



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Determinación de la calidad de agua del tramo TD11 del sistema de riego
Chambo – Guano – Los Chingazos, Provincia Chimborazo

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Ambiental

Autor:

Buñay Yuquilema Geomaira Elizabeth

Tutor:

Ing. Ana Belén Mejía Pérez MSc.

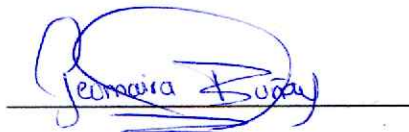
Riobamba, Ecuador. 2023

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, Geomaira Elizabeth Buñay Yuquilema, con cédula de ciudadanía 06056618933, autora del trabajo de investigación titulado: **Determinación de la calidad de agua del tramo TD11 del sistema de riego Chambo - Guano - Los Chingazos, Provincia Chimborazo**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 10 de noviembre de 2023.



Geomaira Elizabeth Buñay Yuquilema

C.I:0605618933

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado del trabajo de investigación Determinación de la calidad de agua del tramo TD11 del sistema de riego Chambo – Guano – Los Chingazos, Provincia Chimborazo por Geomaira Elizabeth Buñay Yuquilema, con cédula de identidad número 0605618933, emitimos el DICTAMEN FAVORABLE, conducente a la APROBACIÓN de la titulación. Certificamos haber revisado y evaluado el trabajo de investigación y cumplida la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba el 10 de noviembre de 2023

José Prato, PhD.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Marcel Paredes, Mgs.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Ana Belén Mejía Pérez, Ing.
TUTOR

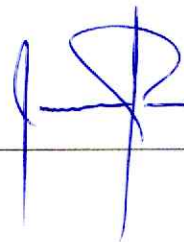


CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación Determinación de la calidad de agua del tramo TD11 del sistema de riego Chambo – Guano – Los Chingazos, Provincia Chimborazo por Geomaira Elizabeth Buñay Yuquilema, con cédula de identidad número 0605618933, bajo la tutoría de Mg. Ana Belén Mejía Pérez; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 10 de noviembre de 2023

Presidente del Tribunal de Grado
PhD. Iván Ríos



Miembro del Tribunal de Grado
PhD. José Prato



Miembro del Tribunal de Grado
Mgs. Marcel Paredes





CERTIFICACIÓN

Que, **BUÑAY YUQUILEMA GEOMAIRA ELIZABETH** con CC: **060561893-3**, estudiante de la Carrera **INGENIERÍA AMBIENTAL, NO VIGENTE**, Facultad de **INGENIERÍA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL TRAMO TD11 DEL SISTEMA DE RIEGO CHAMBO – GUANO – LOS CHINGAZOS, PROVINCIA CHIMBORAZO**", cumple con el **6 %**, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **Original**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 5 de noviembre de 2023.



ANA BELÉN MEJÍA
PEREZ

Ing. Ana Belén Mejía P. MSc.
TUTORA TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación se lo dedico a Dios, padres y hermano que estuvieron conmigo en este largo camino por nunca haberse rendido a pesar de las situaciones que tuvimos que enfrentar.

A todas las personas quienes aportaron con su granito de arena tanto académicas como emocionales.

AGRADECIMIENTO

Primero quiero agradecer a Dios por haberme dado la sabiduría y entendimiento a lo largo de toda mi carrera a mis padres y hermano quienes estuvieron para ayudarme en todo lo que necesitaba.

Un profundo agradecimiento a mi tutora y miembros del tribunal quienes no pusieron trabas y siempre estaban dispuestos a brindarme de su ayuda en todas las cosas que necesitaba.

Soy ese claro ejemplo de que DIOS cumple sus promesas y no en nuestro tiempo sino a su tiempo.

ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA.....	
DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO.....	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS.....	
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	10
Antecedentes.....	10
Planteamiento del problema.....	12
Justificación	13
OBJETIVOS	14
General	14
Específicos	14
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	15
Marco teórico.....	15
Agua	15
Calidad de agua	15
Parámetros físico – químicos	15
pH.....	15
Turbidez	15
Oxígeno disuelto	16
Temperatura	16
Conductividad eléctrica.....	16

Sólidos totales	16
Parámetros microbiológicos.....	16
Escherichia coli	16
Parámetros de calidad.....	16
Relación de adsorción de sodio (RAS)	17
Carbonato de sodio residual (CSR).....	17
Medidas de prevención.....	17
Medidas de mitigación	18
Componente biofísico	18
Componente sociocultural.....	18
Componente económico.....	18
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	19
Tipo de investigación.....	19
Componente biofísico y económico.....	19
Delimitación del área de estudio.....	19
Determinación de los índices RAS, CSR, CE.....	19
Relación de adsorción de sodio (RAS)	19
Carbonato de sodio residual (CSR).....	20
Parámetros fisicoquímicos.....	21
Nitratos y Sulfatos.....	21
Cloruros.....	22
Parámetros microbiológicos.....	22
Medidas de prevención, conservación y mitigación	23
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
Componente biofísico	24
Componente sociocultural	25
Componente económico productivo	26
Delimitación del área de estudio.....	27
Resultado cálculo RAS, CSR.CE.....	29
Resultados microbiológicos	31
Medidas de prevención, mitigación	31

RAS	31
CE.....	32
Escherichia coli	32
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	33
Conclusiones.....	33
Recomendaciones	34
BIBLIOGRAFÍA	35
ANEXOS	38
Anexos análisis de calidad de agua.....	38
Anexos fotográficos	41
Anexos laboratorio.....	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Parámetros de calidad del agua de riego para uso agrícola	17
Tabla 2 RAS para calidad de agua de uso agrícola	20
Tabla 3 CSR para la calidad de agua de uso agrícola.....	20
Tabla 4 Bicarbonatos en la calidad de agua de uso de riego	21
Tabla 5 Sólidos disueltos totales en la calidad de agua de riego	21
Tabla 6 Sulfatos, Nitratos parámetros para calidad de agua de uso agrícola	21
Tabla 7 Cloruros para la calidad de agua de uso agrícola	22
Tabla 8 Niveles de Escherichia coli permitidos	23
Tabla 9 Componentes biofísicos.....	24
Tabla 10 Componente sociocultural	25
Tabla 11 Componente económico	26
Tabla 12 Cálculo RAS, CSR, CE	29
Tabla 13 Resultado cálculo de presencia de Escherichia coli	31
Tabla 14 Análisis de calidad de agua primer mes	38
Tabla 15 Análisis de la calidad de agua segundo mes.....	39
Tabla 16 Análisis de la calidad de agua tercer mes	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de los puntos de muestreo.....	27
Figura 2 Muestra Bocatoma	41
Figura 3 Muestra Licto - Moloboj.....	41
Figura 4 Muestra Reservorio 66.....	41
Figura 5 Santa Bárbara	41
Figura 7 Muestra Brigada.....	42
Figura 6 Muestra Sifón Guano	42
Figura 8 Muestras digestadas	42
Figura 9 Determinación de metales.....	42
Figura 10 Determinación de carbonatos y bicarbonatos	43
Figura 11 Determinación de cloruros	43
Figura 12 Sifón Guano	43
Figura 13 Muestra Brigada.....	43
Figura 14 Sistema de Riego Chambo Guano	44

RESUMEN

El agua que es utilizada para riego con fines agrícolas tiene una gran importancia sobre los cultivos, así también sobre el deterioro químico del suelo porque puede perder sus características como: permeabilidad, fertilidad y productividad. En este estudio se evaluó la calidad de agua del sistema de riego Chambo- Guano – Los Chingazos. Este sistema recorre alrededor de 55 km, su parte final se ubica en el Sifón de Guano en el sector conocido como Alacao, 9 km en la zona de los Chingazos y beneficia alrededor de 10 mil agricultores. Se tomaron muestras de agua en 6 puntos distintos y la calidad se definió en función de parámetros físico – químicos y biológicos. Además, se calculó la relación de adsorción de sodio para determinar si es apta o no para el riego de cultivos tomando como referencia las Normas Riverside, carbonato sódico residual para saber la intervención de la calidad de agua en el suelo, conductividad eléctrica y Escherichia coli. Los principales problemas que afectan el canal están relacionados a descargas de aguas domésticas e industriales, presencia de basura, actividad agrícola y ganadera. Según el valor de RAS, la calidad de agua dentro de las zonas estudiadas durante los 3 meses se considera aptas, pero tomando en cuenta que se debe cultivar productos que sean tolerantes a la salinidad y es necesario que haya un exceso de volumen de agua. Según el valor de Escherichia coli existe 3 zonas del canal que tienen mayor presencia de coliformes fecales y el agua es mala para las actividades que se presentan en la parroquia. La calidad de agua del canal varía, sin embargo, empleando medidas de prevención se podría llegar a tener una calidad de agua buena es decir sin poner en riesgo las actividades agrícola y ganadera de la zona.

