



unl

Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Ingeniería Agrícola

**Evaluación de la eficiencia de la acequia de riego Naranjapamba parroquia
San Juan de Pózul, cantón Célica, provincia de Loja**

Trabajo de Titulación previo a
la obtención del Título de
Ingeniera Agrícola

AUTORA:

Dayana Lisbeth Armijos Torres

DIRECTOR:

Ing. Manuel Romel Ramón Hurtado, Mg. Sc.

Loja - Ecuador

2023

Educamos para **Transformar**

Certificación

Loja, 17 de marzo de 2023

Ing. Manuel Romel Ramón Hurtado. Mg. Sc

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Evaluación de la eficiencia de la acequia de riego Naranjapamba parroquia San Juan de Pózul, cantón Celica, provincia de Loja**, previo a la obtención del título de Ingeniera Agrícola, de autoría de la estudiante **Dayana Lisbeth Armijos Torres**, con cédula de identidad Nro.**1105124091**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.

Atentamente:

Ing. Manuel Romel Ramón Hurtado Mg. Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Dayana Lisbeth Armijos Torres** declaro ser autora del presente Trabajo de Titulación y eximo a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación en el Repositorio Digital Institucional - Biblioteca Virtual.

A handwritten signature in blue ink that reads "Lisbeth". The signature is enclosed within a hand-drawn blue oval.

Firma:

Cédula de identidad: 1105124091

Fecha: 09 de junio del 2023

Correo electrónico: dayana.l.armijos@unl.edu.ec

Celular: 0990040243

Carta de autorización por parte de la autora, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.

Yo, **Dayana Lisbeth Armijos Torres**, declaro ser la autora del presente Trabajo de Titulación denominado: **Evaluación de la eficiencia de la acequia de riego Naranjapamba parroquia San Juan de Pózul, cantón Célica, provincia de Loja**, como requisito para optar por el Título de **Ingeniera Agrícola**, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja, para que, con fines académicos, muestre la publicación intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los nueve días del mes de junio de dos mil veintitrés.



Firma:

Autora: Dayana Lisbeth Armijos Torres

Cédula de identidad: 1105124091

Dirección: San Isidro, Loja Ecuador

Correo electrónico: dayana.l.armijos@unl.edu.ec

Celular: 0990040243

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Trabajo de Titulación: Ing. Manuel Romel Ramón Hurtado Mg. Sc.

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedico con todo mi amor, respeto, orgullo a mis padres Edgar Manuel Armijos Guamán y a mi madrecita Dorys Cecilia Torres Mora, a mi amado Manuel Stalin, mis abuelos Néstor Salomón Torres Flores y Lucrecia Sisilia Mora Malla, a mis hermanos Edgar Santiago y Luis Alfredo, mis queridas hermanas Angely Tatiana y Paulina Gamel, mis familiares y amigos que son los seres más importantes en mi vida, de igual manera me han acompañado y brindado su apoyo en esta etapa universitaria.

Dayana

Agradecimiento

Primero agradecer a Dios por haberme brindado la sabiduría para culminar de manera mi carrera universitaria.

A la Universidad Nacional de Loja, a toda la planta docente y administrativos de la Carrera de Ingeniería Agrícola, que, con paciencia, supieron otorgarme sus conocimientos que contribuyeron a mi formación profesional.

A mi director del Trabajo de Titulación, Mg. Sc. Manuel Romel Ramón Hurtado, que con muy buena disposición y entusiasmo me brindó la orientación y un asesoramiento constante para lograr culminar con éxito el presente trabajo.

Mi agradecimiento para mi compañero y amigo Daniel Guamán por colaborar con sus conocimientos y contribuir en el desarrollo del presente trabajo.

Finalmente, agradezco a mis familiares, amigos por su apoyo, amistad y confianza y a todas las personas que contribuyeron para que pueda hacer de este sueño una realidad.

Dayana

Índice de Contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de Contenidos	vii
Índice de Tablas.....	x
Índice de Figuras.....	xii
Índice de Anexos.....	xiii
1. Título	1
2. Resumen	2
2.1. Abstract.....	3
3. Introducción	4
4. Marco teórico	6
4.1. Antecedentes	6
4.2. Aspecto socioeconómico.....	7
4.3. Fuentes de agua	7
4.4. Riego	8
4.5. Gestión de riego en Ecuador.....	8
4.5.1. Riego público	8
4.5.2. Riego privado.....	8
4.5.3. Riego Comunitario	8
4.6. Sistema de riego	8
4.6.1. Componentes de un sistema de riego	9
4.7. Métodos de riego	9
4.7.1. Riego por goteo.....	9
4.7.2. Riego por aspersión	9
4.7.3. Riego por superficie	9
4.8. Evaluación del riego por superficie.....	10
4.9. Eficiencia de riego.....	11
4.9.1. Eficiencia de conducción.....	11

4.9.2. Eficiencia de distribución.....	11
4.10. Calidad de agua para riego.....	12
4.11. Métodos de aforo.....	13
4.11.1. Método de sección y velocidad.....	13
4.11.2. Método volumétrico.....	13
4.12. Acequias y canales.....	13
4.13. Filtración de agua en canales.....	14
4.14. Pérdidas de carga por fricción longitudinal.....	14
4.15. Impermeabilización de canales.....	14
4.16. Importancia de las propiedades físicas del suelo en acequias o canales de tierra.....	15
4.16.1. Textura.....	15
4.16.2. Densidad Aparente.....	16
4.17. Infiltración.....	16
4.18. Contenido de humedad en el suelo.....	17
4.19. Curva de retención de agua en el suelo.....	17
4.20. Evaluación de las condiciones físicas del suelo.....	18
4.21. Necesidades hídricas de los cultivos.....	19
4.21.1. Evapotranspiración de referencia.....	19
4.21.2. Evapotranspiración del cultivo.....	20
4.21.3. Coeficiente de cultivo Kc.....	20
5. Metodología.....	21
5.1. Ubicación política, geográfica y características biofísicas del área de estudio.....	21
5.2. Materiales y Equipos.....	22
5.3. Metodología para el primer objetivo.....	22
5.3.1. Encuesta Socioeconómica.....	22
5.4. Metodología para el segundo objetivo.....	23
5.4.1. Topografía y delimitación del área de estudio.....	23
5.4.2. Descripción del perfil del suelo.....	23
5.4.3. Textura.....	24
5.4.4. Densidad aparente.....	24
5.4.5. Saturación.....	25
5.4.6. Propiedades hidrofísicas.....	25
5.4.7. Ensayo de infiltración.....	25
5.4.8. Medición del caudal y calidad de agua.....	26

5.4.9. Eficiencia de conducción.....	27
5.4.10. Precipitación media mensual.....	28
5.4.11. Precipitación efectiva (Pe).....	28
5.4.12. Temperatura	28
5.4.13. Evapotranspiración de referencia.	29
5.4.14. Coeficiente del cultivo.....	29
5.4.15. Evapotranspiración del cultivo	29
5.4.16. Patrón de cultivos	29
5.4.17. Requerimientos hídricos	30
5.4.18. Dosis de riego.....	30
5.5. Metodología para el tercer objetivo	30
5.5.1. Diámetro de la tubería	30
5.5.2. Pérdidas de carga en tubería.....	31
6. Resultados.....	32
6.1. Resultados del primer objetivo	32
6.1.1. Encuesta socioeconómica.....	32
6.2. Resultados del segundo objetivo.....	39
6.2.1. Topografía y delimitación del área de estudio.	39
6.2.2. Descripción de perfiles del suelo.	39
6.2.3. Características de los perfiles del suelo	41
6.2.4. Ensayo de Infiltración	41
6.2.5. Propiedades Hidrofísicas.	42
6.2.6. Medición del caudal y calidad del agua	42
6.2.7. Eficiencia de conducción en la acequia.....	43
6.2.8. Variables climáticas	44
6.2.9. Requerimientos hídricos de los cultivos	44
6.2.10. Dosis de riego.....	45
6.2.11. Patrón de cultivos	45
6.3. Resultados del tercer objetivo	46
6.3.1. Diámetro de la tubería.....	46
6.3.2. Pérdidas de carga.....	46
6.3.3. Costos de la implementación de la tubería.....	46
7. Discusión.....	48
7.1. Resultados del objetivo 1	48

7.1.1. Realizar el diagnóstico socioeconómico de la acequia de riego Naranjapamba de la parroquia San Juan de Pózul, cantón Céllica, provincia Loja	48
7.2. Resultados del objetivo 2	49
7.2.1. Caracterizar los aspectos técnicos que limitan el funcionamiento de la acequia de riego Naranjapamba de la parroquia San Juan Pózul, cantón Céllica, provincia Loja	49
7.3. Construir una propuesta para mejorar la eficiencia de la acequia de riego Naranjapamba de la parroquia San Juan de Pózul, cantón Céllica, provincia Loja	52
8. Conclusiones	53
9. Recomendaciones	54
10. Bibliografía	55
11. Anexos	62

Índice de Tablas

Tabla 1.	Valores normales para calidad de agua de riego.....	13
Tabla 2.	Relación densidad aparente y crecimiento radicular con base a la textura del suelo	16
Tabla 3.	Clasificación de infiltración.	17
Tabla 4.	Textura y velocidad de infiltración.	17
Tabla 5.	Datos de temperatura de Estaciones meteorológicas INAMHI.	28
Tabla 6.	Aspectos socioeconómicos del barrio Naranjapamba.	34
Tabla 7.	Producción agrícola del barrio Naranjapamba.....	35
Tabla 8.	Producción pecuaria del barrio Naranjapamba.....	35
Tabla 9.	Subproductos agropecuarios del barrio Naranjapamba.....	35
Tabla 10.	Descripción del perfil de la calicata 1.	40
Tabla 11.	Descripción del perfil de la calicata 2.	40
Tabla 12.	Textura, densidad aparente y saturación de los horizontes de los perfiles del suelo	41
Tabla 13.	Velocidad de infiltración cm/h en los dos perfiles de suelo.	41
Tabla 14.	Caudal en la fuente de agua.	42
Tabla 15.	Análisis de calidad de agua.....	43
Tabla 16.	Caudal obtenido en las acequias.	43
Tabla 17.	Pérdidas y eficiencia de las acequias.....	44
Tabla 18.	Precipitación media mensual, precipitación media mensual y temperaturas.	44
Tabla 19.	Requerimientos hídricos de los cultivos.	45
Tabla 20.	Dosis total de riego para cultivos.....	45
Tabla 21.	Patrón de cultivos.....	46
Tabla 23.	Pérdida de carga en la red de tubería, con la fórmula de Hazen-William	46
Tabla 24.	Presupuesto y materiales para la instalación de tubería.....	47

Índice de Figuras

Figura 1.	Diagrama triangular de las clases del suelo de acuerdo con el USDA.....	15
Figura 2.	Curvas de retención del agua suelos arenosos, arcillosos y francos.	18
Figura 3.	Diagrama triangular de las condiciones físicas del suelo.....	19
Figura 4.	Ubicación de la zona de estudio.....	21
Figura 5.	Población del barrio Naranjapamba, 2022.....	32
Figura 6.	Grupos etarios del barrio Naranjapamba, 2022	33
Figura 7.	Nivel de instrucción del barrio Naranjapamba, 2022.....	33
Figura 8.	Cobertura para el barrio Naranjapamba y el área de la acequia de Riego.....	36
Figura 9.	Uso del suelo del barrio Naranjapamba y para la acequia de riego.	37
Figura 10.	Pendientes del barrio Naranjapamba y la acequia de riego.....	38
Figura 11.	Textura del barrio Naranjapamba y de la acequia de riego.....	39

Índice de Anexos

Anexo 1.	Encuesta aplicada a los moradores del barrio Naranjapamba.....	62
Anexo 2.	Levantamiento Topográfico.....	68
Anexo 3.	Calicatas para descripción de perfiles.....	68
Anexo 4.	Determinación de textura.....	68
Anexo 5.	Resultados propiedades hidrofísicas.....	69
Anexo 6.	Determinación de densidad aparente.....	70
Anexo 7.	Ensayo de infiltración.....	70
Anexo 8.	Medición de caudales.....	70
Anexo 9.	Temperaturas estaciones INAMHI.....	71
Anexo 10.	Especificaciones técnicas tubería PVC.....	71
Anexo 11.	Distribución del agua.....	71
Anexo 12.	Cobertura barrio Naranjapamba.....	72
Anexo 13.	Uso del barrio Naranjapamba.....	72
Anexo 14.	Pendientes del barrio Naranjapamba.....	72
Anexo 15.	Textura del barrio Naranjapamba.....	73
Anexo 16.	Levantamiento planímetro.....	73
Anexo 17.	Curva de retención de humedad del perfil 1.....	74
Anexo 18.	Curva de retención de humedad del perfil 2.....	74
Anexo 19.	Velocidad de infiltración Perfil 1.....	75
Anexo 20.	Velocidad de infiltración perfil 2.....	76
Anexo 21.	Análisis de calidad de agua.....	77
Anexo 22.	Acequias.....	77
Anexo 23.	Coeficiente de cultivos en el área de estudio.....	78
Anexo 24.	Perfil hidráulico de las acequias.....	79
Anexo 25.	Certificado de traducción Abstract.....	82

1. Título

Evaluación de la eficiencia de la acequia de riego Naranjapamba parroquia San Juan de Pózul, cantón Céllica, provincia de Loja.

2. Resumen

Con el propósito de conocer la eficiencia de conducción de la acequia de riego Naranjapamba, el presente trabajo de investigación planteó realizar el diagnóstico socioeconómico, caracterizar los aspectos técnicos que limitan su funcionamiento y construir una propuesta para mejorar la eficiencia de esta. La metodología que se empleó se respaldó en la búsqueda de información secundaria como PDOT de la parroquia San Juan de Pózul, Geoportales, guía para descripción de perfiles de suelos, etc., ensayos y métodos para determinar la velocidad de infiltración, evapotranspiración de referencia, evapotranspiración del cultivo, precipitación efectiva, requerimientos hídricos, aforos por el método sección velocidad y volumétrico, los cuales permitieron determinar la eficiencia de conducción. El barrio Naranjapamba representa el 3,07 % de la población total de la parroquia, hombres (61 %) y mujeres (39 %), la actividad principal es la agricultura, con el cultivo de maíz; de la ganadería se desprenden subproductos como leche y sus derivados, lo que dinamiza la economía familiar. En el área de estudio se describieron dos perfiles de suelos, el perfil uno tiene una profundidad de 1,05 m, con 3 horizontes, el primero es un Ap con un espesor de 12 cm, con textura franco-arcillosa y densidad aparente de $1,5 \text{ g cm}^{-3}$, el segundo horizonte es un Bw1, espesor de 38 cm, textura arcillosa y densidad aparente de $1,4 \text{ g cm}^{-3}$, el tercer horizonte es un Bw2, espesor de 55 cm y textura franco-arcillosa; en el perfil 2 una profundidad de 1,0 m, el primer horizonte es un Ap con espesor de 35 cm, textura franco-arcillosa y densidad aparente de $1,2 \text{ g cm}^{-3}$, el segundo es un Bt2 y tercer horizonte Bt1 con espesor de 25 y 40 cm respectivamente presentan textura arcillosa. La acequia se divide en 3 conducciones, la primera tiene una longitud de 190,84 m, la segunda 87,82 m y la tercera de 66,7 m, y conduce un caudal $1,88 \text{ l s}^{-1}$, con una actual eficiencia que oscila entre 10 y 33 %, lo que significa que se pierde el 90 y 67 % por infiltraciones y por cuestiones externas de un mal manejo de ganadería, misma que se desarrolla por libre pastoreo, lo que provoca la destrucción de la acequia, también se crean charcos provocando que el agua no siga su trayecto con normalidad. Del análisis de la calidad agua se concluye que esta es apta para su uso agrícola, ya que sus parámetros de importancia como sustancias sólidas en suspensión, conductividad eléctrica, sodio, Relación de Absorción de Sodio (RAS), calcio, magnesio se encuentran dentro de los límites permisibles.

Palabras claves: Acequia de riego, eficiencia de conducción, socioeconómico, evaluación de caudal y calidad.

2.1. Abstract

With the purpose to know the driving efficiency of the Naranjapamba irrigation canal, this research work proposed to carry out a socioeconomic diagnosis, characterize the technical aspects that limit its operation and build a proposal to improve its efficiency. The methodology that was used was supported by the search for secondary information such as PDOT of the San Juan de Pózul parish, Geoportales, guide for description of soil profiles, etc., tests and methods to determine the infiltration rate, reference evapotranspiration, crop evapotranspiration, effective precipitation, water requirements, gauging by the velocity section and volumetric method, which allowed determining the conduction efficiency. The Naranjapamba neighborhood represents 3,07% of the total population of the parish, men (61 %) and women (39 %), the main activity is agriculture, with the cultivation of corn; By-products such as milk and its derivatives are released from livestock, which boosts the family economy. In the study area, two soil profiles were described, profile one has a depth of 1,05 m, with 3 horizons, the first is an Ap with a thickness of 12 cm, with a loamy-clay texture and an apparent density of $1,5 \text{ g cm}^{-3}$, the second horizon is a Bw1,38 cm thick, clayey texture and apparent density of $1,4 \text{ g cm}^{-3}$, the third horizon is a Bw2, 55 cm thick and clay-loam texture; in profile 2 a depth of 1,0 m, the first horizon is an Ap with a thickness of 35 cm, a loamy-clay texture and an apparent density of $1,2 \text{ g cm}^{-3}$, the second is a Bt2 and the third Bt1 horizon with thickness of 25 and 40 cm respectively have a clayey texture. The ditch is divided into 3 pipes, the first is 190,84 m long, the second 87,82 m and the third 66,7 m, and carries a flow rate of $1,88 \text{ l s}^{-1}$, with a current efficiency that oscillates between 10 and 33 %, which means that 90 and 67 % is lost due to infiltrations and external issues of poor livestock management, which is developed by free grazing, which causes the destruction of the ditch, it is also They create puddles causing the water to not follow its path normally. From the analysis of the water quality it is concluded that it is suitable for agricultural use, since its important parameters such as solid substances in suspension, electrical conductivity, sodium, Sodium Absorption Ratio (RAS), calcium, magnesium are within the permissible limits.

Keywords: Irrigation ditch, conduction efficiency, socioeconomic, flow and quality evaluation.

3. Introducción

El riego contribuye a la productividad agrícola y la seguridad alimentaria de las familias, en Ecuador el sector agropecuario representa el 29,4 % de la población económicamente activa (Chuncho et al., 2021), siendo la principal fuente de empleo en el sector rural con lo que se contribuye a reducir la pobreza y por lo tanto es de gran importancia para la economía, por otro lado, con la agricultura familiar campesina se busca alcanzar el desarrollo socioeconómico mediante la producción para satisfacer las necesidades básicas (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2022).

En este contexto las familias del sector rural viven en condiciones distintas a las del sector urbano, es decir, el nivel de educación, el tipo de vivienda, salud, actividades económicas, etc., por tal razón la incidencia de la pobreza es el doble en las áreas rurales (Brito y Pacají, 2022).

Por otro lado Arroyo (2018), indica que el riego es una actividad agrícola que consume el 70% del agua a nivel mundial. La superficie de regadío en el mundo alcanza los 325,1 millones de hectáreas, de las cuales el 94% utiliza el método de riego por gravedad y el 6% el riego por aspersión o goteo. La eficiencia media del riego a nivel mundial es de aproximadamente el 56%.

En Ecuador según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) (2021) señala que se regaron alrededor de 1,06 millones de ha en el año 2020, que representa el 25,4 % de la superficie cultivada, el método de riego más utilizado es el de riego por gravedad que representa el 48 %, seguido del riego por aspersión con el 39 %, micro aspersión y goteo representa el 7 % y nebulización un 6 %.

Bajo este contexto, en el Ecuador existen sistemas de riego públicos, privados y comunitarios, la gestión comunitaria del agua es garantía de cohesión social en el agro y contribuye al desarrollo económico local. El riego comunitario alcanza una eficiencia del 53 %, con este porcentaje solo se riegan 233 000 ha, lo que se debe a la falta de mantenimiento y la infraestructura inadecuada (Subsecretaría de Riego y Drenaje, 2019).

Los principales problemas del riego superficial están ligados al deficiente aprovechamiento del recurso hídrico por la baja eficiencia de conducción, distribución y aplicación del riego lo que tiene efecto en el rendimiento de los cultivos, ingresos económicos y en la calidad de vida de las familias. La superficie bajo riego es menor en la época que hay menor disponibilidad de agua, lo que es causado por el desconocimiento en los métodos de riego,

tiempo y frecuencia de riego, la falta de mantenimiento, ausencia de los organismos gubernamentales responsables de esta competencia (Ciancaglini, 2015).

Por lo tanto, para determinar la eficiencia de conducción en las acequias, el parámetro que se considera son las pruebas de aforo, realizando medidas de caudal en el punto de inicio y en las entregas de la acequia, de manera que la diferencia entre el gasto medido al final y de entrada al mismo se debe a las pérdidas que se producen por diferentes causas (Bonet et al., 2019).

Por lo señalado, el presente trabajo de investigación tubo interés en realizar un estudio de evaluación de la acequia de riego, que es utilizada en su mayor parte para alimentar el riego a gravedad, en el barrio Naranjapamba, las acequias en el sector cubren un área de 18 ha, de las cuales 8,40 ha están destinadas a la agricultura de huertos familiares, y que en la mayoría de los casos son de sustento e importancia del desarrollo socioeconómico del sector. El propósito es de conocer, por un lado, el beneficio socioeconómico que brinda la acequia a las familias, y, por otro lado, medir la eficiencia de conducción de la acequia de riego para proponer mejoras en la infraestructura de la acequia de riego, lo que permitirá que los usuarios tengan conocimiento de la situación actual y aprovechar los resultados obtenidos, para mejorar la eficiencia de la misma. Conociendo esta problemática se pretende dar respuesta a la interrogante ¿Cómo incrementar la eficiencia de la acequia de riego Naranjapamba para el aprovechamiento del recurso hídrico en la producción ganadera y agrícola?

Objetivo General

Evaluar los aspectos socioeconómicos y técnicos de la acequia de riego Naranjapamba de la Parroquia San Juan de Pózul, cantón Céllica, provincia Loja, para proponer una alternativa de mejoramiento de la eficiencia de funcionamiento de la acequia Naranjapamba.

Objetivos específicos

- Realizar el diagnóstico socioeconómico de la acequia de riego Naranjapamba de la parroquia San Juan de Pózul, cantón Céllica, provincia Loja.
- Caracterizar los aspectos técnicos que limitan el funcionamiento de la acequia de riego Naranjapamba de la parroquia San Juan de Pózul, cantón Céllica, provincia Loja.
- Construir una propuesta para mejorar la eficiencia de la acequia de riego Naranjapamba de la parroquia San Juan de Pózul, cantón Céllica, provincia Loja.

4. Marco teórico

4.1. Antecedentes

La eficiencia de riego es un aspecto clave para el uso sostenible de los recursos hídricos y la optimización de la producción agrícola. Por esta razón, diversos autores han desarrollado estudios e investigaciones, como Carrasco (2019), en su tesis “Representación espacial de las pérdidas de agua por Infiltración, en el canal San Martín de la comisión de usuarios Seminario, empleando sistema de información geográfica” el objetivo de estudio fue estimar la eficiencia de conducción del canal, que se encuentra en mal estado físico, sin revestimiento y falta de mantenimiento. El canal cubre un área de 887,84 ha con 1052 predios, 17 tomas y una longitud de 7,5 Km. En este estudio se consideró una longitud de 2 Km, en tramos de 500 m, donde se realizaron las pruebas de infiltración, análisis de suelo y aforos con correntómetro. Los resultados mostraron que las texturas encontradas a lo largo del canal son arena-franca, franco, franco-arenoso, arena y franco-arcilloso, las pruebas de infiltración mostraron velocidades de infiltración muy alta, producto de la presencia de suelos arenosos, la eficiencia de conducción del canal para un caudal de entrada de $1,12 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, es de 74,11 %, lo que indica que es una eficiencia media ya que se pierde aproximadamente el 25 % del caudal que ingresa.

Por otro lado, Álvarez y Castillo (2015) en su trabajo de tesis “Evaluación de las pérdidas de agua por infiltración en un canal de tierra y su efecto económico en los costos de producción agrícola, sector Valdivia Alta-Ramal I Valle de Santa Catalina Moche-Trujillo” el objetivo de estudio fue estimar las pérdidas por infiltración por el método de Manning, el canal tiene una textura arenoso-limoso, una longitud de 1 Km, donde se obtuvo como resultado que las pérdidas por infiltración representan el 23,5 % del caudal total del canal, lo que genera un impacto económico negativo para los agricultores, se requieren medidas de rehabilitación y mantenimiento del canal para reducir las pérdidas de agua y ampliar la frontera agrícola en 4 ha.

Dominguez (2018) en su tesis “Mejora de la eficiencia de riego por gravedad en las comisiones de riego del distrito de Chupaca-2018”, realizó el estudio para el canal del sector norte con una longitud de 2,86 Km, el canal del sector sur 1,0 km y el canal del sector oeste de 2,63 Km, cubren una área de riego de 2130 ha, con presencia de textura arenosa, franco-arenoso, franco, franco-arcillosa, arcillo-arenoso y arcilloso, la eficiencia actual es de 29 %, lo que se debe al desperdicio en los diferentes pasos del agua desde su captación hasta la aplicación en el campo de cultivo, no se realiza el mantenimiento de los canales.

De igual manera Ortiz et al. (2021) realizó un estudio en el sistema de riego Tumbaco, ubicado en el valle interandino de Tumbaco (Cuenca alta del río Esmeraldas). El canal principal tiene una longitud de 21,76 Km, el canal secundario 88,41 Km y el canal terciario 178,69 Km,

cubre una superficie de 1055,6 ha. Los canales están compuestos por secciones no revestidas (40,13 Km), revestidas (14,46 Km), revestidas y embauladas (43,80 Km) tramos con tuberías (16,34 Km), y túneles (8,12 Km). La eficiencia de conducción se determinó en función de los caudales utilizando el método de Parshall y se obtuvo un valor de 78,82 % considerada regular, así mismo la eficiencia de distribución es del 37,95 % (pobre), la eficiencia de aplicación 60,72 % (buena), la eficiencia del sistema de riego del 47,86 % (regular). Estos valores reflejan que hay una falta de control y regulación de los caudales desde el canal principal a los canales secundarios. Por otra parte, no se cuenta con mantenimiento, existe canales sin secciones, filtraciones, canales de hormigón o sifones construidos sin diseño hidráulico.

