



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

Diseño hidráulico del sistema de riego parcelario para el Proyecto Chambo Guano Los Chingazos – Fase II, en el Módulo 3, comunidad Chingazo Alto del cantón Guano

BOLÍVAR SANTIAGO CUADRADO AGUAYO

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

FEBRERO DE 2024

Yo, Bolívar Santiago Cuadrado Aguayo, 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.



Bolívar Santiago Cuadrado Aguayo

C.I. 0603148859

©2024, Bolívar Santiago Cuadrado Aguayo

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

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, en el módulo 3, comunidad Chingazo Alto, del cantón Guano, de responsabilidad del señor Bolívar Santiago Cuadrado Aguayo, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal el trabajo de titulación, el mismo que cumple los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

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

PRESIDENTA



ROSA DEL PILAR
CASTRO GOMEZ

Ing. José Vicente Trujillo Villacis, M.Sc.

DIRECTOR



JOSE VICENTE
TRUJILLO VILLACIS

Ing. Edmundo Danilo Guilcapi Pacheco, Mgtr.

MIEMBRO



EDMUNDO DANILLO
GUILCAPI PACHECO

Ing. Robinson Fabricio Peña Murillo, Ph.D.

MIEMBRO



ROBINSON FABRICIO
PENA MURILLO

RIOBAMBA – ECUADOR

FEBRERO DE 2024

DEDICATORIA

Es para mí una gran satisfacción poder dedicar este trabajo de investigación a mi querida madre, que con su paciencia, guía y apoyo incondicional a forjado en mí la persona que soy. A mi padre que desde el cielo me ilumina para seguir adelante con cada uno de mis proyectos.

Y sin dejar atrás, a toda mi familia y amigos por el apoyo y la confianza que me han demostrado en este largo caminar.

Bolívar Santiago Cuadrado Aguayo

AGRADECIMIENTO

El principal agradecimiento a Dios quien ha sido mi guía y fortaleza para seguir adelante, a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, especialmente a mi tutor Ing. José Vicente Trujillo Villacis MSc. y a mi tribunal Ing. Edmundo Danilo Guilcapi Pacheco MSc. e Ing. Robinson Fabricio Peña Murillo MSc., quienes me guiaron en el proyecto de investigación.

Bolívar Santiago Cuadrado Aguayo

TABLA DE CONTENIDO

RESUMENxiii

SUMMARYxiv

CAPÍTULO I

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Planteamiento del problema	1
1.2	Situación actual del problema	1
1.3	Formulación del problema.....	3
1.4	Preguntas por resolver	3
1.5	Justificación de la investigación	3
1.6	Objetivos	4
1.6.1	<i>Objetivo general.....</i>	4
1.6.2	<i>Objetivos Específicos.....</i>	4
1.7	Hipótesis.....	4
1.8	Hipótesis general	4

CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO	5
2.1	Antecedentes del problema	5
2.2	Bases teóricas	5
2.2.1	<i>Estudios base.....</i>	5
2.2.1.1	<i>Topografía.....</i>	5
2.2.1.2	<i>Análisis de los derechos de agua.....</i>	6
2.2.2	<i>Estudios complementarios</i>	6
2.2.2.1	<i>Aforos.....</i>	6
2.2.2.2	<i>Ensayo de penetración estándar (SPT).....</i>	6
2.2.2.3	<i>Ensayo de Triaxial</i>	6
2.2.2.4	<i>Análisis de agua</i>	7
2.2.3	<i>Diseño civil de sistemas de riego.....</i>	7
2.2.3.1	<i>Diseño estructural</i>	7
2.2.3.2	<i>Diseño hidráulico de redes.....</i>	7
2.2.4	<i>Sistema de riego</i>	8

2.2.5	<i>Especificaciones técnicas</i>	9
2.2.6	<i>Presupuesto</i>	9
2.3	Identificación de variables	9
2.4	Operacionalización de variables	9
2.5	Matriz de consistencia	12

CAPÍTULO III

3.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	13
3.1	Caracterización del área de estudio	13
3.2	Materiales	14
3.3	Métodos	14
3.3.1	<i>Topografía</i>	15
3.3.1.1	<i>Puntos de control terrestre</i>	15
3.3.1.2	<i>Plan de vuelo</i>	15
3.3.1.3	<i>Modelo Digital del Terreno (MDT) y Curvas de Nivel</i>	16
3.3.2	<i>Catastro y padrón de usuarios</i>	16
3.3.3	<i>Diseño hidráulico</i>	16
3.3.4	<i>Estudios complementarios – Ensayos</i>	17
3.3.4.1	<i>Aforos</i>	17
3.3.4.2	<i>Mecánica de suelos</i>	17
3.3.4.3	<i>Análisis de agua</i>	17
3.3.5	<i>Diseño estructural</i>	18
3.3.6	<i>Diseño hidráulico de la red secundaria y terciaria</i>	18
3.3.6.1	<i>Caudal de diseño</i>	18
3.3.6.2	<i>Presiones estáticas y dinámicas en redes principal y secundaria</i>	18
3.3.6.3	<i>Velocidad</i>	18
3.3.6.4	<i>Perdidas de carga</i>	19
3.3.6.5	<i>Diseño de desarenador y reservorio</i>	19
3.3.7	<i>Diseño de obras de arte</i>	19
3.3.8	<i>Diseño de válvulas</i>	20
3.3.9	<i>Diseño de tomas o bocas de riego</i>	20
3.3.10	<i>Presupuesto y especificaciones técnicas</i>	20
3.3.11	<i>Análisis de precios unitarios</i>	20
3.3.12	<i>Presupuesto general</i>	20
3.3.13	<i>Especificaciones técnicas</i>	21