Palabras claves: Agua, Calidad, RAS, CSR, CE, Escherichia coli

Abstract

The water that is used for irrigation for agricultural purposes has great importance on crops, as well as on the chemical deterioration of the soil. This study evaluated the water quality of the *Chambo-Guano-Los Chingazos* irrigation system. This system runs around 55 km; its final part is located in the *Guano* Siphon in the sector known as *Alacao*, 9 km in the *Chingazos* area, and it benefits around 10 thousand farmers. Water samples were taken at six points, and the quality was defined based on physical, chemical, and biological parameters. In addition, the sodium adsorption ratio was calculated to determine whether or not it is suitable for irrigating crops, taking the Riverside Standards as a reference, residual sodium carbonate to know the water quality intervention in the soil, electrical conductivity, and *Escherichia coli*. The main problems affecting the canal are domestic and industrial water discharges, garbage, and agricultural and livestock activity. According to the RAS value, the water quality within the areas studied during the three months is considered suitable, but taking into account that products that are tolerant to salinity must be grown, it is necessary that there be an excess volume of water. According to the value of *Escherichia coli*, three areas of the canal have a greater presence of fecal coliforms, and the water quality is terrible for the activities that occur in the community. The canal's water quality varies; however, using preventive measures, you could achieve excellent water quality.

Keywords: Water, Quality, RAS, CSR, CE, *Escherichia coli*

Reviewed by:
Lic. Jenny Freire Rivera
ENGLISH PROFESSOR
C.C. 0604235036

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Antecedentes

En la actualidad la calidad de agua es fundamental, de ella depende la supervivencia de todos los seres vivos. En el agua de riego su calidad puede variar por distintos factores que se presenten ya sea por el suelo, plantas, niveles de patógenos, metales pesados. Este recurso cada día se limita tanto cuantitativamente como cualitativamente debido al crecimiento acelerado de las demandas para su uso agrícola e industrial (Tartabull & Betancourt, 2016).

El objetivo de la agricultura es satisfacer las necesidades de una determinada población y de toda la humanidad. Estas necesidades aumentan con el crecimiento de la población, de 50 millones de personas por año durante los últimos 50 años; a esta etapa de crecimiento de población, se requeriría un aumento del 40 al 50 % en la producción agrícola para satisfacer la ingesta de alimentos durante los próximos 30 y 40 años. El riego ayuda a que la producción de alimentos incremente, observándose en los últimos tiempos que la mala práctica de este ocasiona problemas al suelo y deteriore la calidad de las superficies agrícolas del mundo.

En este sentido, uno de los factores más importantes en la producción intensiva de cultivos después de la disponibilidad del agua, es su calidad, la cual se puede dividir en química y agronómica. La calidad química del agua es muy útil y está determinada por la cantidad de sal y la proporción de diferentes iones en la solución. Su conocimiento puede determinar si se puede recomendar para uso doméstico, industrial, ganadero y/o agrícola. El problema frecuente en el caso del riego de cultivos es que generalmente no se especifica con qué calidad química se debe utilizar el agua, sino que solamente se da importancia a la calidad agronómica determinada por: cultivo a regar, condiciones climatológicas, métodos de riego, condiciones de drenaje del suelo y prácticas de manejo de agua, suelo y plantas (García, 2012).

La agricultura es el sistema de producción que más agua consume del mundo; el riego es una actividad que consume alrededor del 70% de los recursos globales. Se estima que solo el 20% de la tierra agrícola del mundo está irrigada y el riego proporciona el 40% de la producción agrícola total.

El requerimiento de agua depende mucho de varios factores, entre los más importantes se puede destacar los siguientes: el clima y el consumo de agua depende del tipo y estado de desarrollo de cultivo, el cual puede mantener suficiente agua en el sistema radicular de acuerdo con factores climáticos, fenología de cultivo y características del suelo. Sin embargo, en las aguas naturales que se toma para riego, pueden presentarse contaminantes de naturaleza inorgánica (Sarabia *et al.*, 2011).

La calidad de agua de riego es objeto de investigaciones de evaluación y definición para calificar sus características físicas y químicas, mediante esta investigación se analizó el agua del tramo TD11 del sistema de riego Chambo – Guano – Los Chingazos con el fin de beneficiar a las personas que abastecen sus productos; y así su producción sea de mejor calidad.

Planteamiento del problema

El agua de riego varía su calidad según la procedencia, para su estudio se debe considerar efectos sobre suelos, cultivos, plantas y frutos. Es muy importante considerar aspectos como los niveles de patógenos, metales pesados y la aportación de nutrientes.

La mayor parte del consumo de agua del Ecuador se destina al riego, estimándose su uso en un 80% del consumo total; No obstante, las pérdidas en la captación, conducciones primarias, secundarias y terciarias y en el ámbito de parcela, hacen que las eficiencias varíen entre el 15% y 25%. Pese a que es poco lo que se conoce sobre el riego privado, estos sistemas cubrirían aproximadamente 460000 ha (83%) (Sánchez & Vinueza, 2007), mientras que los sistemas públicos sirven para regar, esto 108000 ha de cultivos. Existe una desigual distribución de la tenencia del agua: el 88% de los beneficiarios del riego, minifundistas, disponen de entre el 6 y el 20% de los caudales totales disponibles; en contraste, entre el 1 y 4% del número de beneficiarios, hacendados, disponen del 50 al 60% de los caudales disponibles (Mencías, 2015).

El agua de riego en su mayoría tiene exceso de nitritos y nitratos debido a la utilización de abonos inorgánicos y orgánicos. Al utilizar cantidades excesivas de abonos, estos no son asimilados en su totalidad por los cultivos, siendo arrastrados a acuíferos y llegando así a las aguas de riego y a cultivos posteriores (Ponce, 2019).

Las aguas residuales, al ser vertidas al suelo y/o cuerpos de agua, generan un impacto negativo al ambiente, el uso de agua contaminada en la agricultura puede ocasionar la acumulación de metales pesados en los suelos, afectando de esta manera a los cultivos en su rendimiento y crecimiento (Maroneze *et al.*, 2014).

La mayor parte de los moradores de Punín Santa Bárbara se dedica a la agricultura y ganadería, de modo que, debe abastecerse diariamente del tramo TD11 del sistema de riego Chambo – Guano – Los Chingazos para su producción. Por ello, los agricultores vieron la necesidad de indagar sobre la calidad de agua con que riegan sus productos ya que el uso de agua de mala calidad puede ocasionar problemas en el suelo y en los cultivos; estos pueden ser problemas de salinidad; disminución de la tasa de infiltración, toxicidad sobre los cultivos; en un tiempo no muy lejano se evidenciaría daños a la salud como: acumulación de toxinas en el cuerpo y mayor predisposición a enfermedades (Silva *et al.*, 2015).

Justificación

La disponibilidad del agua es un factor muy importante para el desarrollo de cualquier región y como es en este caso de la parroquia Punín Santa Bárbara y sus alrededores, esto permite satisfacer los diferentes fines de los moradores tanto en cantidad y calidad del recurso.

La calidad de agua para la actividad agrícola es fundamental y sumamente necesaria para elevar su producción. La seguridad y eficiencia de la producción de regadío serán aún más importantes para la agricultura mundial en el futuro, cuando los campos requieran insumos grandes y costosos para mantener mayores rendimientos. El agua ya no será abundante y barata (Fernández, 2012). Se volverá escaso y costoso de adquirir y mantener. La calidad del agua tiene un impacto grande en la salud humana y el ecosistema en general, porque si el agua no es adecuada puede causar enfermedades que se generan en diferentes cultivos o animales, también afecta al suelo durante su uso a largo plazo (Fernández, 2012).