4.2. Aspecto socioeconómico

Los indicadores socioeconómicos son parámetros estadísticos que permiten medir factores económicos y sociales, dentro de la dimensión social se encuentra: población, educación, salud, vivienda, trabajo y en la dimensión económica la actividad económica a la que se dedica la población (Lidefer, 2022).

Por lo tanto, para medir los indicadores socioeconómicos los métodos que se usan son la encuesta, el análisis estadístico y el análisis de datos secundarios, la encuesta consiste en hacer preguntas a una muestra representativa de la población para obtener información de aspectos económicos y sociales (CEPAL, 2001).

4.3. Fuentes de agua

Las fuentes de agua están constituidas por ríos, quebradas, ojos de agua, arroyos, manantiales, agua subterránea, etc.

Para Saavedra (2009) "es el afloramiento natural de agua en un punto de las serranías y/o laderas de una comunidad o microcuenca"(p.6).

El Ecuador se divide en 31 Sistemas Hidrográficos, conformados por 79 cuencas que drenan hacia el Océano pacífico y hacia la vertiente del río Amazonas (Muñoz et al., 2010). En este contexto el volumen total del recurso hídrico es de 375 Km³, el consumo agrícola es de 82,6 %, además se estima que alrededor de un 25% se pierde por fugas en las diferentes obras de infraestructura hidráulica que componen estos sistemas, desde su captación hasta la distribución en cabecera de parcela (Benavidez, 2019). Por lo cual el encargado de generar y difundir información técnico-científica hidrometeorológica es el INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2021), además el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica es responsable de coordinar la preservación, recuperación, conservación y protección del estado óptimo de las cuencas hidrográficas y la calidad de agua en las unidades hidrográficas

4.4. Riego

El riego es la aplicación artificial de agua al suelo para que los cultivos puedan crecer y desarrollarse, cuando el contenido de humedad es bajo se dificulta la absorción de agua lo que repercute en el desarrollo y producción de los mismos, existen métodos de riego y cada uno presenta diferentes ventajas frente a una situación en particular, en riego se debe procurar reducir las pérdidas de agua para lograr alta eficiencia (Demin, 2014).

4.5. Gestión de riego en Ecuador

4.5.1. Riego público

Hace referencia a aquellos sistemas de riego que han sido construidos con presupuesto del estado, a su vez los sistemas de riego público pueden ser transferidos y no transferidos; los transferidos son aquellos que han sido entregados a las juntas de regantes lo que implica que son los ellos los encargados de la recaudación de tarifas, manejo y mantenimiento del sistema de riego. Por otro lado, los no transferidos están a cargo de los miembros del MAGAP en cuanto a su operación, mantenimiento y administración (SENPLADES, 2013)

4.5.2. Riego privado

Construidos mediante inversión privada, individual o asociativa y tiene como fin el servicio exclusivo para sus propietarios, los sistemas de riego privado tiene el mayor caudal para riego, sin embargo existe poca información y la que existe está dispersa (SENPLADES, 2013).

4.5.3. Riego Comunitario

Han sido creados por las comunidades y son gestionadas por las mismas, los sistemas de riego comunitario e individual cubren el 82 % del área restante de riego (Foro de los recursos hídricos, 2011).

4.6. Sistema de riego

Para el Consorcio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador CONGOPE (2016), “Los sistemas de riego son infraestructuras hidráulicas que permiten proveer de la cantidad de agua necesaria a una determinada área de cultivo” (p. 173).

Según Palerm (2015), considera que un sistema de riego se debe concebir bajo una visión, integral, social y técnica que contempla la organización social de los usuarios mediante juntas de regantes. Así mismo para Sosa y Larrea (2014), en los sistemas de riego se deben llegar acuerdos sociales entre los miembros para la repartición, distribución del agua y para las actividades de operación y mantenimiento de este.

4.6.1. Componentes de un sistema de riego

Como se menciona antes, el sistema de riego es un conjunto de obras e instalaciones que transportan el agua desde el punto de captación hasta la cabecera de unidades de riego, sus componentes son: fuente de suministro, conducción principal, conducciones secundarias y evacuación, dichas conducciones pueden ser por acequias o canales de tierra, con tubería PVC, polietileno.

Fuente de abastecimiento o suministro: puede ser agua superficial o subterránea, se incluyen algunas consideraciones generales como la calidad y cantidad disponible.

Conducción principal y secundaria: infraestructura necesaria para la distribución del agua. Bonet et al. (2019), menciona que una de las principales pérdidas de agua se produce en las conducciones principales, producto del estado en el que se encuentran y por lo tanto hay una baja eficiencia (42 %).

4.7. Métodos de riego

Los métodos de riego son la forma en que se aplica el agua a los cultivos para su desarrollo y los más utilizados son los siguientes:

4.7.1. Riego por goteo

El agua es conducida y distribuida por conductos cerrados que requieren presión, se humedece un volumen de suelo suficiente para el desarrollo del cultivo, la aplicación del agua es gota a gota y su aplicación es de forma periódica (Liotta, 2015).

Así mismo, el suministro de agua es de manera lenta y uniforme a baja presión a través de mangueras de plástico que son instaladas cerca de la zona radicular de las plantas (Welch y Shock, 2013).

4.7.2. Riego por aspersión

Es la aplicación de agua al suelo simulando lluvia, este efecto se consigue por la presión en que fluye el agua dentro de un sistema de tuberías y es expulsada al exterior a través de las boquillas del aspersor (Peralta y Simpfendörfer, 2001).

El avance en tecnología de los sistemas de riego por aspersión permite su adaptación a gran variedad de condiciones socioeconómicas y de características de suelo y cultivos, si el diseño del sistema es el apropiado el agua puede ser aplicada logrando buena uniformidad (Pereira et al., 2010).

4.7.3. Riego por superficie

La principal característica radica en que el suelo es el medio por el cual el agua se distribuye en la parcela por medio de la gravedad, en este método de riego no se requiere una

fuerte inversión a nivel de parcela, lo cual hace que se siga usando en la actualidad, sin embargo, la gran desventaja que presenta este método es que, si no se realiza con un diseño adecuado que permita obtener una eficiencia aceptable, resulta ineficiente y genera pérdidas de agua por infiltración profunda (Ruiz, 1999).

Según Gonzalez y Playan (1994), las fases del riego por superficie tienen tiempos característicos por lo que se generan singularidades en el riego, las duraciones de estos tiempos definen las fases típicas del riego por superficie y entre ellos se tiene:

- **Tiempo de inicio del riego:** el agua empieza a entrar al surco.
- **Tiempo de avance:** el agua cubre la totalidad del surco
- **Tiempo de corte:** el agua deja de entrar al surco
- **Tiempo de vaciado:** una parte del surco queda descubierto después de infiltrarse toda el agua.
- **Tiempo de receso:** el agua desaparece de toda la superficie del surco.
- **Fase de avance:** diferencia entre el tiempo de avance y el tiempo de inicio
- **Fase de llenado:** diferencia entre el tiempo de corte y tiempo de avance
- **Fase de vaciado:** diferencia entre el tiempo de vaciado y tiempo de corte
- **Fase de receso:** diferencia entre el tiempo de receso y tiempo de vaciado

4.8. Evaluación del riego por superficie

La evaluación del riego permite conocer la situación actual y con base a ello se determinan los cambios necesarios para mejorar el método que tiene la finalidad de contribuir a un riego más eficiente y uniforme, optimizando el agua y aumentando el rendimiento de los cultivos (Gonzalez y Playan, 1994).

Los parámetros que se consideran en una evaluación son:

- Caudal de riego
- Tiempos de riego
- Tasa de infiltración
- Dimensiones y estado de nivelación de la parcela
- Escorrentía superficial
- Humedad del suelo antes del riego
- Curva de avance y receso

El método que se usa para evaluar el riego por superficie es la medición de caudales por aforadores de compuertas, molinete, que permite conocer el caudal de la fuente y el caudal en la entrega de parcela (Escuela y laboratorio móvil de irrigación, 2016).

4.9. Eficiencia de riego

La eficiencia se define como la relación existente entre el volumen de agua utilizado con un fin determinado y el volumen extraído o derivado de una fuente de abastecimiento con ese mismo fin, se puede dividir en tres componentes que son: la eficiencia de almacenamiento, conducción y de riego (Palacios, 2004).

La eficiencia de riego está compuesta por la eficiencia de conducción en el canal principal, eficiencia de distribución en los canales laterales y la eficiencia de aplicación a nivel de parcela, los productos de estas tres eficiencias determinan la eficiencia de riego de un sistema (Nuñez, 2015, p. 7).

La Eficiencia del sistema de riego se define como:

$$E_f = E_c * E_d * E_a$$

Donde:

E_f = eficiencia del sistema de riego (%)

E_c = eficiencia de conducción (%)

E_d = eficiencia de distribución (%)

E_a = eficiencia de aplicación (%)

4.9.1. Eficiencia de conducción

Es la relación entre el volumen de agua que se entrega a las parcelas para riego y el volumen que se deriva de la fuente de abastecimiento. Las pérdidas en conducción pueden subdividirse de acuerdo a su origen (Palacios, 2004).

- Infiltración
- Evaporación
- Manejo del agua en la red de distribución.

La eficiencia de conducción permite evaluar la pérdida de agua desde el punto inicial hasta el punto final del conducto principal. En caso de tener abiertos los conductos de distribución durante la evaluación, estos deben ser aforados y calcular la eficiencia (Ladino et al., 2021 p. 10).

4.9.2. Eficiencia de distribución

Se obtiene de todos los conductos de distribución de 1, 2, 3...n orden, que sirven para repartir el agua hacia los demás lotes. Se mide la eficiencia con la que fluye el agua desde la derivación en el canal principal hasta los lotes o módulos o de riego (Ladino et al., 2021). Mediante la siguiente ecuación:

$$E_{fd} = \frac{Q_{fd} + \sum Q_i}{Q_{ed}} * 100$$

Donde:

E_{fd} = eficiencia de distribución en el conducto (%)

Q_{fd} = caudal que llega al final del conducto de distribución ($l\ s^{-1}$)

$\sum Q_i$ = Sumatoria de caudales que ingresan a los conductos laterales de riego ($l\ s^{-1}$). Si están cerrados el valor es cero

Q_{ed} = caudal que entra al inicio del conducto de distribución ($l\ s^{-1}$).

Finalmente, al existir varios canales de distribución en un sistema de riego, la E_{fd} se determina mediante la siguiente ecuación:

$$E_{fd} = \frac{\sum EQD_i}{n}$$

Donde:

E_{fd} = eficiencia de distribución (%)

$\sum EQD_i$ = sumatoria de las eficiencias de distribución en los conductos de 1, 2, 3, n orden

n = número total de conductos de distribución.

4.10. Calidad de agua para riego

La calidad de agua para riego se determina mediante el análisis de muestras en laboratorio, donde se analizan parámetros físicos, químicos y biológicos, esto es importante porque influye en el desarrollo del cultivo, en las propiedades del suelo, por lo que existen tablas en las que se regula el límite máximo permisible para asegurar que de esta manera no se afectara el cultivo ni el suelo como se observa en la Tabla 1 (Universidad Internacional del Riego, 2017).

La conductividad eléctrica (CE) y el sodio son dos parámetros fundamentales porque el alto contenido de sales en el agua de riego genera aumento de la presión osmótica en la solución del suelo, disminuyendo así la adsorción de agua por parte de las plantas (Gomez, 2009).

Según Mancilla et al. (2014) menciona que otro parámetro importante en la calidad de agua para riego es el contenido de Boro, porque tanto la deficiencia como el exceso de este elemento, se traducen en la disminución del rendimiento y el deterioro de la calidad de los cultivos.

Tabla 1.
Valores normales para calidad de agua de riego

Parámetro	Unidad	Valores normales para riego
pH	-	6 - 8,5
Conductividad eléctrica	dS m ⁻¹	0 - 3
Sustancias sólidas en suspensión	mg l ⁻¹	-
Calcio	mg l ⁻¹	0 - 20
Magnesio	mg l ⁻¹	0 - 5
Sodio	meq l ⁻¹	0 - 40
Boro	meq l ⁻¹	0 - 2
Potasio	meq l ⁻¹	0 - 2
Sulfatos	meq l ⁻¹	0 - 20
Nitratos	mg l ⁻¹	-
Nitritos	mg l ⁻¹	-
Carbonatos	meq l ⁻¹	0 -10
Fosfatos	mg l ⁻¹	0 - 2
RAS	meq l ⁻¹	0 - 15
Coliformes totales	UFC	-

Fuente: Universidad internacional del Riego (2017).

4.11. Métodos de aforo

Existen varios métodos para conocer el caudal y entre ellos están:

4.11.1. Método de sección y velocidad

También denominado método del flotador y consiste básicamente en medir la velocidad en varios puntos de la sección transversal de una corriente y determinar la sección a través de la medición de profundidades en la sección transversal del río, para después calcular el gasto por medio de la ecuación de continuidad (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC), 2017).

4.11.2. Método volumétrico

Se considera como el método más exacto, es usado para medir el caudal en corrientes pequeñas como nacimientos de agua o riachuelo, consiste en hacer llegar un caudal a un depósito impermeable cuyo volumen sea conocido y contar el tiempo total en que se llena el depósito (ICC, 2017).

4.12. Acequias y canales

Obra hidráulica que consiste en una zanja o canal construido para conducir el agua de riego u otros fines. Según (Valdivieso, 2022), las acequias se clasifican según el tipo de conducción:

- Acequia principal: capta directamente el agua de la fuente de origen.
- Acequia secundaria: parte de la acequia principal y distribuye el agua de riego a las parcelas.

El objetivo de las acequias de riego es transportar el agua desde la captación de la fuente de agua hacia las parcelas que se requiere regar.

Los materiales de construcción de acequias o canales generalmente son de tierra, piedras, y concreto (Fao, 2013). Así mismo Ortíz et al. (2010), menciona que las desventajas que presentan las acequias de tierra, son: menor durabilidad y las pérdidas de agua por infiltración son mayores en comparación que los canales construidos con otros materiales.

Para la construcción de acequias la distancia depende de la pendiente del terreno, se justifica su construcción para pendientes mayores al 15 %, en suelos arcillosos de baja infiltración se deben hacer acequias profundas combinadas con barreras vivas, para evitar que los sedimentos arrastrados por la lluvia rellenen la acequia, de igual manera se debe realizar el mantenimiento de la construcción (IICA, 2012).

4.13. Filtración de agua en canales

“En los canales de conducción la experiencia indica que la pérdida de agua (incluyendo el agua que se evapora) es del orden del 5 % en los revestidos y del 30 % en los canales de tierra” (Chereque, 1993, p.21). Esto se debe a las características físicas, morfológicas y mineralógicas del suelo, puesto que para un suelo de textura arenosa la infiltración es mayor por el arreglo de sus partículas, caso contrario a texturas arcillosas donde la infiltración es menor (García et al., 2005).

4.14. Pérdidas de carga por fricción longitudinal

Jiménez (2019) indica que son las pérdidas de energía que se producen a lo largo de la tubería producto de la fricción entre el fluido y las paredes de la tubería. Las pérdidas pueden ser continuas o localizadas producto de un cambio de dirección, presencia de una válvula u otro accesorio.

Para el cálculo de las pérdidas de fricción existen diversas fórmulas entre ellas, Hazen William, Scobey, Darcy-Weisbach.

4.15. Impermeabilización de canales

Impermeabilizar los canales trae beneficios en el crecimiento productivo, porque eleva la eficiencia del sistema de riego y por lo tanto hay una mejor rentabilidad en el sector productivo, por lo tanto, hay un mejor aprovechamiento y conservación del agua. Algunas alternativas para impermeabilizar canales es con hormigón ya que es más económico, además el uso de membranas de polietileno, entubados especiales, etc., (Gobierno Mendoza, 2017).

4.16. Importancia de las propiedades físicas del suelo en acequias o canales de tierra

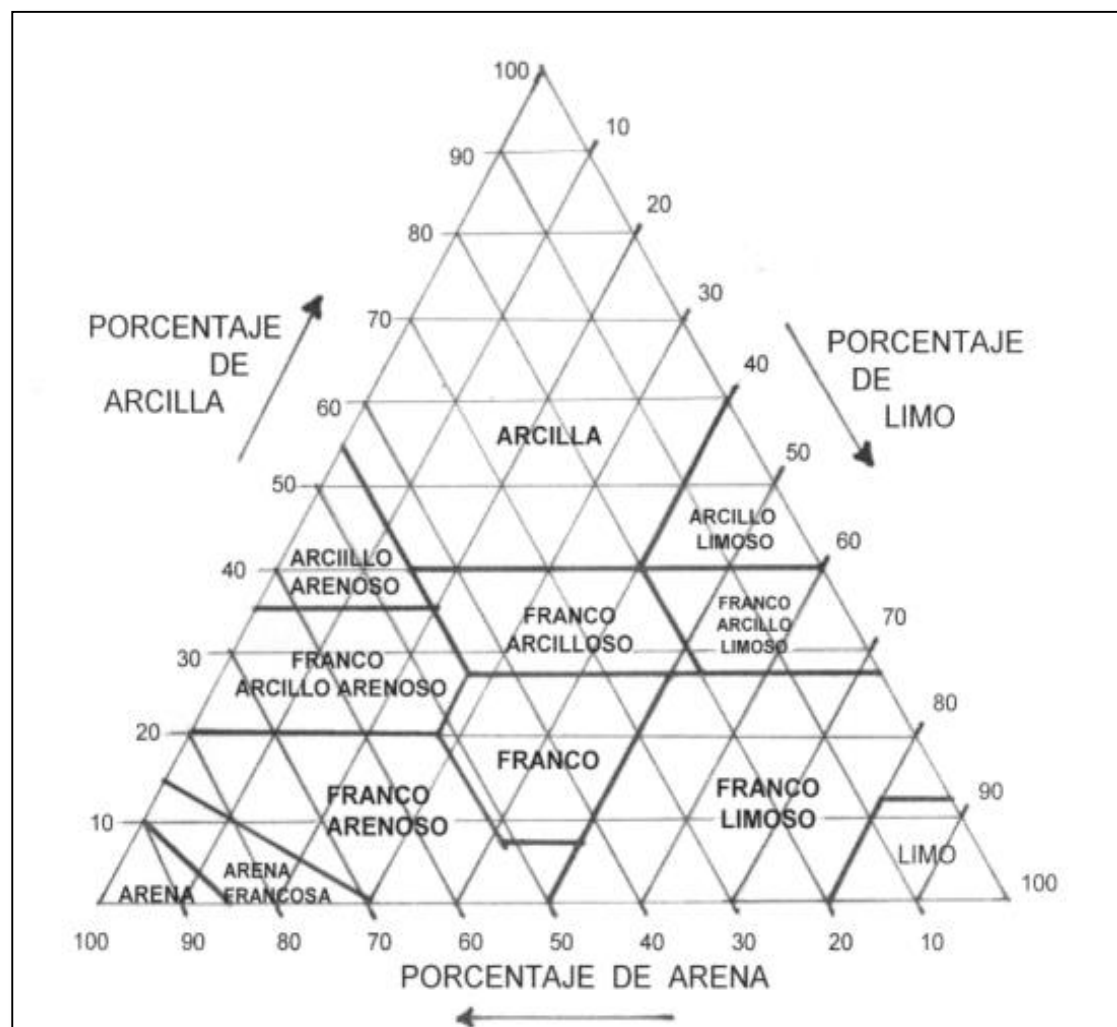
Según Rucks *et al.* (2004) las propiedades físicas del suelo, determinan la rigidez y la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de drenaje y de almacenamiento de agua, la plasticidad, y la retención de nutrientes.

4.16.1. Textura

Es la proporción de componentes inorgánicos de diferentes formas y tamaños como arena, limo y arcilla. Es una propiedad importante porque influye como factor de fertilidad y en la habilidad de retener agua, aireación, drenaje, contenido de materia orgánica y otras propiedades Su determinación es mediante el diagrama triangular de textura Figura 1.

Figura 1.

Diagrama triangular de las clases del suelo de acuerdo con el USDA



Fuente: (USDA, 2014).

4.16.2. Densidad Aparente

La densidad aparente es “la relación que existe entre el peso seco (105° C) de una muestra de suelo, y el volumen que esa muestra ocupaba en el suelo” (Rucks et al., 2004, p. 11).

La densidad aparente está relacionada con otras características del suelo como textura, estructura, materia orgánica, cuando la densidad aparente aumenta, se incrementa la compactación y se ven afectadas las condiciones de retención de humedad, lo que a su vez limita el crecimiento de las raíces de las plantas lo que influye en la absorción de nutrientes por medio de las raíces (Romero et al., 2015).

La Tabla 1 contiene los parámetros para identificar la densidad aparente en relación a la textura y el desarrollo ideal de las raíces.

Tabla 2

Relación densidad aparente y crecimiento radicular con base a la textura del suelo.

Textura del suelo	Densidad aparente ideal g cm ⁻³	Densidad aparente ideal para el crecimiento de raíces g cm ⁻³	Densidad aparente que afecta el crecimiento de raíces g cm ⁻³
Arena; Areno-franco	< 1,60	1,69	>1,80
Franco-arenosa; franco	< 1,40	1,63	>1,80
Franco-Arcilla-arenosa; Franco; Franco arcillosa	< 1,40	1,60	>1,75
Limosa; franco limoso	< 1,30	1,60	>1,75
Franco-Limosa; Franco-arcillo-limoso	< 1,40	1,55	>1,65
Arcillo arenoso, arcillo limoso, algunas franco-arcillosas (35-45 %arcilla)	< 1,10	1,39	>1,58
Arcilloso (>45 % arcilla)	< 1,10	1,39	>1,47

Fuente: (USDA, 1999).

4.17. Infiltración

Se entiende como infiltración “al ingreso de agua en el perfil del suelo, es importante porque determina la cantidad de agua que penetra en el suelo, depende de su textura, es decir, de la proporción de los componentes: arena, limo y arcilla” (Demin, 2014, p. 4).

Los factores que inciden en la capacidad de infiltración de un suelo son: la textura el grado de humedad, presencia de sustancias coloidales, cubierta vegetal, acción del hombre y los animales y la temperatura (Maderey y Jiménez, 2005).

La Tabla 3 muestra la clasificación de la velocidad de infiltración y la Tabla 4, relaciona la infiltración según la textura del suelo.

Tabla 3.
Clasificación de infiltración.

Clase de infiltración	Velocidad de Infiltración cm/h
Impermeable	< 0,0038
Muy lenta	0,51 – 0,0038
Lento	1,52 – 0,51
Moderadamente lenta	5,08 – 1,52
Moderado	15,24 – 5,08
Moderadamente rápida	50,80 – 15,24
Rápida	15,24 – 50,80
Muy rápida	> 50,80

Fuente: (USDA, 1999).

Tabla 4.
Textura y velocidad de infiltración.

Tipo de suelo	Velocidad de infiltración (cm/h)
Arenas	2,03
Suelos arenosos y limosos	1,02 – 2,03
Francos	0,51 – 1,02
Arcillosos	0,10 – 0,51
Arcillosos, sódicos	< 0,10

Fuente: (USDA, 1999).

4.18. Contenido de humedad en el suelo

Ibañez (2006), indica que el contenido de agua en el suelo experimenta cambios en el tiempo, señala que existen 4 niveles de humedad del suelo que se explican a continuación:

Capacidad de campo (CC): se refiere a la cantidad de agua que retiene el suelo después de 48 o 72 horas de haber sido drenado, corresponde al contenido de agua a una presión de 0,33 bares, es decir las plantas deben superar dicha presión para absorber el agua por las raíces.

Punto de Marchitez permanente (PMP): es el contenido de agua que no está disponible para las plantas, es decir el agua está ligada fuertemente a las partículas y no puede ser absorbida.

Agua disponible: Es la cantidad de agua que se encuentra entre la CC y PMP y por lo tanto está disponible para la planta.

Saturación: Hace referencia a cuando prácticamente todos los espacios porosos del suelo están llenos de agua.

4.19. Curva de retención de agua en el suelo

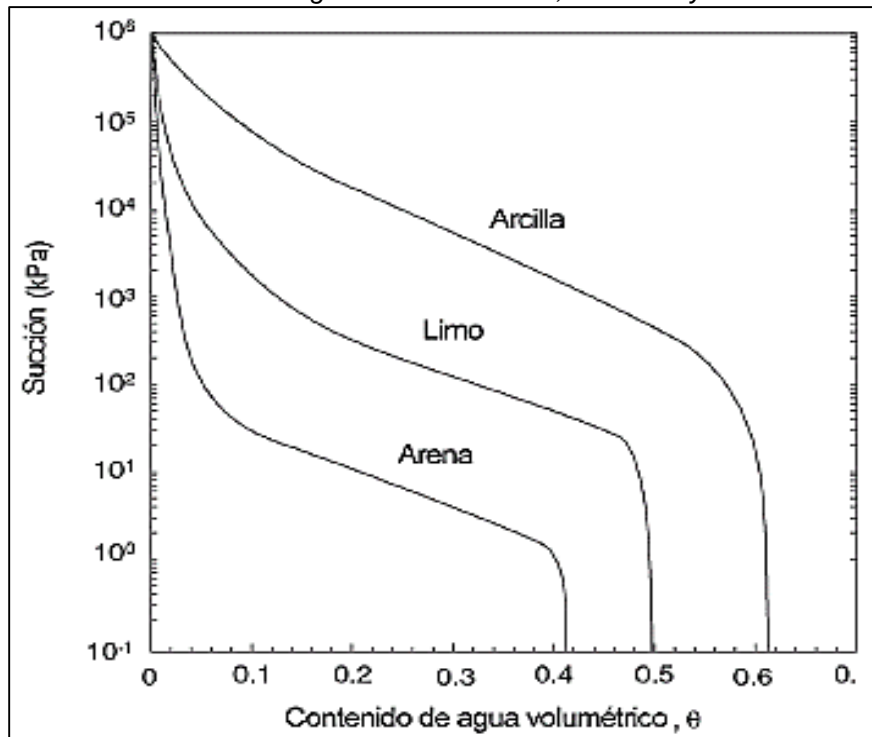
Casanova (2018), expresa que en la curva de retención de humedad del suelo se refleja la capacidad que tiene el suelo para retener el agua en función de la succión ejercida, esta depende la textura, estructura, porosidad y el contenido de materia orgánica generalmente se la

representa a través de una gráfica entre el grado de saturación y la succión, como se muestra en la Figura 2.

