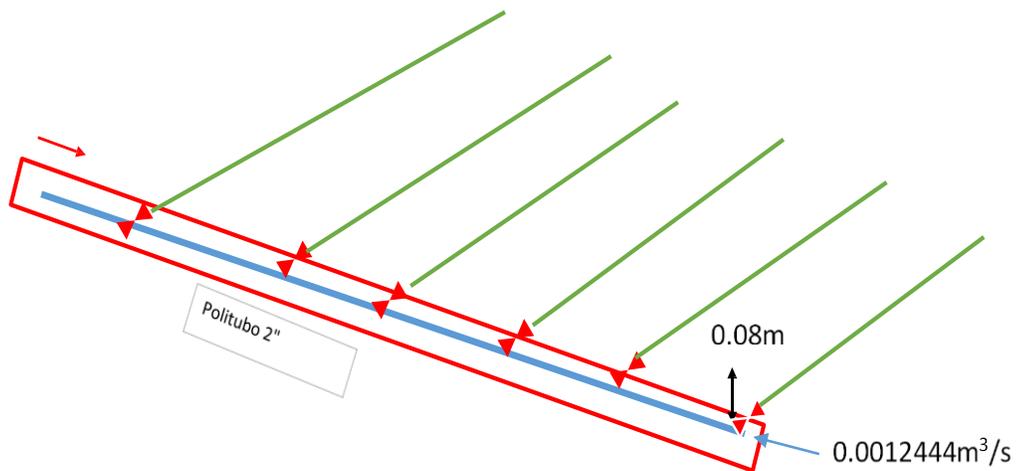
**L**= 15m

**D**= 50.8m = 0.0508m 2plg

$$h_{ft} = F * K \frac{L}{D^m} Q^2$$

$$h_{f2} = 0.08m = 0.0012444 m^3/s$$

**Figura 7:** Salida Múltiple



### 3.7.4. Paso N°3 Tubería principal tramo A-B.

$$h_f = 10.2936 n^2 \frac{Q^2}{D^{16/3} * L}$$

#### Datos.

**Hf** = Pérdida de carga por fricción en la tubería (m)

**L** = Longitud de la tubería (m)

**D** = Diámetro interno (m)

**Q** = Caudal o gasto (m<sup>3</sup>/s)

**n** = Coeficiente de rugosidad de Manning = 0.009

**L** = 5 m

**Q** = 0.0012444 = 1.24444444 Lt/s

**Diámetro** = 0.0508 m 2 plg

**h<sub>f3</sub>** = 0.052 m

#### Datos.

**h<sub>f</sub>** = Pérdidas de carga

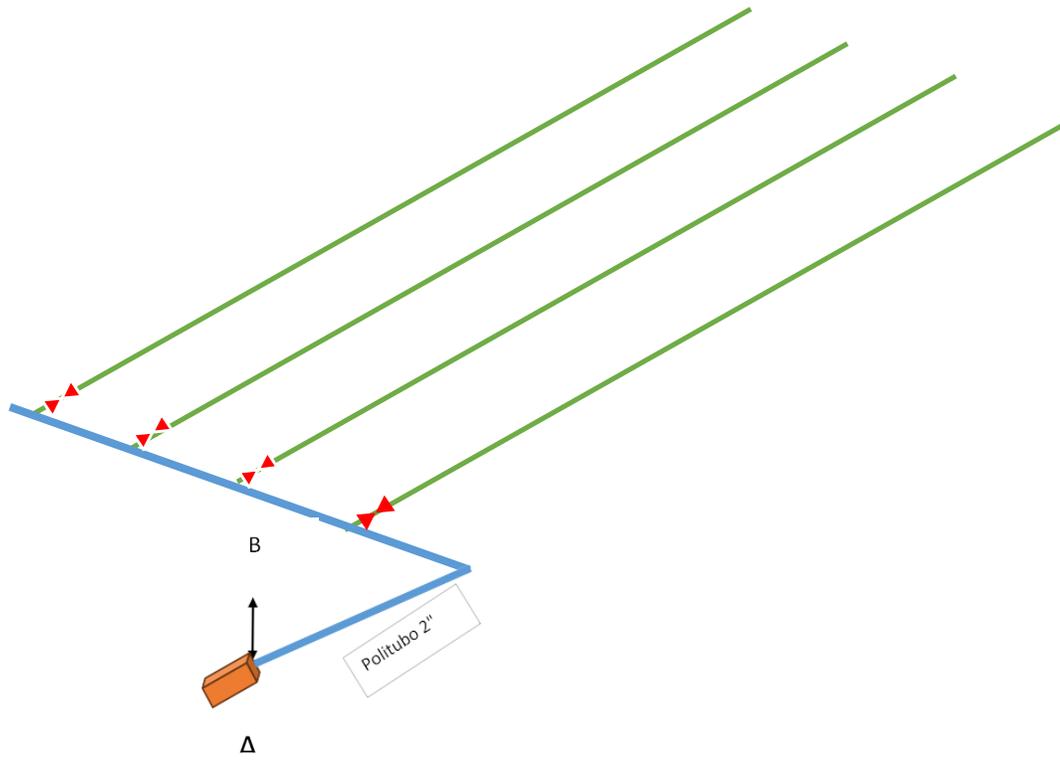
**h<sub>fT</sub>** = Pérdidas de carga total