3.4	Cronograma de actividades	22
3.5	Presupuesto del proyecto	23

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS.....	24
4.1	Ortofotografía.....	24
4.2	Topografía.....	24
4.3	Catastro y padrón de usuarios.....	25
4.4	Definición de módulos de riego.....	26
4.5	Aforo líquido superficial – Sistema Chambo – Guano	26
4.6	Análisis Físico-químico y microbiológico del agua para riego	28
4.7	Ensayos Geotécnico	29
4.7.1	<i>Ensayo de penetración estándar (SPT)</i>	29
4.7.2	<i>Ensayo de compresión triaxial</i>	29
4.8	Diseño Desarenador	29
4.9	Diseño Tanque Reservorio	30
4.10	Diseño hidráulico sistema de tuberías principales y secundarias	32
4.11	Diseño hidráulico bocas de toma y línea lateral de riego	34
4.12	Planos	35
4.13	Presupuesto y especificaciones técnicas	35
4.14	Especificaciones técnicas	36

CAPÍTULO V

5.	PROPUESTA	37
----	-----------------	----

	CONCLUSIONES.....	39
--	-------------------	----

	RECOMENDACIONES.....	40
--	----------------------	----

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Ventajas de los principales sistemas de riego.....	8
Tabla 2-2: Operacionalización de variable independiente	10
Tabla 3-2: Operacionalización de variables dependientes	10
Tabla 4-2: Matriz de consistencia	12
Tabla 1-3: Ubicación de toma de muestras	18
Tabla 2-3: Cronograma de actividades	22
Tabla 3-3: Presupuesto del proyecto	23
Tabla 1-4: Catastro código y áreas netas de riego	25
Tabla 2-4: Caudales estimados por módulo - Chingazo alto	27
Tabla 3-4: Caracterización de Agua para Riego.....	28
Tabla 4-4: Diseño Desarenador	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-3. Ubicación del proyecto	13
Figura 1-4. Ubicación del proyecto	24
Figura 2-4. Topografía	24
Figura 3-4. Catastro.....	25
Figura 4-4. Módulo 3 de riego	26
Figura 5-4. Sección área mojada de aforo. Sistema de Riego Chambo (entrada sifón Guano)	27
Figura 6-4. Desarenador.....	30
Figura 7-4. Reservorio	31
Figura 8-4. Submódulos	32
Figura 9-4. Distribución.....	33
Figura 10-4. Diseño hidráulico planta y perfil.....	35

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. ANÁLISIS DE AGUA

ANEXO B. ENSAYO SPT

ANEXO C. ENSAYO TRIAXIAL

ANEXO D. DISEÑO HIDRÁULICO

ANEXO E. PLANOS

ANEXO F. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO G. PRESUPUESTO

ANEXO H. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue realizar el diseño hidráulico del sistema de riego parcelario para el proyecto Chambo Guano los Chingazos – Fase II, en el módulo 3, comunidad Chingazo Alto del cantón Guano. El estudio inició con la colocación de 54 puntos de control para el plan de vuelo, se obtuvo una ortofotografía, modelo digital del terreno y curvas de nivel, utilizadas para la actualización del catastro y padrón de usuarios. De acuerdo con la topografía del terreno se ubicó el reservorio y en este lugar se elaboró estudios de suelos y calidad de agua, con los estudios preliminares se diseñó la red de conducción y distribución bajo criterios de diseño que permitan un correcto funcionamiento y un equilibrio Gen el costo de inversión para la construcción del proyecto. Se determinó que el caudal de diseño para el módulo 3 es de 34.75 L s^{-1} y el caudal total para la comunidad Chingazo Alto es de 91 L s^{-1} , por lo que el volumen del reservorio es de 4600 m^3 . La distribución tiene una longitud de 10.11 km, diseñada en tubería PVC con diámetros entre 160 mm y 32 mm, para 61 predios agrupados en 28 submódulos con turnos de 3 horas cada 7 días, de acuerdo con el diseño agronómico. La infraestructura tendrá un costo de \$ 504460.96 USD, lo que contempla: desarenador, reservorio, conducción, distribución, obras de arte y riego parcelario, con el 20% de indirectos. El reservorio sirve para 5 zonas de riego, con una inversión por hectárea de \$ 6021.16 USD, ubicándose bajo el umbral de priorización del estado para proyectos de riego. Se recomienda que la junta de regantes inicie la búsqueda de recursos económicos para la ejecución de la obra civil, en donde la gestión de los beneficiarios es primordial para el éxito del proyecto.

Palabras clave:

CHAMBO GUANO, CHINGAZO ALTO, DISEÑO HIDRÁULICO, ORTOFOTO, RIEGO PARCELARIO.



0007-DBRA-UPT-DP-2024

23-01-2024

SUMMARY

The aim of this study was to carry out the hydraulic design of the plot irrigation system for the Chambo Guano The Chingazos Project – Phase II, in module 3, Chingazo Alto Community of the Guano Canton. The study began with the placement of 54 control points for the flight plan, let the investigators get an orthophotography, digital model of the terrain and contour lines, which were used to update the cadastre and user register. According to the topography of the land, the reservoir was located and in this place soil and water quality studies were carried out. With the preliminary studies, the conduction and distribution network was designed under design criteria that allow correct functioning and balance in the investment cost for the construction of the project. It was determined that the design flow for module 3 is 34.75 Ls-1 and the total flow for the Chingazo Alto community is 91 Ls-1, so the volume of the reservoir is 4600 m³. The distribution has a length of 10.11 km, designed in PVC pipe with diameters between 160 mm and 32 mm, for 61 properties grouped into 28 submodules with 3-hour shifts every 7 days, in accordance with the agronomic design. The infrastructure will cost \$504,460.96 USD, which includes: sand trap, reservoir, conduction, distribution, works of art and plot irrigation, with 20% indirect. The reservoir serves 5 irrigation zones, with an investment per hectare of \$6021.16 USD, placing it under the state's prioritization threshold for irrigation projects. It is highly recommended that the irrigation board begins the search for economic resources for the execution of the civil works, where the management of the beneficiaries is essential for the success of the project.