Los datos obtenidos del análisis de la calidad de agua se las presentará a la Junta de riego Chambo – Guano – Los Chingazos que les permitirá generar planes de mejoramiento aplicables en el tramo y obtener una mayor productividad en el cultivo de esa zona. La medida de la cantidad y calidad del agua de riego ayudará a mitigar el mal uso del recurso, teniendo en cuenta prácticas de manejo que prevengan los problemas causados por los vectores existentes. Sin embargo, el alto costo que se podría cancelar por el recurso agua será un incentivo para que se aproveche de manera más eficiente. Uno de los factores que recorta la toma de nuevas tecnologías es el bajo costo del agua. Además, si las autoridades trabajaran en conjunto con los agricultores tendrían la oportunidad de aprovechar el agua y obtener beneficios de parte y parte.

OBJETIVO

General

- Determinar la calidad de agua del tramo TD11 del sistema de riego Chambo – Guano – Los Chingazos, provincia Chimborazo.

Específicos

- Caracterizar los componentes biofísicos y socioeconómicos de la zona de estudio.
- Diseñar el muestreo del tramo TD11 del Sistema de riego Chambo – Guano – Los Chingazos.
- Determinar los índices RAS, CSR, CE de cada punto identificado del tramo TD11 del sistema de riego Chambo – Guano – Los Chingazos.
- Proponer medidas de prevención, conservación y mitigación que permitan el manejo adecuado del tramo TD11 del sistema de riego Chambo – Guano – Los Chingazos.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Marco teórico

Agua

Uno de los elementos importantes para la vida que contiene distintas características, abundante en todo el universo, ayuda a determinar los procesos físicos, químicos y biológicos que están en el medio natural (López et al., 2005).

Calidad de agua

Variable de control definida por la composición química, física y biológica, adquiridas en los diferentes procesos naturales y antropogénicos a los cuales está expuesta. La modificación fisicoquímica, biológica del agua es incitada por las actividades socioeconómicas de las personas. Todos los cuerpos están conectados por el ciclo hidrológico; por ello es muy importante su estudio porque podría ser un transmisor de enfermedades por la contaminación (Bauer et al., 2004).

Parámetros físico – químicos

Características que se presente en el agua y se ven determinados por las condiciones climáticas, geomorfológicas y geoquímicas que están en los sistemas hídricos superficiales (Acuña et al., 2008)

pH

Indica la acidez o alcalinidad de una sustancia, además es considerada como medida de concentración del ion hidrógeno. Las mediciones se llevan a cabo en una escala de 0 a 14, donde el 7 es considerado neutro; inferior a 7 ácido y superior a 7 básico/alcalino. El pH es uno de los componentes más conocidos para determinar la calidad del agua (Díaz et al., 2005).

Turbidez

Mezcla que oscurece o disminuye la claridad natural o transparencia del agua o se la puede definir como la propiedad óptica que causa que la luz se disperse y absorba, en lugar de transmitirse en línea recta a través del agua, es producida por materias en suspensión como la arcilla, cieno o materias orgánicas e inorgánicas finamente divididas, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton y otros microorganismos (Díaz et al., 2005).

Oxígeno disuelto

Indicador de contaminación del agua, un nivel alto de oxígeno disuelto mejor calidad; oxígeno disuelto bajo indica deterioro de la calidad de agua e inhabilidad de mantener diferentes vidas y otros microorganismos marinos (Dorador et al., 2003).

Temperatura

La temperatura es la representación de la energía cinética media de las moléculas de cualquier cuerpo en este caso el agua. Se mide en una escala lineal de grados Centígrados o grados Fahrenheit (Peña et al., 2006).

Conductividad eléctrica

Medida de la capacidad de una solución acuosa para conducir una corriente eléctrica, depende de la presencia de iones, su concentración total, movilidad, valencia, concentración relativa y temperatura de medición. Se expresa en microsiemens por centímetro (mS/cm) e indica el contenido de sales disueltas o de minerales en el agua (mineralización) (Lozano & Gualoto, 2015).

Sólidos totales

Iones que se encuentran diluidas en el agua, su concentración se debe a la presencia de minerales, metales, descomposición de materia orgánica que generan olores y toxicidad al agua (Minaya et al., 2018).

Parámetros microbiológicos

Indicador de presencia de contaminación humana o animal (Rodríguez & Prado, 2005).

Escherichia coli

Es un bacilo gran negativo, se pueden desarrollar en presencia de sales biliares, indicador de contaminación fecal del agua. Este microorganismo habita en el tracto digestivo de animales de sangre caliente, se considera un indicador universal (Figuroa & Méndez, 2022).

Parámetros de calidad

Método que señala el grado de calidad de un cuerpo de agua, en bienestar humano independiente de su uso. Su valor esta entre 0 y 1. Este número puede variar según las condiciones físicas, químicas y en algunos casos microbiológicas del cuerpo de agua, el cual nos indica los problemas de contaminación (García, 2012).

Tabla 1

Parámetros de calidad del agua de riego para uso agrícola

Parámetros de calidad	Unidades	Grado de restricción		
		Ninguno	Leve a moderado	Severo
Conductividad eléctrica (CE)	dS/m	< 0.7	0.7 – 3.0	> 3.0
Sólidos disueltos totales (TDS)	mg/L	< 450	450-2000	> 2000
Efecto de iones específicos				
Relación de adsorción de sodio (RAS)		< 3.0	3.0 – 9.0	> 9.0
Sodio (Na ⁺)	meq/L	< 5	5 – 10	> 10
Bicarbonatos (HCO ₃ ⁻)	meq/L	< 1.5	1.5 – 8.5	> 8.5
Cloruros (Cl ⁻)	meq/L	< 4.0	4.0 - 10.0	> 10
Boro (B ³⁺)	mg/L	< 0.7	0.7 - 3.0	> 3.0
Manganeso (Mn ²⁺)	mg/L	< 0.1	0.1 – 1.5	> 1.5
Hierro (Fe ²⁺)	mg/L	< 0.1	0.1 – 1.5	> 1.5

Fuente: (Rodríguez et al., 2022)

Relación de adsorción de sodio (RAS)

El sodio (Na) produce el desglose de los coloides del suelo cuando interacciona y desplaza los cationes divalentes presentes (Ca²⁺ y Mg²⁺), mermando así, el acceso y flujo de agua y oxígeno en el perfil del suelo. La aplicación de aguas con elevadas concentraciones de sodio al suelo reduce la fertilidad de este, debido a la reducción de la aireación, aumento del pH y baja disponibilidad de hierro (Fe) y cinc (Zn) (Castellanos, 2011).

Carbonato de sodio residual (CSR)

Índice calculado para determinar el potencial del agua de riego en un suelo alcalino. El agua puede incrementar la concentración de carbonatos con minerales del suelo como el basalto. El ion carbonato y el ion bicarbonato ayuda a la precipitación del calcio que se encuentra disuelto en el agua del suelo. Cuando el calcio reduce puede causar compactación del suelo, lo que trae consigo dificultad en la infiltración del agua, el aire y la penetración de las raíces (Castellanos, 2011).

Medidas de prevención

Es la aplicación de medidas para evitar cualquier evento que se pueda convertir en un desastre (Hincapié et al., 2004) .

Medidas de mitigación

Llamadas así a las aplicaciones de acciones que pueden reducir la vulnerabilidad de ciertas amenazas presentes (Hincapié et al., 2004).

Componente biofísico

Analiza los recursos naturales donde se desarrolla las actividades y el asentamiento poblacional (Arrobo, 2015).

Este componente puede tener las siguientes variables:

- Relieve
- Geología
- Suelo
- Cobertura de suelo
- Clima
- Ocurrencias de eventos adversos en la parroquia
- Lora
- Fauna
- Agua

Componente sociocultural

Se concentra en el interés del análisis de la población, estructura, composición y dinámica, cobertura y calidad de los servicios sociales (Arrobo, 2015).

Este componente tiene las siguientes variables:

- Análisis demográfico
- Educación
- Salud
- Patrimonio cultural tangible e intangible

Componente económico

Analiza las principales actividades económicas de la zona y algunas relaciones existentes entre los factores productivos (Arrobo, 2015).

Este componente puede tener las siguientes variables:

- Trabajo y Empleo
- Principales productos
- Factores productivos

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

Tipo de investigación

La presente investigación fue de tipo cualitativo, cuantitativo y descriptiva, para ello se empleó tablas que indican el grado de restricción de cada uno de los parámetros estudiados, se usó fórmulas para saber la calidad de agua, además, varias fuentes recomendadas por la JURECH y posterior obtener la información bibliográfica de cada uno de los componentes biofísicos y económicos de la zona.