**h<sub>f</sub>** = 0.558m ca + 10% de carga localizada

**Carga localizada** = 0.056mca

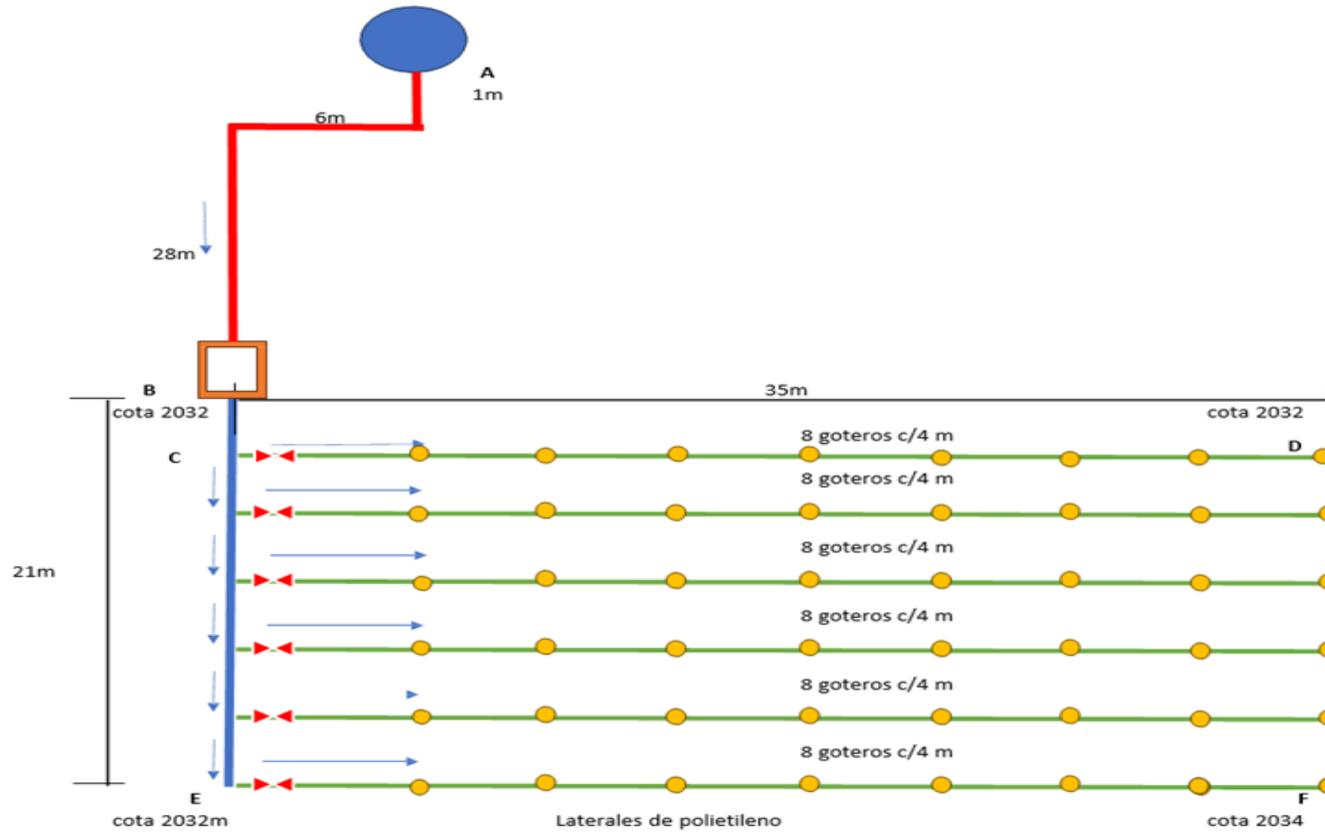