Keywords: IRRIGATION, PLOT IRRIGATION, HYDRAULIC DESIGN, ORTHOPHOTO, CHAMBO (CANTON), GUANO (CANTON), CHINGAZO ALTO (COMMUNITY)

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del problema

La presente investigación abarca el diseño hidráulico parcelario del módulo 3, de la comunidad de Chingazo Alto cantón Guano Provincia de Chimborazo cuyo abastecimiento de agua para riego está dado por el sistema de riego denominado Chambo Guano los Chingazos. En la actualidad el módulo 3 dispone de infraestructura de canal principal en hormigón armado, este canal trabaja a gravedad y no cuenta con un reservorio de regulación ni tampoco con redes de distribución secundarias terciarias y parcelaria.

El módulo 3 de la comunidad Chingazo Alto, tiene el derecho de uso y aprovechamiento de agua pero para obtener recursos económicos para la construcción y culminación hasta el sistema de riego parcelario se debe contar con un estudio técnico de la zona lo cual permitirá la aplicación y uso adecuado del recurso hídrico.

1.2 Situación actual del problema

Se estima que, a causa del calentamiento global en el 2050 la temperatura a nivel mundial incrementará entre 1.6 - 6.0 °C, y que por cada grado de incremento de temperatura el 7% de la población mundial tendrá 20% menos de agua (FAO 2017). Esto afectará a la actividad agrícola y obligará a los agricultores al uso de sistemas de riego más eficientes.

América Latina cuenta con una tercera parte del agua dulce del planeta, pero la distribución geográfica de la misma genera importantes desigualdades con zonas extraordinariamente ricas y otras más secas, y con el 80% de la lluvia concentrada en pocos meses del año. Estos hechos provocan escasez en algunos lugares y durante determinados periodos, lo cual condiciona el desarrollo de la agricultura y se restringe a cultivos estacionarios (CAF 2017).

Un sistema de riego en general tiene como objetivo satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos de manera eficiente y uniforme (Ángeles 2020); tomando en cuenta que la tecnificación del riego no necesariamente refleje en el sistema altas eficiencias, si el mismo no es operado adecuadamente (Tun-Dzul et al. 2011).

En el Ecuador, de las 338 mil hectáreas que cuentan con riego, el 93% emplean métodos de irrigación tradicionales y tan solo el 7% restante manejaría riego tecnificado (Banco mundial 2021). Pese a que existe un incremento de algún tipo de riego en el Ecuador que varía en el 3% entre el año 2018 y el año 2019 (INEC 2020), el riego no tecnificado afecta a la producción agrícola y no permite una diversificación de la producción, lo cual limita la competitividad en el mercado. Esto se evidencia en casos de estudio, donde la implementación de riego tecnificado ha incrementado la producción global del sistema de un 40 a 85%, generando un ahorro significativo del recurso agua (Morales, Ruiz, y Sergio 2021).

La provincia de Chimborazo cuenta con el sistema de Riego Chambo Guano Los Chingazos con un caudal de $5.8 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, una longitud de 50.7 km de canal abierto que corresponden a la construcción de la Fase I iniciada en 1949 y cuenta con 8 zonas divididas entre la 0 y la 6, las cuales parten de la bocatoma comunidad Los Ceceles, cantón Guamote y finalizan en sifón invertido ubicado en el río Guano comunidad Langos; el sifón Guano es el inicio de la última zona denominada 7, la cual es parte de la Fase II y cuenta con 8 comunidades que son: Alacao, Carrera Ambato, Chingazo Alto, Chingazo Bajo, San Gerónimo, San José de Chocón, Santa Rosa, y San Vicente (Cuadrado 2017).

La comunidad de Chingazo Alto pertenece a la zona 7, cuenta con la infraestructura correspondiente al canal principal ejecutado en el 2017, el cual cubre una longitud de 7.4 km, pero aún no cuenta con sistema de distribución, en la actualidad la agricultura en esta zona depende de las precipitaciones naturales, lo cual restringe los ciclos y tipos de cultivo (Cuadrado 2017). Al no poseer riego parcelario y tomando en cuenta que las instituciones que tienen las competencias de riego no disponen con el presupuesto necesario para la ejecución de estudios, es imprescindible el apoyo no gubernamental y/o la participación de la academia.

La integración de la academia y la Junta de Regates para cumplir un objetivo en común, al servir a la sociedad a través de la ejecución de un proyecto de investigación y desarrollo, será un hecho histórico a nivel local y nacional, y logrará que los agricultores de la comunidad Chingazo Alto se integren en los derechos constitucionales del Buen Vivir, teniendo como objetivo inicial la ejecución de los estudios hidráulicos que permitan la búsqueda de recursos para la construcción.

1.3 Formulación del problema

¿Cuáles son los elementos técnicos hidráulicos necesarios para distribuir de manera eficiente el recurso hídrico existente para uso agrícola, en el módulo 3 de la Comunidad Chingazo Alto del Sistema de Riego Chambo Guano Los Chingazos Fase II?

1.4 Preguntas por resolver

- ✓ ¿En la comunidad de Chingazo Alto qué área neta de riego existe en el Módulo 3 para ser tecnificada con riego parcelario?
- ✓ ¿Qué materiales y elementos hidráulicos son necesarios para la implementación del sistema de riego parcelario en el módulo 3?
- ✓ ¿Cuál es el presupuesto y especificaciones técnicas necesarias para la construcción del sistema de riego parcelario en el módulo 3?

1.5 Justificación de la investigación

Este proyecto tiene la oportunidad de apoyar al desarrollo de la comunidad Chingazo Alto desde el punto de vista técnico y social, mediante el diseño hidráulico del sistema de riego parcelario del módulo 3. Al contar con un estudio técnico, lista de materiales y presupuesto de construcción, el módulo 3 está en capacidad de buscar los recursos económicos para la ejecución del mismo, lo cual les permitirá el acceso y uso tecnificado del recurso hídrico y por consecuencia esto permitiría aumentar la productividad de los cultivos y dará lugar a la aparición de mercados de competencia, lo que desencadenará un mayor desarrollo en la economía local.