Componente biofísico y económico

Para la descripción de los componentes biofísicos y económicos, se realizó un análisis bibliográfico, un registro detallado de bases cartográficas, salidas e inspecciones de campo, Plan de Desarrollo Local, Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2015, investigaciones bibliográficas y un folleto realizado en diciembre del 2020 denominado “La Gestión Comunitaria del Riego el Chimborazo, la experiencia de la junta de riego Chambo – Guano – los Chingazos (JURECH)”, para así socializar y verificar lugares estratégicos que necesitan ser atendidos.

Delimitación del área de estudio

Para delimitar el área de estudio se tuvo una reunión previa con el presidente de la JURECH y algunos dirigentes y se tomó en cuenta factores como: mayor intervención de la población (agricultura y ganadería) y accesibilidad al lugar. Para luego plasmar los puntos en el Software ArcMap y tener una correcta georreferenciación de los puntos a trabajar. Además, la recolección de las muestras se realizó durante 3 meses 1 vez cada mes.

Determinación de los índices RAS, CSR, CE

Relación de adsorción de sodio (RAS)

Para calcular el RAS del agua se utilizó la siguiente fórmula:

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{(Ca + Mg)}{2}}}$$

Primero se determinaron las concentraciones de calcio, magnesio y sodio, el cual se realizó a través del análisis químico del agua de riego.

Tabla 2

RAS para calidad de agua de uso agrícola

Parámetros de calidad	Unidades	Grado de restricción		
		Sin Problema	Vigilar	Riesgo
CSR	mmol/L	<3.0	3 – 9	>9

Fuente: (Redondo, 2022)

Concentraciones de Calcio, Sodio, Magnesio, Potasio

Primero se digirió las muestras 5 mL de muestra y 10 mL de ácido nítrico, se colocó en la máquina purificadora durante 40 min, se esperó un tiempo determinado en el enfriado de las muestras, para luego filtrarlo en un balón de 50 mL con un papel filtro, finalmente, se mezcló ácido nítrico al 1% enjuagándolo 2 veces y se llenó el resto con ácido nítrico al 1%.

Carbonato de sodio residual (CSR)

Para evaluar el peligro de sodificación del suelo por carbonatos y bicarbonatos del agua se utilizó la siguiente fórmula:

$$(CSR = (CO_3^{2-} + HCO_3^-) - (Ca^{2+} + Mg^{2+}))$$

Tabla 3

CSR para la calidad de agua de uso agrícola

Parámetros de calidad	Unidades	Grado de restricción		
		Sin Problema	Vigilar	Riesgo
CSR	mmol/L	<1.25	1.25 – 2.5	>2.5

Fuente:(Redondo, 2022)

Carbonatos y Bicarbonatos

Para la medición de carbonatos y bicarbonatos se utilizó el método de titulación, el titulante fue ácido sulfúrico al 0.02 N, luego se tomaron 25 mL de muestra y se colocó en un Erlenmeyer, seguidamente se puso 3 gotas de naranja de metilo, mientras revolvía se dejó caer gotas de ácido sulfúrico, teniendo en cuenta el tiempo de viraje a color rosa (Carbonatos) o color naranja (Bicarbonatos). Se utilizó la siguiente ecuación:

$$Bicarbonatos = \frac{ml \text{ de ácido sulfúrico} \times Normalidad \text{ del ácido sulfúrico} \times 50000}{ml \text{ de la muestra}}$$

Tabla 4

Bicarbonatos en la calidad de agua de uso de riego

Parámetros de calidad	Unidades	Grado de restricción		
		Sin Problema	Vigilar	Riesgo
Bicarbonatos	mg/L	0-200	200-500	>500

Fuente: (Avilés, 2022)

Parámetros fisicoquímicos

Para determinar los parámetros de Potencial de hidrógeno (pH), Temperatura (°C), Sólidos disueltos (SDT), Oxígeno disuelto (OD), Conductividad eléctrica, se utilizó el multiparámetro.

Tabla 5

Sólidos disueltos totales en la calidad de agua de riego

Parámetros de calidad	Unidades	Grado de restricción		
		Sin Problema	Vigilar	Riesgo
TDS	mg/L	0-500	500-2200	>2200

Fuente: (Redondo, 2022)

Nitratos y Sulfatos

Para medir nitratos y sulfatos se utilizó sobres de reactivos de sulfato en polvo 10 mL y sobres de reactivo en polvo para nitrato 10 mL, el procedimiento consistió en tomar 10 mL de la muestra para ponerlo en el frasco de reactivo, luego se disolvió un sobre de reactivo de sulfato y revolverlo por 1 minuto; pasado el tiempo se llevó al espectrofotómetro UV visible, buscamos el programa 355 NITRATO RA PP, se esperó 3 minutos para saber la cantidad de nitratos que contiene cada muestra. El mismo procedimiento se realizó con los sobres de nitrato, pero en este caso utilizamos el programa 680 Sulfato.

Tabla 6

Sulfatos, Nitratos parámetros para calidad de agua de uso agrícola

Parámetros de calidad	Unidades	Grado de restricción		
		Sin Problema	Vigilar	Riesgo
Sulfatos	mg/L	0-500	500-900	>900
Nitratos	mg/L	0-20	20-130	>130

Fuente: (Redondo, 2022)

Cloruros

La medición de cloruros se hizo por el método de titulación y su indicador fue nitrato de plata (AgNO_3) al 0.01 N, se tomaron 25 mL de muestra y luego se pasó a un Erlenmeyer, seguidamente se colocó 3 gotas de potasio, mientras se revolvía se dejó caer el nitrato en la muestra, teniendo en cuenta el tiempo de viraje a color rojo ladrillo. Al obtener los resultados se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Cloruro} = \frac{\text{Normalidad (AgNO}_3) \times \text{Volumen (AgNO}_3) \times 35,5 \text{ g/eq} \times 1000}{\text{ml de la muestra}}$$

Tabla 7

Cloruros para la calidad de agua de uso agrícola

Parámetros de calidad	Unidades	Grado de restricción		
		Sin Problema	Vigilar	Riesgo
Cloruros	mg/L	0-150	150-300	>350

Fuente: (Redondo, 2022)

Parámetros microbiológicos

Para cuantificar el número de bacterias de las muestras de agua se preparó el medio de cultivo Agar MacConkey para Escherichia coli. Se esterilizó el medio en la autoclave por 15 minutos, una vez esterilizado se esperó que la presión de la autoclave baje a cero y se procedió a sacar el medio. Se dejó enfriar unos 30°C antes de colocar en las placas Petri, se colocó un mililitro de cada muestra de agua en su caja respectiva y previamente etiquetadas. Luego se colocó en cada caja de 15 a 20 ml del medio preparado. Se agitó cuidadosamente cada caja de forma circular, se esperó hasta que el medio se solidifique y se incubó en la estufa por 48 h a 37°C , después de ese periodo se realizó el respectivo conteo de las colonias que han crecido y se reportó los resultados. El número total se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$N = n \times \frac{1}{i} \times \frac{1}{d}$$

Donde:

N= microorganismos totales por mililitro

n= número de colonias contadas en la placa

i= inóculo utilizado

d= dilución

Tabla 8

Niveles de Escherichia coli permitidos

Propósito	Nivel de E. coli
Aguas Residuales	< 2.2 ufc/100 mL
(Riego o descarga)	<1.0 ufc/100 mL

Medidas de prevención, conservación y mitigación

Mediante revisión bibliográfica, una vez identificados los valores e impactos que se dieron en los puntos de análisis de agua del sistema de riego se otorgaron medidas que ayuden a evitar la aparición de efectos ambientales negativos o mitigar previamente.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Componente biofísico

La tabla 9 representa los problemas y potencialidades del componente relieve, geología, suelo, cobertura de suelo, clima, ocurrencia de eventos adversos en la parroquia, flora, fauna, agua de la parroquia Punín Santa Bárbara.