La succión se determina, por métodos directos, donde se mide la presión negativa del agua en los poros del suelo y del aire; los métodos indirectos determinan la succión basados en la condición de equilibrio de humedad del suelo, con medidas de: presión de vapor, contenido de humedad o propiedades físicas (conductividad térmica o eléctrica) de un medio poroso en equilibrio con el suelo. Por otro lado, la saturación del suelo seco es 0 %, cuando el grado de saturación se encuentra en la franja capilar es cercano al 100 % (Meza, 2012).

Figura 2.

Curvas de retención del agua suelos arenosos, arcillosos y francos.

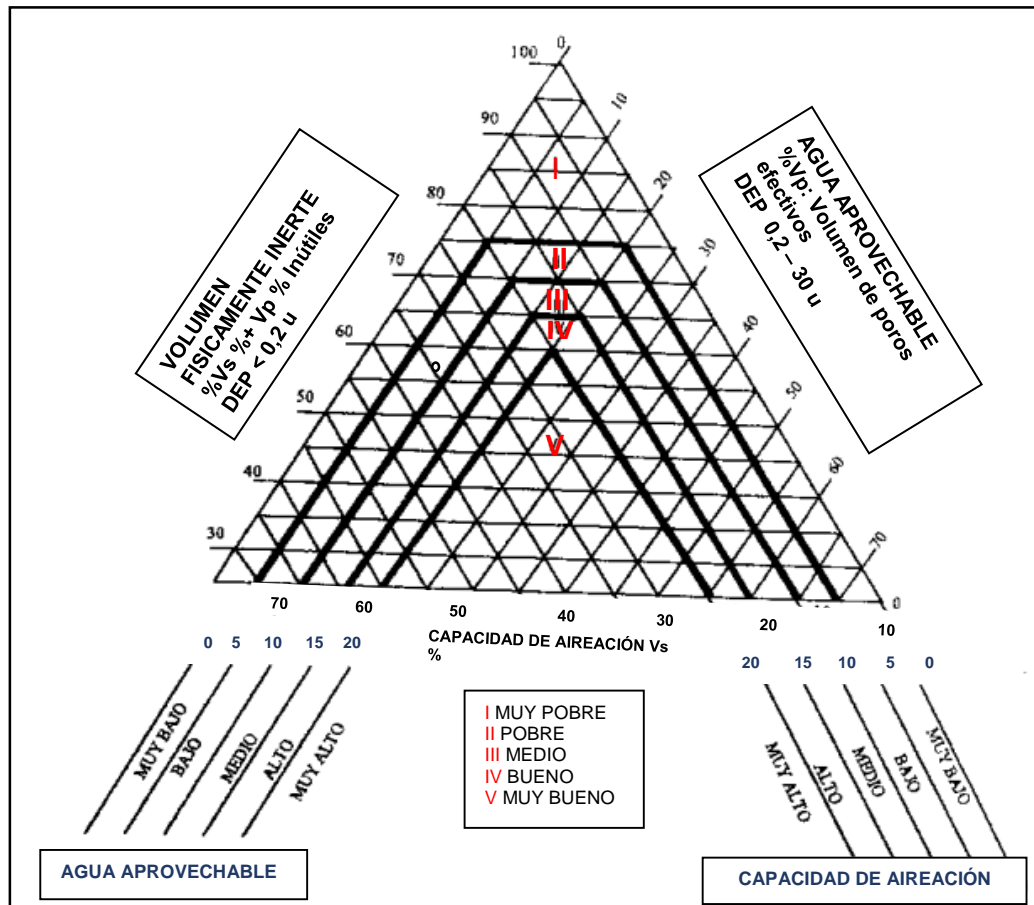


Fuente: (Lu Ning y Likos W., 2004, como se citó en Meza, 2012).

4.20. Evaluación de las condiciones físicas del suelo

Para evaluar las condiciones físicas del suelo, se necesita de los parámetros de capacidad de aireación, agua aprovechable, volumen físicamente inerte de poros, el diagrama triangular está dividido en cinco zonas. La zona más crítica es la I porque corresponde a una situación muy pobre de las condiciones físicas del suelo para el desarrollo de las plantas; la zona óptima es la V, que es muy buena porque existe equilibrio en la disponibilidad de agua y aire. La zona II corresponde a pobre, la III a Medio y la IV buena como se observa en la Figura 3.

Figura 3.
Diagrama triangular de las condiciones físicas del suelo.



Fuente: (Valarezo et al., 1998, como se citó en Soto, 2022).

4.21. Necesidades hídricas de los cultivos

Conocer las necesidades hídricas de los cultivos es importante para mejorar el diseño, la planificación y la gestión de los sistemas de riego (Cob, 2004).

La demanda de agua de las plantas depende de factores como el tipo de cultivo y la fase de crecimiento, por lo tanto, se debe garantizar que exista el agua suficiente para asegurar un buen crecimiento del cultivo (Castilla, 2017).

4.21.1. Evapotranspiración de referencia

La evapotranspiración de referencia ETo es un parámetro que permite calcular los requerimientos hídricos de los cultivos. Es la cantidad de agua evaporada desde una superficie de terreno cubierto totalmente con un cultivo hipotético de 12 cm, de altura con una resistencia superficial de 70 s.m^{-1} , un albedo de 0,23 y sin restricciones de agua. Para calcular la ETo se recomienda el método de la FAO Penman-Montheit que requiere datos de radiación, temperatura del aire, humedad atmosférica y velocidad del viento, sin embargo, al requerir de varios

parámetros, su uso es limitado cuando no se dispone con toda la información, por lo tanto se hace uso de fórmulas empíricas como Hargreaves, que utiliza la variable de temperatura y radiación solar, el método del tanque evaporímetro, permite estimar la ETo, mediante un coeficiente y evaporación del tanque, Blanney y Criddle, requiere de la variable de temperatura y horas luz, Thornthwaite, requiere valores de Evapotranspiración de referencia y horas máximas de sol, Turc, relaciona la evapotranspiración con la precipitación y la temperatura media mensual (FAO, 2006b).

4.21.2. Evapotranspiración del cultivo

La evapotranspiración de un cultivo es variable en las diferentes etapas del cultivo, es decir es baja en los primeros estadios de crecimiento; se incrementa a medida que crece en altura, y en área foliar, hasta alcanzar un máximo en la etapa de fructificación y luego disminuye progresivamente hasta la etapa de cosecha (Vega, 2004).

Se la obtiene multiplicando la ETo por el coeficiente del cultivo (K_c) y de esta manera pasa a un valor real que se utiliza para determinar los requerimientos hídricos de los cultivos.

4.21.3. Coeficiente de cultivo K_c

El K_c de los cultivos son valores diferentes para cada cultivo y también varía según el estado de desarrollo en el que se encuentren, puesto que está relacionado con el área foliar, este valor se usa para calcular las tasas de evapotranspiración de cada cultivo (FAO, 2006a).

5. Metodología

5.1. Ubicación política, geográfica y características biofísicas del área de estudio

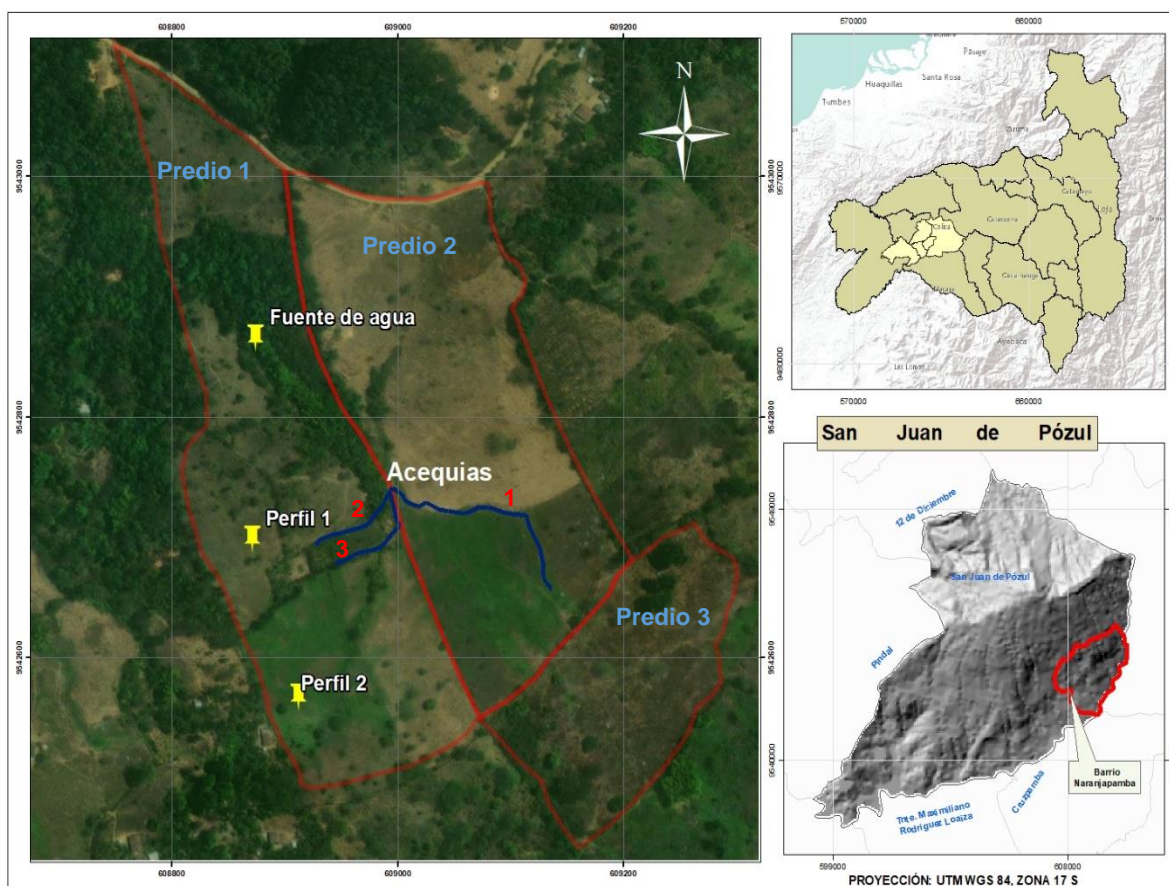
El barrio Naranjapamba, se ubica en la parroquia San Juan de Pózul, cantón Célica provincia de Loja, con una extensión de 517,19 ha, la acequia del mismo nombre cubre un área de 8,40 ha.

El barrio Naranjapamba limita:

- **Norte:** Barrio El Carmen
- **Sur:** Barrio San Antonio y la Merced
- **Este:** Parroquia Cruzpamba
- **Oeste:** Barrio Roncador.

Figura 4.

Ubicación de la zona de estudio.



Elabora: Autora

Fuente: Datos del Geoportal del Agro, IGM, 2022

Ubicación geográfica

La altitud promedio de la zona de estudio es de 1120 m s.n.m., coordenadas planas, latitud 9 542 865 m, Norte y longitud 608 874 m, Este, zona 17 S, Datum WGS84.

Altitud

Según el PDOT (2019) el barrio Naranjapamba se encuentra en un rango altitudinal de 1000 a 1250 m s.n.m., tipo ondulado, etc.

Clima

De acuerdo al PDOT (2019), la temperatura media anual del barrio oscila entre 20 y 21 °C, el clima es semihúmedo a húmedo y las precipitaciones tiene variaciones en el rango de 900 y 1000 mm anuales.

Geología

De acuerdo al PDOT (2019), el barrio Naranjapamba se encuentra en la unidad Quillusara que son rocas sedimentarias con intercalaciones de lavas.

5.2. Materiales y Equipos

Materiales de campo: barreta, pala, machete, nivel, combo, cinta métrica, cronómetro, fundas plásticas, balde de 10 litros, jarra de 1 litro

Materiales de laboratorio y equipos: Tierra fina secada al aire (TFSA), cilindros Koppecky (100 cm³), probetas, pipetas, estufa, tabla Munsell, martillo edafológico, espátula, clinómetro, muestreador de cilindros, anillos infiltrómetros, estación total, cámara fotográfica, computadora, pH metro, agitador mecánico, hidrómetro, termómetro, balanza de precisión.

Reactivos: agua destilada, hidróxido de sodio, oxalato de sodio, ácido clorhídrico.

Recursos tecnológicos y programas: softwares, Google Earth Pro, Sistemas de Información Geográfica (SIG), hoja de cálculos, procesador de texto.

5.3. Metodología para el primer objetivo

Realizar el diagnóstico socioeconómico de la acequia de riego Naranjapamba de la parroquia San Juan de Pózul, cantón Céllica, provincia Loja.

5.3.1. Encuesta Socioeconómica.

Para llevar a cabo el cumplimiento del primer objetivo se realizó una encuesta (Anexo 1), el barrio está compuesto por 43 familias, por lo tanto, se aplicó a toda la población para obtener la información socioeconómica referente a la actividad económica, producción agrícola, pecuaria y ganadera y en la parte social, población, grupos etarios, nivel de educación, etc.

La sistematización de la información se realizó en hojas de cálculo (Excel) para su posterior análisis en tablas y figuras.

El componente económico está compuesto por la producción agrícola y ganadera, los rendimientos, el destino de la producción y precios de venta.

Para la parte sociotécnica se realizó una entrevista a los usuarios con relación a la operación y mantenimiento de la acequia para determinar el estado actual de esta.

En el aspecto ambiental se revisó información secundaria en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial PDOT de la parroquia San Juan de Pózul, Geoportal del Agro ecuatoriano referente al uso actual del suelo, clases de suelo, pendientes y textura.

5.4. Metodología para el segundo objetivo

Caracterizar los aspectos técnicos que limitan el funcionamiento de la acequia de riego Naranjapamba de la parroquia San Juan Pózul, cantón Céllica, provincia Loja.

5.4.1. Topografía y delimitación del área de estudio.

Levantamiento topográfico

Para el levantamiento topográfico se obtuvo las coordenadas del punto de partida y se ingresó a la estación total. El punto de partida para el levantamiento fue desde donde se realiza la repartición del agua, el recorrido de las acequias de distribución y en los puntos de entrega, considerando los cambios bruscos a lo largo del trayecto de las acequias, posteriormente se realizó el plano con ayuda de un software de dibujo de diseño (Anexo 2).

La topografía se sobrepuso en imágenes de Google Earth para delimitar el área de estudio, considerando los límites de cada predio.

5.4.2. Descripción del perfil del suelo.

Para realizar la descripción del perfil del suelo se utilizó la guía de descripción de perfiles FAO (2009), se realizaron dos calicatas de las siguientes dimensiones 1,50 m de ancho x 1,20 m de largo x 1 m de profundidad, considerando donde se encuentra el material parental (Anexo 3).

La descripción de los perfiles se realizó en cuanto a sus propiedades físicas como a) color (tabla Munsell), b) textura con base a ensayos de campo, c) estructura (grado, tamaño y forma), d) poros (cantidad y diámetro), e) consistencia (húmedo y seco), f) fragmentos rocosos y minerales (abundancia tamaño y forma), g) contenido de raíces (tamaño y cantidad), h) límite del horizonte subyacente.

Muestreo de suelo.

Se siguió las indicaciones de la FAO (2009), cada muestra se tomó comenzando de la parte inferior a la superior, se recolectó 1 kg de suelo disturbado de cada horizonte, se etiquetó

para realizar los análisis de textura (Laboratorio de Suelos, Aguas y Bromatología UNL) y propiedades hidrofísicas en el laboratorio de AGROCALIDAD.

5.4.3. Textura

Para conocer la textura se utilizó el método de Bouyoucos, que consiste en dispersar las partículas del suelo mediante la solución, se debe pesar 50 g de suelo (TFSA) y colocar en un vaso de plástico de 250 ml, agregar 100 ml de agua destilada, 5 ml de hidróxido de sodio 1 N, más 5 ml de oxalato de sodio saturado. Se dejó reposar 30 minutos, luego se agitó con una vaqueta y se vertió en el vaso de dispersión, luego se colocó en el agitador y se dispersó durante 5 minutos. Posteriormente se colocó en la probeta de Bouyoucos y se enrasó hasta completar los 1 000 ml de agua destilada. Luego se introdujo el agitador manual dentro de la probeta y con movimientos de arriba abajo se agita hasta que la mezcla de sólidos este uniforme, con el hidrómetro dentro de la probeta se realizó la primera lectura al final de los 40 segundos, se retiró el hidrómetro y se midió la temperatura, transcurridas dos horas, se realizó la segunda lectura conjuntamente con la segunda temperatura (Anexo 4).

Las temperaturas iniciales deben ser corregidas con base a la temperatura de suspensión, la temperatura de calibración es 20 °C, se suma 0,36 °C si es mayor y se resta si está por debajo de la temperatura de calibración.

El Porcentaje de las fracciones se los obtiene con las siguientes expresiones

$$\% \text{ Arena} = 100 - (1 \text{ LC} * 2)$$

$$\% \text{ Arcilla} = 2 (\text{LC} * 2)$$

$$\% \text{ Limo} = 100 - (\text{Arena} + \text{Arcilla})$$

Dónde:

LC: lectura corregida.

5.4.4. Densidad aparente

Para determinar la densidad aparente del suelo se tomaron muestras inalteradas de volumen conocido (cilindros Koppecky de 100 cm³). Del Perfil 1 se tomó muestra de los dos primeros horizontes, con dos repeticiones cada una y del perfil 2 se tomó muestras del primer horizonte, se secó en la estufa a 105 °C durante 24 horas (Anexo 6).

La fórmula para determinar la densidad aparente (Flores, 2010):

$$Da = \frac{PS}{Vc}$$

Dónde:

Da: Densidad aparente $g \text{ cm}^{-3}$

PS: peso suelo seco (g)

Vc: Volumen del cilindro (cm³).

5.4.5. Saturación

Se utilizó la siguiente expresión

$$\text{Saturación} = \frac{\text{PSH} - \text{PSS}}{\text{PSS} - \text{PC}}$$

Dónde:

PSH: peso de suelo húmedo

PSS: Peso de suelo seco

PC: peso del cilindro

5.4.6. Propiedades hidrofísicas

Para las propiedades hidrofísicas: capacidad de Campo, punto de marchitez permanente, se envió 1 Kg de muestra al laboratorio de AGROCALIDAD (Anexo 5).

Dónde se utilizó el método de la centrifuga, el cual consiste en recubrir la malla de las cajas con papel filtro y añadir 25 g de muestra de suelo, luego se satura con agua las cajas por 24 horas procurando que el agua llegue hasta la mitad de la caja, posteriormente se drenan las cajas de la centrifuga por 15 minutos sobre un paño, se colocan las cajas de la centrifuga a una velocidad de 2500 rpm (1000 veces la gravedad) durante media hora, seguidamente se pesa una capsula de aluminio y se trasvasa la muestra de la caja de la centrifuga a la cápsula de aluminio, se seca la muestra en la estufa a 105 °C por 24 horas y finalmente pesar las muestras.

5.4.7. Ensayo de infiltración

Se realizó el ensayo de infiltración con los anillos infiltrómetros (diámetro de cilindro mayor 30 cm y el anillo menor 20 cm), en la parte alta y baja del área de riego, con tres repeticiones, cerca de la calicata y dónde la cobertura son pastizales, la duración de cada ensayo fue de cuatro horas, se llenó con agua los anillos y la lectura se realizó cada cinco minutos durante una hora, luego cada 10 min, y finalmente cada 30 min (Anexo 7).

Infiltración acumulada

Con los datos obtenidos sirvieron para determinar la infiltración acumulada, utilizando la ecuación de Kostiakov:

$$I = kt^m$$

Dónde:

I: infiltración acumulada en el tiempo (mm)

k: factor numérico adimensional, representa la velocidad de infiltración en cm h⁻¹

m: Constante que depende de la estabilidad de la estructura frente al agua, varía entre 0 y -1.

t: tiempo en minutos

Infiltración instantánea

Está representada por la siguiente ecuación

$$I=Kt^{-n}$$

Infiltración básica

Para determinar la velocidad de infiltración básica se utilizó la siguiente fórmula

$$I_b=K*(-600*n)^n$$

5.4.8. Medición del caudal y calidad de agua.

En la fuente de agua, se determinó la localización geográfica en coordenadas UTM, además se realizó un análisis para determinar su cantidad y calidad.

Caudal de la fuente

Se realizó aforos una vez al mes desde mayo hasta agosto, el método utilizado fue sección velocidad, luego se adecuó el lugar de tal manera que el agua se encauce por un solo trayecto y fluya naturalmente, se midió la distancia que recorrerá el flotador de 1,5 m. Los ensayos para determinar el tiempo consintieron en lanzar el flotador por la parte central, el cronómetro inicia en el momento que el flotador atraviesa el punto de inicio y finaliza cuando atraviesa el punto final. Para una mejor estimación y validez de los ensayos se realizaron cinco repeticiones (Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC), 2017) .

Para calcular la velocidad superficial del flotador (m/s) se empleó la fórmula:

$$v = \frac{d}{t}$$

Dónde:

V: Velocidad m s⁻¹

d: distancia (m)

t: tiempo (s)

Por otro lado, la velocidad media se obtuvo multiplicando la velocidad superficial por un factor de corrección de 0,8, tomando en cuenta la pared del cauce (Sánchez, 2013; Sivisaca, 2021).

Para calcular el área de la sección transversal del cauce, se trazaron segmentos de 0,10 m de ancho a lo largo del cauce, se midió la profundidad en los extremos de cada segmento, y se aplicaron las fórmulas de área correspondientes a las figuras geométricas que formaban los segmentos y las profundidades.

El caudal de se determinó con la ecuación de Manning:

$$Q=A * V$$

Dónde:

Q: Caudal ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$)

A: Área m^2

V: Velocidad (m s^{-1})

fc: factor de corrección

Calidad de agua

Para determinar la calidad del agua para riego, se tomó una muestra de agua en un envase ámbar de 1 l de la fuente donde fluía con normalidad, el muestreo se efectuó según el protocolo señalado por el laboratorio de análisis químico de la UNL. La muestra, se homogenizó tres veces y se refrigeró hasta llevar a laboratorio, para la determinación de: pH, Conductividad eléctrica, sustancias sólidas en suspensión, calcio, magnesio, boro, potasio, sulfatos, nitratos, nitritos, carbonatos, fosfatos, relación absorción sodio (RAS) y coliformes totales.

Medición de caudales en las acequias

La medición de caudal en las acequias permitió determinar la eficiencia de conducción, para lo cual se realizó:

5.4.9. Eficiencia de conducción

Para determinar la eficiencia de conducción de la acequia de riego Naranjapamba, se realizó aforos en las reparticiones con la finalidad de determinar las pérdidas que existen desde dónde inicia la acequia hasta el final de la misma, se utilizó el método volumétrico con tres pruebas por separado, para esto se encauzó toda el agua por una tubería, el cronómetro se inició al mismo instante que el agua empieza a caer en el balde de volumen conocido, se hicieron 3 repeticiones en cada repartición (Anexo 8).

La fórmula que se utilizó para determinar el caudal es:

$$Q = \frac{V}{t}$$

Q: Caudal l s^{-1}

V: volumen (l)

t: tiempo (s)

Palacios (2004) calcula la eficiencia de conducción mediante la siguiente formula:

$$E_{fc} = \frac{V_p}{V_d}$$

En dónde:

V_d: volumen que se deriva de la fuente de abastecimiento.

V_p: volumen de agua que se entrega a las parcelas para riego

5.4.10. Precipitación media mensual

Para conocer la precipitación media mensual para la zona de estudio se tomó los datos de la estación meteorológica de San Juan de Pózul (M1213), de 8 años en el período 2005 al 2012, por ser la más cercana al área de estudio.

5.4.11. Precipitación efectiva (Pe)

La precipitación efectiva se obtuvo con los datos de la precipitación media mensual de la estación meteorológica San Juan de Pózul del INAMHI. La Pe se determinó por el método de la USDA (Sampaio et al., 2000; Villazón, Gómez et al., 2021).

Ecuación a utilizar si la Precipitación es menor o igual a 250 mm

$$P_e = \frac{P_p * (125 - 0,2 * P_p)}{125} \quad P_p \leq 250 \text{ mm}$$

Ecuación a utilizar si la Precipitación es mayor a 250 mm

$$P_e = 125 + 0,1 * P_p \quad P_p > 250 \text{ mm}$$

5.4.12. Temperatura

Para determinar las temperaturas máximas, mínimas y medias del área de estudio se utilizó el gradiente térmico, se tomó los datos de las estaciones meteorológicas Célica, San Juan de Pózul y Zapotillo del periodo del 2005 al 2012, se realizó el promedio de cada mes en las 3 estaciones, luego realizó una gráfica lineal en hoja de cálculo y se trabajó con la ecuación de la recta para cada mes y se obtuvo las temperaturas promedio para la zona de estudio (Tabla 5 y Anexo 9).

Tabla 5.

Datos de temperatura de Estaciones meteorológicas INAMHI.

Estación	Altitud m s.n.m.	Temperatura Media											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Pózul	1739,0	16,5	16,4	16,8	17,0	17,1	16,9	16,8	17,1	17,2	17,6	17,2	16,9
Célica	1984,0	15,1	15,3	15,6	15,8	16,1	16,1	16,1	16,3	16,2	16,1	15,9	15,4
Zapotillo	223,0	27,3	26,9	26,8	26,5	25,6	24,5	24,2	24,5	25,1	25,2	25,9	26,6
Temperatura mínima													
Pózul	1739	12,6	13,1	13,0	12,8	12,8	13,0	12,4	12,4	12,3	12,6	12,1	12,3
Célica	1984	11,9	12,2	12,3	12,2	12,3	11,8	11,5	11,7	12,0	11,8	11,8	11,7
Zapotillo	223	20,7	21,0	20,8	19,9	18,5	17,3	16,5	15,9	16,0	16,5	17,2	18,2
Temperatura máxima													
Pózul	1739	19,8	19,9	20,3	20,3	21,0	21,2	21,4	21,9	21,9	22,2	21,8	20,9
Célica	1984	20,0	18,9	19,5	20,4	21,2	20,8	20,7	21,4	21,3	21,2	21,5	20,2
Zapotillo	223	34,2	32,8	32,6	32,3	31,8	30,9	31,3	31,8	32,7	32,8	33,4	33,8

Fuente: Anuarios del INAMHI

Elabora: Autora

5.4.13. Evapotranspiración de referencia.

Los datos mensuales de temperatura media, máxima y mínima se tomaron de la estación San Juan de Pózul.