A demás, implementar un sistema de riego tecnificado contribuye a los Objetivos de Desarrollo Sostenible planteados por las Naciones Unidas, enfocándose en el objetivo 6.4 *“De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua”* (ONU 2018).

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

- Realizar el diseño hidráulico del sistema de riego parcelario para el proyecto Chambo Guano los Chingazos – Fase II, en el módulo 3, comunidad Chingazo Alto del cantón Guano.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Realizar un levantamiento topográfico altimétrico, con el uso de orto fotogrametría, de la Fase II del sistema de riego Chambo-Guano en Los Chingazos Alto, Módulo 3.
- Elaborar el catastro y padrón de usuarios en el área indicada.
- Modelar y simular el diseño hidráulico parcelario en el área indicada.
- Elaborar el presupuesto, con base en el diseño hidráulico, para la ejecución del proyecto.

1.7 Hipótesis

1.8 Hipótesis general

El diseño hidráulico parcelario permitirá conocer el presupuesto, materiales, y dimensiones de los elementos necesarios para la construcción del sistema de riego parcelario para el módulo 3 de la comunidad Chingazo Alto.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del problema

Para la implementación de sistemas de riego, es necesario ejecutar el diseño hidráulico, con lo que se garantiza la gestión de los recursos hídricos y control de flujo en las líneas de distribución, generando que una mayor superficie de riego puede ser servida. Al mejorar la eficiencia de aplicación del recurso hídrico, se logra un equilibrio con el medio ambiente al disminuir el recurso, aunque aumente la demanda, se reducen los costos de producción y se evita la contaminación producto de mal manejo del agua.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Estudios base

2.2.1.1 Topografía

Constituye el registro alfanumérico de información de superficie, límites, predios y cultivos existentes. El catastro está directamente relacionado al padrón de usuarios que es un registro en donde consta la siguiente información: nombre del usuario, superficie del predio, superficie susceptible de riego, nombre de la fuente y se establecen líneas y vértices de la propiedad (DGIAR 2014).

Proyección cartográfica

El sistema universal transversal Mercator UTM es una proyección cartográfica en unidades métricas que divide en 60 zonas a todo el planeta (Wolf 2008), el proyecto de riego modulo 3 Chambo Guano los Chingazos se encuentra en la zona 17 sur Datum WGS 84, enlazados a la Red Geodésica Nacional REFME – Red GNNSS.

Ortofoto

El levantamiento topográfico es generado a través del uso de un dron ala fija, el mismo que permite la generación de ortofotos, que son representaciones en proyección ortogonal en forma de fotos, con un proceso denominado rectificación diferencial realizado en el software UAS

MASTER, el cual elimina las variaciones de escala y desplazamientos de imágenes debidos al relieve e inclinación (Wolf 2018).

El modelo digital del terreno o MDT, muestra los accidentes topográficos de terreno, esto sin tener datos de estructuras o vegetación existente, realizando una triangulación vectorial para los datos de elevaciones dando como resultado las curvas de nivel (Wolf 2018).

2.2.1.2 Análisis de los derechos de agua

Denominado también autorizaciones de Uso y Aprovechamiento del Agua son los documentos que facultan a una persona natural o jurídica el consumo del agua desde ríos, humedales, quebradas, lagunas, pozos, lluvia y otros (Vinelli 2016).

2.2.2 Estudios complementarios

2.2.2.1 Aforos

Determinan la cantidad de agua que atraviesa una sección de un cuerpo de agua en un instante de tiempo dado, esperando como dato positivo que el caudal de oferta se mayor o igual al caudal de demanda (CNA 2007).

2.2.2.2 Ensayo de penetración estándar (SPT)

Standard Penetration Test o prueba de penetración estándar es una prueba de penetración dinámica, con Norma Técnica Ecuatoriana: NTE INEN 689. 1982-05 empleada para obtener datos de resistencia de suelo (SGR et al. 2016).

2.2.2.3 Ensayo de Triaxial

Este ensayo nos permite medir la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo Norma: ASTM 2550-95. Además proporciona valores que se emplean para diseños de estabilidad de taludes, diseños de muros, etc. (Valerio 2011) (Head 1992).

2.2.2.4 Análisis de agua

Para determinar la caracterización de agua, se emplean procesos físico-químicos, obteniendo concentraciones de varios parámetros (dureza, salinidad, ph, alcalinidad, relación calcio-sodio-magnesio, etc), mismos que nos permiten determinar la calidad del agua, sea su origen proveniente de captaciones o de agua residual tratada.(Ferrer y Seco 2005)

En el Acuerdo Ministerial 97 de la Reforma Texto Unificado Legislación Secundaria, Medio Ambiente, libro VI, se establece los criterios de calidad de agua de uso agrícola o de riego, parámetros que nos permiten establecer si el agua a emplear es apta o no para riego.

2.2.3 Diseño civil de sistemas de riego

2.2.3.1 Diseño estructural

Se realiza a partir de las potencialidades que un material puede ofrecer, así como sus características naturales que lo hacen específico, su costo y las propiedades mecánicas que posee, el diseño estructural será aplicado en el reservorio y en las obras de arte (Ridell y Hidalgo 2018).

2.2.3.2 Diseño hidráulico de redes

Se consideran las tuberías de conducción que intervienen desde el reservorio hasta los hidrantes. Para el caso de tuberías PVC los diámetros serán en milímetros y para el caso de Polietileno en pulgadas.

Al momento de circular agua a través de un conducto se producen pérdidas de energía debido al rozamiento, a estas pérdidas de energía se las conoce como pérdidas de carga o pérdidas de presión. Existen perdidas por fricción debido al rozamiento del agua en la tubería y perdidas locales, debido a la presencia de válvulas, filtros, accesorios, etc (Pérez 2010).

En este caso se deben comprender las siguientes definiciones:

- **Presión dinámica:** Es la presión que se origina como consecuencia de la velocidad a la que circula un fluido por la tubería. Es la medida con el flujo de agua en movimiento o con velocidad mayor a cero (Carrazón 2007).