Tabla 9

Componentes biofísicos

Componente	Descripción
Relieve	La parroquia Punín Santa Bárbara cuenta con Colinas que están presentes en los sectores de las comunidades de Cachihuayco, aptas para el cultivo de cereales y actividades agropecuarias, las zonas montañosas tienen el 82% del territorio amplias con plantaciones forestales exóticas y cultivos como el maíz y en las zonas de terrazas aptas para cultivos de ciclo corto.
Geología	En la parroquia Punín Santa Bárbara existe 3 zonas. Zona Media constituida por cuarcitas y lutitas de color oscuro; así mismo limonitas y brechas detríticas en menores cantidades. Zona Baja constituida por grava moderadamente gruesa, formación de Cisan que contiene areniscas tobáceas de origen volcánico conocidas por su porosidad. Zona Alta existe deslizamiento de Masa y se encuentra entre el tramo de las comunidades de San Francisco de Asis y Bashalan.
Suelo	Los suelos de la parroquia Punín Santa Bárbara son arcillosos, suelos pesados que se compactan y se deshacen cuando se cultivan o están húmedos; suelos arenosos donde los cultivos crecen bien; suelos rocosos con una combinación de materia mineral, agua, aire. Es caracterizada también por poseer suelos negros de textura limo – arenoso, con contenidos de materia orgánica de 2 – 3 % y una minoría de suelos negros – arcillosos, poco duro con una profundidad de 20 a 80 cm. El área de estudio tiene suelos poco profundos, erosionados que cubren el 70% de la totalidad y tienen suelos de textura franco – arenoso con un 30% de arcilla.
Cobertura de suelo	La parroquia Punín Santa Bárbara tiene un total de superficie de 4789.16 hectáreas, el 72% equivale a cultivos cortos, cereales; el

	15.5% se utiliza para plantaciones forestales y vegetación nativas; el 12.1% destinadas a pasto natural o plantado y un 0.3% superficie total para el área urbana.
Clima	El clima de la parroquia Punín Santa Bárbara es fría en la zona alta y media, en la zona baja no es muy fría debido a que su altitud es de 2600 m.s.n.m a 2900 m.s.n.m y cuenta con una temperatura de 12°C a 18°C generalmente.
Ocurrencias de eventos adversos en la parroquia	Dentro de la parroquia Punín Santa Bárbara el 42% es afectado por sequía, el otro 42% por helada y el 16% es afectada por deslizamientos y vientos en comunidades de zonas altas y medias.
Flora	En la parroquia existe especies nativas como es el guarango y el eucalipto en zona de laderas.
Fauna	Existen especies permanentes de la zona como es el Zorro, Tórtola, Sapo y Quinde.
Agua	Presencia de quebradas el mismo que se utiliza para la práctica de riego agrícola. El 80% de las comunidades de la parroquia Punín Santa Bárbara poseen afluentes para su supervivencia diaria.

En los recursos naturales del componente biofísico, es posible aprovechar cada uno de ellos, teniendo en cuenta la sostenibilidad ambiental de los mismos, esto se puede realizar con la ayuda del GAD juntamente con los beneficiarios y ellos también puedan tomar responsabilidad de los recursos.

Componente sociocultural

La tabla 10 representa los problemas y potencialidades del componente análisis demográfico, educación, salud, acceso y uso de espacio público, patrimonio cultural de la parroquia Punín Santa Bárbara.

Tabla 10

Componente sociocultural

Componente	Descripción
Análisis demográfico	La parroquia Punín está compuesta por 23 comunidades, una población total de 5893 habitantes, 3266 mujeres y 2710 hombre. El 83.48% se identifica con la etnia indígena, mientras que el 16.52% se autodenominan mestizos.

Educación	En la parroquia el índice de analfabetismo es de 31.64%, de los 11 establecimientos que existen 10 tienen laboratorios de información que no están equipados.
Salud	La tasa de mortalidad infantil es de 27.78%, dado que no existe centros de salud especializado. Existen 4 puestos de salud que cuenta con médico y un odontólogo, no existen camas pues que son puestos de primer nivel.
Acceso y uso de espacio público	Las 23 comunidades de la parroquia Punín Santa Bárbara cuentan con espacios públicos como iglesias, canchas, estadios y casas comunales.
Patrimonio cultural	La parroquia presenta atractivos culturales como iglesias, viviendas tradicionales y un museo.

En las zonas medias y altas la mayoría de la población carece de educación y vivienda para lo cual se necesita fortalecer la equidad de acceso a educación y vivienda, además se puede potencializar el turismo, fomentando actividades socioculturales para el desarrollo de la parroquia.

Componente económico productivo

La tabla 11 representa los problemas y potencialidades del componente trabajo y empleo, principales productos, factores productivos, de la parroquia Punín Santa Bárbara.

Tabla 11

Componente económico

Componente	Descripción
Trabajo y Empleo	De los 5893 pobladores de la parroquia el 44.56% del total de población el género masculino representa el 52.16% mientras el género femenino el 47.84% y número de personas desempleadas es de 2844. El 9.50% se dedica a las actividades de comercio mientras que el 19.79% tiene actividades de agrícolas, ganadería,

	silvicultura y el 0.69% específicamente a las industrias manufactureras.
Principales productos	La superficie productiva de la población es de 978.29 hectáreas; el 15% se encuentra en las comunidades de Chulcunag Alto, Ambug, Tzalaron en las zonas altas y produce maíz, papas, habas, cebada, quinua; el 12% produce hortaliza y el 11% en las zonas bajas en las comunidades de San José de San Blag, San Isidro, Santa Bárbara, Cabecera.
Factores Productivos	En las zonas bajas de la parroquia Punín Santa Bárbara cuenta con sistemas de riego, pero por las irregularidades y pendientes en las zonas altas y medias impiden una producción adecuada por el no acceso de maquinarias agrícolas y sistemas de regadío.

La población se dedica a la actividad agrícola por lo que se podría fortalecer y promover algunas cadenas de comercialización procurando que los pequeños y medianos productores puedan mejorar los ingresos económicos.