La FAO recomienda el método de Penman-Montheit para el cálculo de la Eto, sin embargo, por la falta de información disponible de los parámetros necesarios, se recurre al método propuesto por Hargreaves (FAO, 2006a).

Esté método utiliza la variable de temperatura media, máxima y mínima.

$$R_s = R_a * K_t * (T_{max} - T_{min})^{1/2}$$

Dónde:

R_s: Radicación solar incidente

K_t: Coeficiente de ajuste (0,16 a 0,19)

$$E_{To} = 0,0023(t_{media} + 17,8)(T_{max} - t_{min})^{0,5} R_s$$

Dónde:

T_{media}: Temperatura media °C

T_{max}: Temperatura máxima °C

T_{mín}: Temperatura mínima °C

R_s: radiación solar (mm día⁻¹)

5.4.14. Coeficiente del cultivo

Para determinar el coeficiente de cultivo, se tomó como referencia las etapas fenológicas de los cultivos: maíz, café y pasto, los valores de K_c se tomaron del Manual de la FAO 56, se utilizó el método gráfico (FAO, 2006a).

5.4.15. Evapotranspiración del cultivo

La (FAO, 2006a) recomienda la siguiente ecuación para el cálculo de la E_{Tc}

$$E_{Tc} = E_{to} * K_c$$

Dónde:

E_{Tc}: Evapotranspiración del cultivo (mm día⁻¹)

E_{To}: Evapotranspiración de referencia (mm día⁻¹)

K_c: Coeficiente de cultivo (adimensional).

5.4.16. Patrón de cultivos

El patrón de cultivos se estableció, considerando la superficie sembrada y las fechas de siembra.

5.4.17. Requerimientos hídricos

Las necesidades netas de riego, se determinaron mediante la fórmula:

$$Nn=Pe-ETc$$

Dónde:

Nn: necesidades netas de riego mm día⁻¹

Pe: Precipitación efectiva (mm)

ETc: Evapotranspiración del cultivo mm día⁻¹

Así mismo, se tomó en cuenta que 1 mm de altura de agua = 1 l m⁻² = 10 m³ ha⁻¹

5.4.18. Dosis de riego

La dosis de riego relaciona las necesidades netas de riego y la eficiencia de aplicación con la siguiente expresión (Fuentes, 2002).

$$Dt = \frac{Nn}{Ea}$$

Dónde:

Dt: Dosis total de riego o volumen de agua aplicado

Nn: Necesidades netas de riego, o volumen de agua almacenada en la zona de las raíces de las plantas (mm mes⁻¹)

Ea: Eficiencia de aplicación

La eficiencia de riego por gravedad, se asumió un valor de 60 % que se logra con un adecuado diseño y manejo de riego (Alvaro et al., 2007; Gómez et al., 2010).

5.5. Metodología para el tercer objetivo

Construir una propuesta para mejorar la eficiencia de la acequia de riego Naranjapamba de la parroquia San Juan de Pózul, cantón Céllica, provincia Loja

Para el diseño de la conducción principal se propone tubería de PVC (Policloruro de Vinilo) que contribuye a disminuir las pérdidas por infiltración, además este material ofrece ventajas como la resistencia a altas presiones, la durabilidad y menores pérdidas de carga por el bajo coeficiente de fricción.

5.5.1. Diámetro de la tubería

Para calcular el diámetro de la tubería se partió de la siguiente fórmula

$$Q=A*V$$

Dónde:

Q = caudal

A = área

V = velocidad

Se despejo el área

$$A = \frac{Q}{V}$$

Para calcular el diámetro se utilizó la siguiente expresión

$$d = 2 * \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

La velocidad mínima del agua en las tuberías debe ser de 0,50 m s⁻¹ esto con la finalidad de evitar la sedimentación y el valor máximo de 2,5 m s⁻¹, para el presente trabajo se tomó una velocidad máxima de 2 m s⁻¹.

5.5.2. Pérdidas de carga en tubería

Se utilizó la fórmula de Hazen-William para determinar las pérdidas de carga por fricción en la tubería (Romero, 2021). Esto se realizó para conocer con que presión se llega a cabecera de parcela.

$$hf = \frac{10,643 * Q^{1,85} * L}{C^{1,852} * D^{4,87}}$$

Dónde:

Hf: pérdida de carga (m)

L: longitud de la tubería (m)

D: diámetro interno (m)

Q: Caudal (m³ s⁻¹)

C: coeficiente de rugosidad

El coeficiente para tubería de PVC es de 140.

6. Resultados

En el siguiente apartado, se muestran los resultados obtenidos para cada objetivo planteado.

6.1. Resultados del primer objetivo

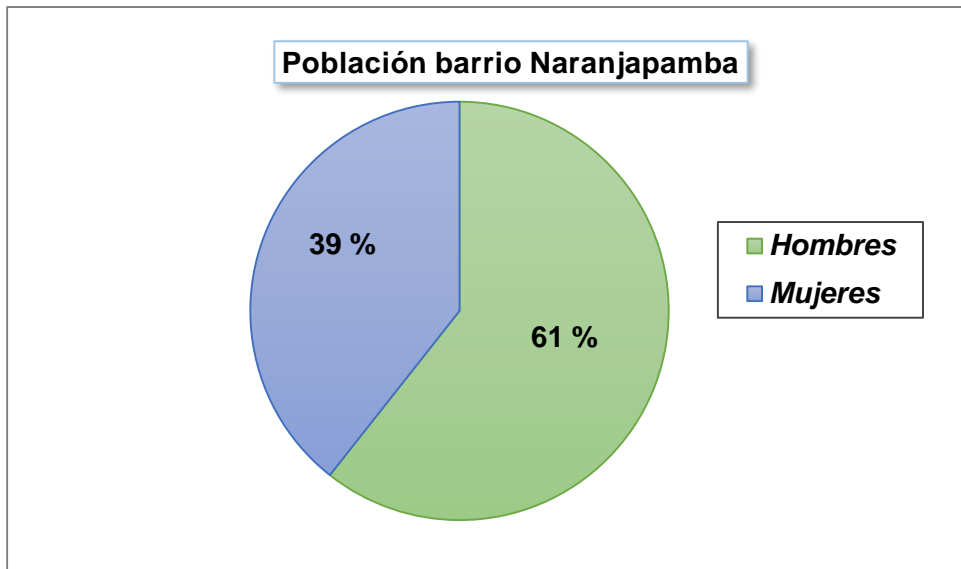
Realizar el diagnóstico socioeconómico de la acequia de riego Naranjapamba de la parroquia San Juan de Pózul, cantón Céllica, provincia Loja.

6.1.1. Encuesta socioeconómica.

La población del barrio Naranjapamba se distribuye de la siguiente manera: el 61 % son hombres y el 39 % son mujeres. Esta información se puede observar en la Figura 5.

Figura 5.

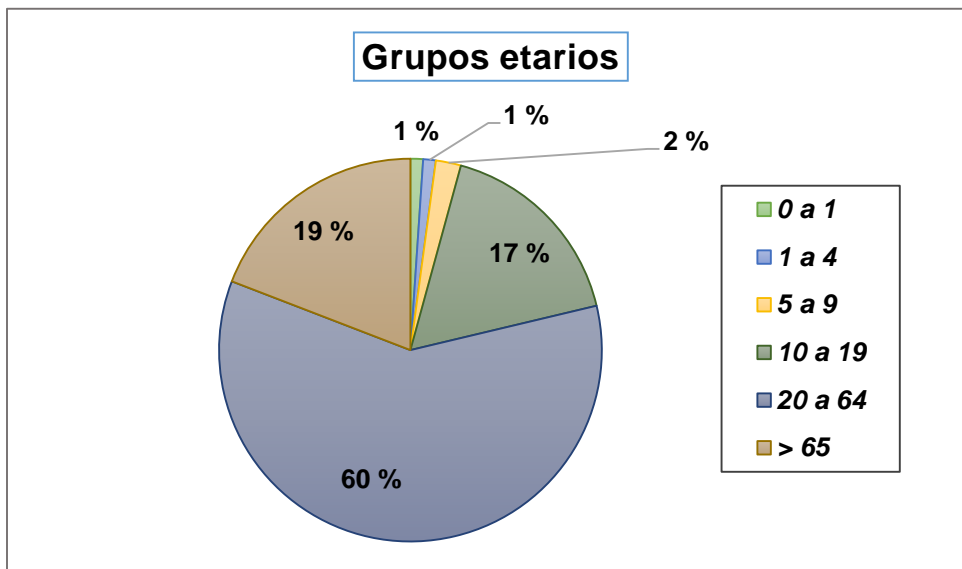
Población del barrio Naranjapamba, 2022



Elabora: Autora

La Figura 6 muestra la distribución por edad y sexo de los habitantes del barrio Naranjapamba. Se observa que el grupo más numeroso es el de 20 a 64 años, representa el 60 % del total y está compuesto por 34 hombres y 22 mujeres. El segundo grupo es el de mayores de 65 años, que abarca el 19 % de la población y tiene 11 hombres y 7 mujeres. Este grupo se considera adulto mayor y requiere de atención especial. El tercer grupo es el de 10 a 19 años, que corresponde al 17 % de los habitantes y cuenta con 10 hombres y 6 mujeres. Este grupo se considera adolescente y está en edad escolar. Finalmente, el grupo más pequeño es el de menores de 9 años, que solo representa el 4 % de la población. Este grupo se considera infantil. Se aprecia que en todos los grupos hay más hombres que mujeres, lo que indica un predominio del sexo masculino en el barrio.

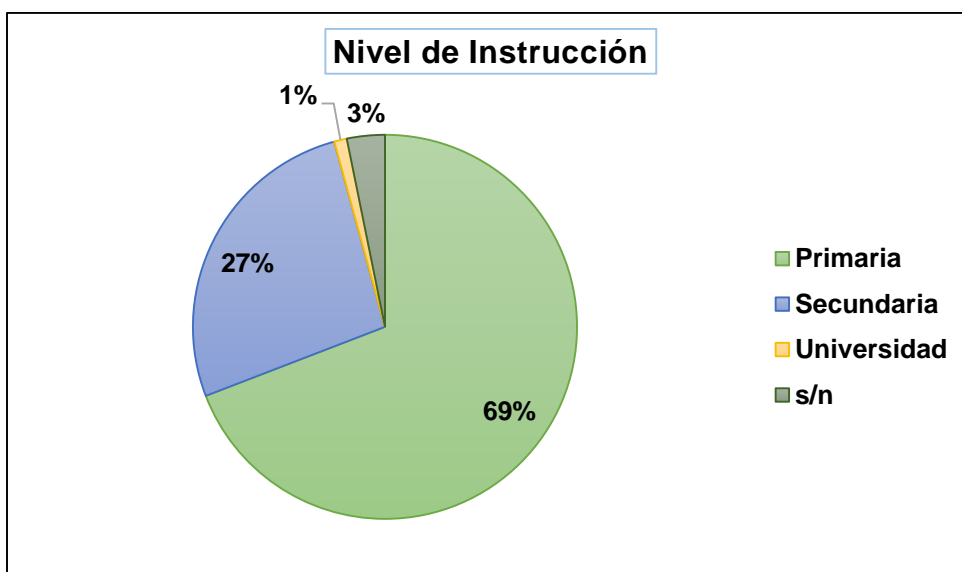
Figura 6.
Grupos etarios del barrio Naranjapamba, 2022



Elabora: Autora

La Figura 7 muestra el nivel educativo de la población del Barrio Naranjapamba. La mayoría de los habitantes 69 % tiene educación primaria, con una distribución de 36 hombres y 29 mujeres. El segundo nivel más frecuente es el secundario, con un 27 % de la población, compuesto por 18 hombres y 7 mujeres. Solo el 1 % de los habitantes ha alcanzado el nivel superior, y el 2 % no tiene ninguna instrucción, correspondiendo a dos hombres y una mujer.

Figura 7.
Nivel de instrucción del barrio Naranjapamba, 2022.



Elabora: Autora

La información socioeconómica de la población encuestada se resume en la Tabla 6. Según los datos, el 91 % de las personas posee su propia vivienda, mientras que el 7 % arrienda y el 2 % vive en casas prestadas por familiares. La mayoría de las viviendas tiene paredes de adobe, piso de tierra y techo de teja. El agua que consumen proviene de tuberías conectadas a vertientes y quebradas, y no es agua potable. Las aguas residuales se depositan en pozos sépticos y letrinas. La basura se elimina enterrando la orgánica y quemando la inorgánica. El 95 % de la población cuenta con energía eléctrica, además el 91 % cuenta con servicio de telefonía. En cuanto al riego los métodos utilizados son por gravedad y aspersión, la actividad económica a la que se dedican, los hombres a la agricultura y las mujeres a las labores domésticas. Los cultivos más importantes en términos de producción son el maíz, el guineo, el café, la yuca y la caña. La ganadería se basa en razas como la Holstein, la Nrahman y la Brown Swiss, que producen leche, quesillo y otros subproductos. También hay producción de cerdos y aves.

Tabla 6.
Aspectos socioeconómicos del barrio Naranjapamba.

Indicadores	Resultados
Tenencia de vivienda	Propia (91 %) Arrendada (7 %) Prestada (2 %)
Infraestructura viviendas	Adobe, tierra, teja
Dotación agua consumo	Entubada, vertientes, quebradas
Eliminación de excretas	Letrina/pozo séptico
Eliminación de basura	Entierran/queman
Energía eléctrica	Disponen:95% y No disponen: 5 %
Servicio telefonía	Disponen: 91% y No disponen 9 %
Herramientas	Lampa, machete, barreta, bomba, motosierra, guadaña
Riego	Gravedad, aspersión
Actividad económica	Agricultura, jornal, quehaceres domésticos
Producción agrícola	Maíz, guineo, café, yuca, caña
Producción pecuaria	Ganado (Holstein, Nrahman, Brown Swiss), animales menores (Cerdos, aves)
Destino de la producción	Autoconsumo, venta
Subproductos agropecuarios	Leche, quesillo, queso, huevos

Elabora: Autora

Producción agrícola

La producción agrícola del barrio Naranjapamba se muestra en la Tabla 7. Siendo El maíz el cultivo que ocupa la mayor superficie (14,15 ha), con un rendimiento de 100 a 150 qq ha⁻¹ el cual se destina tanto para autoconsumo y venta, el canal de distribución es directo al consumidor e intermediarios, al igual que el café con un rendimiento de 30 a 40 qq ha⁻¹ mientras que los siguientes productos: guineo, yuca, caña su destino es el autoconsumo.

Tabla 7.
Producción agrícola del barrio Naranjapamba.

Cultivo	Superficies	Rendimientos		Precio de venta	Costo de producción
	ha	Can	U		
Güineo	6,71	1	Racima	-	---
Yuca	1,20	60 -70	qq/ha	40 -50	---
Caña	1,54	400 - 500	qq/ha	--	---
Maíz	14,15	100 -150	qq/ha	13 - 15	1000
Café	4,29	30 - 40	qq/ha	80-100	1000
Total	27,88				

Elabora: Autora

Producción pecuaria

En la Tabla 8 consta la información referente a la producción pecuaria del barrio, la cual está conformada por la crianza de gallinas, cerdos y bovinos, el destino de la producción es para el autoconsumo y venta que se da mediante el canal directo al consumidor e intermediarios.

Tabla 8.
Producción pecuaria del barrio Naranjapamba.

Categoría	Especie	# de animales	Canal de venta		Destino de la producción	
			Directa	Intermediario	Venta	Autoconsumo
Ganado	Brahamna, Holstein	82	x	x	X	X
Cerdos	Criolla	26	x		X	X
Gallinas	Criolla	450	x		X	X

Elabora: Autora

Subproductos agropecuarios

Como se muestra en la Tabla 9 los subproductos agropecuarios ayudan a dinamizar la economía familiar, los cuales son derivados de la producción ganadera como, leche, quesillo y de la producción pecuaria huevos.

Tabla 9.
Subproductos agropecuarios del barrio Naranjapamba.

Producto	Precio de venta USD	Unidad
Leche	0,70	Litro
Quesillo	1,25 - 2	Libra
Queso	2 - 2,50	Libra
Huevos	0,25	U

Elabora: Autora

Aspecto Socio técnico de la acequia

El turno de riego que se maneja es cada 8 días, dejando un remanente de caudal para abrevadero, ya que ambas partes tienen ganado. En cuanto al manejo, no se realiza

mantenimiento de las acequias y dentro de la parte legal no cuenta con una autorización en el que conste el caudal existente por parte del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.

Para la repartición del agua no existe infraestructura hidráulica adecuada que permita distribuir el caudal, se lo realiza de manera rústica colocando piedras, restos de hojas (Anexo 11). Así mismo para regar se habilitan dos entregas, sin embargo, no hay una distancia determinada, se lo realiza según el criterio del agricultor en el que considera donde deberá ir la entrega para regar.

Aspecto Ambiental

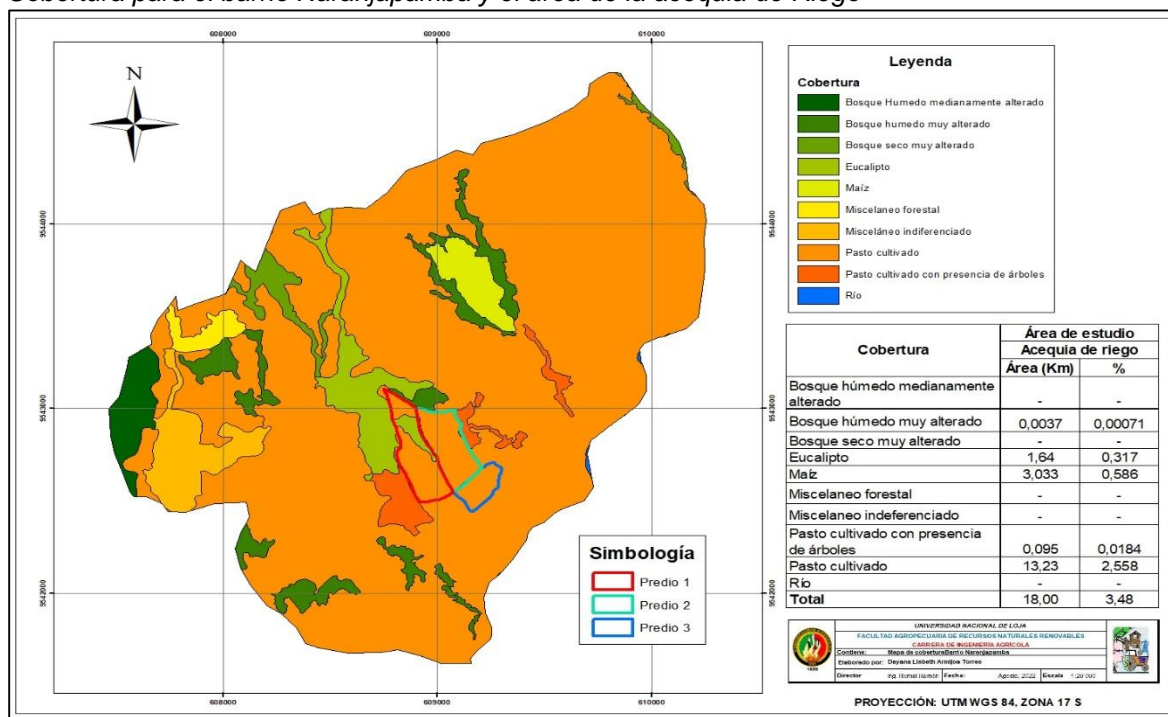
La parroquia San Juan de Pózul se encuentra ubicada en territorio comunal “Comuna Honor y Trabajo”, lo que significa que la mayoría de los habitantes del sector son comuneros, en menor parte son propietarios (PDOT, 2019). Según los datos obtenidos de la encuesta se aprecia que el 44 % del territorio del barrio Naranjapamba es comunal, mientras que el 56 % es de tenencia propia.

Cobertura y uso del suelo

La Figura 8 contienen información referente a la cobertura del barrio Naranjapamba y del área de estudio de la acequia de riego, la cobertura más representativa es pasto cultivado con 2,56 %, el 0,59 % es maíz y el 0,3 % es eucalipto (Anexo 12).

Figura 8.

Cobertura para el barrio Naranjapamba y el área de la acequia de Riego

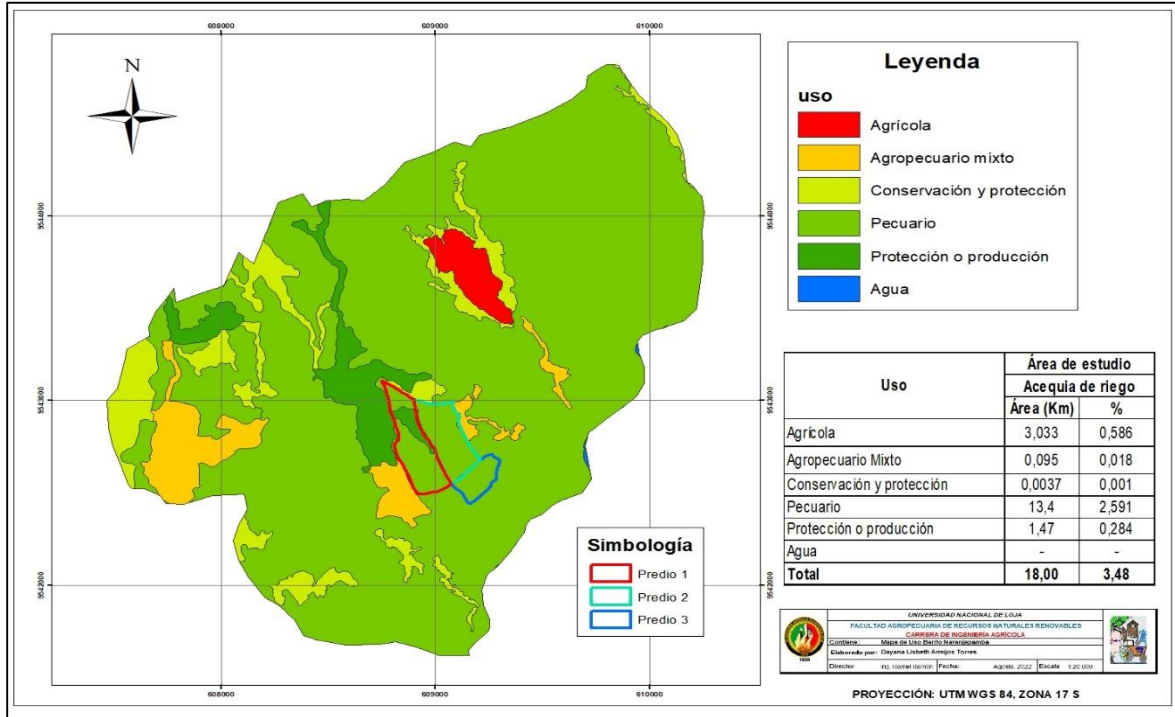


Fuente: Geoportal del Agro
Elabora: Autora

En la Figura 9 se muestra el uso del suelo de la acequia de riego, donde el 2,59 % es para uso pecuario, esto es evidente puesto que la actividad ganadera predomina en la zona de estudio el 0,57 % agrícola y el 0,28 para protección (Anexo 13).

Figura 9.

Uso del suelo del barrio Naranjapamba y para la acequia de riego.

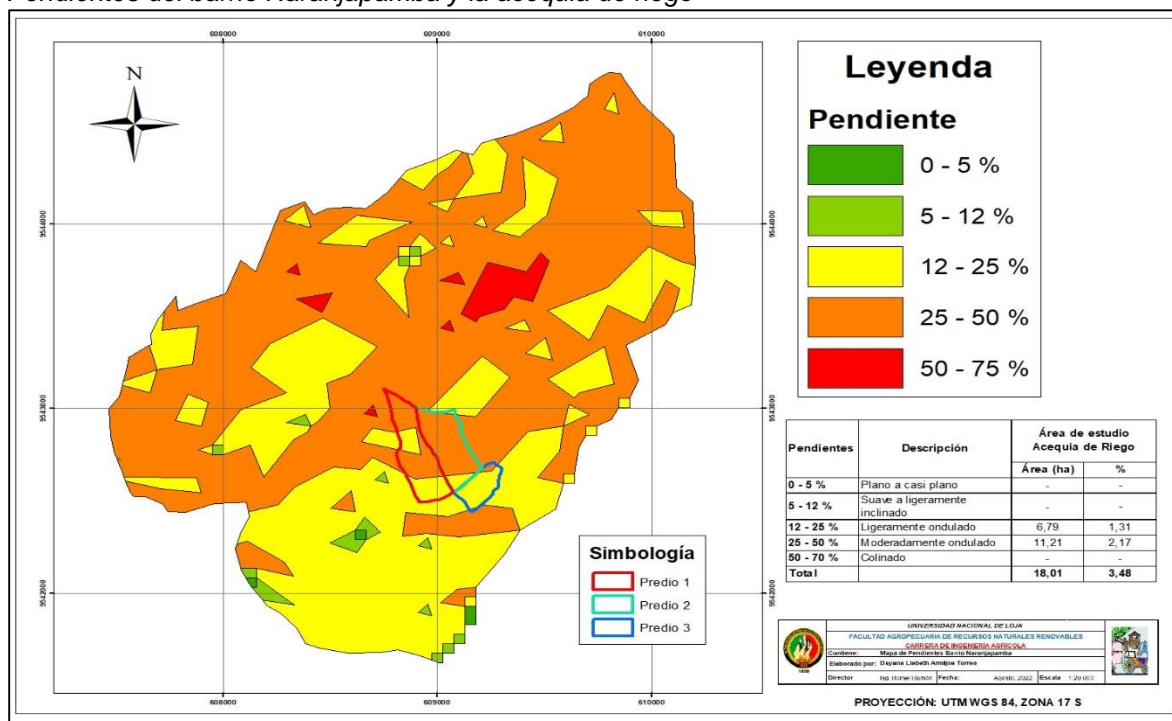


Fuente: Geoportal del Agro
 Elabora: Autora

Pendientes del suelo

Como se puede apreciar en la Figura 10, el área de estudio presenta pendientes moderadamente onduladas (25 - 50 %) en el 2,17 % de la superficie y pendientes ligeramente onduladas (12 - 25 %) en el 1,31 % del área total de la acequia (Anexo 14).