- **Presión estática:** Hace referencia a la fuerza que ejerce un fluido sobre cualquier objeto que esté en contacto con el mismo; siempre y cuando los fluidos están en reposo. Esta presión depende de la altura del nivel del fluido (Carrazón 2007).
- **Velocidad del agua:** La velocidad es una magnitud física que indica el cambio de posición de un objeto que se desplaza en función del tiempo (Carrazón 2007).
- **Turnos de riego:** Se refiere al día, la hora de inicio, hora de finalización, tiempo de uso, 0

Estas piezas son conocidas también como hidrantes, y constituyen el elemento de conexión entre el ramal de aspersión y la tubería que lo abastece. Constituyen válvulas manuales de compuerta, utilizan el mecanismo de apertura y cierre para el paso o corte del flujo, se ubican en la cabecera de parcela y representan el punto de partida del diseño parcelario, estos tienen un diámetro mínimo de 1 pulgada (Gómez, Junta Andalucía, y Riego por aspersión 2010).

2.2.4 Sistema de riego

Un sistema de riego inicia con una tubería de conducción, misma que parte desde una captación o desde un tanque reservorio a la cabecera del predio, pudiendo ser este a gravedad o a presión. Posterior se analiza una red de distribución en la parcela, donde existen tres variantes que son el riego superficial, riego por aspersión, y el riego localizado (Carrazón 2007). A continuación, en la tabla 1-2 se presenta las ventajas de los principales sistemas de riego.

Tabla 1-2: Ventajas de los principales sistemas de riego

	Riego por superficie	Riego por aspersión a alta presión	Riego por aspersión a baja presión	Riego por goteo
Costo de inversión	Bajo en terreno plano	Elevado	Elevado	Elevado
Necesidades energéticas (para bombeo)	Bajo o nulo	Elevado	Mediano	Bajo
Nivel técnico necesario para la operación y mantenimiento	Bajo	Mediano	Mediano	Elevado
Carga de trabajo para la operación	Elevado	Bajo	Mediano	Bajo
Eficiencia de riego	Baja (50-70%)	Elevado	De mediano a elevado	Elevado
Costo del riego (por hora de trabajo)	De bajo a mediano	Elevado	De mediano a elevado	Elevado

Fuente: (CIRAD 2002)

En el presente caso de investigación se empleará un sistema de riego por aspersión.

2.2.5 Especificaciones técnicas

Normas, disposiciones, requisitos, condiciones e instrucciones, métodos constructivos, formas de control de calidad, formas de pago a ser empleados y aplicados en todos los trabajos de construcción y ejecución de una obra a la que debe sujetarse el contratista (Mondragon 2017), basadas en la Norma ecuatoriana de la construcción NEC-2015, ACI 318-14 y la Norma Técnica Ecuatoriana INEN-ISO 18091.

2.2.6 Presupuesto

Detalla los requerimientos de recursos físicos y financieros para la ejecución de un bien o servicio específico. Los análisis de precios unitarios constituyen un análisis por rubro de construcción, en donde se analiza los costos de equipo, mano de obra, materiales, transporte, rendimiento del equipo mecánico y cuadrilla tipo (Mondragon 2017).

2.3 Identificación de variables

a) Variable Independiente

Topografía

Áreas netas de riego

b) Variable dependiente

Caudal.

Perdidas de carga-presión

Velocidad

Presupuesto

2.4 Operacionalización de variables

A continuación, en la tabla 2-2 y 3-2, se detalla la operacionalización de la variable independiente como de la variable dependiente.

Tabla 2-2: Operacionalización de variable independiente

Variable Independiente	Conceptualización	Indicadores	Técnica	Instrumento
Topografía	Ciencia que estudia diversos procedimientos que determinan las posiciones de puntos sobre la superficie de la tierra, pudiendo establecer distancia y una elevación (Gámez 2015).	Porcentaje de pendiente	Levantamiento Topográfico	Estación Total, GPS estacionario, Dron.
Área neta de riego	Área que está destinada a la agricultura	N° de Ha.	Dibujo	Sortware Civil Cad

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3-2: Operacionalización de variables dependientes

Variable Dependiente	Conceptualización	Indicadores	Técnica	Instrumento
Caudales	Volumen obtenido en un determinado tiempo, o a la vez se lo calcula mediante el producto del área de la sección mojada y la velocidad con la que circula el líquido.	Caudal de distribución a modulo 3 Caudales de distribución por ramal Caudales por parcela	Aplicación de fórmula, se detalla en la metodología	EPANET V2.0

Perdidas de carga, Presión	Efecto que se produce cuando se aplica una fuerza a una superficie.	Pérdidas de carga por longitud Presiones de operación a hidrante	Aplicación de fórmula Hazzen-Williams, para perdidas por longitud	EPANET V2.0
Velocidad	Magnitud física que indica el cambio de posición de un objeto se desplaza en función del tiempo	Velocidades, de acuerdo a la sección y caudal de tubería	Aplicación de fórmula, se detalla en la metodología	EPANET V2.0
Presupuesto	Contempla un cálculo anticipado del coste de una obra o un servicio	Análisis de precios unitarios	Se detalla en la metodología	Punis

Fuente: Elaboración propia

2.5 Matriz de consistencia

A continuación, en la tabla 4-2, se detalla la Matriz de consistencia tanto para las variables dependientes como para las independientes.