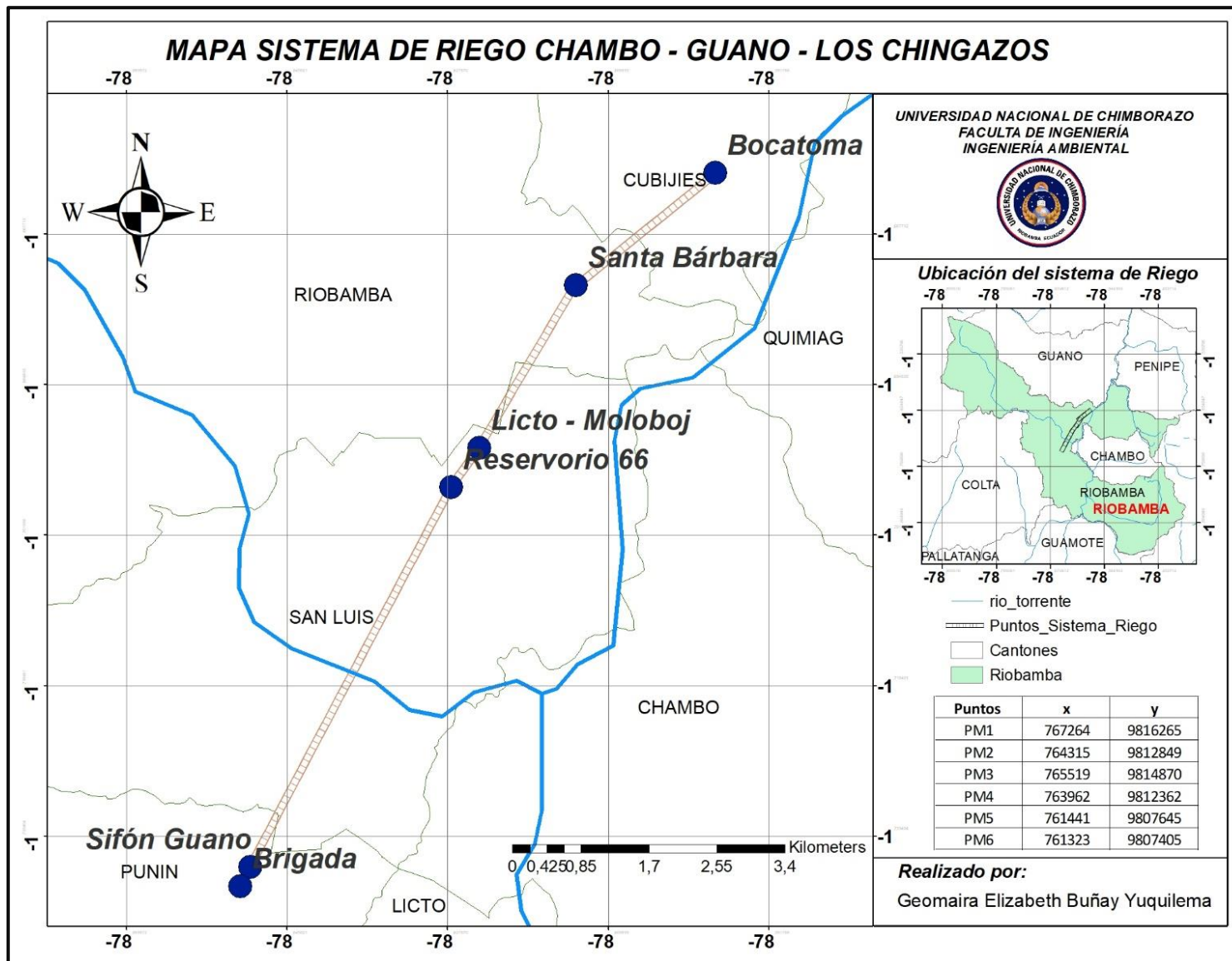
Delimitación del área de estudio

El sistema de riego Chambo – Guano - Los Chingazos se genera por la unión de importantes cuencas hídricas de la provincia. El canal principal recorre alrededor de 55 km, su parte final se ubica en el “Sifón Guano” en el sector Alacao, 9 km en la zona de Los Chingazos.

Se tomó como base el inicio del sistema de riego y algunos puntos donde existe mayor intervención ganadera y agrícola. Finalmente se definieron 6 puntos de trabajo que son: Bocatoma (PM1), Licto – Moloboj (PM2), Santa Bárbara (PM3), Reservorio 66 (PM4), Sifón Guano (PM5), Brigada (PM6), que se detalla a continuación en la figura 1

Figura 1

Ubicación de los puntos de muestreo



Resultado cálculo RAS, CSR.CE

Tabla 12

Cálculo RAS, CSR, CE

Puntos Muestreados	RAS						CSR mmol/L						CE dS/m					
	1er Mes	GR	2do Mes	GR	3er Mes	GR	1er Mes	GR	2do Mes	GR	3er Mes	GR	1er Mes	GR	2do Mes	GR	3er Mes	GR
PM1	5.79	L	5.48	L	10.94	S	-	N	-29.8	N	-74.42	N	0.259	N	0.223	N	0.202	N
							49.34											
PM2	5.46	L	4.37	L	10.55	S	-	N	-	N	-	N	0.276	N	0.237	N	0.216	N
							31.24		21.79		234.39							
PM3	4.80	L	4.92	L	11.05	S	-	N	-0.24	N	-50.02	N	0.228	N	0.236	N	0.216	N
							50.38											
PM4	3.76	L	5.69	L	14.02	S	-	N	-	N	-	N	0.130	N	0.233	N	0.205	N
							33.01		49.67		107.53							
PM5	10.79	S	4.11	L	14.76	S	-	N	-	N	-57.48	N	0.193	N	0.242	N	0.211	N
							93.75		32.49									
PM6	8.08	L	5.29	L	10.52	S	-	N	-	N	-37.12	N	0.218	N	0.279	N	0.220	N
							67.16		10.62									

Nota: RAS: relación de adsorción de sodio; CSR: carbonato de sodio residual; CE: conductividad eléctrica; GR: grado de restricción; N: ninguno; S: severo; L: leve

En la tabla 11 se detallan los resultados obtenidos durante los 3 meses de estudio del sistema de riego Chambo – Guano – Los Chingazos.

La relación de adsorción de sodio es un índice que mide el peligro de sodificación que presenta el agua de riego. En el primer mes se observó que el contenido de RAS en el sector de la Brigada PM5 es muy alto con un grado de restricción severo y según Rodríguez et al., (2022) el agua es apta para el riego, pero puede presentar peligro de sodificación en el suelo por la presencia de bicarbonatos que existe en el sistema por lo que es necesario emplear volúmenes de agua en exceso y utilizar cultivos tolerantes a la salinidad, por otro lado en los demás sectores se obtuvo un grado de restricción leve, teniendo en cuenta que los suelos son arenosos y permeables son aptos para el riego de los cultivos en la zona.

En el segundo mes se observó niveles bajos de RAS, según Rodríguez et al., (2022) el agua es apta para el riego y solo puede existir problemas en suelos que tengan baja permeabilidad.

En el tercer mes se observó niveles altos de RAS con grados de restricción severos específicamente en el Reservorio 66 PM4 y en la Brigada PM5 y según Rodríguez et al., (2022) el agua es apta con precauciones por ejemplo con el empleo volúmenes de agua en exceso para así poder lavar los suelos y utilizar cultivos tolerantes a la salinidad. El alto contenido de RAS se puede agravar por la presencia de bicarbonatos acelerado por lo que se podría emplear yeso para su disminución.

El carbonato de sodio tiene el potencial de formarse cuando las concentraciones de carbonato y bicarbonato son altas en relación con el calcio y el magnesio, y a pesar de la presencia de precipitados de carbonato de calcio y magnesio, el carbonato de sodio puede permanecer en el suelo debido a su alta solubilidad. En solución, esto puede conducir a la defloculación del suelo. Los valores presentados del carbonato de sodio residual de los 3 meses son bajos y según López et al., (2016) el agua que tiene menor 1.25 de CSR es segura y buena para el riego.

Según Mencías (2015) el agua pura es mala conductora de la electricidad, por lo que la presencia de sales disueltas ayuda a conducir la electricidad, dependiendo de la cantidad presente, por lo que la conductividad es una medida indirecta de la cantidad de sales disueltas.

La conductividad eléctrica que se presentó en el sistema de riego Chambo – Guano – Los Chingazos son de nivel bajo y según Ortiz et al., (2019) lo que indica que el agua presenta un valor medio de peligrosidad sódica y un valor bajo de peligrosidad salina, estos valores presentaron una menor cantidad de sales la que le hace apta para el riego de los cultivos que se presenta en la zona sin tener alguna repercusión grave a corto o largo plazo.

Resultados microbiológicos

Tabla 13

Resultado cálculo de presencia de Escherichia coli

Puntos muestreados	E. coli UFC/mL		
	Primer mes	Segundo mes	Tercer mes
PM1	1	1	1
PM2	3	5	8
PM3	7	8	8
PM4	363	308	320
PM5	212	215	220
PM6	393	446	408

En los resultados obtenidos durante los 3 meses de estudio se observó mayor nivel de Escherichia coli en el Reservorio 66 PM4, Brigada PM5 y sifón Guano PM6, según Olivas et al., (2011) son valores altos para el riego de vegetales y bebida de animales, lo que indica una contaminación fecal directa al agua de riego, en el caso de la brigada existe descargas de aguas servidas y en el sifón Guano se mezcla con los líquidos de la estación de gasolinera que se encuentra cerca.

Medidas de prevención, mitigación

RAS

Según Valencia (2015) para poder reducir el alto contenido de calcio y se pueda obtener un ablandamiento de agua para el riego se debe utilizar potasio para la regeneración y así evitar daños por el exceso de calcio. El sodio es difícil de eliminar por lo que requiere procesos como: ósmosis inversa, destilación o dilución. Para prevenir la salinización o alcalinización se puede añadir yeso y se debe optimizar el volumen de agua revisando el pronóstico del tiempo para evitar regar cuando llueva. Según Carabalí et al., (2019) los procesos que se pueden emplear para una perduración de agua en el tiempo, cantidad y calidad son:

- Conocer el ciclo de desarrollo de cada cultivo de la parroquia y la sensibilidad al estrés hídrico en sus etapas.
- Mediante metodologías calcular las necesidades hídricas del cultivo

- Según Asher (2019) Ósmosis inversa ayuda a prevenir los efectos negativos de la contaminación en el agua.

CE

Según Valencia (2015) cuando exista un alto nivel de conductividad se debe utilizar el tratamiento de dilución con otra fuente de agua que puede ser lluvia o en procesos más avanzados ósmosis inversa o destilación.

Según Asher (2019) el sistema de ósmosis inversa ayudaría a filtrar casi todas las partículas, TDS y en un 97% las sales. Este tratamiento debido a la presión que ejerce en la fuente de agua filtra los contaminantes incluido el sodio en su mayoría.

Una medida de mitigación es:

- Implementación de un plan de control de gestión de agua.