Figura 10.
Pendientes del barrio Naranjapamba y la acequia de riego



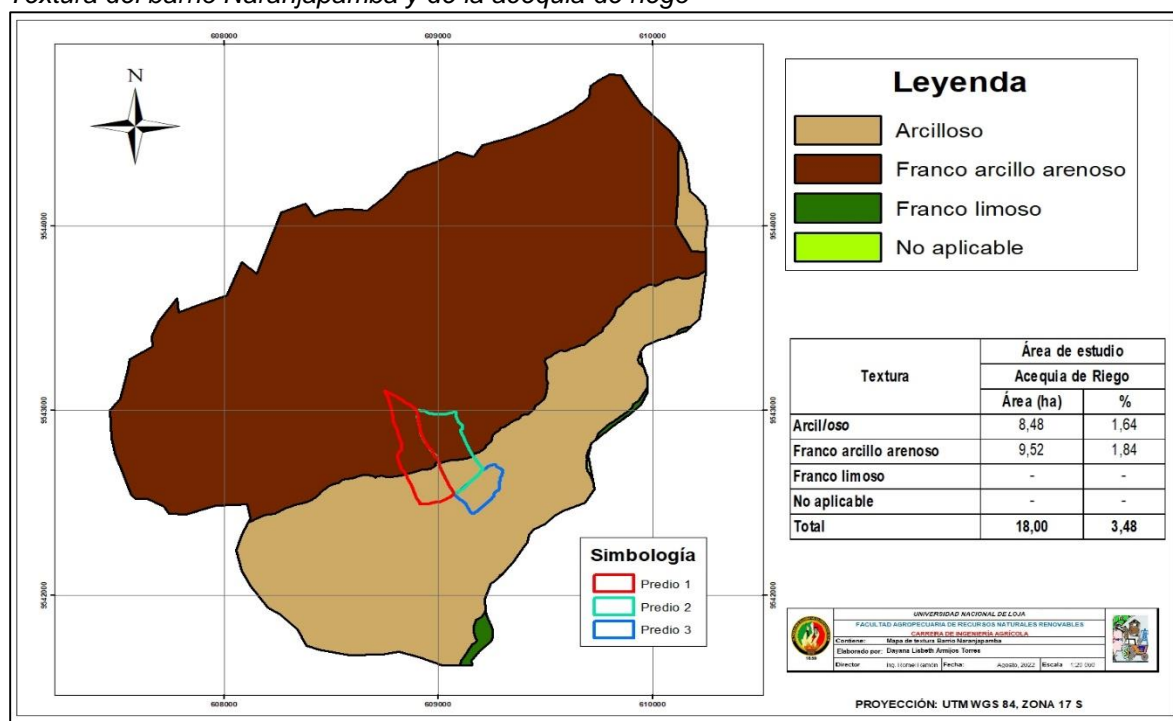
Fuente: Geoportal del Agro

Elabora: Autora

Textura del suelo

La Figura 11 muestra las clases texturales que predominan en la zona de estudio. Se observa que el 1,64 % corresponde a suelos arcillosos y el 1,84 % a suelos franco-arcillo-arenosos. Estas texturas indican las características del área de influencia de la acequia (Anexo 15).

Figura 11
 Textura del barrio Naranjapamba y de la acequia de riego



Fuente: Geoportal del Agro

Elabora: Autora

6.2. Resultados del segundo objetivo

“Caracterizar los aspectos técnicos que limitan el funcionamiento de la acequia de riego Naranjapamba de la parroquia San Juan Pózul, cantón Céllica, provincia Loja”

6.2.1. Topografía y delimitación del área de estudio.

Levantamiento topográfico de la Acequia

A partir del levantamiento topográfico se obtuvo la distancia de las acequias (Anexo 16) se detalla el punto donde se reparten el agua y las dos pantallas de distribución en cada predio. La acequia 1 tiene una longitud de 190,84 m, esta se utiliza para regar el pasto, y en menor cantidad café, la acequia 2 tiene una longitud de 87,82 m, se utiliza para regar café y maíz, y la acequia 3 con una distancia de 67,08 m, se la utiliza para regar el pastizal. La distancia desde la fuente de agua hasta la distribución es de 182 m.

Los dos predios cubren un área total de 18 ha, el predio uno tiene una superficie de 8 ha y el predio dos tiene 10 ha.

6.2.2. Descripción de perfiles del suelo.

En las Tablas 10 y 11 se detallan las características de cada horizonte de los dos perfiles del suelo en la zona de estudio.

Tabla 10.*Descripción del perfil de la calicata 1.*

Descripción del Perfil 1	
Uso:	Pastizal
Pendiente del terreno:	25 %
Ubicación del perfil:	E 608 860 m y N 9 542 731 m
Altitud:	1103 m s.n.m.
Suelo formado por 3 horizontes, el primer horizonte corresponde a un Ap, se extiende desde 0 cm, hasta los 12 cm, con una textura franco arcilloso al tacto, el segundo horizonte es un Bw1, tiene un espesor de 38 cm, color amarillento, textura arcillosa, y el tercer horizonte de espesor 55 cm, color amarillento, Franco Arcilloso. Los límites del horizonte son neto y de topografía plana	
Horizonte	Descripción
Ap	Color en húmedo 7,5 YR 3/4, estructura moderada con bloques angulares de tamaño medio (10 - 20 mm), ligeramente adherente, plástico, ligeramente duro, los poros son frecuentes (51 – 200/cm ²) y de diámetro muy fino (0,075 – 1 mm) y finos (1 – 2 mm), la cantidad de raíces es abundante y de tamaño muy finas (< 1 mm) y finas (1 – 2 mm).
Bw1	Color en húmedo 7,5 YR 5/6, estructura moderada, con bloques angulares y subangulares de tamaños finos (5 – 10 mm) y medios, ligeramente adherente, ligeramente plástico, cohesión en húmedo friable y en seco duro, poros frecuentes de diámetro finos y pocos muy finos. Las raíces son pocas y de tamaño muy finas y finas, los fragmentos rocosos son pocos (5 – 15 %) de forma angular, de tamaño de grava (0,2- 7,5 cm).
Bw2	Color húmedo 7,5 YR 7/6, existe presencia de pocas manchas (< 2 %) de color 7,5 YR 4/2, de tamaño medianas (5 – 15 mm) y definidas, estructura moderada, bloques subangulares de tamaño finos y medios, adherente, ligeramente plástico, friable, poros frecuentes y pocos de tamaño muy finos y finos, raíces pocas y muy finas.

Elabora: Autora.

Tabla 11.*Descripción del perfil de la calicata 2.*

Descripción del perfil 2	
Uso:	pastizal
Pendiente del terreno:	25 %
Ubicación del perfil:	E: 608 860 m y N: 9 542 731 m
Altitud:	1046 m s.n.m.
Suelo formado por 3 horizontes, el primer horizonte corresponde a un Ap que se extiende desde 0 cm, hasta los 35 cm, con una textura franco arcilloso al tacto y su coloración en seco es oscura, el segundo horizonte es un Bt 2, tiene un espesor de 25 cm, coloración oscura, textura arcillosa, y el tercer horizonte es un Bt 1 de 40 cm, de espesor y color amarillento, Arcillosa. Los límites del horizonte son neto y de topografía plana	
Horizonte	Descripción
Ap	Color en húmedo 7,5 YR 4/1, estructura moderada con bloques granulares de tamaño fino, ligeramente adherente, plástico, friable, los poros son frecuentes y de diámetro muy fino y finos, la cantidad de raíces es poca de tamaño medias, abundante tamaño fino y muy pocas de tamaño, los fragmentos rocosos son pocos del tamaño de grava y de forma angular.
Bt2	Color en húmedo 7,5 YR 4/1, estructura fuerte, con bloques angulares de tamaño medio, ligeramente adherente, ligeramente plástico, cohesión en seco duro, poros frecuentes de diámetro muy finos. Las raíces son pocas y de tamaño muy finas y finas, los fragmentos rocosos son pocos del tamaño de piedras (7,5 – 25 cm) y de forma redondeada.

Bt1	Color húmedo 7,5 YR 6/8, existe presencia de muchas manchas de tamaño medianas y definidas, e indistintas, estructura moderada, bloques angulares de tamaño medias, ligeramente adherente, ligeramente plástico, cohesión en seco duro, poros frecuentes de tamaño muy finos, raíces pocas y muy finas, los fragmentos rocosos son pocos de forma redondeada y del tamaño de piedras.
-----	---

Elabora: Autora

6.2.3. Características de los perfiles del suelo

En la Tabla 12 se detallan las proporciones de arena, limo y arcilla, para determinar la textura de los horizontes de los dos perfiles del suelo según el triángulo textural del USDA (Figura 1). Para el perfil uno la textura presente en el primer horizonte es franco-arcilloso, densidad aparente de 1,5 g cm⁻³ y el porcentaje de saturación de 30,86 %; para el segundo horizonte la textura es de arcillosa, densidad aparente de 1,4 g cm⁻³ y saturación 32,76 %.

Para el perfil dos, en el primer horizonte la textura es franco-arcillosa, densidad aparente de 1,2 g cm⁻³ y saturación de 40,17 %.

Tabla 12.

Textura, densidad aparente y saturación de los horizontes de los perfiles del suelo.

Perfil	Horizonte	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura	Densidad Aparente g cm ⁻³	Saturación %
1	Ap	27,44	35,28	37,28	FoAc	1,5	30,86
	Bw1	27,08	29,64	43,28	Ac	1,4	32,76
	Bw2	39,08	29,64	31,28	FoAc	-	-
2	Ap	33,44	37,28	29,28	FoAc	1,2	40,17
	Bt 2	22,72	26	51,28	Ac	-	-
	Bt 1	19,08	21,64	59,28	Ac	-	-

Fuente: Laboratorio de Agua, suelo y bromatología de la UNL.

Elabora: Autora

6.2.4. Ensayo de Infiltración

La Tabla 13 muestra que la velocidad de infiltración para el perfil uno de textura franco-arcillosa es de 1,12 cm h⁻¹ y se clasifica como lenta, para el perfil dos la velocidad de infiltración es de 0,81 cm h⁻¹ y se clasifica como muy lenta (Anexos 19 y 20).

Tabla 13.

Velocidad de infiltración cm/h en los dos perfiles de suelo.

Perfil	VI (cm h ⁻¹)	Clasificación
1	1,12	Lenta
2	0,81	Muy lenta

Elabora: Autora

6.2.5. *Propiedades Hidrofísicas.*

Según los resultados de las constantes hidrofísicas reportados en el análisis de laboratorio, se tiene que para el perfil 1 la Capacidad de campo es de 27,2 % (pF = 2,52), Punto de marchitez permanente = 14,8 % (pF 4,2) y al estado poroso del suelo o saturación de 40,1 %. A partir de estos parámetros, el agua aprovechable es de 12,4 %, la capacidad de aireación del suelo de 12,9 % y el volumen de poros físicamente inerte es de 74,7 %.

Para el perfil dos se tiene que la CC = 27,5 % (pF = 2,52), PMP = 14,9 % (pF 4,2), el estado poroso del suelo o saturación de 36,5 %. El agua aprovechable es de 12,5 %, la capacidad de aireación del suelo de 9 % y el volumen de poros físicamente inerte es de 78,4 %.

En los Anexos 17 y 18 se muestran las curvas de retención de humedad del perfil uno y dos del suelo del área de estudio.

6.2.6. *Medición del caudal y calidad del agua*

La fuente de agua se ubica en las siguientes coordenadas planas E: 608 859 m y N: 9 542 870 m, zona 17 S, a una altitud de 1114 m s.n.m.

La Tabla 14 contiene información de los caudales registrados, en el período de mayo-agosto, dónde se evidencia que el caudal es variable, para el mes de agosto varía de 1,94 a 1,46 l s⁻¹, esto significa que en los meses en que los cultivos se desarrollan el caudal va disminuyendo y por lo tanto no hay suficiente agua para el riego.

Tabla 14.

Caudal en la fuente de agua.

Mes	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Agosto
Caudal l s ⁻¹	1,94	1,91	1,50	1,94	1,46

Elabora: Autora

Calidad de Agua

En la Tabla 15 constan los parámetros de mayor importancia en la calidad del agua para riego como pH (7,02), conductividad eléctrica (0,23 dS m⁻¹), sustancias solidas en suspensión, sodio, boro, calcio, magnesio, carbonatos, nitratos, sulfatos, los valores reportados por el análisis de laboratorio indican que se encuentran por debajo del límite máximo permisible para riego, por lo tanto, se puede usar para riego, en el Anexo 21 se detalla el análisis completo de calidad de agua.

Tabla 15.
Análisis de calidad de agua

Parámetro	Unidad	Resultado
pH	-	7,02
Conductividad eléctrica	dS m ⁻¹	0,23
Sustancias sólidas en suspensión	mg l ⁻¹	701
Calcio	meq l ⁻¹	13,17
Magnesio	meq l ⁻¹	1,51
Sodio	meq l ⁻¹	0,91
Boro	meq l ⁻¹	0,009
Potasio	meq l ⁻¹	0,55
Sulfatos	meq l ⁻¹	< 5
Nitratos	mg l ⁻¹	0,58
Carbonatos	meq l ⁻¹	0,00

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico de la UNL

6.2.7. Eficiencia de conducción en la acequia

En la Tabla 16 se detallan los valores obtenidos de los aforos volumétricos realizados. Con las acequias uno y dos se tiene 6 entregas y se habilitan dos entregas para regar, esto es porque se riegan cultivos como café y maíz y pasto, con la acequia tres, se tiene una entrega y solamente se riega pasto.

Tabla 16.
Caudal obtenido en las acequias.

Acequia	Caudal (l s ⁻¹)	Entrega 1	Entrega 2	Entrega 3	Entrega 4	Entrega 5	Entrega 6
Acequia 1	1,88	1,78	1,65	1,19	0,74	0,72	0,64
Acequia 2	1,37	1,15	0,95	0,89	0,69	0,61	0,42
Acequia 3	1,37	0,14	-	-	-	-	-

Elabora: Autora

El tiempo que tarda en recorrer el agua desde que se inicia la repartición en la acequia 1 es de 01H15 min, para la acequia 2 el tiempo es de 50 min y en la acequia 3 el tiempo es de 01H00, al momento de la evaluación las acequias se encontraron agrietadas, con impurezas producto de las hojas de maíz, de igual manera el pisoteo del ganado en las acequias produce que el agua se estanque (Anexo 22).

Según la Tabla 17, las acequias tienen una eficiencia de conducción muy baja en el riego. La acequia tres es la menos eficiente, con solo el 10,22 %. Las acequias uno y dos tienen eficiencias del 34 y del 30 % respectivamente. Con esta eficiencia se pierde más del 70 % del agua que se deriva de la captación.

Tabla 17.*Pérdidas y eficiencia de las acequias.*

Acequia	Longitud (m)	Caudal inicio l s ⁻¹	Caudal final l s ⁻¹	Pérdida l s ⁻¹	Pérdidas %	Eficiencia %
Acequia 1	190,84	1,88	0,64	1,24	65,96	34,04
Acequia 2	87,82	1,37	0,42	0,95	69,34	30,66
Acequia 3	66,7	1,37	0,14	1,23	89,78	10,22

Elabora: Autora

6.2.8. Variables climáticas

La Tabla 18, presenta información de la precipitación, los meses de junio a diciembre son los de menor precipitación y es necesario regar para asegurar la producción agrícola, los meses de enero a mayo son los que tienen la mayor precipitación y corresponden a la etapa invernal. El mes con mayor precipitación es marzo con 443,84 mm y el mes con menor precipitación es septiembre con 0,7 mm. La temperatura promedio mensual para el área de estudio es de 20,2 °C, la temperatura mínima promedio es de 14,7 °C y la temperatura máxima promedio es de 25,5 °C.

Tabla 18.*Precipitación media mensual, precipitación media mensual y temperaturas.*

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Prec(mm)	248,4	366,7	443,8	214,2	46,0	14,8	4,6	2,3	0,7	2,8	21,7	49,4	1415,4
T med °C	20,4	20,4	20,5	20,4	20,3	19,7	19,6	19,9	20,1	20,2	20,3	20,3	20,2
T mín °C	15,6	16,0	16,0	15,4	14,9	14,4	13,8	13,6	13,7	14,0	14,1	14,5	14,7
T Máx °C	25,7	24,8	25,0	25,1	25,4	24,9	25,1	25,7	26,1	26,2	26,3	25,9	25,5

Fuente: Anuarios del INAMHI (2004 - 2015).

Elabora: Autora

6.2.9. Requerimientos hídricos de los cultivos

La Tabla 19 muestra los requerimientos hídricos los cultivos de: maíz, café y pasto en la zona de estudio. Se puede apreciar que hay un déficit de agua entre mayo y junio, debido a que son los meses con menor precipitación. El mes más crítico es septiembre, donde la precipitación efectiva (Pe) es solo de 0,67 mm mes⁻¹. En este mes, la evapotranspiración del cultivo (ETc) es alta para los tres cultivos: 163,8 mm mes⁻¹ para el maíz, 135,9 mm mes⁻¹ para el café y 150,2 mm mes⁻¹ para el pasto. Por lo tanto, los requerimientos hídricos son mayores en este periodo, ya que se suman las demandas de los tres cultivos. Para el mes de septiembre se requiere un riego de 448,5 mm mes⁻¹.

Tabla 19.*Requerimientos hídricos de los cultivos.*

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Pe (mm mes ⁻¹)	149,7	161,7	169,4	140,8	42,6	14,5	4,6	2,2	0,7	2,8	20,9	45,5
Evapotranspiración de referencia mm mes⁻¹												
ET _o	131,9	113,9	126,8	120,4	119,7	109,1	118,4	131,7	143,0	146,8	141,0	139,3
Coefficiente de cultivo K_c												
Maíz	-	-	-	-	-	0,4	0,8	1,2	1,2	0,7	-	-
Café	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9
Pasto	-	-	-	-	-	0,6	0,6	1,1	1,1	1,0	-	-
Evapotranspiración del cultivo ET_c mm mes⁻¹												
Maíz	-	-	-	-	-	43,6	94,8	151,5	164,5	102,8	-	-
Café	112,1	96,8	107,8	102,3	113,7	103,7	112,5	125,2	135,9	139,5	134,0	125,4
Pasto	-	-	-	-	-	60,0	65,1	138,3	150,2	148,3	-	-
Requerimientos hídricos de los cultivos mm mes⁻¹												
Maíz	-	-	-	-	-	-29,2	-90,2	-149,3	-163,8	-100,0	-	-
Café	37,6	64,8	61,6	38,5	-71,1	-89,2	-107,9	-122,9	-135,2	-136,7	-113,1	-79,9
Pasto	-	-	-	-	-	-45,5	-60,6	-136,1	-149,5	-145,5	-	-
Total	37,6	64,8	61,6	38,5	-71,1	-163,9	-258,7	-408,3	-448,5	-382,2	-113,1	-79,9

Elabora: Autora

6.2.10. Dosis de riego

La Tabla 20 contiene la dosis de riego (l s⁻¹) requerida por los cultivos de maíz, café y pasto, en el mes de septiembre se necesita 8,08 l s⁻¹, para satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos. El caudal necesario está en función de la eficiencia del método de riego (60 %), si la eficiencia es baja el caudal requerido será mayor.

Así mismo el caudal requerido en los meses de mayo a octubre es mayor porque se presentan los tres cultivos, el pasto ocupa la mayor superficie de 5,25 ha, puesto que se desarrolla la ganadería.

Tabla 20.*Dosis total de riego para cultivos.*

Cultivos	Área (ha)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Maíz	3,08	-	-	-	-	-	-0,58	-1,73	-2,86	-3,13	-1,91	-	-
Café	0,08	0,01	0,01	0,01	0,007	-0,01	-0,04	-0,05	-0,06	-0,06	-0,06	-0,05	-0,04
Pasto	5,25	-	-	-	-	-	-1,54	-1,98	-4,45	-4,88	-4,75	-	-
Total	8,41	0,01	0,01	0,01	0,01	-0,01	-2,16	-3,75	-7,36	-8,08	-6,73	-0,05	-0,04

Elabora: Autora

6.2.11. Patrón de cultivos

En el patrón de cultivos se consideraron los cultivos más representativos en los predios, considerando la superficie sembrada, así mismo el patrón permite establecer la demanda hídrica de los cultivos para el riego, esto se observa en la Tabla 21.

Tabla 21. Patrón de cultivos.
Patrón de cultivos.

Cultivo	Sup (ha)	Ciclo	1 ^{ra} Siembra	1 ^{ra} Cosecha	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Maiz	3,08	140	5-jun	23-oct												
Café	0,08	365	1-dic	30-nov												
Pastos	5,25	140	5-jun	23-oct												

Elabora: Autora

6.3. Resultados del tercer objetivo

Construir una propuesta para mejorar la eficiencia de la acequia de riego Naranjapamba de la parroquia San Juan de Pózul, cantón Céllica, provincia Loja.

6.3.1. Diámetro de la tubería

Se calculó el diámetro el diámetro mínimo que debe tener la tubería para la conducción del agua, además se consultó en los catálogos de tuberías los diámetros disponibles y ajustarse a la disponibilidad en el mercado. Para el presente trabajo se optó por el diámetro nominal de 63 mm, con una presión de trabajo de 0,80 MPa, este diámetro garantiza que las pérdidas de carga serán mínimas.

6.3.2. Pérdidas de carga

Con los resultados obtenidos en los objetivos uno y dos, se plantea mejorar la eficiencia de la acequia de riego, usando tubería PVC, en la conducción de esta manera se garantiza que el agua no se pierda por filtración. En la Tabla 23 constan las pérdidas de carga por fricción que se producirán en la tubería.

El caudal a conducir desde la captación es de $1,90 \text{ l s}^{-1}$, cabe señalar que el caudal se transporta por una sola tubería, la velocidad es de $0,70 \text{ m s}^{-1}$, este valor se encuentra en el rango óptimo.

Tabla 22.

Pérdida de carga en la red de tubería, con la fórmula de Hazen-William

Tubería PVC	Caudal (l s^{-1})	Longitud (m)	Ø Nominal (mm)	Ø Interno (mm)	v (m s^{-1})	Hf (m)
Acequia 1	1,9	190,84	63	58,8	0,70	0,077
Acequia 2	1,9	87,83	63	58,8	0,70	0,076
Acequia 3	1,9	66,70	63	58,8	0,70	0,069

Elabora: Autora

6.3.3. Costos de la implementación de la tubería

En la Tabla 24 consta el detalle del presupuesto y los materiales necesarios para mejorar la eficiencia de conducción de la acequia. El costo para implementar tubería PVC para la conducción de agua es de 2044,51 USD. La tubería PVC de 63 mm, 0,80 MPa tiene el costo más elevado con un valor de 935,76 USD. La instalación de la tubería es una inversión que ayuda a

reducir las pérdidas del agua, el caudal que llega al final de la conducción es mayor lo que permite tener mayor eficiencia y satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos.

Tabla 23.

Presupuesto y materiales para la instalación de tubería.

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
Preliminares				
Limpieza	m ²	173	1,1	190,3
Replanteo y nivelación	m	345,37	0,81	279,75
Excavación manual de zanjas	m ³	86,34	3,5	302,19
Cama de apoyo para tubería	m ³	34,54	2,25	77,72
Relleno y compactado de zanjas	m ³	51,81	3,2	165,79
Tubería				
Tubo de PVC EC 63 mm x 6m x 0,80 MPa	U	56	16,71	935,76
Codo 45° PVC PN16 63 mm	U	4	1,77	7,08
Codo 90 grados PVC PN16 63 mm	U	2	1,65	3,3
Válvula 1 universal pegable roja 63 mm	U	3	13,48	40,44
Tee PVC PN16 63 mm IMP	U	1	2,3	2,3
Tapón Hembra PVC PN16 63 mm	U	3	0,87	2,61
Complementario				
Personal técnico	U	1	50	50
Instalador	U	1	25	25
Ayudante de Instalador	U	1	18	18
Total				2044,51

Elabora: Autora.

7. Discusión

7.1. Resultados del objetivo 1

7.1.1. Realizar el diagnóstico socioeconómico de la acequia de riego Naranjapamba de la parroquia San Juan de Pózul, cantón Céllica, provincia Loja

7.1.1.1. Encuesta.

Según el PDOT (2019), la parroquia San Juan de Pózul tiene una población total de 3064 habitantes. De ellos, el 50,20 % son hombres y el 49,80 % son mujeres. El barrio Naranjapamba representa el 3,07 % de la población total de la parroquia. En este barrio, los hombres son el 61 % y las mujeres el 39 %. Con lo cual se evidencia que es similar a la tendencia que tiene la parroquia, en cuanto al nivel de instrucción, el 69 % de los habitantes del barrio Naranjapamba tiene educación primaria, siendo mayor la cantidad de hombres. Así mismo, el 60 % de los habitantes tiene entre 24 y 60 años de edad, lo que indica que se trata de una población relativamente joven.

La principal actividad a la que se dedican la población del barrio Naranjapamba es la agricultura y ganadería, esta se considera como una fuente de ahorros y además ayuda a dinamizar la economía del barrio. Esto concuerda con lo descrito en el PDOT (2019), donde se señala que la principal actividad de la parroquia es la agricultura y ganadería.

En el barrio Naranjapamba el cultivo de maíz es representativo para la economía de las familias puesto que se destina para la venta, auto consumo y la crianza de animales menores, la superficie cultivada es de 1,86 % de la superficie sembrada en la parroquia, el rendimiento promedio es de 100 a 150 qq ha⁻¹ y el precio de venta está entre 13 a 15 USD/qq. Según datos reportado por Celi et al. (2022), el rendimiento promedio del maíz en los cantones Celica, Pindal y Zapotillo es de 155, 166 y 156 qq ha⁻¹, respectivamente. En el PDOT (2019), el precio de venta es de 14 USD/qq, así mismo en un estudio realizado por Ortega (2015), en el cantón Pindal, el 88 % de los productores vendió el maíz a 14 USD/qq, el 4 % vendió a un promedio de 15,50 USD/qq, y el 6 % vendió a 12,50 USD/qq.