Tabla 4-2: Matriz de consistencia

Formulación del Problema	Objetivo General	Hipótesis	Variable	Indicadores	Técnica	Instrumento
Realizar el diseño hidráulico del sistema de riego parcelario para el proyecto Chambo Guano los Chingazos – Fase II, en el módulo 3, comunidad Chingazo Alto del cantón Guano	<ul style="list-style-type: none"> Realizar un levantamiento topográfico altimétrico, con el uso de orto fotogrametría. 	El diseño hidráulico parcelario permitirá conocer el presupuesto, materiales, y dimensiones de los elementos necesarios para la construcción del sistema de riego parcelario para el módulo 3 de la comunidad Chingazo Alto.	Independiente, Topografía	Porcentaje de pendiente.	Levantamiento topográfico.	Estación total GPS estacionario Dron.
	<ul style="list-style-type: none"> Elaborar el catastro y padrón de usuarios en el área indicada. 		Independiente, Área Neta	Número de Ha.	Dibujo	Civil Cad
	<ul style="list-style-type: none"> Modelar y simular el diseño hidráulico parcelario en el área indicada. 		Dependiente, Caudal	Ls^{-1}	Fórmula	Software Epanet
	<ul style="list-style-type: none"> Elaborar el presupuesto, con base en el diseño hidráulico, para la ejecución del proyecto. 		Dependiente, Pérdidas de carga, presión.	m.c.a.	Fórmula Hazzen-Williams, para perdidas por longitud	Software
			Dependiente, velocidad	ms^{-1}	Aplicación fórmula, se detalla en la metodología	Epanet
			Presupuesto		Análisis de precios unitarios	Punnis

Fuente: Elaboración propia

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 Geográfica:

Latitud: 1°36'45.98"S **Este:** 768672.66
Longitud: 78°35'6.99"O **Norte:** 9821580.32

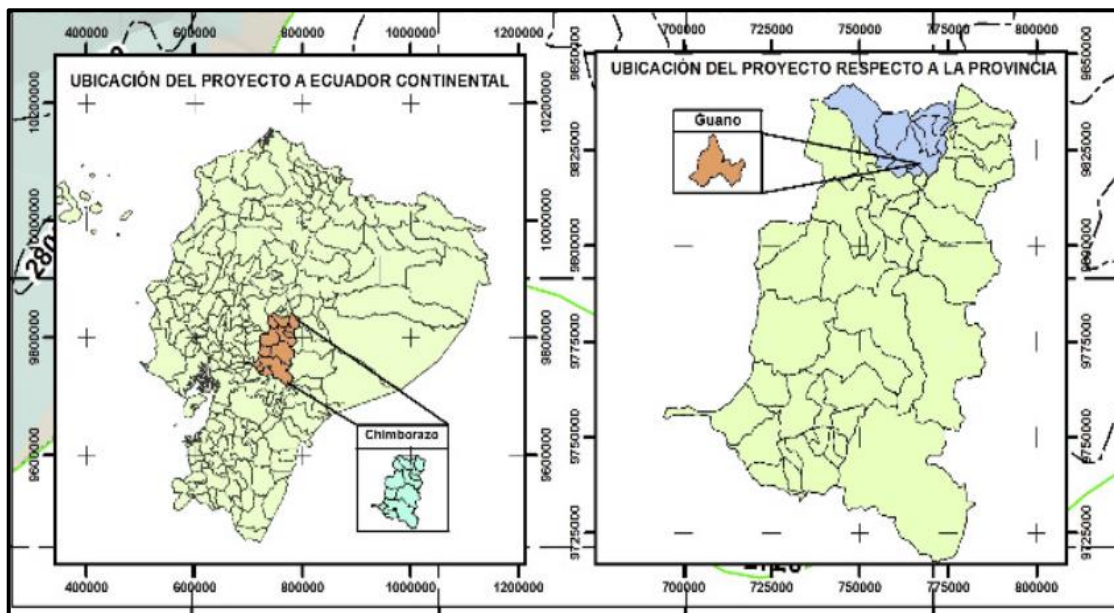


Figura 1-3. Ubicación del proyecto

Fuente: Elaboración propia

Ubicación Ecológica

Altitud: 2700.00 m.s.n.m.

Temperatura media: 16° C

Región: Sierra

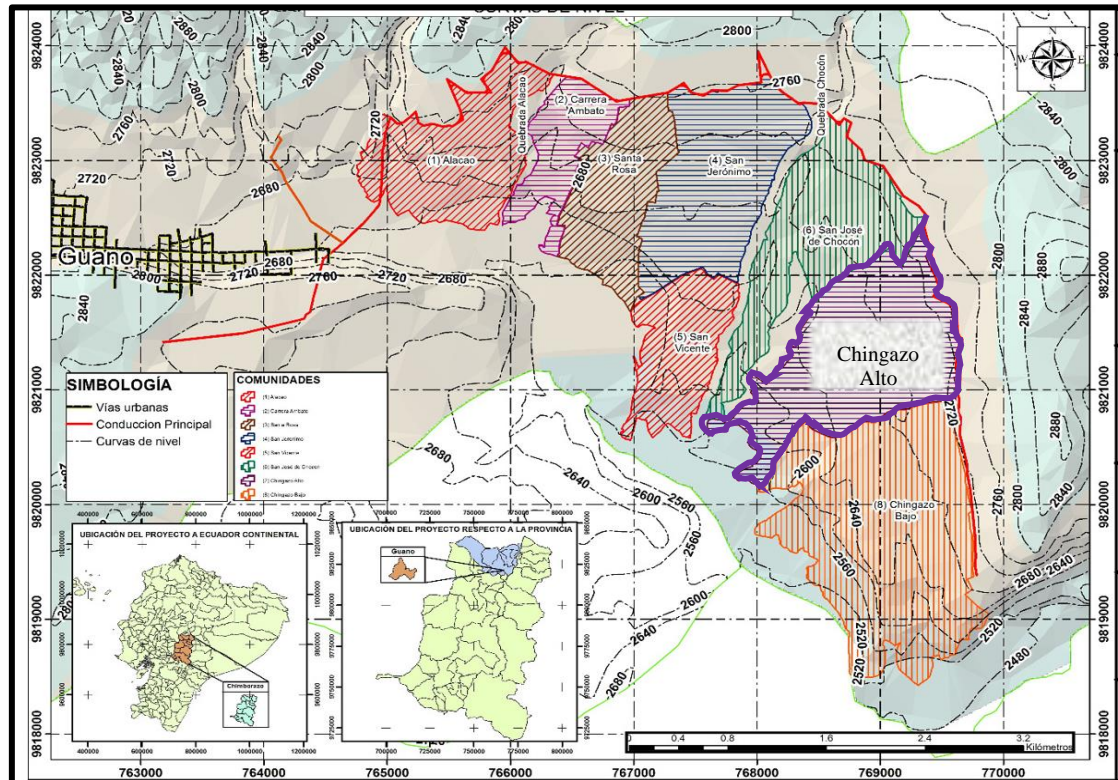


Figura 2-3. Ubicación del proyecto

3.2 Materiales

- Equipo de medición de caudal
- Equipo topográfico (dron, estación total, gps estacionario)
- Equipo para evaluación de mecánica de suelos
- Equipo para análisis de agua