Escherichia coli

Según Valencia (2015), para poder mejorar la calidad de agua se debe:

- Mantener alejado a los animales domésticos o ganado de las fuentes de agua
- Mantener un sistema séptico, no tirar basura e inspeccionarlo cada 15 días.
- Análisis de la calidad en todos los puntos del sistema de riego: pH, sales, cloruros, nitratos, calidad bacteriológica.
- Según OMS (2012) se debe mantener limpios y secos los equipos de cosecha y las instalaciones de almacenamiento.
- Según OMS (2012) se debe realizar programas de jornadas de capacitación.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- La parroquia Punin Santa Bárbara posee suelos de textura limo arenoso con contenidos de materia orgánica entre 2-3% y se dividen en 3 zonas: baja, media y alta. Las zonas bajas son aptas para la producción de hortalizas mientras que en las zonas medias se produce cereales como cebada, trigo, chochos y en las zonas altas papas, melloco, habas, ocas; aproximadamente 580 hectáreas de pasto sirven para la producción pecuaria. Cuenta con una población de 5893 en total, 3266 mujeres y 2710 hombres. En cuanto a la educación la parroquia no cuenta con un equipamiento adecuado y los subcentros que existen no cuentan con personal suficiente para brindar una atención inmediata.
- Se tomaron 6 puntos para poder realizar los análisis de calidad de agua entre los cuales están: Bocatoma PM1, Santa Bárbara PM2, Licto Moloboj PM3, Reservorio 66 PM4, Brigada PM5, sifón Guano PM6. Considerando accesibilidad al sitio y los elementos que interviene en el sistema como: población, actividad agrícola y ganadera.
- Los niveles de RAS en los 3 meses de estudio variaron: en el primer mes el nivel alto existía en el punto de la brigada y esto se debe a que existen descargas directas de aguas servidas, en el segundo mes los niveles son bajos porque en el mes de abril - mayo hubo temporada de lluvias y los volúmenes de agua aumentaban, mientras que en el tercer mes los niveles de RAS están sobre los límites permitidos porque antes de ir a tomar las muestras el sistema tuvo 3 semanas de limpieza por lo que se iban acumulando los residuos y los resultados de los parámetros aumentaron. El parámetro CSR fue negativo debido a que en el estudio realizado no se tornó la muestra a color rosado lo que indica que no existe carbonatos. Por ultimo los niveles de Escherichia coli fueron mayores por la existencia de actividades ganaderas, industriales y descargas de aguas servidas.
- Por los niveles altos de CE y Escherichia coli se debe implementar medidas de prevención y mitigación como la utilización de potasio para disminuir el contenido de calcio, implementar yeso para la disminución de salinización, un plan de control de gestión de agua para conductividad eléctrica y análisis de la calidad en todos los puntos del sistema de riego: pH, sales, cloruros, nitratos, calidad bacteriológica.

Recomendaciones

- La parroquia Punin Santa Bárbara cuenta con grandes recursos naturales y tiene una buena producción, por ello se les puede aprovechar, desarrollando actividades que promuevan un ambiente de crecimiento de los pobladores y los recursos que ahí existen.
- Se recomienda que las limpiezas se hagan en lo posible en menor tiempo y así los residuos no se estanquen y afecten al sistema.
- Alejar a los animales que se encuentran cerca de los espejos de agua del sistema.
- Se recomienda buscar ayuda del GAD y juntamente con los beneficiarios lleguen a un acuerdo.
- Tomar en cuenta las medidas de prevención el aumento de la cantidad de sodio y calcio para mantener la estructura del suelo de la parroquia y no cause una ruptura de esta y una reducción de la permeabilidad.

BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, J., García, J., Gómez, E., Vargas, J., & Cortés, J. (2008). Revista de Biología Tropical. *Revista de Biología Tropical*, 56(2), 49-56. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44920231004>
- Arrobo, H. (2015, marzo 23). *COMPONENTE BIOFÍSICO, ECONÓMICOS, SOCIOCULTURALES*. <https://prezi.com/lchqs2x59bps/componente-biofisico/>
- Asher, W. (2019, diciembre 7). *Reducción de SAR (o RAS - Relación de Adsorción de Sodio)*. <https://es.pureaqua.com/reduccion-de-sar-o-ras-relacion-de-adsorcion-de-sodio/#product-reviews>
- Bauer, J. L., Castro, J. C., & Chung, B. (2004). *CAPÍTULO 4 CALIDAD DEL AGUA*.
- Carabalí, J., Gómez, J., Solano, M., Lluquiquinga, G., Burgos, C., & Carrera, D. (2019). Evaluación de la calidad de agua para riego y aprovechamiento del recurso hídrico de la quebrada Togllahuayco. *Siembra*, 6(2), 046-057. <https://doi.org/10.29166/SIEMBRA.V6I2.1641>
- Castellanos, J. (2011). *CÁLCULO DEL RAS EN AGUAS DE RIEGO*.
- Díaz, M., Elizalde, E., Quiroz, H., García, J., & Molina, I. (2005). Caracterización de algunos parámetros físico químicos del agua y sedimento del lago Zempoala, Morelo, México. *Acta Universitaria*, 15(2), 57-65. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41615206>
- Dorador, C., Pardo, R., & Vila, I. (2003). Variaciones temporales de parámetros físicos, químicos y biológicos de un lago de altura: el caso del lago Chungará. *Revista chilena de historia natural*, 76(1), 15-22. <https://doi.org/10.4067/S0716-078X2003000100002>
- Fernández, A. (2012). *El agua: un recurso esencial*.
- Figueroa, K., & Méndez, G. (2022). *Determinación microbiológica de Escherichia coli en Los Ríos Cayapas y Santiago de la parroquia Borbón provincia de Esmeraldas*. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/65550>
- García, Á. (2012a). *Criterios modernos para evaluación de la calidad del agua para riego*.
- García, Á. (2012b). *Criterios modernos para evaluación de la calidad del agua para riego*.
- Hincapié, C., Medrano, N., Monge, G., Wilches, G., Porras, R., & Mario, B. (2004). *E I R D Estrategia Internacional para Reducción de Desastres*.
- López, A., Ortega, H., & Ramírez, C. (2016). Physico-Chemical Characterization of Urban and Industrial Wastewater and its Importance in Agriculture. *Ciencias del Agua*, VII(6), 139-157.
- López, M., Romano, E., & Triana, J. (2005). *El agua*.
- Lozano, R., & Gualoto, E. (2015). *EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LOS RÍOS MACHÁNGARA Y MONJAS DE LA RED HÍDRICA DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO (DMQ)*.

- Maroneze, M. M., Zepka, L. Q., Vieira, J. G., Queiroz, M. I., & Jacob-Lopes, E. (2014). A tecnologia de remoção de fósforo: Gerenciamento do elemento em resíduos industriais. *Revista Ambiente e Agua*, 9(3), 445-458. <https://doi.org/10.4136/1980-993X>
- Mencías, D. (2015). *DETERMINACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN EL SUELO, ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA REGADÍO Y MANEJO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE RIEGO EL PISQUE - PICHINCHA*.
- Minaya, M., Rodríguez, A., Turpo, M., Atamari, L., & Efrain, L. (2018, marzo). *Evaluación Físico-Química y Microbiológica de Agua para Consumo Humano Puno - Perú*. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-081X2018000100005
- Olivas, E., Flores, J., Serrano, M., Soto, E., Iglesias, J., Salazar, E., & Fortis, M. (2011). *INDICADORES FECALES Y PATÓGENOS EN AGUA DESCARGADA AL RÍO BRAVO Fecal Indicators and Pathogens in Water Discharged into the Rio Grande*.
- OMS. (2012). *Cinco claves para cultivar frutas y hortalizas más seguras: promover la salud mediante la disminución de la contaminación microbiana*. www.who.int
- Ortiz, M., Can Chulim, Á., Romero, C., Crespo, E., & Madueño, A. (2019). Calidad del agua para uso agrícola del río Mololoa, México. *Terra Latinoamericana*, 37(2), 185-195. <https://doi.org/10.28940/TERRA.V37I2.406>
- Peña, O. S., Rubalcaba, S. C., Novo, M. F., Rodríguez, Y. H., & Cabrera, A. P. (2006). Evaluación físico-química y microbiológica del agua de la presa El Cacao (Cotorro, Cuba). En *Higiene y Sanidad Ambiental* (Vol. 6).
- Ponce, L. (2019). *Estudio exploratorio de la calidad de agua del sistema de riego Chambo – Guano de la provincia de Chimborazo*. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6306>
- Redondo, D. (2022). *CSR Laboratorio: Agricultura y Alimentación*. <https://cslaboratorio.es/laboratorio/aguas/aguas-de-riego/riego-v-interpretacion-analisis-agua-de-riego/>
- Rodríguez, J., & Prado, D. (2005). *Microbiología: lo esencial y lo práctico*.
- Rodríguez, S., Jaramillo, S., Zurita, D., Valdiviezo, A., Choloquina, C., Rodríguez, S., Jaramillo, S., Zurita, D., Valdiviezo, A., & Choloquina, C. (2022). Evaluación de la Calidad del Agua de Riego Proveniente de la Acequia Tilipulo Enríquez-Cotopaxi Mediante la Relación de Absorción de Sodio (RAS). *Revista Politécnica*, 49(2), 55-64. <https://doi.org/10.33333/RP.VOL49N2.06>
- Sánchez, E., & Vinuesa, C. (2007). *Optimización del Recurso Hídrico mediante el cambio de Método de Riego en la*.
- Sarabia, I., Cisneros, R., Aceves de Alba, J., Durán, H., & Castro, J. (2011). Calidad del agua de riego en suelos agrícolas y cultivos del Valle de San Luis Potosí, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 27(2), 103-113. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992011000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es