**h<sub>f</sub>** = 0.614m

**Figura 7:** Salida Múltiple desde Cabezal.



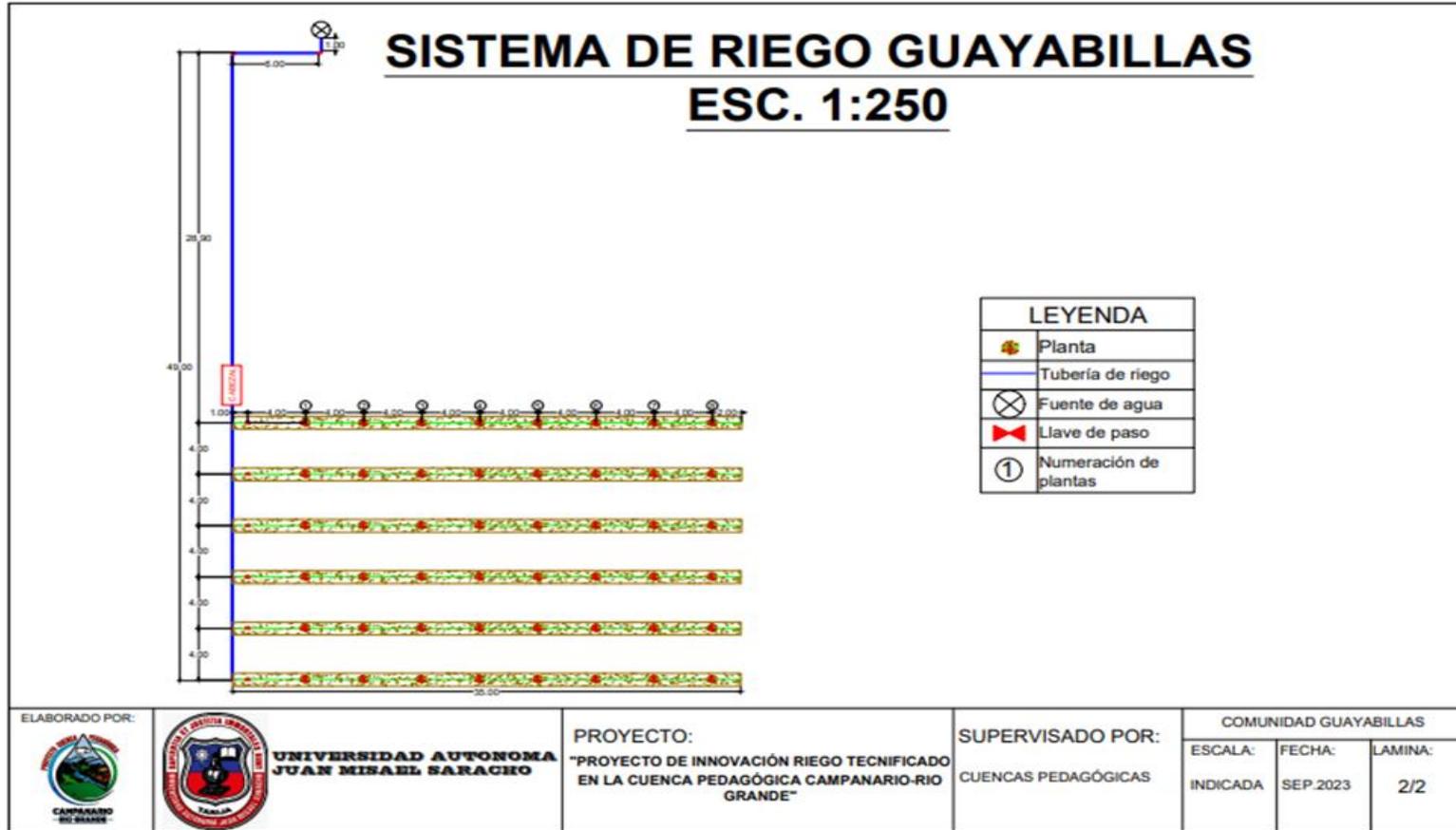
### 3.8. DISEÑO FINAL DE LA TUBERÍA GUAYABILLAS.