3.3 Métodos

A continuación, se describe la metodología empleada para el desarrollo del siguiente proyecto de investigación.

3.3.1 Topografía

3.3.1.1 Puntos de control terrestre

Se colocó 54 puntos de control terrestre o geodésico, 50 materializados en forma de hitos de hormigón de forma cilíndrica de 15 cm de diámetro por 30 cm de alto y 4 hitos con placas en alto relieve. Para que estos puntos artificiales de apoyo sean foto identificables se utilizó cal, para formar cuadrículas de 1.5 m por lado.

Los puntos de control se encuentran, enlazados al sistema World Geodetic System 1984 (WGS84), vinculados a la RED GNSS DE MONITOREO CONTINUO DEL ECUADOR (REGME) con la época de referencia postsísmica vigente a partir del 17 de abril del 2016 y se utilizó el software Trimble Business Center (T.B.C.)

La distribución de puntos de control utilizó los siguientes criterios:

- Ser identificables, dentro de la zona de estudio
- Ser ubicados en forma ortogonal, esquinas o cruces de camino.
- Puntos colocados en zonas lo más horizontales posibles.

Se utilizó el método estático relativo estándar, que proporciona precisiones de 5 mm + 1 ppm, con tiempos de medición superiores a 180 minutos lo cual garantiza la calidad de los datos, con respecto a la base repetidora.

3.3.1.2 Plan de vuelo

La planificación de vuelo fue realizada con el software fotogramétrico UAS Master creado para procesar proyectos de RPAS (Sistemas de Aeronaves Pilotadas Remotamente, denominados como UAV, con un GSD igual a 7 cm, con una superposición lateral del 70 % una superposición frontal de 80%, altura de vuelo 253 m, 56 líneas de vuelo y con el uso de una cámara Sony RX1RII. La superficie levantada fue de 708.10 Ha en área bruta, lo cual garantizó un levantamiento de 576 Ha de área neta.

3.3.1.3 Modelo Digital del Terreno (MDT) y Curvas de Nivel

Con el Software UAS Master, se obtuvo la representación digital de la superficie terrestre denominada modelo digital de terreno (MDT). Este modelo cuenta con un conjunto de capas raster que representan distintas características de la superficie terrestre derivadas de una capa de elevaciones a la que se denomina Modelo Digital de Elevaciones (MDE). Al obtener el MDT y el MDE se logró una representación cuantitativa y continua de la distribución espacial de posición horizontal y alturas de la superficie terrestre, finalmente se generan curvas de nivel a cada metro.

3.3.2 Catastro y padrón de usuarios

Una vez obtenida la ortofoto a escala 1:1000 y el MDT, se realizó la actualización del catastro de la superficie neta a regarse, con el siguiente orden:

- a) Uso de línea base al catastro 2015 del GAD Municipal de Guano e información generada por SIGTIERRAS.
- b) Dibujo de linderos visibles sobre ortofotografía.
- c) Dibujo de obras civiles existentes vías, canchas, casas, etc.
- d) Identificación y actualización de predios.
- e) Corrección de linderos sobre plano digital y ortofotografía con aprobación de los dueños de los predios.
- f) Cálculo de áreas y generación del padrón de usuarios.

El catastro del levantamiento topográfico generó un archivo en formato .xls, con el siguiente orden:

- Comunidad, módulo, sub módulo y turno de riego.
- Número de lote o código, con base al predio más cercano al canal.
- Nombre del propietario con nombres y apellidos.
- Superficie en m² y/o Ha.

3.3.3 Diseño hidráulico

Chingazo Alto pertenece a Junta General de Usuarios del Sistema de Riego Chambo Guano Los Chingazos, y de acuerdo la Resolución No. 5788-2019-RV/2021 emitida el 03 de febrero de 2021 por el SENAGUA, cuenta con un caudal de 5898.40 Ls⁻¹ para el riego de 7 373 Ha, con un caudal

específico promedio de riego de 0.80 Ls⁻¹ Ha. El caudal para la zona 7 es 460 Ls⁻¹ efectivos esto por la capacidad del sifón guano, pese a que en documentos su caudal hipotético es de 1360 Ls⁻¹.

3.3.4 Estudios complementarios – Ensayos

3.3.4.1 Aforos

Se utilizó la metodología de área por velocidad basada en la ecuación general de continuidad [1] (Carrazón 2007), en donde se midió el área mojada en situ y para la velocidad se empleó el molinete JDC, se repitió el proceso por tres ocasiones para generar una media aritmética de los valores.

$$Q = v * A \quad [1]$$

Donde:

Q = Caudal (m³ s⁻¹).

v = Velocidad (m s⁻¹).

A = Área de la sección mojada (m²).

3.3.4.2 Mecánica de suelos

Sobre el sitio de implantación del reservorio se realizó el ensayo Standard Penetration Testing (SPT) según Norma Técnica Ecuatoriana: NTE INEN 689. 1982-05 y el ensayo triaxial según Norma: ASTM 2550-95. Con lo cual se garantizó que el diseño estructural del reservorio sea óptimo con relación a la capacidad portante del suelo.

3.3.4.3 Análisis de agua

El muestreo del agua se realizó según la Norma Técnica Ecuatoriana: INEN 2169:2013 Agua. Calidad de agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras.

