



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

**Diseño hidráulico de un sistema de riego parcelario para el
Proyecto Chambo-Guano, Fase II, en la comunidad Chingazos,
módulo 8, cantón Guano**

RUBÉN DARÍO AJITIMBAY SERRANO

**Trabajo de Titulación con la modalidad Tesis, presentado ante el Instituto de
Posgrado y Educación Continua de la ESPOCH, como requisito parcial para la
obtención del grado de:**

**MAGÍSTER EN RIEGOS CON MENCIÓN EN RIEGO
PARCELARIO**

RIOBAMBA – ECUADOR

MARZO DE 2024

Yo, Rubén Darío Ajitimbay Serrano, declaro que este proyecto de investigación es de mi autoría y que los resultados de este son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citadas y referenciadas. Por lo tanto, como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación de Maestría.



Rubén Darío Ajitimbay Serrano.

C.I.: 0603032434

©2024, Rubén Darío Ajitimbay Serrano

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO – ESPOCH

EL TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Titulación modalidad Tesis, titulado: Diseño Hidráulico de un sistema de riego parcelario para el proyecto Chambo-Guano, fase II, para la comunidad Chingazos, módulo 8, cantón Guano, de responsabilidad del Ing. Rubén Darío Ajitimbay Serrano, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

Ing. Rosa del Pilar Castro Gómez, Ph. D.

PRESIDENTA



Firmado electrónicamente por:
ROSA DEL PILAR
CASTRO GOMEZ

Ing. Pablo Edilberto Melo Coy, M. Sc.

DIRECTOR



Firmado electrónicamente por:
PABLO EDILBERTO
MELO COY

Ing. Daniel Arturo Román Robalino, Mgtr.

MIEMBRO



Firmado electrónicamente por:
DANIEL ARTURO ROMAN
ROBALINO

Ing. Robinson Fabricio Peña Murillo, Ph.D.

MIEMBRO



Firmado electrónicamente por:
ROBINSON FABRICIO
PENA MURILLO

RIOBAMBA – ECUADOR

MARZO DE 2024

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación lo dedico a mi esposa Nancy Lucia, quien siempre me ha apoyado, a mis amados hijos Adrián y Cayetana, a mis padres Segundo A. e Inés María y a mi hermano Víctor Hugo por estar pendientes de todo lo que me propongo. A los demás familiares que han estado presentes con su apoyo y compartido junto a mí, buenos y malos momentos.

Rubén Darío Ajitimbay Serrano

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a mis tutores el Ing. Pablo Edilberto Melo Coy Msc., al Ing. Daniel Arturo Román Robalino Msc., y al Ing. Robinson Peña Msc., quienes me ayudaron y me encaminaron a mejorar y resaltar el proyecto en beneficio a la comunidad.

Rubén Darío Ajitimbay Serrano

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xii
SUMMARY	xiii

CAPÍTULO I

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Planteamiento del problema.	1
1.1.2.	<i>Situación actual del problema.</i>	1
1.1.3.	<i>Formulación del problema.</i>	2
1.1.4.	<i>Preguntas directrices.</i>	3
1.1	Justificación.....	3
1.3.	Objetivos.....	3
1.3.1.	<i>Objetivo General</i>	3
1.3.2.	<i>Objetivos Específicos</i>	3
1.4.	Hipótesis.....	4
1.4.1.	<i>Alternativa</i>	4
1.4.2.	<i>Nula</i>	4

CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO.....	5
2.1	Antecedentes del problema.....	5
2.2	Base teórica.....	5
2.3.	Marco conceptual.....	6
2.3.1.	<i>Catastro y padrón de usuarios</i>	6
2.3.2.	<i>Diseño Hidráulico</i>	7
2.3.3.	<i>Presupuesto referencial</i>	10
2.4.	Identificación de variables.....	10
2.5.	Operacionalización de variables.....	12
2.6.	Matriz de consistencia.....	14

CAPÍTULO III

3.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	16
----	-----------------------------------	----

3.1	Caracterización del área de estudio	16
3.2	Tipo y diseño de investigación	17
3.3	Métodos de investigación	17
3.4	Enfoque de la investigación.....	17
3.5	Alcance de la investigación	17
3.6	Población de estudio	17
3.7	Unidad de Análisis	17
3.8	Selección de la muestra	18
3.9	Tamaño de la muestra	18
3.10	Diseño del experimento	18
3.10.1	<i>Análisis de los derechos de agua.</i>	18
3.11	Técnica de recolección de datos primarios y secundarios	20
3.12	Instrumentos para procesar datos recopilados	22

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
4.1	Catastro y padrón de usuarios.....	23
4.2.	Ensayos	24
4.3.	Diseño hidráulico	25
4.3.	Presupuesto referencial del proyecto.	27

CAPÍTULO V

5.	PROPUESTA	29
-----------	------------------------	-----------

	CONCLUSIONES.....	31
--	--------------------------	-----------

	RECOMENDACIONES.....	32
--	-----------------------------	-----------

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Variables dependientes del proyecto.	10
Tabla 2-2: Variables independientes del proyecto	11
Tabla 3-2: Operacionalización de variables dependientes	12
Tabla 4-2: Operacionalización de variables independientes	13
Tabla 5-2: Matriz de consistencia	14
Tabla 1-4: Análisis de agua.....	24
Tabla 2-4: Clasificación de suelos	25
Tabla 4-4: Presupuesto referencial.....	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-3: Ubicación del proyecto	16
Figura 1-4: Tenencia de tierra	23
Figura 2-4: Reservorio.....	26

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. PLANOS TOPOGRÁFICOS

ANEXO B. CATASTRO PADRÓN DE USUARIOS

ANEXO C. ANÁLISIS DE AGUA

ANEXO D. ENSAYO DE SUELOS

ANEXO E. CÁLCULO HIDRÁULICO Y PLANOS

ANEXO F. PRESUPUESTO REFERENCIAL

ANEXO G. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ANEXO H. RESERVORIO

RESUMEN

El objetivo del estudio es realizar el diseño hidráulico del sistema de riego parcelario en el proyecto Chambo-Guano, Fase II, en la comunidad Chingazos, módulo 8, cantón Guano, para regar 35.29 hectáreas en períodos cortos de tiempo y beneficiar a 115 familias, mediante el diseño de estructuras hidráulicas a nivel de cabecera de lote, garantizando el uso óptimo del recurso hídrico y evitando pérdidas en el sistema de riego. El método utilizado es cuantitativo por que mediante la aplicación de fórmulas se diseñó la infraestructura hidráulica que es necesaria para el sistema de riego tecnificado del Módulo 8, con un caudal 28.8 l*s^{-1} que está conducido por tubería PVC con diámetros de 160 mm y 315 mm, distribuida en diámetros de 32 mm a 160 mm, con presiones entre 0.63 MPa y -1.25 MPa , 115 hidrantes y 29 válvulas de sectorización que permiten al agricultor regar en cualquier tipo de topografía evitando pérdidas en conducción y distribución; con una eficiencia del 80% permitiendo mitigar la pobreza y mejorar las condiciones de vida del sector. El presupuesto para la construcción del sistema de riego tecnificado es \$ 319315.17, el mismo que cumple con lo vialidad requerida del SENAGUA que es \$ 9048 por hectárea. En este sentido, el presente diseño permitirá buscar financiamiento en las diferentes entidades públicas y privadas para mejorar la producción agropecuaria de la comunidad Chingazo Bajo. Se recomienda utilizar tubería en unión elastomérica, considerando que se tiene presiones altas para garantizar el funcionamiento eficiente y correcto del sistema de riego, evitando tener roturas.

Palabras clave: <DISEÑO HIDRÁULICO>, <SISTEMA DE RIEGO>, <CONDUCCIÓN>, <DISTRIBUCIÓN>, <PRESUPUESTO>.

SUMMARY

The objective of the study is to carry out the hydraulic design of the parcel irrigation system in the Chambo-Guano Project, Phase II, in the Chingazos community, module 8, Guano canton, to irrigate 35.29 hectares in short periods of time and benefit 115 families, through the design of hydraulic structures at the lot head level, guaranteeing the optimal use of water resources and avoiding losses in the irrigation system. The method used is quantitative because, through the application of formulas, the necessary hydraulic infrastructure was designed for the technified irrigation system of Module 8, with a flow rate of $28.8 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$, which is conducted by PVC pipes with diameters of 160 mm and 315 mm, distributed in diameters from 32 mm to 160 mm, with pressures between 0.63 MPa and -1.25 MPa, 115 hydrants, and 29 sectorization valves that allow farmers to irrigate in any type of topography, avoiding losses in conduction and distribution; with an efficiency of 80%, allowing to mitigate poverty and improve the living conditions of the sector. The budget for the construction of the technified irrigation system is \$319,315.17, which complies with the required feasibility of SENAGUA, which is \$9048 per hectare. In this sense, the present design will allow seeking financing from different public and private entities to improve the agricultural production of the Chingazo Bajo community. It is recommended to use pipes with elastomeric joints, considering that there are high pressures to guarantee the efficient and correct operation of the irrigation system, avoiding breaks.