En el barrio, el café tiene un rendimiento promedio de 30 a 40 qq ha⁻¹, y según Ministerio de Agricultura y Ganadería (2023), la productividad del café se incrementó hasta 30 qq ha⁻¹. El precio de venta es de 80 a 100 USD, sin embargo, el PDOT (2019), señala un precio de venta de 40 USD/qq, En un estudio realizado por Jiménez (2021), de la cadena de valor del café se señala que el precio de venta del café en bola seco es de 100 USD/qq.

7.2. Resultados del objetivo 2

7.2.1. Caracterizar los aspectos técnicos que limitan el funcionamiento de la acequia de riego Naranjapamba de la parroquia San Juan Pózul, cantón Céllica, provincia Loja

7.2.1.1. Descripción de perfiles del suelo.

Propiedades físicas

En la descripción de los dos perfiles de suelos, los horizontes superficiales tienen la simbología AP lo que indica que, son horizontes minerales que han sufrido algún tipo de perturbación producto de la labranza, pastoreo u otra actividad similar (FAO, 2009). Según lo investigado en el predio la actividad ganadera se ha desarrollado hace aproximadamente 30 años, por lo que el suelo se muestra agrietado.

Los dos perfiles presentan texturas arcillosas y franco arcillosas, con coloraciones amarillentas y oscuras, por otra parte Saca (2015), detalló texturas arcillosas en el barrio Porotillo de la parroquia San Juan de Pózul, en ambos perfiles se identifica en el horizonte 3, la presencia de manchas, según Valdivia et al. (2019), indica que la presencia de manchas en el perfil del suelo se asocian a problemas de drenaje lo que influye en el crecimiento de las raíces por la falta de oxígeno.

La densidad aparente afecta la infiltración del agua, la penetración de las raíces y la aireación del suelo. Según la Tabla 2, la densidad aparente ideal para el crecimiento de las raíces en textura franco-arcillosa (FoAc) es de $1,39 \text{ g cm}^{-3}$. Según los resultados de la zona de estudio en el primer horizonte de los dos perfiles del suelo, se encontraron valores de densidad aparente de $1,5$ y $1,2 \text{ g cm}^{-3}$, el primer horizonte se aleja del valor óptimo y podrían llegar a limitar el desarrollo radicular. De igual manera Acosta (2008), reportó valores similares de densidad aparente para textura FoAc de $1,2$ y $1,4 \text{ g cm}^{-3}$. Para el segundo horizonte del perfil uno, la densidad aparente para textura arcillosa fue de $1,4 \text{ g cm}^{-3}$, y según la Tabla 2, es ideal para el desarrollo de las raíces. Según Rubio (2010), los valores altos de densidad aparente son propios de suelos compactados y poco porosos, aireación deficiente e infiltración lenta del agua, lo que puede provocar que la raíz tenga dificultad para enlongarse y penetrar hasta alcanzar el agua y los nutrientes necesarios. La densidad aparente influye en el crecimiento de las plantas puesto que con valores altos se incrementa la resistencia mecánica y disminuye la porosidad del suelo que es el medio donde se desarrollan las plantas.

El valor de la VIB oscila entre $0,82 \text{ cm h}^{-1}$ y $1,12 \text{ cm h}^{-1}$ y según la Tabla 3 se clasifica como una velocidad lenta, sumado a esto en la Tabla 4 los valores obtenidos del ensayo se encuentran dentro de suelos arcillosos y francos, esto se corrobora ya que la textura presente en

el predio es franco arcillosa y arcillosa. Así mismo Torres (2016), realizó un estudio en Casanga y encontró un valor de la VIB par suelos de textura franco arcillosa de $0,78 \text{ cm h}^{-1}$.

Según (Flamand–Rodríguez, 1995; Trimble y Mendel, 1995; Drewry et al., 2001, como se citó en García et al., 2008), señalan que el pisoteo del ganado influyen negativamente en la VIB del suelo, puesto que el ganado compacta el suelo provocando la separación entre los agregados y la disminución de la aireación, además se incrementa la susceptibilidad a la erosión.

7.2.1.2. Descripción de la fuente de agua.

El caudal de la fuente de agua varía según la época del año, debido a que depende de la precipitación, por lo tanto, en la zona de estudio se ve esta disminución de mayo a noviembre. Por ejemplo, en agosto, el caudal es $0,46 \text{ l s}^{-1}$ menor que el caudal inicial del mismo mes. Así mismo el ICC (2017) indica que la reducción de las precipitaciones en el espacio y el tiempo influye negativamente en la recarga de los recursos hídricos, lo que provoca una disminución del caudal de ríos y lagunas.

De acuerdo al análisis de calidad de agua en la fuente esta no presenta ninguna restricción para su uso ya que su Conductividad eléctrica está por debajo de $0,7 \text{ dS m}^{-1}$ por lo que se clasifica como agua de buena calidad para su uso en la agricultura.

De acuerdo con INTAGRI (2018), la salinidad es uno de los principales parámetros para clasificar la calidad del agua para riego, ya que una alta concentración de sales reduce la disponibilidad de agua para los cultivos y afecta sus rendimientos.

Otro parámetro importante según Castellón et al. (2015), es la relación de adsorción de sodio (RAS), que indica el efecto del sodio en el agua sobre la estructura y la infiltración del suelo. El sodio puede causar problemas cuando su concentración es elevada en comparación con el calcio y el magnesio. Para la muestra analizada, la RAS fue de $1,16 \text{ meq l}^{-1}$ (Anexo 21) lo que significa que no hay restricción para el uso del agua de riego, ya que el valor está por debajo de 10, que es el límite recomendado por (Olivieri, 2023).

7.2.1.3. Medición de caudales en las acequias.

En la Tabla 17 se señala que la eficiencia de las acequias de conducción varía 10 al 30 %, dicha eficiencia es crítica puesto que del 100% del caudal que ingresa aproximadamente más del 70 % se pierde, lo que afecta a los cultivos porque no se logra satisfacer las necesidades en los meses de máxima demanda. De acuerdo con Bonet et al. (2019), menciona que la eficiencia en las conducciones es del 42 % y las pérdidas se producen por el mal estado de la infraestructura.

Lázaro et al., (2010), indican que en el riego por gravedad cuando se trabaja con un diseño previamente elaborado considerando las propiedades físicas del suelo la eficiencia oscila entre 45 – 60 %, además el mal uso del agua de riego origina problemas de drenaje y salinización.

7.2.1.4. Variables climáticas

La precipitación media anual en la parroquia es de 1415,45 mm, en la Tabla 18, se observa que los meses de baja disponibilidad hídrica son de mayo a noviembre, siendo el mes más crítico septiembre con precipitación de 0,7 mm. Según Tapia (2016), la precipitación varía en tiempo y espacio, y depende en gran medida de la elevación. La temperatura media para la zona de estudio es de 20,2 °C y según el PDOT (2019) para el barrio Naranjapamba la temperatura oscila entre 19 y 20 °C.

7.2.1.5. Requerimientos hídricos

La evapotranspiración de referencia (ET_o) para la zona de estudio varía entre 3,6 y 4,7 mm día⁻¹, en un estudio realizado por Robledo (2006), a una altitud de 1020 m s.n.m. por el método de Penman-Montheit el valor de la ET_o es de 3,74 mm día⁻¹. De igual manera en una publicación del INERHI et al, (1994), se hace referencia a la evapotranspiración potencial de la provincia Loja, en la cual se señala que en los meses de julio a diciembre existe el período crítico para el desarrollo y crecimiento de los cultivos, por lo que la agricultura es muy difícil a menos que exista la disponibilidad de riego. Por otro lado el coeficiente del cultivo (K_c) para el maíz, café y pasto, depende de las características anatómicas, morfológicas y fisiológicas de la planta, así como de la región y fecha de siembra, ya que estas influyen directamente en el desarrollo de la planta (Valverde, 2000, como se citó en Herrera & Ruiz, 2012). Por otro lado, conociendo la evapotranspiración de referencia y el coeficiente de cultivo para la zona de estudio se tiene que la evapotranspiración del cultivo es mayor en los meses de junio a octubre puesto que se desarrollan los tres cultivos y además coinciden con la época de verano, donde hay mayor temperatura y menor precipitación, por lo tanto, se debe satisfacer las necesidades hídricas para el maíz, café y pasto. En septiembre La ET_c para el maíz es de 164,5 mm mes⁻¹.

Bajo este contexto la dosis de riego máxima que se debe satisfacer es en el mes de septiembre porque se necesitan 8,08 l s⁻¹, para los cultivos de maíz, café y pasto. Jimenez (2008), Menciona que al no aplicar la dosis de riego necesaria se afectan los niveles de producción de los cultivos y por lo tanto repercute en la economía.

7.3. Construir una propuesta para mejorar la eficiencia de la acequia de riego Naranjapamba de la parroquia San Juan de Pózul, cantón Céllica, provincia Loja

Una alternativa para mejorar la eficiencia en riego es usar tubería de PVC ya que se eliminarán las pérdidas por filtración, la cual depende de factores, como el material que constituye el fondo y taludes del canal, las dimensiones de la sección, la graduación de dicho material y la posición del nivel freático en el lugar.

Al respecto Barrios *et al.* (2006) indican que una alternativa para mejorar la eficiencia del agua es mediante el uso de métodos de riego más sofisticados como los presurizados que permiten el ahorro del agua.

Axayacatl (2021), menciona que cualquier tecnificación en riego es rentable, ya que utilizar de manera responsable un recurso tan valioso como lo es el agua genera un buen retorno sobre la inversión, el cual se puede apreciar a corto plazo en el ahorro económico, pero a largo plazo, al cuidar los recursos disponibles también estamos permitiendo que las siguientes generaciones tengan la oportunidad de hacer agricultura.

Por otro lado, Agraria (2021), afirma que el uso de un método de riego más eficiente permite duplicar el área de cultivo con el mismo volumen de agua que se emplea en el riego tradicional. Esto representa una ventaja para los agricultores, ya que pueden obtener un mayor rendimiento de sus cosechas y, por consiguiente, mayores ingresos económicos.

8. Conclusiones

La población del barrio está conformada por 57 hombres y 37 mujeres, la principal actividad a la que se dedican es la agricultura y ganadería, el maíz es el cultivo de mayor importancia en la economía familiar campesina, los métodos de riego usados son por gravedad y aspersión.

Según el estudio de suelos, la textura es franco arcillosa y arcillosa, la densidad aparente en suelos FoAc 1,2 a 1,5 g cm⁻³ y Ac 1,4 g cm⁻³, la velocidad de infiltración oscila entre 0,81 a 1,12 cm h⁻¹. Combinando con la pendiente que oscila entre 12 – 25 % son aptos para agricultura, sin embargo, se deben desarrollar prácticas de manejo para conservar el suelo.

En el análisis realizado para determinar la calidad del agua, es apta para el uso en riego, no hay presencia de Na⁺, SO₄²⁻, B, o no son restrictivos, igualmente la CE indica que no existe riesgo de salinidad del suelo.

Los cultivos que mayor superficie ocupan son pasto, maíz y café, la ETc del pasto tiene valores altos desde agosto a octubre (4,46, 5,0 y 4,78 mm día⁻¹), siendo indispensable asegurar el riego.

La eficiencia de conducción de la acequia de riego es baja oscila entre el 10 al 34 % lo que significa que desde la fuente de abastecimiento hasta la cabecera de parcela se pierde la mayor cantidad de caudal.

Implementar tubería en la conducción reemplazando a la acequia es una medida que mejora la eficiencia y evita la pérdida de caudal a lo largo del trayecto. La tubería, al tener el diámetro adecuado, garantiza que el agua fluya con normalidad, al tener menores pérdidas conducción se puede cubrir mayor área de riego y el caudal puede suplir las necesidades hídricas de los cultivos en los meses de mayor demanda.

9. Recomendaciones

- Se realicen estudios orientados a tecnificar el riego, de tal manera que los agricultores del barrio Naranjapamba mejoren la productividad, optimizando el riego y puedan satisfacer las necesidades de riego de los cultivos en los meses de menor precipitación.
- Realizar la medición de caudales para conocer la disponibilidad hídrica en la fuente en los meses que se necesita de riego.
- Realizar estudios de suelos, con el fin de conocer las características del suelo, puesto que la información disponible en los Geoportales es de gran escala, lo que no permite tener mayor exactitud para un área pequeña.

10. Bibliografía

- Acosta, L. G. (2008). *Evaluación de Programas de Simulación para el Diseño de riego por gravedad*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Agraria. (2021, noviembre 30). *Riego presurizado: un sistema que mejora la calidad y cantidad de los productos en la agricultura*. <https://agraria.pe/noticias/riego-presurizado-un-sistema-que-mejora-la-calidad-y-cantida-26222>
- Álvarez, C. J. C., & Castillo, M. C. S. (2015). *Evaluación de las pérdidas de agua por filtración en un canal de tierra y su efecto económico en los costos de producción agrícola, sector Valdivia Alta- ramal I Valle de Santa Catalina Moche- Trujillo*. 79. [https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9806/ALVAREZ GONZALES JOHAN MICHAEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9806/ALVAREZ_GONZALES_JOHAN_MICHAEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Alvaro, A. L., Benito, L. M. del C., González, del R. E. A., Jerez, A. F., Limones, G. D. V., Lirola, B. J. A., Maíllo, Á. de la B. J. M., Oliveros, C. E., Pernaute, M. C., Sánchez, G. J. ;, Suárez, L. J. ;, Vallejo, A. H., Balairón, P. L., García, V. J. R., Iglesias, E. R., Lechuga, G. C., Menéndez, L. J., Pérez, de la C. F. J., & Rodríguez, C. J. (2007). *Normas para redes de reutilización*.
- Arroyo, M. (2018). El Riego Inteligente en la Agricultura de Regadío | Intagri S.C. *INTAGRI*, 22.
- Axayacatl, O. (2021, octubre 22). *Beneficios de la tecnificación del riego en la agricultura*. <https://www.netafim.com.mx/blog/Beneficios-de-la-tecnificacion-del-riego-en-la-agricultura/>
- Barrios, D. J. M., Larios-García, M., Castellanos, J. Z., Alcántar, González Gabriel; Tijerina, C. L., & Rodríguez, M. M. de las N. (2006). Efecto del sistema de riego y tensión de humedad del suelo en rendimiento y calidad del ajo. *Terra Latinoamericana*, 24(1), 75-81.
- Benavidez, M. H. (2019, mayo 8). *¿En Ecuador dónde se concentra la mayor demanda de agua? ¿Es realmente en el sector agrícola? | Dialoguemos*. <https://dialoguemos.ec/2019/05/en-ecuador-donde-se-concentra-la-mayor-demanda-de-agua-es-realmente-en-el-sector-agricola/>
- Bonet, P. C., Moreno, G. héctor;, Guerrero, P. P., Vidal, G. R., Rodríguez, C. D., Fernández, E., Mola, F. B., & Puente, B. F. R. (2019). Eficiencia de conducción de sistemas de riego en empresas arroceras. *Ingeniería Agrícola*, 9(02).
- Brito, J. J. L., & Pacají, R. P. (2022). El Buen Vivir Rural en el Ecuador: Análisis de las falencias del desarrollo nacional agropecuario y su impacto en la salud. *Reciamuc*, 6(3), 428-440. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.\(3\).julio.2022.428-440](https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.(3).julio.2022.428-440)
- Carrasco, C. B. S. (2019). *Representación espacial de las pérdidas de agua por infiltración, en el*

- canal de San Martín de la comisión de usuarios seminario, empleando sistemas de información geográfica. Universidad Nacional de Piura Facultad de Agronomía.
- Casanova, M. J. E. (2018). *Modelación Elastoplástica de la Curva de Retención de Agua en Suelos Parcialmente Saturados*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- Castellón, G. J. J., Bernal, M. R., & Hernández, R. M. (2015). Calidad del agua para riego en la agricultura protegida en Tlaxcala. *Ingeniería*, 19(1), 39-50. <https://www.redalyc.org/pdf/467/46750924004.pdf>
- Castilla, E. (2017). *Fuentes de agua*. 10.
- Celi, C. F. N., Pineda, A. D. F., & Cobos, S. C. N. (2022). Áreas geográficas de producción de maíz duro en la provincia de Loja-Ecuador. *Opuntia Brava*, 15(1), 191-205.
- CEPAL. (2001). *El uso de indicadores socioeconómicos en la formulación y evaluación de proyectos sociales*.
- Chereque, M. W. (1993). *Mecánica de fluidos*. http://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/41245/mecanica_fluidos_cap02.pdf?sequence=8&isAllowed=y
- Chuncho, J. L., Uriguen, A. P., & Apolo, V. N. (2021). Ecuador: análisis económico del desarrollo del sector agropecuario e industrial en el periodo 2000-2018. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 8(1), 08-17. <https://doi.org/10.26423/rctu.v8i1.547>
- Ciancaglini, N. (2015). *Manual de Capacitación: riego superficial*.
- Cob, A. M. (2004). *El conocimiento de las necesidades hídricas Necesidades hídricas en cultivos hortícolas*. 1998, 34-41.
- Consortio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador CONGOPE. (2016). *Hablemos de riego*.
- Demin, P. E. (2014). Aportes para el mejoramiento del manejo de los sistemas de riego. En *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria* (Vol. 1). https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_aportes_para_el_mejoramiento_del_manejo_de_los_sistemas_de_riego.pdf
- Dominguez, R. T. R. (2018). Mejora de la Eficiencia de riego por gravedad en las comisiones de riego del distrito de Chupaca. *Ucci*, 138.
- Escuela y laboratorio móvil de irrigación. (2016). *Protocolo para la evaluación de riego por superficie*.
- Fao. (2013). *Captación y almacenamiento de agua de lluvia*. www.rlc.fao.org
- FAO. (2006a). *Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos*

- de agua de los cultivos. <https://doi.org/M-56>
- FAO. (2006b). *Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos* (Vol. 45).
- FAO. (2009). *Guía para la descripción de suelos*.
- Flores, D. L. (2010). *Manual de Procedimientos Análíticos*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Foro de los recursos hídricos. (2011). *Gestión Compartida del Riego*.
- García, E. A., Palacios, V. E., Mejía, S. E., & Ruíz, C. V. (2005). Metodología para estimar pérdidas por infiltración en canales de tierra. *Terra Latinoamericana*, 23(2), 213-223.
- García, H. M. A., García, H. M. A., Castellanos, Vargas Iván, Cano, S. Z., & Peláez, R. Cinthya M. (2008). Variación De La Velocidad De Infiltración Media En Seis Ecosistemas Inalterados. *Terra Latinoamericana*, 26(1), 21-27.
- Gobierno Mendoza. (2017). *¿Por qué Irrigación impermeabiliza los canales?:* <https://www.mendoza.gov.ar/prensa/por-que-irrigacion-impermeabiliza-los-canales/>
- Gómez, F. R., Alabarces, Á. R., Rodríguez, L. M., Gavilán, Z. P., & Oyonarte, G. N. A. (2010). Manual de Riego para Agricultores Módulo 1. Fundamentos del Riego. En *Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera* (Vol. 1). https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1337160941Fundamento_del_riego_1.pdf
- Gomez, L. M. (2009). Investigación y Ciencia. *Investigación y Ciencia*, 17, 38-43. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67412188007>
- Gonzalez, J. M., & Playan, E. (1994). Principios básicos del riego por superficie. *Hoja Divulgativa: Ministerio De Agricultura Pesca Y Alimentacion*, 10, 32. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1994_10-11.pdf
- Herrera, C. Y. A., & Ruiz, L. E. M. (2012). *Determinación de los coeficientes de cultivo Kc y rendimiento Ky en pipián (Cucúrbita Argyrosperma Huber) en la Hacienda las Mercedes, Managua. 2011*. Universidad Nacional Agraria.
- Ibañez, J. J. (2006, junio 26). *Niveles de Humedad del Suelo y Agua disponible: El Agua en El Suelo 3 - Un Universo invisible bajo nuestros pies*. <https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2006/06/26/33002>
- IICA. (2012). Obras de conservación de suelos y agua en laderas. Proyecto Red SICTA del IICA/Cooperación Suiza en América Central. *Proyecto de red de innovación agrícola-Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura*, 1-20. <http://repiica.iica.int/docs/b3470e/b3470e.pdf>

- INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología). (2021). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología | Ecuador - Guía Oficial de Trámites y Servicios*. <https://www.gob.ec/inamhi>
- INERHI, PREDESUR, & CONADE. (1994). Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de la Provincia de Loja. En *Development*. <http://www.oas.org/usde/publications/Unit/oea02s/ch01.htm>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). (2021). *Boletín Técnico presentación Módulo de Información Agroambiental y Tecnificación 2020*.
- Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático (ICC). (2017). *Manual de Medición de Caudales*.
- INTAGRI. (2018). Clasificación de Aguas para Riego Agrícola. *Agua y Riego*, 20, 5.
- Jiménez, C. R. A. (2019). *Diseño, implementación y evaluación de un sistema de riego por aspersión utilizando un equipo motobomba en la Finca San José* [Universidad Nacional de Loja]. [https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/22595/1/Robinson Andrés Jiménez Cumbicus.pdf](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/22595/1/Robinson%20Andr%C3%A9s%20Jim%C3%A9nez%20Cumbicus.pdf)
- Jimenez, E. E. R. (2008). *Modificación de la técnica de riego localizado por microjet en un área de la UBPC «Organopónico Vivero Alamar» y su repercusión en los resultados económicos*.
- Jimenez, S. L. M. (2021). *Caracterización de la cadena de valor del café bajo la modalidad tradicional y asociativa en los cantones de Pindal y Celica, provincia de Loja, periodo 2020-2021*. Universidad Nacional de Loja.
- Ladino, G., Delgado, T., & Arias, N. (2021). *Evaluación de sistemas de riego por superficie y aspersión en cultivos de palma de aceite*.
- Lázaro, C. P., Saucedo, R. H., & Zataráin, M. F. (2010). *Riego por Gravedad*.
- Lidefer. (2022, diciembre 15). *Indicadores socioeconómicos: qué son y cuáles son los más importantes*. <https://www.lifeder.com/indicadores-socioeconomicos/>
- Liotta, M. (2015). Manual de capacitación Riego por goteo. *1° Edición Especial*, 22. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_manual_riego_por_goteo.pdf%0Afile:///C:/Users/SURI/OneDrive/Documentos/inta_manual_riego_por_goteo.pdf
- Maderey, R. L. E., & Jiménez, R. A. (2005). *Principios de Hidrogeografía. Estudio Del Ciclo Hidrológico* - (Vol. 1).
- https://books.google.com.ec/books?id=0S3XDWsDzSAC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Mancilla, V. O. R., Bautista, O. A. L., Ortega, E. H. M., Ramírez, A. C., Reyes, O. A. L., Flores, M., González, E. D. R., & Guevara, G. R. D. (2014). Contenido de boro en el agua superficial

- de Puebla , Tlaxcala y Veracruz. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 5(5), 97-109.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-24222014000500006&script=sci_abstract&tIng=pt
- Meza, O. V. E. (2012). Suelos parcialmente saturados, de la investigación a la cátedra universitaria. *Boletín de Ciencias de la Tierra*, 0(31), 23-38.
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/article/view/31251>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2022). *Ministerio de Agricultura y Ganadería* .
<https://www.agricultura.gob.ec/programa-del-buen-vivir-rural-implementara-estrategias-agroproductivas-en-comunas/>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2023, mayo 20). *Ecuador aumenta productividad de café de 5 a 30 quintales por hectárea*.
https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:aTvGeN_VSt0J:https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-aumenta-productividad-de-cafe-de-5-a-30-quintales-por-hectarea/&cd=16&hl=es&ct=clnk&gl=ec
- Muñoz, A., Macías, S., & García, M. B. (2010). Informe final de caracterización hidrológica. *Inamhi, Cmc*, 1-145. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/07/Informe_Caracterización-Hídrica.pdf
- Núñez., A. L. (2015). Manual del cálculo de eficiencia para sistemas de riego. *Manual del cálculo de eficiencia para sistemas de riego*, 54.
- Olivieri, D. (2023, junio 19). *La calidad del agua para riego - SAB spa*.
<https://www.sabspa.com/es/la-calidad-del-agua-para-riego/>
- Ortega, O. Y. (2015). *Vicisitudes y perspectivas de la producción de maíz duro en la revitalización económica de productores del cantón Pindal*. Universidad Nacional de Loja.
- Ortiz, C. R., Pazmiño, M. J., & Chile, A. M. (2021). Eficiencias en el sistema de riego Tumbaco, Ecuador. *Ciencia y Tecnología*, 14(1), 1-10. <https://doi.org/10.18779/cyt.v14i1.443>
- Ortiz, M. E. ;, Cano, J., & León, M. (2010). Aspectos constructivos de las acequias y estructuras hidráulicas de Sierra Nevada. *El agua doméstica los paisajes de los regadíos de montaña en Andalucía*, 228-233.
- Palacios, V. E. (2004). La eficiencia en el uso del agua en los distritos de riego. *Agua para la Agricultura, January 1991*, 1-9.
- Palerm, J. (2015). *El auto-gobierno de sistemas de riego: caracterización de la diversidad* (Vol. 29). Gente Nueva.
- PDOT. (2019). *Actualización del Plan de desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia San Juan de Pózul*. 5-24.