- Silva, P., Silva, H., Garrido, M., & Acevedo, E. (2015). *MANUAL DE ESTUDIO Y EJERCICIOS RELACIONADOS CON EL CONTENIDO DE AGUA EN EL SUELO Y SU USO POR LOS CULTIVOS*.
- Tartabull, T., & Betancourt, C. (2016). *La calidad del agua para el riego. Principales indicadores de medida y procesos que la impactan* Water quality for irrigation water, main measurement indicators and processes that affect them. <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/ras>
- Valencia, R. (2015). *El sistema de riego y la incidencia en la productividad agrícola de las comunidades de Cochatuco y Llullucha, parroquia ANgamarca, cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi*.

ANEXOS

Anexos análisis de calidad de agua

Tabla 14

Análisis de calidad de agua primer mes

Parámetro	Unidad	Puntos Muestreados					
		PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6
pH		8.22	8.16	7.78	8.02	7.78	7.37
Temperatura	°C	18.6	20.1	17	19.5	17	18.1
Conductividad	µS/cm	259	276	229	130.1	193.1	218
TDS	mg/L	129.7	138.2	114.6	260	965	108.9
Sulfatos	mg/L	60	25	66	31	77	28
Cloruros	meq/L	14.2	14.2	14.2	12.78	116.14	12.78
Carbonatos	meq/L	–	–	–	–	–	–
Bicarbonatos	meq/L	12	20	16	20	60	16
Nitratos	mg/L	45.5	18.3	0.6	23.5	121.9	2.9
Calcio	meq/L	74.65	59.57	82.38	60.86	181.43	101.07
Sodio	meq/L	32.07	27.66	34.09	19.38	94.61	52.13
Magnesio	meq/L	-13.31	-8.33	-16	-7.85	-27.68	-17.91
Potasio	meq/L	10.62	8.81	14.72	9.47	25.82	24.70

Tabla 15

Análisis de la calidad de agua segundo mes

Parámetro	Unidad	Puntos Muestreados					
		PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6
pH		7.90	7.84	7.83	7.79	7.83	7.72
Temperatura	°C	19	19.8	19.5	19.7	19.2	19.1
Conductividad	μS/cm	223	237	236	233	242	279
TDS	mg/L	111.7	118.3	118.1	116.7	120.8	139.3
Sulfatos	mg/L	18	21	24	21	23	33
Cloruros	meq/L	28.2	42.6	42.6	42.6	42.6	42.6
Carbonatos	meq/L	–	–	–	–	–	–
Bicarbonatos	meq/L	24	24	52	24	28	28
Nitratos	mg/L	24.9	24.9	54.9	10.7	24.7	3.9
Calcio	meq/L	34.95	31.52	36.76	53.42	44.51	25.47
Sodio	meq/L	28.43	20.94	25.18	34.57	22.62	23.25
Magnesio	meq/L	18.85	14.27	15.48	20.25	15.98	13.15
Potasio	meq/L	14.07	10.64	15.27	20.08	12.57	16.63

Tabla 16

Análisis de la calidad de agua tercer mes

Parámetro	Unidad	Puntos Muestreados					
		PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6
pH		7.97	8.04	8.02	7.03	7.89	7.73
Temperatura	°C	17.3	17.2	17.1	17.4	18.5	17.8
Conductividad	μS/cm	202	216	216	205	211	220
TDS	mg/L	100.8	107.8	107.9	102.5	105.3	110.0
Sulfatos	mg/L	16	18	13	17	17	9
Cloruros	meq/L	12.78	11.36	11.36	15.62	11.36	14.2
Carbonatos	meq/L	–	–	–	–	–	–
Bicarbonatos	meq/L	32	24	44	28	28	48
Nitratos	mg/L	26.4	1.0	31.2	22.2	3.5	21.6
Calcio	meq/L	54.21	169.66	48.07	79.38	42.42	43.28
Sodio	meq/L	79.85	119.93	75.80	115.44	96.55	68.68
Magnesio	meq/L	52.21	88.73	45.95	56.15	43.06	41.84
Potasio	meq/L	24.53	24.29	15.57	18.40	13.95	13.82

Anexos fotográficos

Figura 2

Muestra Bocatoma



Figura 3

Muestra Licto - Moloboj



Figura 4

Santa Bárbara



Figura 5

Muestra Reservorio 66

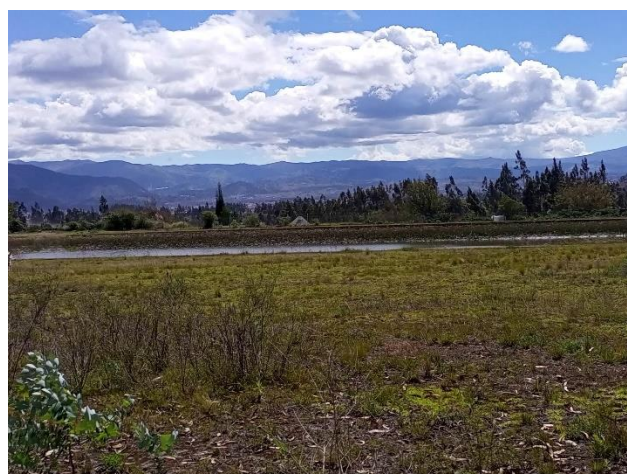


Figura 7

Muestra Sifón Guano



Figura 6

Muestra Brigada



Anexos laboratorio

Figura 9

Determinación de metales



Figura 8

Muestras digestadas



Figura 10

Determinación de carbonatos y bicarbonatos



Figura 11

Determinación de cloruros



Figura 13

Muestra Brigada

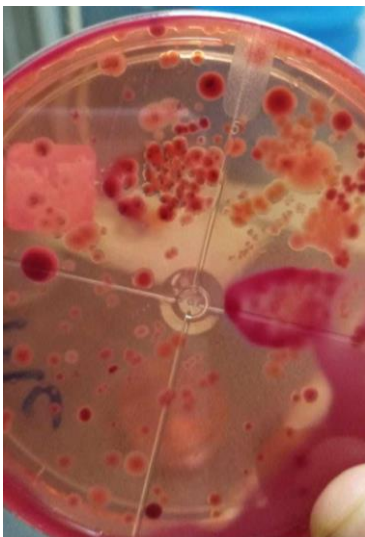


Figura 12

Sifón Guano

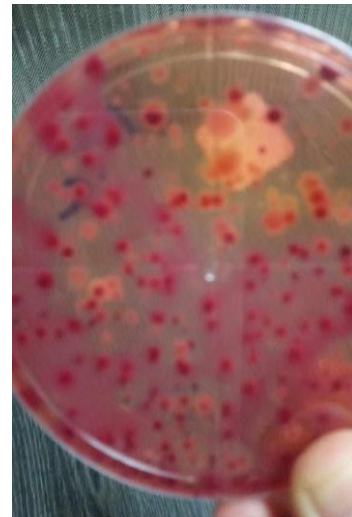


Figura 14

Sistema de Riego Chambo Guano