Keywords: <HYDRAULIC DESIGN>, <IRRIGATION SYSTEM>, <CONVEYANCE>, <DISTRIBUTION>, <BUDGET>.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Este proyecto está dirigido a la comunidad de Chingazo Bajo, del cantón Guano, provincia de Chimborazo, que actualmente no cuenta con el agua de riego y dependen de las precipitaciones naturales, por lo que se han visto en la necesidad de migrar hacia las cabeceras cantonales con la idea de mejorar su economía personal y familiar; pese a que disponen de una sentencia de adjudicación otorgada por la entidad competente.

La falta de cumplimiento de las obligaciones del Estado, entidades públicas encargadas del control y regulación de la distribución del agua de riego han provocado que los usuarios de Chingazo Bajo busquen crear proyectos vinculados con la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo para obtener el diseño hidráulico de un sistema de riego parcelario para el Proyecto Chambo-Guano, Fase II, en la comunidad Chingazos, módulo 8, cantón Guano; y de esta manera dotar y mejorar la distribución del agua optimizando el recurso hídrico.

Es así que, para la elaboración de la presente investigación, la comunidad de Chingazo Bajo se dividió en 12 módulos de riego, donde los maestrantes del paralelo Único Cohorte I de la Maestría en Riego Mención Riego Parcelario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo realizarán el diseño hidráulico.

1.1. Planteamiento del problema.

La producción agrícola no ha podido desarrollarse en la comunidad, debido a que no existe un sistema de riego, falta de estructura hidráulica de conducción y distribución de riego parcelario.

1.1.2. Situación actual del problema.

El cambio climático a nivel mundial genera alteraciones en los procesos de fotosíntesis, distribución geográfica de especies y ecosistemas. El desplazamiento de las zonas climáticas hacia mayores altitudes fenológicos ha incrementado la cantidad de horas de frío en los Andes. Esto ha ocasionado que los glaciales alteren su balance energético y la pérdida del caudal por escorrentía (González et al., 2003). Esta realidad ha provocado en los últimos 50 años que el clima mundial haya tenido una variación de 0.1 °C cada 10 años (Stansell et al., 2014).

De acuerdo a la (FAO, 2012), la escasez del agua, cada vez, está aumentando, esto se puede observar en los ríos circula apenas el 5% de los antiguos caudales, lo que provoca disminución del uso del agua de riego y la consecuente baja de la producción agrícola que en Sudamérica es más severo el problema. Gracias a los estudios realizados se conoce que en Perú y Bolivia los glaciares se han derretido más del 40% de sus tamaños originales; y en Colombia queda el 16% de nieves andinas en referencia a mediciones realizadas en 1850 (Paterson, 2017).

La ubicación geográfica del Ecuador lo hace vulnerable a sufrir cambios climáticos extremos. Por ejemplo, el NIÑO que produjo daños a la agricultura en los años 1982-83 y 1997-98, provocó cambios en los patrones de precipitación y sequías extensas (Mark, 2017). Esto hace que, comunidades rurales como Chingazo Bajo con limitaciones al acceso al agua, disminuya la productividad de sus cultivos, observándose grandes diferencias en los rendimientos agrícolas, por ejemplo, el chocho (*Lupinus mutabilis*) en la comunidad el rendimiento es de 146 kg ha⁻¹ y a nivel nacional alcanza a 317 kg ha⁻¹(Andino, 2011).

Lo dicho conlleva a la escasez de agua de riego, lo que produce menor productividad de los cultivos. Por tanto, es imperante el diseño de sistemas de riego tecnificados que tengan eficiencia y uniformidad en la distribución del agua. Que permitan hacer de la actividad agrícola más competitiva y rentable, mejorando los ingresos económicos de los habitantes de la comunidad Chingazo.

Por la necesidad de la Comunidad Chingazo de contar con agua de riego, el Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Chimborazo ha construido el canal principal conduciendo 450 L s⁻¹. Desde luego, es un caudal insuficiente para cubrir las 1000 has. Sin embargo, con un sistema de distribución adecuado y el diseño hidráulico de un eficiente sistema de riego tecnificado permitirá mejorar la distribución del agua. Por otro lado, la junta administradora de agua arbitrará medidas económicas y búsqueda de financiamiento para su construcción.

1.1.3. Formulación del problema.

¿Cómo optimizar la distribución de agua en riego a través de un diseño hidráulico, que influya en mayor productividad agrícola y se incremente las fuentes de ingreso en la comunidad Chingazo Bajo, Módulo 8, ubicado en la Provincia de Chimborazo, cantón Guano?

1.1.4. Preguntas directrices.

- a. ¿Cómo determinamos el área de riego para realizar el diseño hidráulico del sistema de riego tecnificado del módulo 8?
- b. ¿Cuáles son las obras hidráulicas necesarias para que el sistema tecnificado de riego funcione correctamente?
- c. ¿Cuáles son las normas y programas para elaborar un presupuesto del sistema de agua de riego?

1.1 Justificación.

Se conoce que en el Ecuador el 93% de pequeños y medianos productores agrícolas utilizan métodos de irrigación tradicionales, lo que señala unos niveles mínimos de eficiencia y una reducida capacidad de almacenamiento de agua. Sin embargo, se conoce que el riego del agua tecnificado mejora, inclusive la producción y la calidad de productos cultivables.

En tal virtud, con este trabajo, donde se realiza el diseño hidráulico del sistema de riego parcelario para mejorar la distribución del agua, se incrementará zonas de producción agrícola y mejorará la economía de los usuarios del sistema de riego. Sin duda, los beneficios serán para la comunidad Chingazo Bajo, Módulo 8 y miembros de la junta de riego Chambo – Guano.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Diseñar un sistema tecnificado de riego parcelario para el proyecto Chambo – Guano, Fase II, en la comunidad Chingazo Bajo, Módulo 8, del cantón Guano, provincia de Chimborazo.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar el área de riego mediante la actualización del catastro.
- Diseñar el sistema tecnificado de riego y estructuras hidráulicas necesarias a nivel de cabecera de lote.
- Realizar un presupuesto referencial necesario para el financiamiento del proyecto.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Alterna

El diseño hidráulico para el sistema de riego parcelario mejora la eficiencia del riego de agua en el área del Módulo 8, de la comunidad Chingazo Bajo, cantón Guano.

1.4.2. Nula

El diseño hidráulico para el sistema de riego parcelario no mejora la eficiencia del riego en el área del Módulo 8, de la comunidad Chingazo Bajo, cantón Guano.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

El riego tecnificado es imitar a las gotas de lluvia en los terrenos a cultivar, regularizando la escasez de agua, haciendo que el suelo se mantenga húmedo y sea óptimo para el crecimiento de las plantas (Tapia, 2014).

2.1 Antecedentes del problema

En todos los países del mundo, y en el nuestro, el cambio climático, los altos costos en la construcción de un sistema de riego tecnificado y la mala distribución han incrementado la escasez del agua en los sectores marginales. Razones por las que se hacen necesarios de sistemas tecnificados de irrigación, cuyas ventajas son el ahorro entre el 40 a 60% de agua, y por tanto, se incrementa la producción agrícola alimentaria (Vivanco, 2020).

La modernización de la gestión del agua en los sistemas de riego puede interpretarse de manera diferente, según las condiciones locales. Un tipo de modernización es el uso de suministro y distribución de agua a través de tuberías en lugar de canales. Otro, el uso de sensores de agua subterráneos computarizados para iniciar el riego y otras tecnologías más antiguas, como el revestimiento de canales (FAO, 2018).

En todo caso, es indispensable mejorar la agricultura, optimizando las prácticas y técnicas de riego y hacer frente a las grandes fluctuaciones de las precipitaciones y aumentos de la temperatura. Así se garantiza la disponibilidad del agua durante el cultivo con el uso eficiente del riego y micro riego que son fundamentales para contribuir a la seguridad alimentaria (Sosa, 2013).

2.2 Base teórica

El riego

Son las aportaciones del agua a la tierra por distintos métodos y que facilitan el crecimiento y desarrollo de las plantas, en todas aquellas partes del mundo donde las precipitaciones no suministran suficiente humedad al suelo, o bien, donde se quieren implantar cultivos con regadío; en las zonas secas, el riego debe emplearse desde el momento en que se siembra el cultivo (Salazar, 2011).

Métodos de riego

Los principales métodos de riego tecnificado usados en la actualidad son: el riego por goteo, el riego por aspersión y el riego por micro aspersión (Tapia, 2014).

a. Riego por goteo

Es un método de humedecimiento directo a la zona de las raíces de las plantas a través de un emisor, optimizando la cantidad de agua y abono. El agua se transporta a presión por tuberías y mangueras, aprovechando las pendientes del terreno. En su mayoría depende de un sistema de bombeo, irrigando pequeñas cantidades de agua directo sobre el suelo a intervalos cortos, método utilizado en plantaciones controladas como los invernaderos (Toledo & Araque, 2012).

b. Riego por aspersión.