- Peralta, J. M., & Simpfendörfer, C. (2001). Riego por Aspersión. *Fao*, 1, 51.
<https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/40180/NR26419.pdf?sequence=1>
- Pereira, L. S., de Juan Valero, J. A., Picornell, B. M. R., & Tarjuelo, Martín-B. J. M. (2010). *El Riego Y Sus Tecnologías*.
- Robledo, A. J. (2006). Evapotranspiración de referencia en la región andina de Colombia. *288 Cenicafe*, 57(4), 288-298.
- Romero, B. C., García, G. E., & Hernández, A. E. (2015). Materia orgánica y densidad aparente en suelos del suroeste de La Malinche, Tlaxcala, México. *Revista Iberoamericana de ciencias*, 2. www.reibci.org
- Romero, R. R. M. (2021). *Evaluación de pérdida de energía por fricción en circuitos paralelos de tuberías* [Universidad de San Carlos de Guatemala].
[http://www.repositorio.usac.edu.gt/16328/1/Regina María Romero Rivera.pdf](http://www.repositorio.usac.edu.gt/16328/1/Regina%20Mar%C3%ADa%20Romero%20Rivera.pdf)
- Rubio, G. A. M. (2010). *La Densidad Aparente en suelos forestales del parque natural los Alcornocales*. Universidad de Sevilla.
- Rucks, L., García, F., Kaplán, A., Ponce de León, J., & Hill, M. (2004). *Propiedades Físicas del Suelo* (Vol. 64). <https://doi.org/10.1039/TF9686403358>
- Ruiz, N. Z. (1999). *Mejora del riego por inundación mediante el uso de modelos de simulación y su verificación en campo*.
- Saavedra, C. (2009). «*El manejo, protección y conservación de las fuentes de agua y recursos naturales*».
- Saca, A. M. A. (2015). Diseño Agroecológico de la finca Los Guandos, comunidad Porotillo, Parroquia Pózul, cantón Celica. En *Carrera de Ingeniería Agrícola*. Universidad Nacional De Loja.
- Sampaio, S. C., Correa, M. M., Villas, B. Ma. A., & Coutinho, de O. L. F. (2000). Estudio de precipitación efectiva para el municipio de Lavras, MG. *Revista Brasileira de ...*, 4(2), 210-213. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662000000200013&script=sci_arttext
- Sánchez, S. R. F. J. (2013). Hidrología Superficial y Subterránea. En *Hidrología superficial y subterránea* (2.ª ed.). kidle Direct Publishing. <http://hidrologia.usal.xn--espg-7na.1>
- SENPLADES. (2013). Territorio Y Descentralización. 1, 98.
- Sivisaca, C. J. (2021). *Taller teórico-práctico de aforos cauces - YouTube*.
<https://www.youtube.com/watch?v=vOS-As1mKsw>
- Sosa, B., & Larrea, D. (2014). *El riego , planificación y tecnificación Contenido*.
- Soto, C. R. D. (2022). *Evaluación de las propiedades físicas de los suelos en el sistema de riego Aguarongo-Zañe de la parroquia Chuquiribamba*. Universidad Nacional de Loja.

- Subsecretaría de Riego y Drenaje. (2019). Plan Nacional de Riego y Drenaje 2019 - 2027. *Secretaría del Agua*, 160.
- Tapia, S. J. D. (2016). Estructura de la precipitación y su variabilidad espacio-temporal a lo largo de una gradiente altitudinal. En *Universidad de Cuenca*. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/24348/1/tesis.pdf?fbclid=IwAR2CUCJ-QUXrAVvTXPhx5Jbf11JEI0VDqDRfCjV14sZ8aQj0EfGJPOGFR1s>
- Torres, S. I. A. (2016). Respuesta del cultivo de maní (*Arachis Hipogea* L.) A dos métodos de riego a presión en el valle de casanga, provincia de Loja [Universidad Nacional de Loja]. En *Universidad Nacional De Loja*. [http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/17025/1/TESIS WILSON FERNANDO.pdf](http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/17025/1/TESIS_WILSON_FERNANDO.pdf)
- Universidad internacional del Riego. (2017, mayo 11). *Calidad del agua de riego*. <https://www.universidadderiego.com/calidad-del-agua-de-riego/>
- USDA. (1999). *Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo*.
- USDA. (2014). *Claves para la Taxonomía de Suelos* .
- Valdivia, R., Pilarte, F., & Espinoza, A. (2019). *Evaluación Visual de Suelos*. <http://crs.org/nicaragua/>
- Valdivieso, A. (2022). *¿Qué es una acequia? | iAgua*. <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-acequia>
- Vega, G. I. (2004). *Fundamentos Del Riego*.
- Villazón, Gómez, J. A. ;, Noris, P. N., & Gutiérrez, G. M. (2021). Determinación de la precipitación efectiva en áreas agropecuarias de la provincia de Holguín. *Idesia*, 39(2), 85-90. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292021000200085>
- Welch, C. C., & ; Shock, T. (2013). *El riego por goteo: Una introducción*.

11. Anexos

Anexo 1. Encuesta aplicada a los moradores del barrio Naranjapamba.

Información General

Fecha: _____ **Encuesta N°** _____ **Persona Encuestada** _____ **Edad** _____

Cantón: Celica **Parroquia:** San Juan de Pózul **Barrio:** Naranjapamba **Sitio:** _____

1. Aspectos socioeconómicos

Nombres y Apellidos (Marcar el jefe de hogar)	Edad	NIVEL DE INSTRUCCIÓN					Capacidad diferente F; I;V;A;M(%dis)	Beneficiario de bono		
		Lee y escribe (Si, No)	Primaria / Grado	Secundaria / Curso	Universidad / Título	Sin instrucción		Bdh	JGL	ME

F: Física; I: Intelectual; V: Visual; A: auditiva; M: Mental

2. Vivienda infraestructura y servicios básicos

Tenencia de Vivienda		Tipo de Vivienda		Material de construcción				Estado actual vivienda		Valor
				Paredes	Pisos		Cubierta			
Propia		Casa		Madera	Ladrillo		Teja		Bueno	
Arrendada		Cuarto arriendo		Ladrillo	Tabla		Zinc		Regular	
Cedida o prestada		Mediagua		Adobe	Tierra		Eternit		Malo	
		Choza		Bloque	Cemento		Otro			

Dotación agua para consumo humano		Eliminación excretas		Eliminación de basura		Energía eléctrica		Servicio telefónico	
Potable		Alcantarillado		Al Aire libre		Red Pública		Si	
Entubada		Pozo séptico		Enterrado/Queman		Generador		No	
Vertiente (Pozo)		Letrina o pozo ciego		Recolección Municipal		Panel Solar		Nº Celular	
Quebrada/Río		Aire Libre		En quebrada/río		No dispone		Nº fijo	

3. Salud

PRINCIPALES ENFERMEDADES (cite 3 enfermedades)		MORTALIDAD INFANTIL	
ADULTOS	NIÑOS	CAUSA	EDAD
1.			
2.			
3.			

4. Tecnología agrícola

Detalle	Posee	
	SI	NO
Sembradoras manuales		
Motocultor		
Desgranadora		
Equipos Agrícolas		
Fumigadoras		
Guadañas		
Motosierras		
Herramientas agrícolas (palas, barras, machetes, etc)		
Otros (Especifique)		

5. Actividad económica

RELACIÓN PARENTESCO	OCUPACIÓN PRINCIPAL					
	Agricultor	Comerciante	Artesano	Jornalero	Quehaceres Domésticos	Otro(empleo público, privado)
Padre						
Madre						
Hijo						
Hija						
Abuelo						
Abuela						
Yerno						
Nuera						
Nieto						
Nieta						
Otro						

6. Tenencia de tierra

Forma tenencia	Sector		Legalizado		Valor de la hectarea (\$)
	Urbana	Rural	SI	NO	
Propia					
Arrendada					
Al partir					
Comunal					

7. Riego

Forma de riego	SI	NO	Hectareas	Fuente abastecimiento	Costo por Ha
Aspersión					
Microaspersión					
Goteo					
Superficial					
OTROS (Especifique)					

8. Uso actual del suelo

Detallar: qué tipo de cultivo, bosque

Uso del suelo	CULTIVOS ha	PASTOS ha	BOSQUES ha	DESCANSO ha	NO APTAS Ha	TOTAL has
Bajo riego						
Sin riego						
TOTAL						

9. Producción agrícola del predio

Cultivos	Superficie		Cantidad de semilla	Fecha Siembra	Fecha Cosecha	Rendimiento		Precio de Venta	Costo Prod	Canal de venta				DESTINO DE LA PRODUCCION EN %	
	U	Cant				U	Cant			Directo Consumi	Asociativo	Intermediario	OTRO	Venta	Autoconsumo
Güineo															
Yuca															
Caña															
Maíz															
Café															
Fréjol															

10. Producción pecuaria

N°	Especie	# de animales	Precio de venta unitario	Peso Kg	Canal de venta				DESTINO DE LA PRODUCCION EN %	
					Directa	Intermediario	Asociativa	Otros	Venta	Autoconsumo
Ganado										
1	Vacas									
2	Vaonas (1-2,5años)									
3	Terneros (0-1 año)									

4	Toros									
Cerdos										
1	Parinderas									
4	Machos									
3	Lechones									
4	Ceba o engorde									
Gallinas										
1	Gallinas									
2	Gallos									
3	Pollos									
4	Pollitos									

Subproductos agropecuarios		
Producto	Cantidad	Precio de venta
Leche		
Quesillo		
Queso		
Huevos		

Anexo 2. Levantamiento Topográfico



Anexo 3. Calicatas para descripción de perfiles



Anexo 4. Determinación de textura.



Anexo 5. Resultados propiedades hidrofísicas

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080	PGT/SFA/09-FO01
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Rev. 5
		Hoja 1 de 1

Informe N°: LN-SFA-E22-1069
 Fecha emisión Informe: 17/08/2022

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Dayana Armijos

Dirección¹: San Isidro

Provincia¹: Loja

Cantón¹: Loja

Teléfono¹: 0990040243

Correo Electrónico¹:
 dayanaarmijostorres@gmail.com

N° Orden de Trabajo: 11-22-283

N° Factura/Documento: 012-001-1418

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo ¹ : ----		
Provincia ¹ : Loja	Coordenadas ¹ :	X:608860
Cantón ¹ : Celica		Y: 9542731
Parroquia ¹ : Pozúl		Altitud: 1103
Muestreado por ¹ : Dayana Armijos		
Fecha de muestreo ¹ : 19-07-2022	Fecha de inicio de análisis: 03-08-2022	
Fecha de recepción de la muestra: 03-08-2022	Fecha de finalización de análisis: 17-08-2022	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-22-1325	C1H1	Humedad Equivalente	Centrifuga PEE/SFA/21	%	28,97
		Capacidad de Campo	Centrifuga PEE/SFA/21	%	27,68
		Punto de Marchitez	Centrifuga PEE/SFA/21	%	15,04
		Agua Aprovechable	Centrifuga PEE/SFA/21	%	12,63

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-22-1326	C1H2	Humedad Equivalente	Centrifuga PEE/SFA/21	%	28,44
		Capacidad de Campo	Centrifuga PEE/SFA/21	%	27,22
		Punto de Marchitez	Centrifuga PEE/SFA/21	%	14,79
		Agua Aprovechable	Centrifuga PEE/SFA/21	%	12,43

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-22-1327	C2H1	Humedad Equivalente	Centrifuga PEE/SFA/21	%	29,79
		Capacidad de Campo	Centrifuga PEE/SFA/21	%	28,39
		Punto de Marchitez	Centrifuga PEE/SFA/21	%	15,43
		Agua Aprovechable	Centrifuga PEE/SFA/21	%	12,96

Anexo 6. Determinación de densidad aparente



Anexo 7. Ensayo de infiltración



Anexo 8. Medición de caudales



Anexo 9. Temperaturas estaciones INAMHI

Temperatura Media													
Estación	Altitud m s.n.m.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Pózul	1739.0	16.5	16.4	16.8	17.0	17.1	16.9	16.8	17.1	17.2	17.6	17.2	16.9
Celica	1984.0	15.1	15.3	15.6	15.8	16.1	16.1	16.1	16.3	16.2	16.1	15.9	15.4
Zapotillo	223.0	27.3	27.0	26.8	26.5	25.6	24.5	24.2	24.5	25.1	25.2	25.9	26.6
Temperatura mínima													
Estación	Altitud m s.n.m.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Pózul	1739	12.6	13.1	13.0	12.8	12.8	13.0	12.4	12.4	12.3	12.6	12.1	12.3
Celica	1984	11.9	12.2	12.3	12.2	12.3	11.8	11.5	11.7	12.0	11.8	11.8	11.7
Zapotillo	223	20.7	21.0	20.7	19.9	18.5	17.4	16.5	15.9	16.0	16.5	17.2	18.3
Temperatura máxima													
Estación	Altitud m s.n.m.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Pózul	1739	19.8	19.9	20.3	20.3	21.0	21.2	21.4	21.9	21.9	22.2	21.8	20.9
Celica	1984	20.0	18.9	19.5	20.4	21.2	20.8	20.7	21.4	21.3	21.2	21.5	20.2

Anexo 10. Especificaciones técnicas tubería PVC

ESPECIFICACIONES PARA TUBERÍAS PVC (U)

Especificaciones para Tuberías con Unión por sellado elastomérico (UZ) y Unión por cemento solvente (EC) para riego.

UNIÓN UZ	UNIÓN EC	Diámetro Nominal (mm)	Diámetro Interior	Espesor Nominal	Presión de Trabajo		
		mm	mm	MPa	PSI (lb/pulg ²)	Kgf/cm ²	
	20	17.8	11	1.1	1.25	181	12.75
		16.8	1.6	2.00	290	20.40	
		22.8	1.1	1.00	145	10.20	
	25	21.8	1.6	1.60	232	16.32	
		29.8	1.1	0.80	116	8.16	
		28.8	1.6	1.25	181	12.75	
	32	37.8	1.1	0.63	91	6.43	
		36.8	1.6	1.00	145	10.20	
		36.0	2.0	1.25	181	12.75	
	40	47.4	1.3	0.63	91	6.43	
		46.8	1.6	0.80	116	8.16	
		46.0	2.0	1.00	145	10.20	
		45.0	2.5	1.25	181	12.75	
		59.8	1.6	0.63	91	6.43	
	50	58.8	2.1	0.80	116	8.16	
		58.0	2.5	1.00	145	10.20	
		56.8	3.1	1.25	181	12.75	
		72.0	1.5	0.50	73	5.10	
	63	71.2	1.9	0.63	91	6.43	
		70.2	2.4	0.80	116	8.16	
		69.0	3.0	1.00	145	10.20	
		67.6	3.7	1.25	181	12.75	

Anexo 11. Distribución del agua



Anexo 12. Cobertura barrio Naranjapamba

Cobertura	Barrio Naranjapamba		Área de estudio	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Bosque húmedo medianamente alterado	9,923	1,919	-	-
Bosque húmedo muy alterado	24,066	4,653	0,0037	0,00071
Bosque seco muy alterado	8,171	1,580	-	-
Maíz	9,136	1,766	3,033	0,586
Pasto cultivado con presencia de árboles	9,909	1,916	0,095	0,0183
Misceláneo indiferenciado	17,507	3,385	-	-
Pasto cultivado	414,432	80,132	13,23	2,558
Misceláneo forestal	4,648	0,899	-	-
Eucalipto	19,152	3,703	1,64	0,317
Río	0,245	0,047	-	-
Total	517,18	100,000	18,00	3,48 %

Anexo 13. Uso del barrio Naranjapamba

Uso	Barrio Naranjapamba		Área de estudio	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Conservación y protección	42,160	8,152	0,0037	0,001
Agrícola	9,136	1,766	3,033	0,568
Agropecuario Mixto	27,410	5,300	0,095	0,018
Pecuario	414,432	80,133	13,4	2,591
Protección o producción	23,800	4,602	1,47	0,284
Agua	0,245	0,047	-	-
Total	517,18	100,000	18,00	3,48

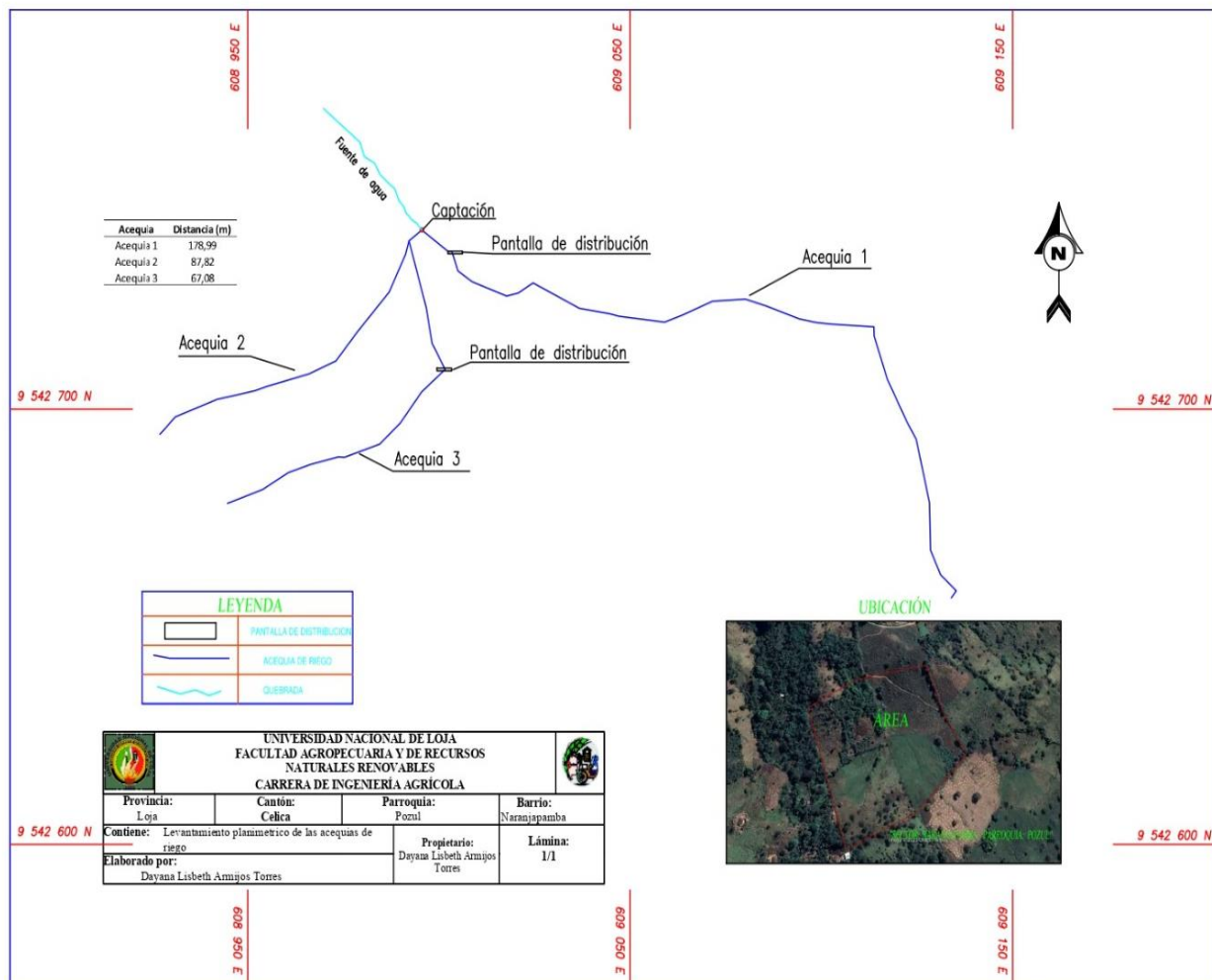
Anexo 14. Pendientes del barrio Naranjapamba

Pendientes	Descripción	Barrio Naranjapamba		Área de estudio	
		Área (ha)	%	Área (ha)	%
0 - 5 %	Plano a casi plano	0,17	0,03	-	-
5 - 12 %	Suave a ligeramente inclinado	7,19	1,39	-	-
12 - 25 %	Ligeramente ondulado	190,56	36,85	6,79	1,31
25 - 50 %	Moderadamente ondulado	308,17	59,59	11,21	2,17
50 - 75 %	Colinado	11,09	2,14	-	-
Total		517,18	100,000	18,01	3,48

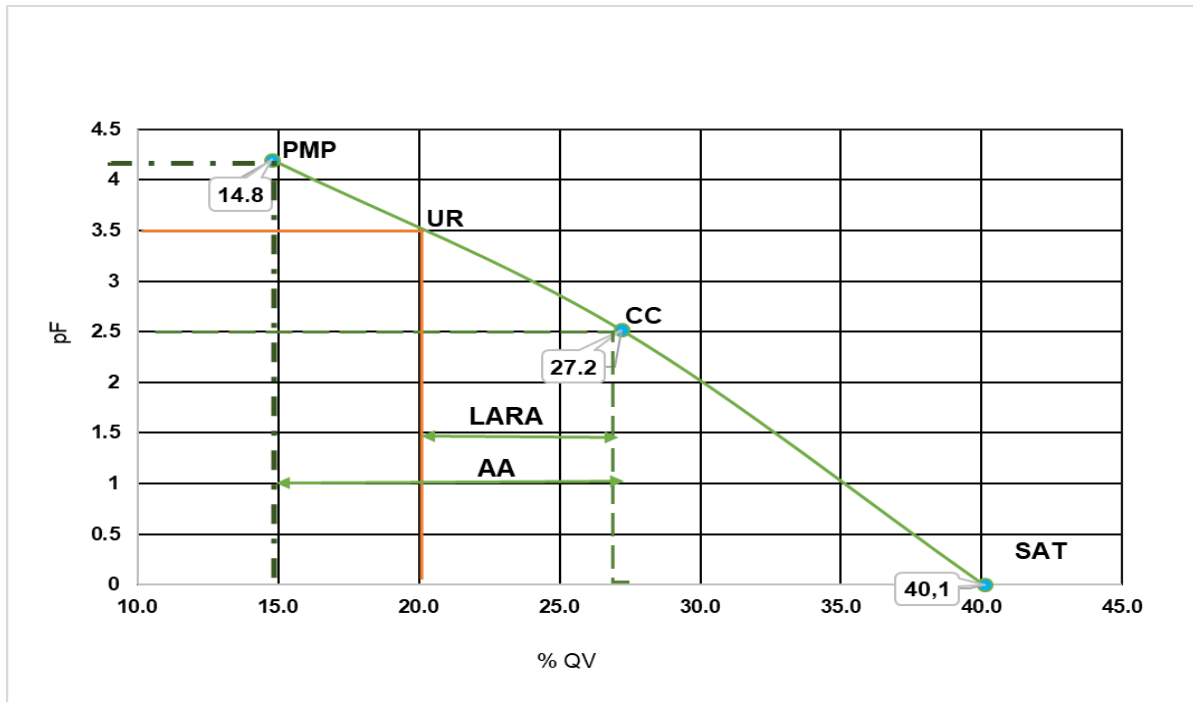
Anexo 15. Textura del barrio Naranjapamba

Textura	Barrio Naranjapamba		Área de estudio	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Arcilloso	163,049	31,53	8,48	1,64
Franco arcillo arenoso	351,357	67,94	9,52	1,84
Franco limoso	2,537	0,49	-	-
No aplicable	0,245	0,05	-	-
Total	517,18	100,00	18,00	3,48