Figura 9: Diseño Final Tubería de Guayabillas



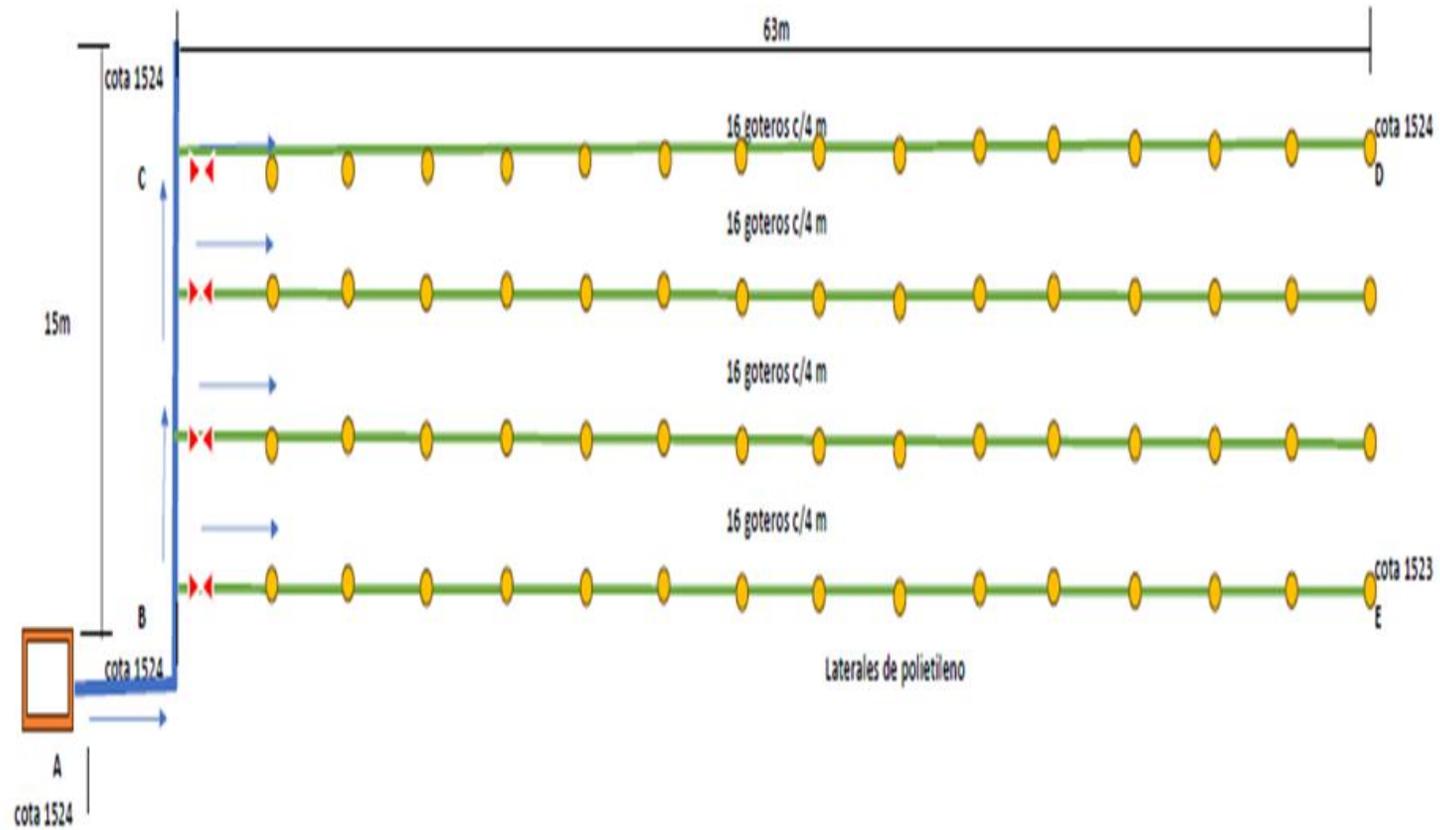
3.9. DISEÑO DE PLANOS GUAYABILLAS.

Figura 10: Plano de Guayabillas.