El riego por aspersión suministra agua en forma de lluvia. Para lograrlo el agua de riego debe ser forzada a través de pequeños orificios con presiones mínimas de 25 PSI, alcanzando hasta 16 metros de radio de humedecimiento. Con su aplicación flexible y control eficiente del suministro de agua, la eficiencia de riego puede llegar hasta el 85%. Este método permite el riego de grandes áreas de suelo (Briceño et al., 2012).

c. Riego por micro aspersión.

Este método consiste en utilizar emisores denominados micro aspersores y se aplica localmente, el agua de riego, en forma de lluvia de finas gotas a bajas alturas, formando un bulbo húmedo. Se recomienda para el riego de frutales (Mejía, 2012).

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Catastro y padrón de usuarios

Topografía

Es la ciencia que establece las posiciones relativas o absolutas a partir de instrumentos para realizar mediciones de puntos sobre la tierra y la representación gráfica en un plano. Está ligado a la geodesia y a la cartografía. El primero se encarga de determinar la forma y dimensiones de la tierra, y el segundo se encarga a trazar en un mapa parte de la tierra (Edison, 2013).

Área

Extensión de una superficie expresada en una determinada unidad de medida; por lo general, se trabaja en metros cuadrados y hectáreas (ASALE & RAE, 2022).

Sistema de Posicionamiento Global (GPS)

Es un sistema de satélites que emite señales de radio, formado por 24 satélites que circundan la tierra a una altitud aproximada de 20.000 km. Este sistema permite determinar por triangulación, la altitud, longitud y latitud de cualquier objeto en la superficie terrestre. Estas coordenadas se pueden utilizar para la topografía (Serpas et al., 2004).

Catastro

Es un inventario debidamente actualizado y clasificado de los bienes de propiedad de los gobiernos o de particulares, la identificación física se refiere a la ubicación de la propiedad en documentos gráficos, tales como orto fotografías, incluyendo descripciones y demarcación real de cada terreno (Quinde, 2015).

Padrón de usuarios

Este es un listado de todos los usuarios del sistema de agua de riego o potable desde que se instaló. También lo utiliza el personal de finanzas para realizar un seguimiento de los pagos realizados por varios conceptos (Espinosa, 2015).

2.3.2. Diseño Hidráulico

Análisis de agua

De una muestra tomada de la fuente que se desea valorar, se realizan análisis físicos, químicos, bacteriológicos y microscópicos para determinar la calidad del agua y, que ésta no contamine el suelo y las plantas. Las muestras deben reflejar un conjunto dado de condiciones, por lo que se debe tener mucho cuidado en la recolección de muestras, ya que pueden estropearse o contaminarse antes de llegar al laboratorio (Bazan, 2017).

Estudio de suelos

Para la construcción de la cimentación de toda estructura, exige conocer la naturaleza del subsuelo. Sus características físicas y geológicas establecerán las diferentes capas y espesores que la conforman, pudiendo ser arena, roca, u otro tipo de suelo. Estos ensayos utilizamos en el presente estudio para el diseño estructural del tanque de reserva son SPT y el Triaxial (Cambefort, 1975).

Ensayo Triaxial

La Norma ASTM 2550-95, determina el Método Estándar donde la prueba en suelos cohesivos, no consolidados y no drenados se realizó la Compresión.

De este ensayo, lo más importante es la relación esfuerzo-deformación, determinándose a través del esfuerzo cortante que sufre una masa de suelo al ser sometida a cargas (Herrera, 2015).

Ensayo SPT (Ensayo de penetración estándar)

La prueba SPT está estandarizada en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 689. Este método es ampliamente utilizado para la determinación de las propiedades mecánicas de los estratos que conforman el subsuelo y sus espesores. Así es posible conocer la resistencia a la penetración en función del número de golpes realizados de acuerdo a sus estratos y profundidades (Herrera, 2015).

Diseño hidráulico de redes

El diseño hidráulico comprende, realizar el dimensionamiento de tuberías que llevarán el caudal que se determina desde el lugar de reserva o tanque hasta el punto de inicio de los lotes de terreno. Se utilizará una hoja de cálculo en Excel, en la que se emplea fórmulas de Hazen-Williams para determinar de manera eficiente los diámetros de las tuberías. Los parámetros a ingresar son el diámetro interior, valores de rugosidad, y basados en criterios de velocidad y presiones que dependen del conocimiento del diseñador y lograr un promedio entre los criterios y un dimensionamiento eficiente (Villavicencio, 2017).

Tubería

Las tuberías son conductos que transportan el agua hasta las áreas de riego, fabricados de diferentes materiales, especialmente con policloruro de vinilo (PVC). Es de uso más frecuente, por su facilidad de instalación y resistencia; además, en el mercado nacional hay variedad de accesorios y repuestos (Tapia, 2014).

Hidrantes

En un sistema de riego tecnificado parcelario un hidrante es una válvula que sirve para controlar la salida de agua de riego, y el corte del suministro de agua de acuerdo al turno asignado. Se ubican en las cabeceras del lote (Balbastre, 2016).

Pérdidas de carga

Las pérdidas de carga son primarias y secundarias: Las primarias consideran las pérdidas por fricción producidas por el contacto del agua con la tubería. Las secundarias son las pérdidas que se producen en las transiciones y por todos los accesorios de tubería y su método de cálculo es de Hazen Williams (Calderón & Pozo, 2011).

Velocidad

Es la rapidez con que se desplaza el líquido en un conducto abierto o cerrado. Se tiene que tener especial cuidado cuando se tiene velocidades altas ya que pueden producir el golpe de ariete y romper la tubería. Al contrario, si se tiene velocidades muy bajas puede ocasionar sedimentación de las partículas y taponamiento si el conducto es cerrado (Almache, 2021).

Planos constructivos del proyecto

Son formatos ya establecidos que permiten conocer información importante de las obras a construirse. Se presentará toda la información del cálculo hidráulico relevante de las redes principales y secundarias. En los trazados se presentan en planta y perfil con datos de caudal, velocidad, longitud de tubería, resistencia de la tubería, así como los gráficos y cálculos de las obras civiles estructurales considerados para un buen manejo del sistema de riego (Martínez, 2014).

2.3.3. Presupuesto referencial

El presupuesto referencial se conforma por un listado de rubros codificados con sus respectivas unidades de pago y su valor unitario. Se obtienen de los análisis de precios unitarios en los que constan los costos directos de equipos, de mano de obra, de materiales y transporte. En cambio, en los costos indirectos se presentan los valores que corresponden a la administración de la obra, como los imprevistos y utilidades entre otros, para llegar al costo total de la construcción del sistema de riego tecnificado (Leal, 2009).

Especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas son las exigencias mínimas técnicas que el contratista debe cumplir y, la misma será verificada por parte de fiscalización de obra y certificar los trabajos bajo la normativa vigente. Cada rubro tiene su especificación técnica que contiene una descripción general, materiales que se debe utilizar, procedimiento, ensayos de laboratorio, su unidad de medida y la forma de pago (Leal, 2009).

2.4. Identificación de variables

Variable dependiente

En la **Tabla 1-2**, se detallan las variables dependientes a desarrollar en el proyecto.

Tabla 1-2: Variables dependientes del proyecto.

Variable Dependiente	
Diseño Hidráulico	Caudales
	Pérdidas de carga, velocidad de agua, presiones.
	Presupuesto

Realizado por: Ajitimbay, Rubén, 2023

Variable Independiente

A continuación, en la tabla 2, se detallan las variables independientes del proyecto

Tabla 2-2: Variables independientes del proyecto

Variable Independientes	
Diseño Hidráulico	Topografía, catastro, área neta.

Realizado por: Ajitimbay, Rubén, 2023

2.5. Operacionalización de variables.

En la **Tabla 3-2** y **Tabla 4-2** se detalla la operacionalización de variables, tanto para las variables dependientes como para las independientes.