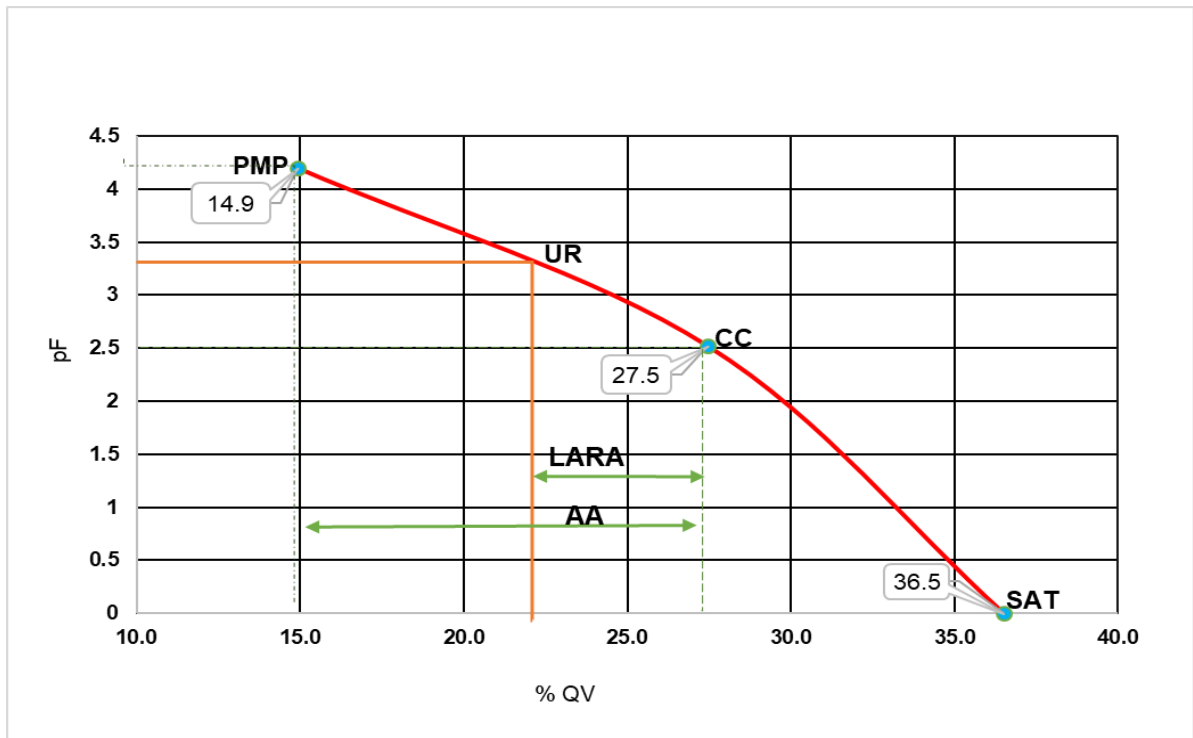
Anexo 16. Levantamiento planímetro



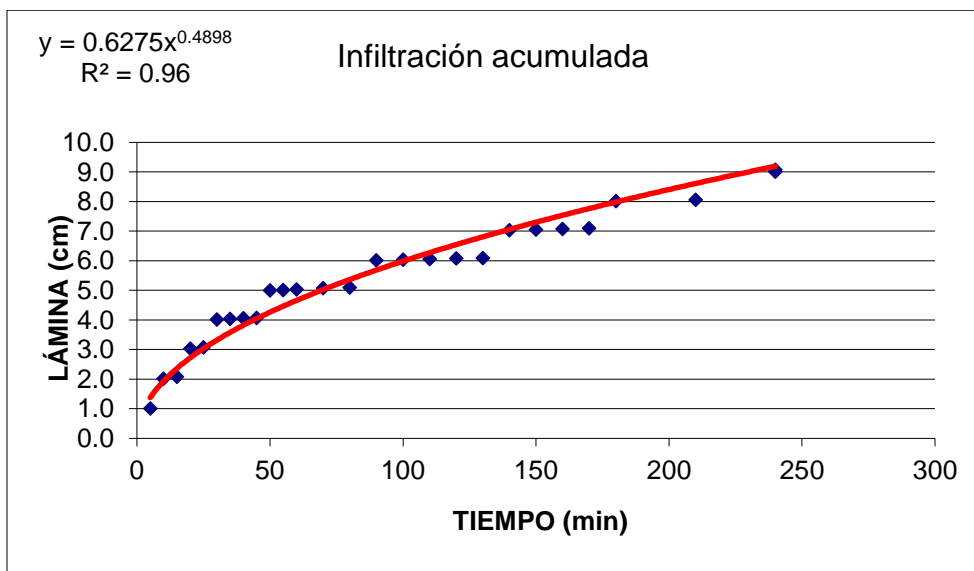
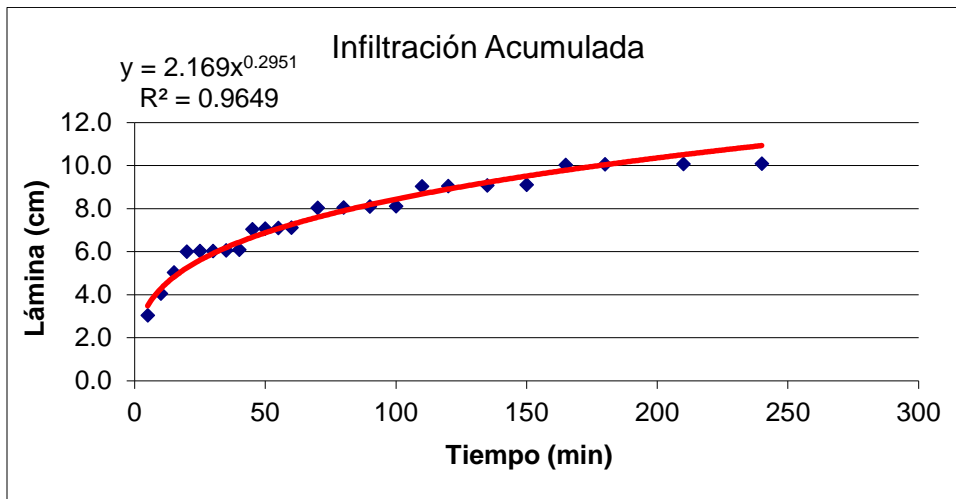
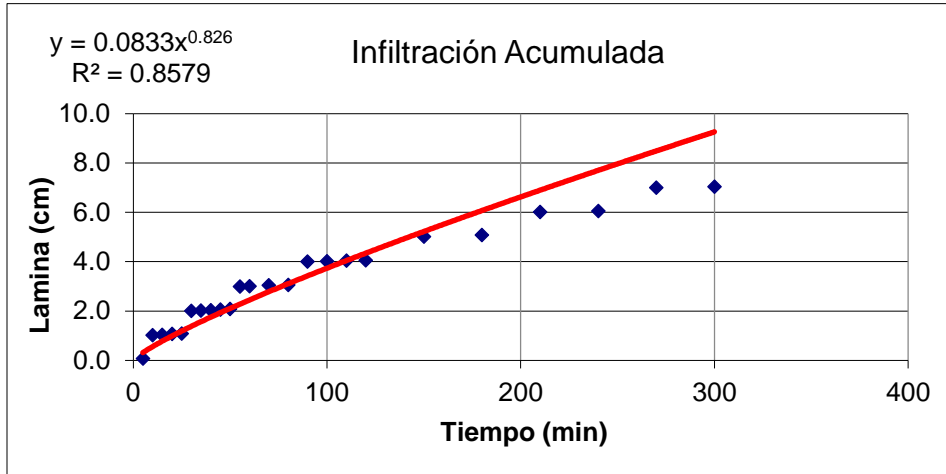
Anexo 17. Curva de retención de humedad del perfil 1



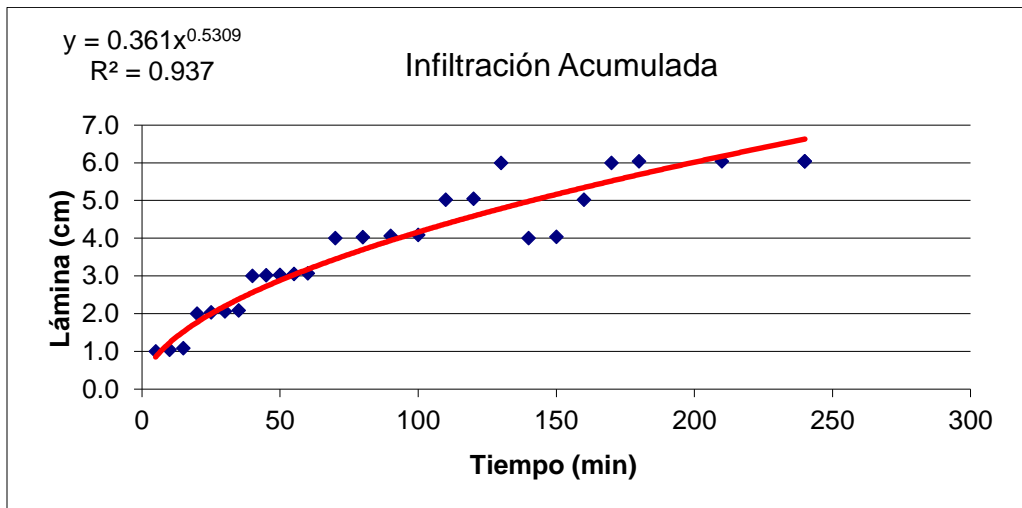
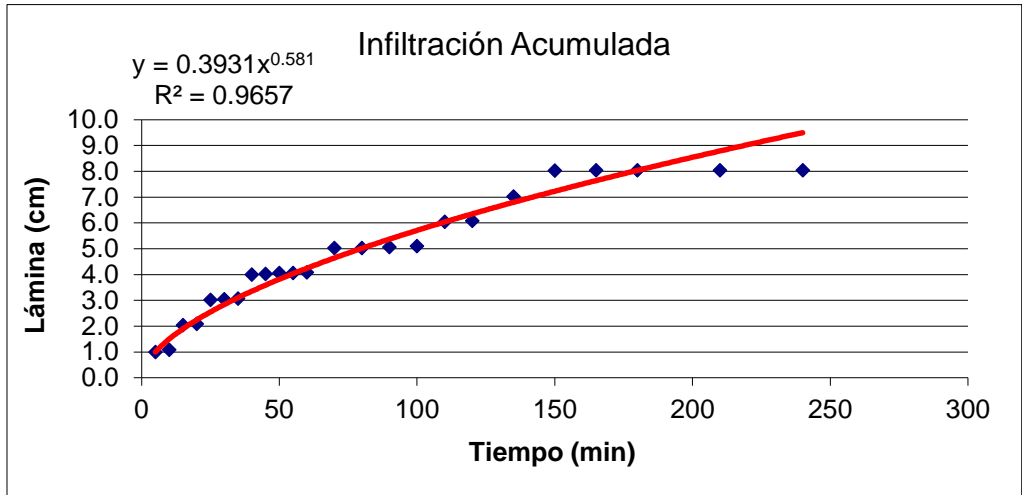
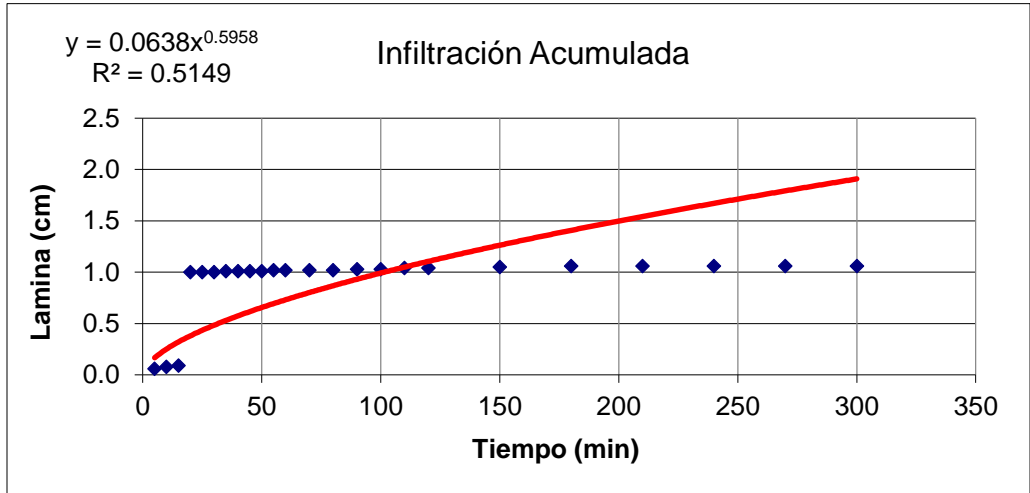
Anexo 18. Curva de retención de humedad del perfil 2



Anexo 19. Velocidad de infiltración Perfil 1



Anexo 20. Velocidad de infiltración perfil 2



Anexo 21. Análisis de calidad de agua

Parámetro	Unidad	Resultado
pH	-	7,02
Conductividad eléctrica	dS/m	0,23
Sustancias sólidas en suspensión	mg/l	701
Calcio	meq/l	13,17
Magnesio	meq/l	1,51
Sodio	meq/l	0,91
Boro	meq/l	0,009
Potasio	meq/l	0,55
Sulfatos	meq/l	< 5
Nitratos	mg/l	0,58
Nitritos	mg/l	0,003
Carbonatos	meq/l	0,00
Fosfatos	mg/l	0,9
RAS	meq/l	1,16
Coliformes totales	UFC	38

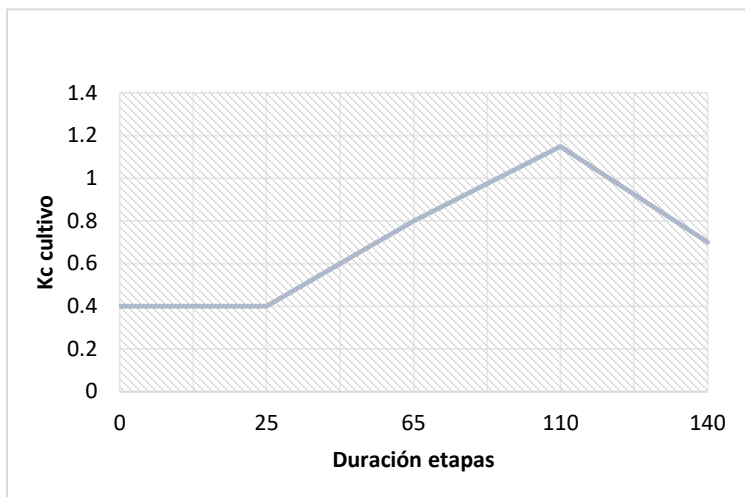
Fuente: Laboratorio de Análisis Químico de la UNL.

Anexo 22. Acequias

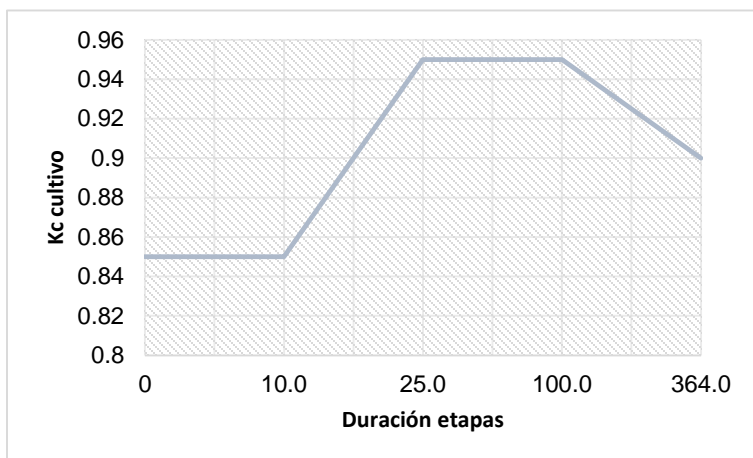


Anexo 23. Coeficiente de cultivos en el área de estudio.

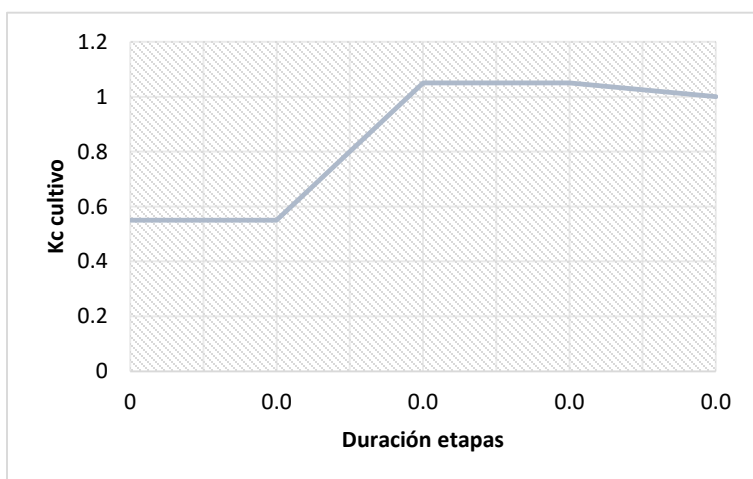
Coeficientes del cultivo de maíz.



Coeficientes del cultivo de café Kc

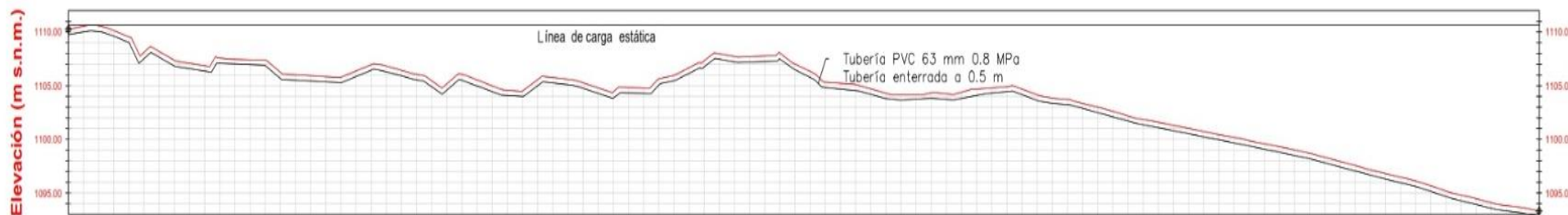


Coeficiente de cultivo de pasto Kc.



Anexo 24. Perfil hidráulico de las acequias

Perfil Hidráulico Acequia 1



ESTACIÓN	COTA TERRENO	COTA PROYECTO
0+000.00	1110.26	1110.26
0+002.20	1105.64	1105.64
0+004.40	1105.96	1105.96
0+006.60	1105.14	1105.14
0+008.80	1098.65	1098.65
0+010.00	1098.11	1098.11
0+012.20	1098.93	1098.93
0+014.40	1097.26	1097.26
0+016.60	1097.69	1097.69
0+018.80	1098.66	1098.66
0+020.00	1097.58	1097.58
0+022.20	1097.46	1097.46
0+024.40	1097.41	1097.41
0+026.60	1097.29	1097.29
0+028.80	1098.26	1098.26
0+030.00	1096.01	1096.01
0+032.20	1095.93	1095.93
0+034.40	1095.84	1095.84
0+036.60	1095.78	1095.78
0+038.80	1096.37	1096.37
0+040.00	1096.96	1096.96
0+042.20	1096.83	1096.83
0+044.40	1096.43	1096.43
0+046.60	1096.08	1096.08
0+048.80	1095.47	1095.47
0+050.00	1095.17	1095.17
0+052.20	1095.54	1095.54
0+054.40	1094.99	1094.99
0+056.60	1094.58	1094.58
0+058.80	1094.50	1094.50
0+060.00	1095.57	1095.57
0+062.20	1095.76	1095.76
0+064.40	1095.80	1095.80
0+066.60	1095.79	1095.79
0+068.80	1095.27	1095.27
0+070.00	1094.79	1094.79
0+072.20	1094.43	1094.43
0+074.40	1094.46	1094.46
0+076.60	1094.79	1094.79
0+078.80	1094.46	1094.46
0+080.00	1094.96	1094.96
0+082.20	1096.68	1096.68
0+084.40	1097.32	1097.32
0+086.60	1097.68	1097.68
0+088.80	1097.72	1097.72
0+090.00	1097.71	1097.71
0+092.20	1097.77	1097.77
0+094.40	1098.05	1098.05
0+096.60	1097.62	1097.62
0+098.80	1098.33	1098.33
0+100.00	1098.22	1098.22
0+102.20	1098.11	1098.11
0+104.40	1098.71	1098.71
0+106.60	1098.30	1098.30
0+108.80	1094.16	1094.16
0+110.00	1094.17	1094.17
0+112.20	1094.33	1094.33
0+114.40	1094.24	1094.24
0+116.60	1094.59	1094.59
0+118.80	1094.79	1094.79
0+120.00	1094.80	1094.80
0+122.20	1094.79	1094.79
0+124.40	1094.68	1094.68
0+126.60	1094.15	1094.15
0+128.80	1093.85	1093.85
0+130.00	1093.72	1093.72
0+132.20	1093.59	1093.59
0+134.40	1093.00	1093.00
0+136.60	1092.61	1092.61
0+138.80	1092.18	1092.18
0+140.00	1091.85	1091.85
0+142.20	1091.59	1091.59
0+144.40	1091.31	1091.31
0+146.60	1091.02	1091.02
0+148.80	1090.73	1090.73
0+150.00	1090.44	1090.44
0+152.20	1090.19	1090.19
0+154.40	1089.88	1089.88
0+156.60	1089.58	1089.58
0+158.80	1089.32	1089.32
0+160.00	1089.01	1089.01
0+162.20	1088.70	1088.70
0+164.40	1088.32	1088.32
0+166.60	1087.84	1087.84
0+168.80	1087.56	1087.56
0+170.00	1087.16	1087.16
0+172.20	1086.81	1086.81
0+174.40	1086.47	1086.47
0+176.60	1086.12	1086.12
0+178.80	1085.78	1085.78
0+180.00	1085.46	1085.46
0+182.20	1085.16	1085.16
0+184.40	1084.80	1084.80
0+186.60	1084.47	1084.47
0+188.80	1084.18	1084.18
0+190.00	1083.83	1083.83
0+192.20	1083.45	1083.45
0+194.40	1083.31	1083.31

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA			
FACULTAD AGROPECUARIA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES			
CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA			
Contiene: Perfil Hidráulico de la acequia 1			
Provincia	Cantón	Parroquia	Barrio
Loja	Celica	San Juan de Pozul	Naranjapamba
Elaborado por	Dayana Lisbeth Amijos Torres	Propietario	Dayana Lisbeth Amijos Torres
		Lámina	1/3

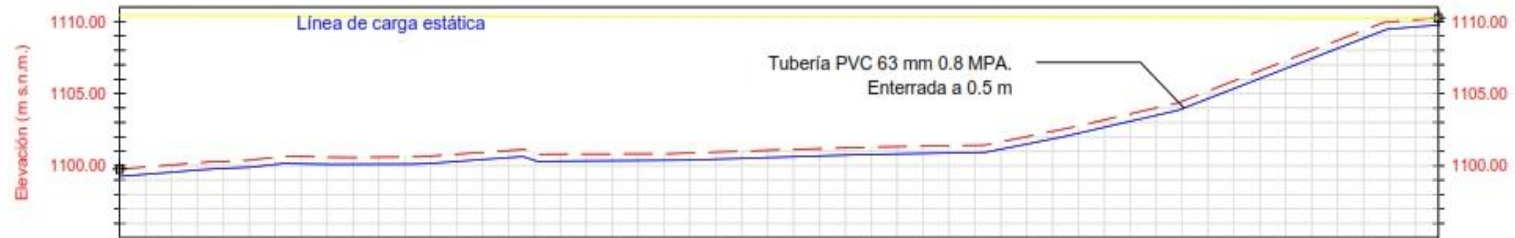
Perfil Hidráulico Acequia 2



ESTACIÓN	COTA TERRENO	COTA PROYECTO
0+000.00	1107.95	1107.95
0+002.00	1107.97	1107.97
0+004.00	1108.00	1108.00
0+006.00	1108.02	1108.02
0+008.00	1108.03	1108.03
0+010.00	1108.05	1108.05
0+012.00	1108.07	1108.07
0+014.00	1108.08	1108.08
0+016.00	1108.10	1108.10
0+018.00	1108.11	1108.11
0+020.00	1108.13	1108.13
0+022.00	1108.14	1108.14
0+024.00	1108.15	1108.15
0+026.00	1108.18	1108.18
0+028.00	1108.23	1108.23
0+030.00	1108.27	1108.27
0+032.00	1108.30	1108.30
0+034.00	1108.33	1108.33
0+036.00	1108.36	1108.36
0+038.00	1108.38	1108.38
0+040.00	1108.41	1108.41
0+042.00	1108.45	1108.45
0+044.00	1108.48	1108.48
0+046.00	1108.51	1108.51
0+048.00	1108.54	1108.54
0+050.00	1108.61	1108.61
0+052.00	1108.69	1108.69
0+054.00	1108.76	1108.76
0+056.00	1108.83	1108.83
0+058.00	1108.90	1108.90
0+060.00	1108.97	1108.97
0+062.00	1109.05	1109.05
0+064.00	1109.12	1109.12
0+066.00	1109.19	1109.19
0+068.00	1109.27	1109.27
0+070.00	1109.33	1109.33
0+072.00	1109.37	1109.37
0+074.00	1109.40	1109.40
0+076.00	1109.44	1109.44
0+078.00	1109.48	1109.48
0+080.00	1109.64	1109.64
0+082.00	1109.91	1109.91
0+084.00	1110.08	1110.08
0+086.46	1110.26	1110.26

 1959	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA			
	FACULTAD AGROPECUARIA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES			
	CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA			
	Contiene: Perfil Hidráulico de la acequia 2			
Provincia	Cantón	Parroquia	Barrio	
Loja	Ceica	San Juan de Pozul	Nararjapamba	
Elaborado por	Dayana Lisbeth Armijos Torres	Propietario	Dayana Lisbeth Armijos Torres	Lámina 2/3

Perfil Hidráulico Acequia 3



ESTACIÓN	COTA TERRENO	COTA PROYECTO
0+000.00	1099.76	1099.76
0+002.00	1099.90	1099.90
0+004.00	1100.05	1100.05
0+006.00	1100.19	1100.19
0+008.00	1100.30	1100.30
0+010.00	1100.38	1100.38
0+012.00	1100.59	1100.59
0+014.00	1100.63	1100.63
0+016.00	1100.60	1100.60
0+018.00	1100.57	1100.57
0+020.00	1100.59	1100.59
0+022.00	1100.61	1100.61
0+024.00	1100.67	1100.67
0+026.00	1100.80	1100.80
0+028.00	1100.92	1100.92
0+030.00	1101.05	1101.05
0+032.00	1100.90	1100.90
0+034.00	1100.80	1100.80
0+036.00	1100.81	1100.81
0+038.00	1100.81	1100.81
0+040.00	1100.82	1100.82
0+042.00	1100.83	1100.83
0+044.00	1100.88	1100.88
0+046.00	1100.94	1100.94
0+048.00	1101.01	1101.01
0+050.00	1101.07	1101.07
0+052.00	1101.12	1101.12
0+054.00	1101.18	1101.18
0+056.00	1101.23	1101.23
0+058.00	1101.29	1101.29
0+060.00	1101.32	1101.32
0+062.00	1101.35	1101.35
0+064.00	1101.38	1101.38
0+066.00	1101.41	1101.41
0+068.00	1101.66	1101.66
0+070.00	1102.02	1102.02
0+072.00	1102.38	1102.38
0+074.00	1102.76	1102.76
0+076.00	1103.18	1103.18
0+078.00	1103.59	1103.59
0+080.00	1104.01	1104.01
0+082.00	1104.49	1104.49
0+084.00	1105.18	1105.18
0+086.00	1105.88	1105.88
0+088.00	1106.58	1106.58
0+090.00	1107.28	1107.28
0+092.00	1107.99	1107.99
0+094.00	1108.69	1108.69
0+096.00	1109.39	1109.39
0+098.00	1109.98	1109.98
0+100.00	1110.13	1110.13
0+101.77	1110.26	1110.26

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA				
	FACULTAD AGROPECUARIA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES				
	CARRERA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA				
	Contiene: Perfil Hidráulico de la acequia 3				
Provincia	Cantón	Parroquia	Barrio		
Loja	Celica	San Juan de Pozul	Naranjapamba		
Elaborado por	Dayana Lisbeth Armijos Torres	Propietario	Dayana Lisbeth Armijos Torres	Lámina	3/3

Anexo 25. Certificado de traducción Abstract



Loja, 23 de marzo 2023

Magister
JHIMI BOLTER VIVANCO LOAIZA
**CATEDRÁTICO DE LA CARRERA DE PEDAGOGÍA DE
LOS IDIOMAS NACIONALES Y EXTRANJEROS - UNL**

C E R T I F I C O:

Que el documento aquí expuesto es fiel traducción del idioma español al idioma inglés del resumen del Trabajo de Integración Curricular titulado **EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA ACEQUIA DE RIEGO NARANJAPAMBA PARROQUIA SAN JUAN DE PÓZUL, CANTÓN CELICA, PROVINCIA DE LOJA.**, de autoría de Dayana Lisbeth Armijos Torres, con cédula de ciudadanía 1105124091, de la Carrera de Ingeniería Agrícola, de la Universidad Nacional de Loja.

Lo certifico y autorizo hacer uso del presente en lo que a sus intereses convenga.



JHIMI BOLTER VIVANCO LOAIZA, M.Ed.
**CATEDRÁTICO DE LA CARRERA DE PEDAGOGÍA DE
LOS IDIOMAS NACIONALES Y EXTRANJEROS - UNL**

Educamos para **Transformar**