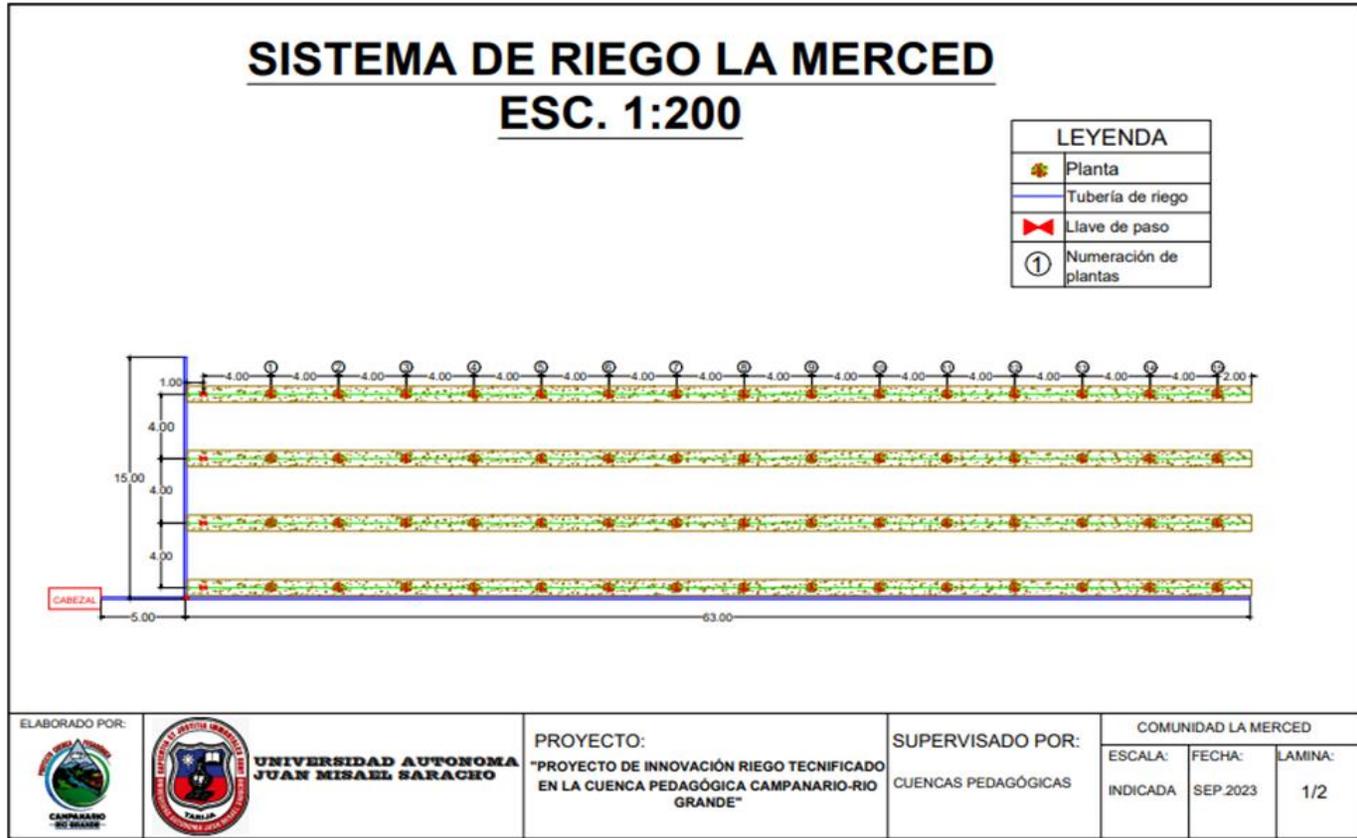
### 3.10. DISEÑO FINAL TUBERÍA LA MERCED.

Figura 11: Diseño Final Tubería de La Merced



3.11. DISEÑO DE PLANOS LA MERCED.

Figura 12: Plano La Merced.



### **3.12. CAPACITACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA.**

Se desarrolló los Talleres de capacitación en fertirriego y fertilizantes, en las comunidades que tienen las parcelas demostrativas, para enriquecer, fortalecer el aprendizaje sobre fertilizantes a los comunarios, con el siguiente contenido.

La explicación del taller se realizó; dando inicio con el informe de la instalación del sistema de riego en las parcelas demostrativas, requerimiento nutricional de las plantas, nutrición del suelo, nutrición de las plantas, fertilizantes de carácter demostrativo, para informar, enriquecer y fortalecer el aprendizaje.

En las exposiciones presentadas se dio lugar a preguntas, dudas que tengan los participantes con ejemplos, experiencias vividas que puedan aclarar sus dudas.

Se efectuó un análisis y aplicación, con problemas que tenían cada comunario en sus parcelas, donde explicaron los problemas que había en sus parcelas.

Una vez concluida toda la parte teórica, se hizo la demostración de algunos fertilizantes, donde posteriormente se fue a las parcelas demostrativas, para ver el uso del sistema de riego implementado.