Tabla 3-2: Operacionalización de variables dependientes

Variable Dependiente	Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Definición de los indicadores	Criterio de medición	Técnica	Instrumento	Escala
Caudales	Es el volumen de agua en un determinado tiempo.	Litros por segundo (l/s)	*Caudales por parcela	Es el volumen de agua en un determinado tiempo.	Cantidad	Aplicación de fórmula. Ver en metodología	Hoja de cálculo excel	N/A
Pérdidas de carga	La pérdida de carga es la que se produce por la fricción del fluido contra las paredes de la tubería.	Metros de columna de agua (mca.)	*Pérdidas de carga por longitud. *Presiones de operación de los emisores	La pérdida de carga se produce por la pérdida de presión debido a la fricción del fluido contra las paredes de la tubería.	Valor	Aplicación de fórmula, Ver en metodología	Hoja de cálculo excel	N/A
Velocidad de agua	Es la rapidez que un fluido se transporta en un conducto cerrado o abierto	Metros por segundo (m/s)	*Velocidades en tramos de tuberías	Es la rapidez que un fluido se transporta en un conducto cerrado o abierto	Valor	Aplicación de fórmula, Ver en metodología	Hoja de cálculo excel	N/A
Presupuesto	El presupuesto referencial es la cantidad de dinero que se necesita para la construcción del sistema de riego.	Dólares (USD)	*Presupuesto *Análisis de precios unitarios	El presupuesto referencial es la cantidad de dinero que se necesita para la construcción del sistema de riego.	Valor	Ver en metodología	Hoja de cálculo excel	N/A

Realizado por: Ajitimbay, Rubén, 2023

Tabla 4-2: Operacionalización de variables independientes

Variable Independiente	Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Definición de los indicadores	Criterio de medición	Técnica	Instrumento	Escala
Topografía	La topografía nos permite obtener datos tridimensionales, las que podemos dibujarlos en un plano y determinar el relieve del terreno y el área de los terrenos a ser intervenidos.	Metros, áreas, Porcentaje	Pendiente.	La topografía nos permite obtener datos tridimensionales, las que podemos dibujarlos en un plano y determinar el relieve del terreno y el área de los terrenos a ser intervenidos.	Metros, áreas, porcentaje	Levantamiento Topográfico y categorización de tipo de relieve	*Dron *Procesamiento de información *Categorización	Cuadro adjunto

Realizado por: Ajitimbay, Rubén, 2023

2.6. Matriz de consistencia.

En la **Tabla 5-2**, se detalla la Matriz de consistencia, tanto para las variables dependientes como para las independientes.

Tabla 5-2: Matriz de consistencia

			Variable Dependiente	Indicadores	Técnica	Instrumento
Formulación del Problema	Objetivo General	Hipótesis	Caudales	*Caudales de consumo parcelario	Aplicación de fórmula, ver en metodología	Hoja de cálculo excel
			Pérdidas de carga	*Pérdidas de carga por longitud *Presiones de operación de los emisores	Aplicación de fórmula, ver en metodología	Hoja de cálculo excel
			Velocidad de agua	*Velocidades en secciones de tuberías	Aplicación de fórmula, ver en metodología	Hoja de cálculo excel
			Presupuesto	*Presupuesto *Análisis de precios unitarios	Se detalla en la metodología	Punis V10

Formulación del Problema	Objetivo General	Hipótesis	Variable Independiente	Indicadores	Técnica	Instrumento
¿Cómo optimizar la distribución de agua en riego a través de un diseño hidráulico, que influya en mayor productividad agrícola y se incremente las fuentes de ingreso en la comunidad Chingazo Bajo, Módulo 8, ubicado en la Provincia de Chimborazo, cantón Guano?	Diseñar un sistema tecnificado de riego parcelario para el proyecto Chambo – Guano, Fase II, en la comunidad Chingazo Bajo, Módulo 8, del cantón Guano, provincia de Chimborazo.	<p>Alterna.</p> <p>El diseño hidráulico para el sistema de riego parcelario mejora a la eficiencia del riego de agua en el área del Módulo 8, de la comunidad Chingazo Bajo, cantón Guano.</p> <p>Nula.</p> <p>El diseño hidráulico para el sistema de riego parcelario no mejora a la eficiencia del riego en el área del Módulo 8, de la comunidad Chingazo Bajo, cantón Guano.</p>	Pendiente	Porcentaje de pendiente	Levantamiento topográfico y categorización de tipo de relieve	<p>*Dron</p> <p>*Procesamiento de información</p> <p>*Categorización</p>

Realizado por: Ajitimbay, Rubén, 2023

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1 Caracterización del área de estudio

Ubicación Política

Provincia: Chimborazo
Cantón: Guano
Parroquia: Matriz
Sector: Los Chingazos

Ubicación Ecológica.

Altitud: 2732.00 m.s.n.m.
Temperatura media: 14° C
Precipitación anual: 550 mm.

Ubicación Geográfica

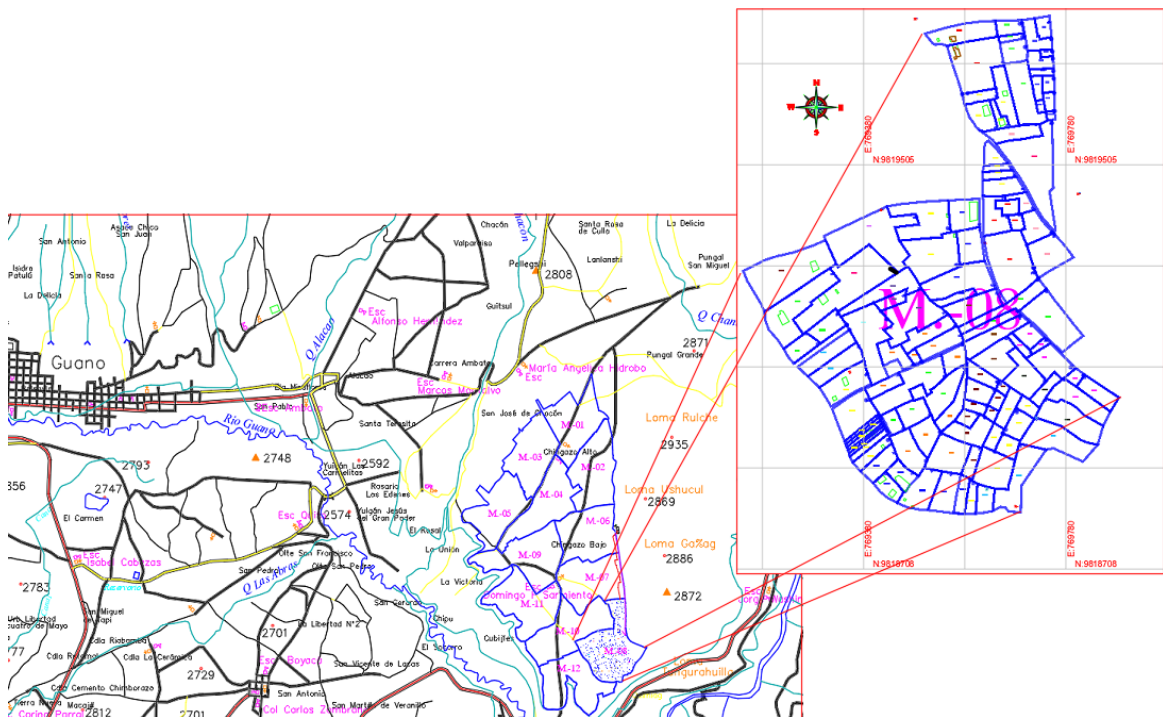


Figura 1-3: Ubicación del proyecto
Realizado por: Ajitimbay, Rubén, 2023

3.2 Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación fue cuasi-experimental y el diseño de la investigación fue transversal, ya que se puede manipular las variables de velocidad del agua en tuberías, presiones, pérdidas de carga, que se adapten a mis condiciones topográficas.

3.3 Métodos de investigación

El método de investigación utilizado es el inductivo, ya que se parte de lo particular con levantamiento de información para lo cual se consideró una muestra que represente de manera considerable a la población objetivo, a fin de generar estrategias metodológicas que aporten al proceso investigativo.

3.4 Enfoque de la investigación

El proyecto manejó un enfoque cuantitativo, ya que dentro del tipo de investigación cuasi-experimental, se eligen los componentes de cada grupo según las variables establecidas para la selección, además los datos a obtener dentro de las variables son cuantificables, con sustento técnico y aplicación de fórmulas.

3.5 Alcance de la investigación

El alcance de la investigación fue de carácter exploratoria, ya que se centra en analizar distintos parámetros, con el cual se obtendrá el mejor diseño hidráulico de acuerdo a la topografía de la zona.

3.6 Población de estudio

La población de estudio corresponde a 115 usuarios, pertenecientes al módulo 8.

3.7 Unidad de Análisis

La unidad de análisis fue cada uno de los lotes existentes en el módulo 8, que corresponde a 35.29 hectáreas netas de riego.

3.8 Selección de la muestra

Para el análisis correspondiente se considera el 100% de los lotes que conforman el módulo 8.

3.9 Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra será el 100% de los lotes del módulo 8.

3.10 Diseño del experimento

3.10.1 Análisis de los derechos de agua.

El análisis del agua de la concesión arrojó que proviene de la Cuenca del río Pastaza, la subcuenca río Chambo y el sistema de riego Chambo-Guano los Chingazos. Se renovó el permiso de agua de acuerdo con la Resolución No. 5788-2019-RV/2021 del 3 de febrero de 2021 con un caudal de $5.898,40 \text{ l*s}^{-1}$, pudiendo regar 7373 hectáreas con una dosis de riego promedio de 0,80 l/s/ha. Con base en el diseño de la conducción principal Los Chingazos de la fase Chambo-Guano –II del sistema de riego, GAD, provincia de Chimborazo, se determinó que el caudal aprobado para esta zona es de 1.360 l*s^{-1} ; Caudal 460 l*s^{-1} , Chingazo Bajo caudal determinado 108 l*s^{-1} .

Diseño hidráulico de red.

Para el diseño hidráulico de la red principal se ha tomado en cuenta la distribución de caudal realizada por el GAD Provincial de Chimborazo, el cual indica que fue repartido equitativamente en función del área a regar de cada comunidad. El caudal asignado a Chingazo Bajo no es superior al caudal adjudicado por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. Al Módulo 8 se ha asignado para 12 horas de riego un caudal de 28.40 l*s^{-1} , de acuerdo al área neta de riego.

Perdida de carga en las redes.

Las pérdidas de carga se consideraron como pérdidas por fricción, pérdidas por accesorios (pérdidas locales), a través, del método de cálculo Hazen Williams.

La fórmula Hazen – Williams, con su factor numérico en unidades métricas se expresa:

$$J = \left[\frac{Q}{0.2785 * C * D^{2.63}} \right]^{1/0.54}$$

J= Pérdida de carga unitaria (m/m)

Q= caudal (m³s⁻¹)

C= coeficiente de rugosidad

D= diámetro de la tubería (m)

$$H_f = J * L$$

Dónde:

H_f = Pérdida de fricción (m)

J= Pérdida de carga unitaria (m/m)

L= Longitud del tubo (m)

Velocidades máximas y mínimas

El Código Ecuatoriana de la Construcción determina la máxima velocidad de 2.5 m/s. Por lo tanto, el material utilizado son tuberías de PVC (policloruro de vinilo), y una velocidad mínima de 0,50 m/s para evitar sedimentaciones.

El software utilizado para calcular la red primaria y secundaria es una hoja de cálculo de Excel. Adicionalmente, en los módulos diseñados se ha considerado que la red principal y secundaria serán independientes, se basan en ordenamiento territoriales y catastros actualizados.

Diseño de reservorio

Se ubicó dos reservorios para Chingazo Bajo. Uno de ellos abastece al Módulo 8, y a otros módulos que conforman la zona de riego considerados para este reservorio. Se realizó el dimensionamiento del tanque de reserva utilizando la ecuación de pirámide truncada, en la que utilizamos el caudal asignado para un llenado de 12 horas. El tanque propuesto está completamente dentro del suelo, con paredes inclinadas con un talud de 45 grados y se ha diseñado de hormigón armado.

Ecuación para el cálculo de volumen:

$$V = \frac{h}{3} [AB + Ab + (\sqrt{AB * Ab})]$$

V= Volumen

h= Altura

AB = Área lado largo superior

Ab = Área lado largo inferior

(Rojas et al., 2014)

Presupuesto referencial del proyecto

El presupuesto referencial se elabora recopilando información sobre los diversos elementos que intervienen en el sistema de riego y sus respectivas unidades de medida y unidades cuantitativas. Los costos indirectos se han identificado en un 20%, que incluyen gastos generales, imprevistos, garantías y servicios públicos.

Para el cálculo de volúmenes de obra de cada rubro se cuantificó mediante el cálculo matemático apoyado por una hoja de cálculo en Excel.

En PUNIS V10, se realizó un análisis de costo unitario para cada unidad participante, teniendo en cuenta los costos de equipo, mano de obra, materiales, transporte, rendimiento del equipo y cuadrilla tipo. Los costos salariales se calculan sobre la base del salario anual del Contralor del Estado.

Especificaciones técnicas.

Cada parte del proyecto cuenta con especificaciones técnicas basadas en códigos de edificación ecuatoriano NEC-2015, ACI-318-14 y normas técnicas ecuatorianas INEN-ISO 18091. Incluyendo control de calidad, pruebas durante la ejecución de la obras. (ANEXO F).

3.11 Técnica de recolección de datos primarios y secundarios

Topografía.

Para obtener un producto de alta confiabilidad se procedió a colocar 50 hitos conocidos como puntos de control con cilindros de hormigón y 4 hitos con identificación de placa de alto relieve para un control fotogramétrico y geodésico. En la toma de datos se utilizó tecnología GNSS (Estática) vinculada a la REGME (RED GNSS DE MONITORE CONTINUO DEL ECUADOR) en el sistema de referencia WGA-84 UTM 17 SUR.

Para la obtención de la fotografía aérea para el plan de vuelo del DRON se utilizó el software UAS Master, obteniendo un GSD (distancia de muestra del suelo) de 7cm. Al momento de realizar el traslape se considera el 75% entre fotografías, tomando como referencia de forma longitudinal y transversal, con la finalidad de asegurar la cobertura de la totalidad del área bruta de 700 ha. Por medio de la ortofotografía se genera una nube densa de puntos de lo que se deriva el Modelo digital del terreno (MDT) del cual se obtiene las curvas de nivel de cada metro en formato dwg, de toda el área de la comunidad Chingazo en donde se encuentra inmerso el módulo 8, del que trata este documento.

Análisis de agua.

Se realizó la firma de un contrato con una empresa certificada para análisis de agua en el laboratorio, la cual tomó 3 muestras de agua en diferentes lugares. La primera muestra se tomó en el tanque reservorio de la comunidad de Alacao, la segunda muestra se tomó del cauce del canal la salida de Chingazo Alto y la tercera se tomó al final del cauce que ingresa al Embalse comunitario de Chingazo Bajo. El muestreo del agua se realizó de acuerdo con la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2169:2013 Agua. Calidad de agua. Muestreo. Manipulación y almacenamiento de muestras.

Las muestras fueron transportadas por el laboratorio certificado y se solicitó que se analicen los componentes físicos, químicos, microbiológicos y biológicos.

Ensayo SPT (Ensayo de penetración estándar).

El SPT es un ensayo de penetración estándar, el cual se realizó, contabilizando el número de golpes necesarios para introducir una toma de muestras en un tubular de acero hueco, mediante una maza de 63.5 kg que cae repetidamente desde una altura de 76.2 cm.

El toma muestras se introduce en el terreno 50 cm y se contabiliza los golpes cada 15 cm. Este ensayo de penetración permite obtener un valor N de resistencia a la penetración. Con el ensayo realizado se obtuvo el valor de $15 \text{ tn}\cdot\text{m}^{-2}$ esencial para el diseño del cálculo estructural del tanque de reserva y se realizó según lo estipulado en la Norma Técnica Ecuatoriana: NTE INEN 689. 1982-05.

Ensayo Triaxial

Para realizar este ensayo se tomó una muestra de suelo en su estado natural, con un volumen de 0.125m³ en el sitio donde se implantó el taque reservorio. La muestra se envuelve en plástico para conservar sus propiedades y llevarlo al laboratorio, sometiéndole en una probeta cilíndrica, que se encuentra confinada por medio de una presión hidráulica constante. A esto se le añade una carga vertical creciente hasta lograr su rotura, carga que debe crecer con una velocidad constante. Con los resultados se realiza la gráfica de los círculos de Mohr determinándose los valores de cohesión y del ángulo de rozamiento interno o máximo ángulo posible para la pendiente de un material. En el ensayo realizado se obtuvo un ángulo de fricción interna de 36.2°, dato fundamental para el diseño de la inclinación del tanque de reserva. Según lo estipulado en la Norma: ASTM 2550-95, se realiza el ensayo con el Método Estándar de prueba de Compresión Triaxial en suelos cohesivos con contenidos de partículas y suficiente arcilla, no consolidados, no drenados.

3.12 Instrumentos para procesar datos recopilados

Los instrumentos utilizados para el desarrollo del estudio de riego son los siguientes:

- Equipo de georeferenciación (dron Wingtra, GPS RTK DE PRECISIÓN). Se utilizó el software UAS Master con el cual se planifica el vuelo del drón y se obtiene las fotografías aéreas las mismas que deben tener un GSD no mayor a 10 cm para que se obtenga una buena precisión en el levantamiento, generándose el ortofotomosaico y través de software se obtiene el modelo digital del terreno (MDT) y curvas de nivel.
- Civil cad 2019. Se realizó el levantamiento de información para obtener el catastro y las parcelas que constan en el Módulo 8, para luego proceder al trazado de redes de conducción y distribución en planta y perfil, con lo que obtenemos las cotas de diseño el cual nos sirve para el cálculo hidráulico.
- Excel. Este programa se utilizó para el cálculo del diseño hidráulico de la conducción y distribución aplicando las fórmulas descritas anteriormente.
- Punís V10. Para realizar el presupuesto se utilizó este software que permitió determinar el costo del proyecto a través de los análisis de precios unitarios, lista de materiales, equipo, mano de obra, y cronograma valorado de trabajos.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Catastro y padrón de usuarios.