Se logró aportar a los productores, dando lugar a consultas, para mejorar su conocimiento y experiencia en fertilización (fertirriego), de igual manera en las prácticas de campo, donde se pudo evidenciar la participación, comprensión, en favor, para la mejora de su producción.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Se realizó la coordinación con las autoridades para el taller de capacitación en las comunidades, donde se implementó los sistemas de riego, en las parcelas demostrativas en la comunidad de Guayabillas y La Merced,

Se realizó la capacitación en la comunidad de Guayabillas sin ningún inconveniente, donde se brindó toda la información necesaria, donde los comunarios quedaron muy satisfechos, por la información que se les dio a conocer.

Se realizó la capacitación en la comunidad de La Merced sin ningún inconveniente, donde se brindó toda la información necesaria, donde los comunarios quedaron muy satisfechos, por la información que se les dio a conocer.

Una vez realizada la capacitación en cada comunidad, después del taller, se procedió al recorrido de las parcelas demostrativas.

Ya en terreno, se realizó la parte práctica; donde se explicó cómo realizar el armado de un cabezal, la instalación del sistema de riego en campo.

### **3.13. DISCUSIÓN.**

El proyecto se enmarca en la idea de aprovechar plenamente la abundancia de recursos hídricos, edafológicos y recursos humanos disponibles en la zona, configurando así las bases para una agricultura sostenible y productiva. A través de un sistema de riego tecnificado, diseñado específicamente para adaptarse a las parcelas agrícolas, se busca garantizar un uso eficiente de los recursos hídricos, minimizando el desperdicio y maximizando los beneficios.

Sin embargo, es imperativo considerar las consecuencias que podría acarrear la no ejecución del proyecto. En un escenario donde el proyecto no se materialice, se prevé un aumento en la migración de las familias que actualmente residen en el área de intervención del proyecto. La falta de oportunidades de empleo y los bajos rendimientos de los cultivos debido a la falta de acceso al riego podrían impulsar a las familias a buscar oportunidades en centros poblados o en otras regiones del país.

En las Comunidades de La Merced y Guayabillas. actualmente se dedican mayoritariamente a prácticas agrícolas tradicionales que requieren de mano de obra familiar para llevar a cabo actividades como la preparación del suelo, las labores culturales y la cosecha. La producción agrícola se orienta principalmente hacia el autoconsumo familiar, con volúmenes de comercialización reducidos. El mercado clave para la venta de excedentes se encuentra en la ciudad de Tarija, donde los agricultores acuden a ferias locales para ofrecer sus productos.

**CAPÍTULO IV**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1. CONCLUSIONES.**

- De acuerdo al objetivo general se logró implementar y concluir con éxito los dos sistemas de riegos tecnificados en las parcelas demostrativas, las cuales permitirán promover el uso correcto del agua.
- Así mismo se realizó la visita y la socialización en coordinación con sus autoridades para el levantamiento de información de cada parcela demostrativa en las comunidades de Guayabillas y La Merced.
- Se realizó la adquisición y traslado del material a cada parcela demostrativa de cada comunidad; concluyendo con la instalación de los sistemas de riego junto al equipo técnico de manera satisfactoria, dejando en completo funcionamiento, tras las pruebas y ajustes de los dos sistemas de riego, en las parcelas demostrativas.
- Se capacito a los beneficiarios del Sistema de riego Tecnificado con éxito, tanto de manera teórica y de manera práctica.

### **4.2. RECOMENDACIONES.**

- Realizar capacitaciones a los comunarios sobre el manejo de plantas frutales, para mejorar su producción, de las zonas beneficiadas con el proyecto del sistema de riego por goteo.
- Para poder tener un buen manejo y buena producción de los frutales no solo depende del agua, se debe de tener un buen manejo de malezas ya que estos compiten por l

- os nutrientes de suelo, luz, agua, espacio; aunque proporcionan una cobertura benéfica y protectora del suelo.
- El riego sistematizado es muy importante en los frutales ya que las comunidades usan riego por gravedad, para este tipo de riego se necesita una fuente abundante de agua que es tomada de las tomas de agua en diversas ocasiones sufren daño por desastres naturales.
- Continuar con proyectos de innovación para el mejor uso y eficiencia del agua, se recomiendarealizar este tipo de instalación, de sistemas de riego, en otras parcelas demostrativas, para poder llegar a más beneficiarios del Proyecto Cuenca Pedagógica Campanario Río Grande, para que puedan mejorar la calidad de su producción