Se obtuvo la ortofoto a escala 1:1000 y el Modelo digital del terreno (MDT), productos con los cuales se procedió a la actualización del catastro de la superficie a regarse del módulo 8, con el siguiente orden:

- Se utilizó el catastro del GAD MUNICIPAL de Guano.
- Se dibujó los linderos sobre el plano digital y ortofotomosaico.
- Dibujo de vías, canchas, casas.
- Identificación y actualización de lotes.
- Se colocó un número de lote.
- Nombre del propietario.
- Se calculó las áreas y se generó el padrón de usuarios.

Comunidad Chingazo Bajo, Módulo de riego 8 con una superficie neta de 35,29 hectáreas. El terreno presenta una fuerte heterogeneidad a partir de los 2769 m.s.n.m., a los 2664 m.s.n.m. sobre el nivel del mar. En el área correspondiente al módulo 8 se encuentran registrados 115 predios, el predio es propiedad de pequeñas fincas, ya que el 79 % del área del predio es menor a 0.50 ha, el padrón de usuarios está conformado por 115 clanes familias (ANEXO A.).

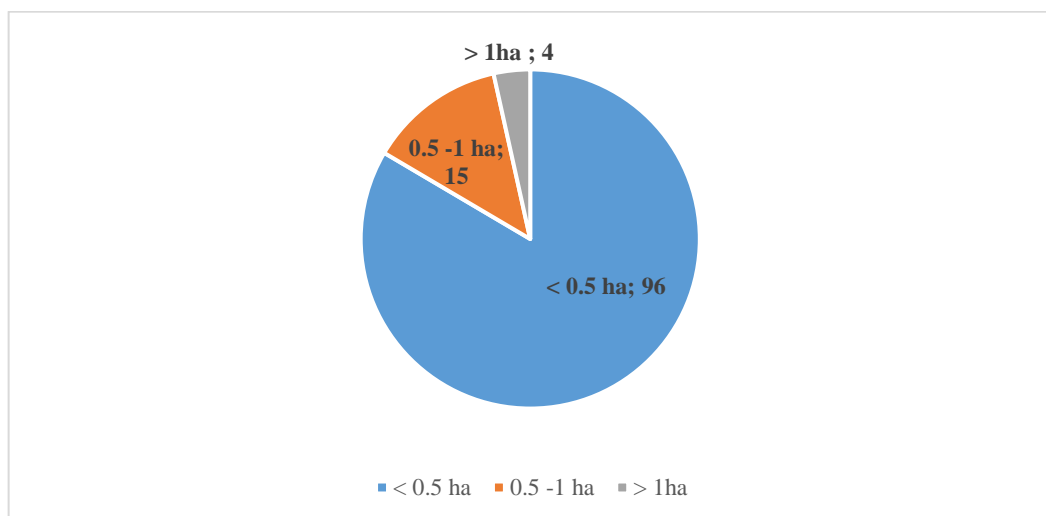


Figura 1-4: Tenencia de tierra

Realizado por: Ajitimbay, Rubén, 2023

En la Figura 1-4 se observa que la tenencia de tierra, en su mayoría, los lotes a regar son menores a 0.5 Ha concentrado en 96 usuarios, una baja tenencia de tierra mayor a 1 Ha concentrada en 4 usuarios y lotes de terreno de 0.5 a 1 Ha concentrado en 15 usuarios. Esta realidad confirma lo indicado en el último Censo 2020 que en la Provincia de Chimborazo existe minifundios designados a la agricultura.

4.2. Ensayos

Las muestras de agua tomadas para el análisis físico químico bacteriológico, muestra 1 al final del sifón en Alacao, la muestra 2 tomada en el canal en el tramo de Chingazo Alto, y la tercera muestra tomada al final de la conducción en Chingazo Bajo, presentan resultados dentro del valor límite permisible. Se observa ausencia de grasas y aceites; con un promedio entre las tres muestras de coliformes fecales menor a los 1000 NMP 100ml⁻¹. Hay ausencia de huevos de parásitos y material flotante y el potencial de hidrogeno promedio entre las tres muestras es de 7.66 unidades de pH., (ANEXO B).

Tabla 1-4: Análisis de agua

Ensayo	Unidad	Resultados				Promedio	Método	Valor Límite Permissible
		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3				
Grasas y Aceites	Presencia/Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	PE-AL-72	Método de referencia: NA	Ausencia
Coliformes fecales	NMP 100ml ⁻¹	350	<1.8	<1.8	117.87	PE/AL/24	Standard Methods Ed.23.2017	1000
Huevos de parásitos	Presencia/Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	PE/AL/31	Observación microscópica NMX-AA-	Ausencia
Material flotante		Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	006-SCFI-2000		Ausencia
Potencial hidrógeno	unidades de pH	7.58	7.66	7.73	7.66	PE/AL/03	Standard Methods Ed.23.2017	
						4500 H+B		6_9

Realizado por: Ajitimbay, Rubén, 2023

En la tabla 1-4 la concentración de coliformes fecal promedio entre las tres muestras es de 117.87 NMP 100ml⁻¹ (Numero más Probable en 100 mililitros) En todo caso, es menor a los 1000 NMP 100ml⁻¹ valor límite permisible según la norma de calidad de agua para riego. El potencial de hidrógeno de promedio entre las 3 muestras de 7.66 unidades de pH valor dentro del límite permisible para el uso del agua en riego.

Los resultados del análisis de suelo in situ de las coordenadas de implantación del tanque de almacenamiento X=769664 Y= 9820588 son materiales arenosos limosos, el ángulo de fricción

es 31,00 y la fuerza admisible del suelo es 14,84 Ton*m⁻². Para cimentaciones de más de 4 metros, se deben utilizar y compactar materiales de subbase clase III con un espesor de 70cm (ANEXO C).

Tabla 2-4: Clasificación de suelos

Nivel de cimentación	Profundidad (m)	Capacidad Admisible del suelo (T m ⁻²)	Ø (grados)	OBSERVACIÓN
0.00 a -0.50	0.50	2.97	28	Arena Limoso Rechazo
-0.50 a -1.50	1.00	5.94	29	Arenas Limosas
	1.50	8.90	30	
-1.50 a -2.50	2.00	9.89	30	Arenas Limosas
	2.50	10.88	30	
-2.50 a -3.50	3.00	11.87	31	Arenas Limosas
	3.50	11.87	31	
-3.50 a -4.50	4.00	14.84	31	Arenas Limosas
	4.50	14.84	31	
-4.50 a -5.50	5.00	14.84	31	Arenas Limosas
	5.50	15.83	32	
-5.50 a -6.50	6.00	15.83	32	Arenas Limosas
	6.500	15.83	32	

Realizado por: Ajitimbay, Rubén, 2023

En la tabla 2-4, a una profundidad de 0.5 m el tipo de material es una arena limosa de rechazo, es decir que es un suelo con presencia de material orgánico; en cambio, a partir de los 0.5 m y hasta los 6.5 m de profundidad se caracteriza un suelo uniforme material arenas limosas, por lo cual, la geotecnia recomienda colocar 0.70 m de mejoramiento del suelo.

4.3. Diseño hidráulico

Según la información entregada por GAD Provincial de Chimborazo el caudal adjudicado para el sistema de riego denominado Los Chingazos es de 1360 l*s⁻¹. Lamentablemente, al no construirse el segundo sifón solo se tiene un caudal de 460 l*s⁻¹, pues se ha entregado una parte de este caudal a más comunidades perteneciente a la parroquia Matriz. Correspondiendo a Chingazo Bajo el caudal de 108 l*s⁻¹, de este caudal para el Módulo 8 le corresponde 28.8 l*s⁻¹; siendo este el caudal de diseño.

Cálculo hidráulico, teniendo en cuenta el caudal asignado a la superficie neta regada que es de 28.8 l*s⁻¹; según proyecto agronómico la demanda agronómica es de 24.7 l*s⁻¹; según micro

emisores oscilantes que consumen se calcula un caudal de 0.07 l*s^{-1} por emisor. Debido a la gran superficie de riego no era posible el riego continuo, por lo que el módulo de riego N° 8 se dividió en 7 submódulos y 4 grupos de riego, que riegan cada 3 horas hasta finalizar las 12 horas de riego. Las tuberías diseñadas son de PVC y se utilizará en diámetros de 315mm, 160mm para la conducción principal y para la distribución tiene diámetros de 160mm, 110mm, 90mm, 63mm 50mm, 40mm y 32mm, esto según la demanda requerida de acuerdo con el área del lote a regar. Para lo cual se controló las velocidades que se encuentren dentro los rangos permisibles. Así se evita la acumulación de sedimentos al tener una velocidad baja menor a 0.5 m*s^{-1} , y rotura de tuberías al tener velocidades altas mayor a 2.5 m*s^{-1} que provoca el golpe de ariete.

Para el funcionamiento del sistema de riego se consideró la colocación de válvulas reductoras de presión que ayudan a regular la presión en la tubería y, que ésta no sobrepase los límites requeridos por el emisor, el cual necesita una presión dinámica entre 16 a 30 mca, para el funcionamiento eficiente del sistema. (ANEXO D).

El volumen requerido para el abastecimiento de Chingazo Bajo de acuerdo con el área neta de riego es de 2450 m^3 , el mismo que está ubicado en la parte alta del módulo 6, por lo cual se detallan los datos más relevantes como: la cota de salida del reservorio es de 2761.44 msm, y un caudal de salida para el módulo 8 de 28.8 l*s^{-1} . La estructura del tanque es de hormigón armado, consta de una caja de salida y un desarenador donde se detendrá los sedimentos para que no entren al tanque y luego a las tuberías. De esta manera se garantiza un funcionamiento eficaz del sistema de riego. (ANEXO G).

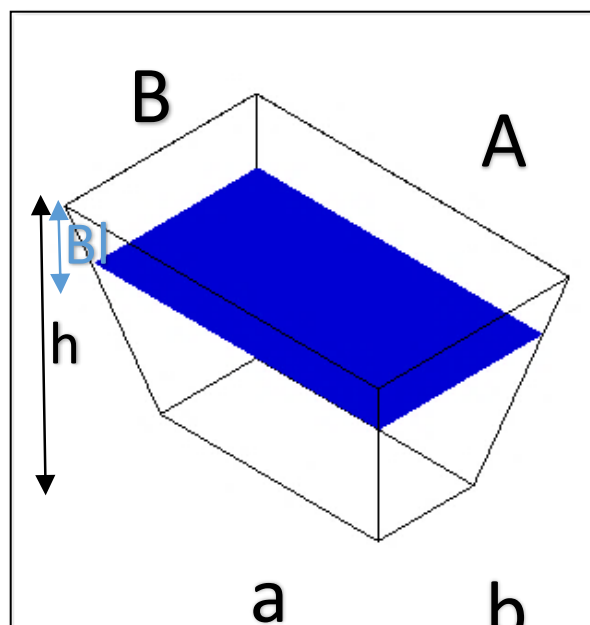


Figura 2-4: Reservorio
Realizado por: Ajitimbay, Rubén, 2023

Tabla 3-4: Datos del reservorio

CÁLCULO RESERVORIO		
Caudal	56.2	L*s ⁻¹
Tiempo de llenado	12	h
Volumen calculado	2427.8	m ³
Altura del reservorio	4	m
Area requerida	606.9	m ²
Talud (z)	2	
Borde libre (bl)	0.5	m
DIMENSIONAMIENTO		
Dimensión superior (a)	35.0	m
Dimensión superior (b)	24.0	m
DIMENSIÓN INFERIOR (a)	31.00	m
DIMENSIÓN INFERIOR (b)	24.00	m
CÁLCULO DE VOLUMENES		
Volumen de llenado	2496.4	m ³
Volumen requerido	2450.0	m ³

Realizado por: Ajitimbay, Rubén, 2023

4.3. Presupuesto referencial del proyecto.

El presupuesto referencial del proyecto de riego parcelario para el módulo 8 de Chingazo Bajo es de 319315,17 USD, (trescientos diecinueve mil trescientos quince con 17/100 dólares). (ANEXO E).

Tabla 4-4: Presupuesto referencial

<u>Rubro / Descripción</u>	<u>Precio total (USD)</u>
Salida de tanque	11,856.26
Válvulas de aire (2 u) en c. Principal	1,591.91
Válvulas de desagüe tipo i (2 u) en c. Principal	5,341.73
Válvulas reductoras de presión (5 unidades)	15,450.16
Válvulas de sectorización (33 u)	43,787.44
Tomas parcelarias (115 unidades)	49,976.80
Conducción principal	52,529.33
Conducción m8 sp	25,605.70
Conducción secundaria m8	23,897.94
Distribución ramal 1, ramal 1.1, ramal 1.2, ramal 1.3	16,978.61
Distribución ramal 1sp, ramal 2sp, ramal 3sp	3,056.10
Distribución ramal 2, r2.1, r2.2, r2.3, r2.3, r2.4	12,549.19
Distribución ramal 3, ramal 3.1, ramal 3.2, ramal 3.3, r 3.4, r 3.5	35,058.67
Distribución ramal 4	7,249.96
Distribución ramal 5	14,385.37
TOTAL	319,315.17

Realizado por: Ajitimbay, Rubén, 2023

En la Tabla 4.4 se considera un presupuesto considerado referencial para proyecto de riego parcelario tomando como referencia el módulo 8, de \$ 319315,17 USD donde se detallan las cantidades y precios unitarios del presupuesto, donde constan la conducción principal, distribución, válvulas de aire, desagüe, reductoras de presión y de control de hidrantes.

CAPÍTULO V

5. PROPUESTA

La gestión integrada de recursos hídricos promueve el desarrollo económico y social y, la gestión de agua con el propósito de facilitar el bienestar de la población de manera equitativa es lo fundamental del espíritu de este proyecto. Según lo determinado en Ley Orgánica Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, en su Artículo 14, indica que el Estado regulará las actividades que puedan afectar la cantidad y calidad del agua, el equilibrio de los ecosistemas en las áreas de protección hídrica que abastecen los sistemas de agua para consumo humano y riego. El Reglamento a la Ley Orgánica Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, en su Artículo 39 señala que, el abastecimiento de agua de consumo humano y riego puede gestionarse de acuerdo con los parámetros establecidos por la Secretaría del Agua. Por tanto, el Sistema de Riego Chambo -Guano Los Chingazos se ha determinado que la disposición del caudal corresponde a 1360 l*s^{-1} según la autorización de uso y aprovechamiento de agua con resolución No. 5788-2019-RV/2021, lo que debe ser aprovechado óptimamente.

Actualmente la comunidad de Chingazo Bajo dispone de una conducción principal construido por el GAD Provincial de Chimborazo en hormigón simple de una sección de $0.50 \times 0.50\text{m}$, pero, carece de un tanque reservorio y distribución, motivo por el cual no disponen del servicio de riego. De esta realidad nace la necesidad del presente diseño con el objetivo de realizar la distribución por medio de un sistema tecnificado y eficiente.

En este sentido, el agua es un insumo fundamental para la producción agrícola y desempeña un papel importante en la seguridad alimentaria de sus usuarios. Por otra parte, para afrontar los problemas sociales es necesario el diseño hidráulico del sistema de riego parcelario y mejorar la distribución del agua con eficiencia y equidad en su distribución. De esta manera anhelamos hacer la actividad agrícola más competitiva y rentable, mejorando la economía de los usuarios del sistema de riego.

Considerando lo determinado en la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública, en artículo 23 donde, antes de iniciar un procedimiento precontractual, la entidad financista deberá contar con los estudios y diseños completos, definitivos y actualizados, planos y cálculos, especificaciones técnicas, debidamente aprobados por las instancias correspondientes. De igual forma, la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento el Agua en su artículo 44

refiere que, para gestionar financiamiento para obras hidráulicas se deberá contar con la respectiva viabilidad.

Por tanto, el presente diseño del sistema tecnificado de riego parcelario para el Módulo 8 permitirá buscar financiamiento en las diferentes entidades públicas y privadas y viabilizar la construcción con la finalidad de mejorar la producción agropecuaria de la comunidad Chingazo Bajo.

CONCLUSIONES

- Para diseñar el sistema de riego del Módulo 8, se utilizó el drón Wingtra con el objetivo de obtener una topografía de mayor precisión, donde se pudo definir los linderos de cada predio, parcelas, vías y viviendas, para realizar los planos de catastro; que son herramientas importantes de gestión. Es así como se determinó que el área neta de riego es 35.29 hectáreas y 115 parcelas con una precisión GSD de 7cm, cumpliendo con el objetivo planteado, teniendo en cuenta que para la elaboración del catastro un limitante fue la migración de los usuarios, debido a que actualmente no disponen de un sistema de riego tecnificado.
- La infraestructura hidráulica diseñada para el sistema de riego tecnificado del Módulo 8, está conducida por tubería PVC en diámetros de 160mm, 315mm, y distribuida en tubería PVC en diámetros de 32mm, 40mm, 50mm, 63mm, 90mm, 110mm, 160mm, con 115 hidrantes y 29 válvulas de sectorización que permiten al agricultor regar en cualquier tipo de topografía mejorando la producción de los productos, logrando la optimización del recurso hídrico y evitando pérdidas en conducción y distribución, dando como resultado una mayor eficiencia en el sistema de riego.
- El sistema de riego recomendado para el Módulo 8 es aspersión, para el cultivo de frutales, el mismo que se determinó mediante el estudio agronómico e hidráulico, ya que este método presenta una eficiencia del 80%, coincidiendo con (Villacís, 2012) indica que este sistema de riego puede utilizarse en toda clase de suelo, cabe mencionar que el cambio climático provoca cambios en los patrones de temperatura, precipitación y sequías extensas, ocasionando limitaciones al acceso al agua, disminución de productividad de los cultivos, observándose grandes diferencias en los rendimientos agrícolas, motivo por el cual la construcción del sistema de riego diseñado, ayudará a mitigar la pobreza del sector y mejorará las condiciones de vida.
- Para determinar el costo del proyecto es necesario contar con los estudios y diseños definitivos de acuerdo a los planos, especificaciones técnicas, volúmenes de obra que han sido realizados de acuerdo a la infraestructura diseñada, siendo el presupuesto referencial para la construcción del sistema de riego tecnificado de \$ 319315.17; cumpliendo con lo determinado en la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública, en el artículo 23 donde indica que la entidad financiera deberá contar con los estudios y diseños completos, definitivos actualizados, planos y cálculos, especificaciones técnicas, debidamente aprobados por las instancias correspondientes. Por tanto, el presente diseño permitirá buscar financiamiento en las diferentes entidades públicas y privadas y viabilizar la construcción con la finalidad de mejorar la producción agropecuaria de la comunidad Chingazo Bajo.

RECOMENDACIONES

- Sociabilizar a los agricultores de Chingazo Bajo del Módulo 8 de las ventajas de una distribución tecnificada del agua y evitar desacuerdos y fraccionamiento de la organización comunitaria hacia el progreso.
- Gestionar el financiamiento mediante la junta de regantes del proyecto, para la construcción del sistema de riego del Módulo 8 de acuerdo a los rubros que se necesitan para la implementación.
- En el presente estudio se ha considerado la utilización de tubería en unión elastomérica, considerando que se tiene presiones altas para garantizar el funcionamiento eficiente y correcto del sistema de riego, evitando tener roturas e inconvenientes (daños a los predios).

GLOSARIO

- **MAATE:** Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica.
- **MAE:** Ministerio del Ambiente de Ecuador
- **MDT:** Modelo digital del terreno, para generar curvas de nivel.
- **NEC: Norma Ecuatoriana de la Construcción.**
- **NTE INEN:** Norma Técnica Ecuatoriana del Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- **Padrón de usuarios:** Registro oficial de usuarios de agua de riego.
- **Penetrómetro:** Equipo que mide la dureza del suelo e indica su compactación.
- **Pérdida de carga:** Pérdida de presión que se produce en un fluido debido a la fricción a lo largo de una tubería.
- **Presión nominal:** Presión hidráulica máxima que un componente es capaz de resistir en utilización continuada y en condiciones de servicio.
- **PUNIS:** Programa de precios unitarios para la elaboración de presupuesto de obra, cronogramas valorados de trabajo, equipo y mano de obra.

BIBLIOGRAFÍA

- ASALE, R.-, & RAE. (2022). *Diccionario de la lengua española | Edición del Tricentenario*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. <https://dle.rae.es/>
- Balbastre, I. (2016). *Análisis, caracterización y diseño de Hidrantes multiusuario para riego* [Universitat Politècnica de València]. <https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/62214>
- Bazan, R. (2017). *Manual de procedimientos de los análisis de suelo y agua con fines de riego*. Gráfica Bracamonte. http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/504/1/Bazan-Manual_de_procedimientos_de_los.pdf
- Bonifacio Vivanco, J. L. (2020). *Sistemas de riego tecnificado para la producción de forrajes* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4606>
- Briceño, M., Alvarez, F., & Barahona, U. (2012). MANUAL DE RIEGO Y DRENAJE. En *Manual de Riego y Drenaje (Mod5)* (Abelino Pitty). <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/a7f293ce-3d6f-40ed-8b6d-1bd88a92d23a/content>
- Calderón, J., & Pozo, C. (2011). *Diseño y construcción de un banco de pruebas para pérdidas de carga en tuberías y accesorios con simulación* [BachelorThesis]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16432>
- Cambefort, H. (1975). *Geotecnia del ingeniero: Reconocimiento de suelos*. Reverte.
- Espinosa, C. F. (2015). *Análisis de la gestión de los recursos hídricos en los sistemas comunitarios de agua potable en el área de influencia del proyecto Pesillo—Imbabura* [BachelorThesis, Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/10089>
- FAO. (2012). *El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura*. Mundi-Prensa. <https://www.fao.org/3/i1688s/i1688s.pdf>
- FAO. (2018). *Capítulo 6. Modernización del manejo del agua de riego*. <https://www.fao.org/3/Y4525S/y4525s09.htm>
- González Elizondo, M., Jurado Ybarra, E., González Elizondo, S., Aguirre Calderón, Ó. A., Jiménez Pérez, J., & Návar Cháidez, J. de J. (2003). Cambio climático mundial: Origen y consecuencias. *Ciencia UANL*, 6(3), Article 3. <http://eprints.uanl.mx/1287/>
- Guzman, M., & Sosa, A. (2013). *Tecnologías para el uso sostenible del agua. Una contribución a la seguridad alimentaria y la adaptación al cambio climático*. <https://www.fao.org/3/i3442s/i3442s.pdf>

- Herrera, J. F. R. (2015). *Determinación de los coeficientes para la correlación entre ensayo spt y la capacidad de carga de los suelos en el barrio "Nuevo Amanecer"*. Universidad Nacional de Chimborazo.
- La Frenierre, J., & Mark, B. G. (2017). Detecting Patterns of Climate Change at Volcán Chimborazo, Ecuador, by Integrating Instrumental Data, Public Observations, and Glacier Change Analysis. *Annals of the American Association of Geographers*, 107(4), 979-997. <https://doi.org/10.1080/24694452.2016.1270185>
- Leal, C. (2009). *Elaboración de una base de datos de presupuestos y análisis de precios unitarios para los proyectos de infraestructura de la secretaria de planeación del municipio de Piedecuesta* [Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga]. https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/548/digital_17991.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Martínez, V. (2014). *Generación de planos de procedimientos de construcción para la ejecución de faenas* [Universidad de Chile]. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/130717/Generaci%3%b3n-de-planos-de-procedimientos-de-construcci%3%b3n-para.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mejía, W. P. G. (2012). *Implementación de un control de riego para un cultivo protegido de tomate en el cantón salcedo*.
- Paterson, P. (2017). Calentamiento global y cambio climático en Sudamérica. *Revista Política y Estrategia*, 130, 153-188. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6526020>
- Quinchuela Andino, D. A. (2011). *Rendimiento y Comercialización de Chocho (Lupinus mutabilis Sweet), en once comunidades del cantón Guano, provincia de Chimborazo* [BachelorThesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/582>
- Quinde, M. (2015). *Diseño e implementación de un sistema para generar la matriz de simulación de valor de suelo del sector urbano de Ibarra*. <https://core.ac.uk/download/pdf/200329808.pdf>
- Rojas, E. C., Llanos, V. C., & Otero, M. R. (2014). *El cálculo del volumen de una pirámide truncada en el antiguo Egipto y la matemática escolar*. <http://funes.uniandes.edu.co/21154/1/Colombo2016El.pdf>
- Salazar, D. S. (2011). *El agua de riego y su incidencia en la producción agrícola de un terreno en la parroquia santa rosa de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua*. Universidad Técnica de Ambato.
- Serpas, J., Ramírez, M., & Obaldía, F. (2004). *GPS: El sistema de posición global*. Uniciencia. <https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/25343/Vol%2021%20No%201%202004.%203.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Stansell, N. D., Polissar, P. J., Abbott, M. B., Bezada, M., Steinman, B. A., & Braun, C. (2014). Proglacial lake sediment records reveal Holocene climate changes in the Venezuelan Andes. *Quaternary Science Reviews*, 89, 44-55. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2014.01.021>
- Tapia, F. (2014). *Manual de diseño de sistemas de riego tecnificado* [Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2581/1/T-UCE-0011-96.pdf>
- Toledo, J. P. S., & Araque, M. (2012). *Diseño de un sistema de riego por goteo para cultivos en zonas con escases de agua*. Universidad San Francisco de Quito.
- Villacís, M. (2012). *Diseño de un sistema de riego por aspersión*. Universidad San Francisco de Quito.
- Villavicencio, G. (2017). *Diseño del sistema de riego para el cultivo de arándono en la agrícola cerro Prieta—Chiclayo* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://core.ac.uk/download/482039005.pdf>

ANEXOS

ANEXO A. PLANOS TOPOGRÁFICOS Y CATASTRO

ANEXO B. ANÁLISIS DE AGUA.

ANEXO C. ENSAYO DE SUELOS. SPT Y TRIAXIAL

ANEXO D. CÁLCULO HIDRÁULICO Y PLANOS.

ANEXO E. PRESUPUESTO REFERENCIAL.

ANEXO F. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

ANEXO G. RESERVORIO.