El análisis de agua se realizó en un laboratorio certificado donde cumple con los parámetros de calidad admisibles para las aguas destinadas a uso agrícola que se presentan en la Tabla 1-3 del (Anexo A) del Acuerdo Ministerial 097-A Registro Oficial Suplemento 387 de 4 de noviembre de 2015, página 15, que corresponde a la reforma del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente.

En la tabla 1-3 se detalla las coordenadas UTM, del lugar de cada toma de muestras.

Tabla 1-3: Ubicación de toma de muestras

Muestra	Coordenadas UTM		Observación
	X	Y	
1	765090	9823408	Entrada del sifón sobre el río Guano
2	769351	9822427	Comunidad Chingazo Alto
3	769634	9820658	Comunidad Chingazo Bajo

Fuente: Elaboración propia

3.3.5 *Diseño estructural*

El diseño estructural de obras a implementarse se realizó acorde a la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-15 y la ACI 318-14 del American Concrete Institute.

3.3.6 *Diseño hidráulico de la red secundaria y terciaria.*

3.3.6.1 Caudal de diseño

El caudal aforado y otorgado por sentencia por SENAGUA, se comparó con las necesidades hídricas de cultivo de acuerdo con el diseño agronómico, lo cual nos indica la demanda. Se verificó que al utilizar un sistema tecnificado el caudal de demanda, no supera el caudal de sentencia.

3.3.6.2 Presiones estáticas y dinámicas en redes principal y secundaria

Se verificó que las presiones estáticas se encuentren dentro de los rangos de tolerancia de tuberías existentes en el mercado, lo cual garantiza la presión dinámica hasta la salida de los emisores.

3.3.6.3 Velocidad

Las velocidades máximas y mínimas se determinaron de acuerdo al tipo de material utilizado. En este proyecto se utilizó tuberías de PVC (policloruro de vinilo), por lo que se conservó una velocidad mínima de 0.60 m s^{-1} y una velocidad máxima de 4.5 m s^{-1} . Las velocidades fueron calculadas con la ecuación 2 (Carrazón 2007).

$$v = \frac{4 \times Q}{\pi D^2} \quad [2]$$

Dónde:

v = velocidad (m s⁻¹).

Q = caudal (m³ s⁻¹).

D= diámetro interno de la tubería (m)

3.3.6.4 *Perdidas de carga*

Las pérdidas de carga se calcularon con la fórmula de Hazen Williams, ecuación 3 (Carrazón 2007), empleando un coeficiente C=140. Se tomaron en consideración la independencia de módulos, basado en los planos topográficos y el catastro actual.

$$h = 10.674 \times \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} \times D^{4.871}} \times L \quad [3]$$

Dónde:

h= pérdida de carga o de energía (m).

Q= caudal (m³ s⁻¹).

C= coeficiente de rugosidad.

D= diámetro interno de la tubería (m).

L= longitud de la tubería (m).

3.3.6.5 *Diseño de desarenador y reservorio*

Se realiza el diseño del desarenador considerando un tamaño de partículas superior a 0.2 mm. El cálculo del volumen del reservorio se realizó con 12 horas de llenado.

3.3.7 *Diseño de obras de arte*

Se realizó el diseño de válvulas de aire, válvulas de desagüe y tanques rompe presión, de acuerdo con las necesidades del módulo 3 de chingazo alto y de acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-15 y la ACI 318-14 del American Concrete Institute.

3.3.8 *Diseño de válvulas*

Las válvulas se dimensionaron de acuerdo con la operación y funcionamiento del sistema, con parámetros de presión, caudal y disponibilidad en el mercado local.

3.3.9 *Diseño de tomas o bocas de riego*

La ubicación y el diseño de los hidrantes dependió fundamentalmente de la topografía y del caudal que deben abastecer para satisfacer la demanda hídrica.

3.3.10 *Presupuesto y especificaciones técnicas*

Las cantidades de obra, análisis de precios unitarios y especificaciones técnicas están de forma directa relacionadas y cuentan con métodos de medición y bases de pago. El criterio general para el desarrollo de cada uno de los aspectos fue el concepto de contratación por Precios Unitarios.

3.3.11 *Análisis de precios unitarios*

Los precios unitarios corresponden a cada uno de los rubros a ejecutar, contienen: costos de equipo, mano de obra, materiales, transporte, rendimiento del equipo mecánico y cuadrilla tipo, cantidades de obra, unidad de medida, todo esto basado en los diseños propuestos en los planos de planta, de perfil longitudinal, secciones transversales, diseños y detalles constructivos específicos.

Para el costo de mano de obra se tomó como base los salarios de mano de obra de la Contraloría General del Estado, y los precios de materiales y equipos con proformas emitidas por parte de proveedores. Para el análisis de precios unitarios se utilizó el software de precios unitarios Punís Versión 10.

3.3.12 *Presupuesto general*

El Presupuesto de obra fue realizado con base en las cantidades de obra y los análisis de precios unitarios, costos directos, indirectos e impuestos que corresponden.

Para establecer el porcentaje de los costos indirectos, se consideraron los siguientes aspectos:

- ✓ Bases y criterios para la estimación de estos costos.
- ✓ Desglose de los costos de ingeniería y administración, gastos generales e imprevistos.

Los costos indirectos son del 20%. El presupuesto general contempla los costos de todos los componentes del proyecto, a saber: Construcción, Plan de manejo ambiental, Operación y Mantenimiento, entre otros.

Por cada producto del estudio, se presenta:

- ✓ Presupuesto referencial de obra general.
- ✓ Anexo de volúmenes de Obra
- ✓ Análisis de precios unitarios.
- ✓ Mano de obra.
- ✓ Lista de Materiales.
- ✓ Cuadrilla tipo.
- ✓ Equipos mínimos.
- ✓ Componentes de fórmula polinómica para reajuste de precios.
- ✓ Cronograma valorado de trabajo.
- ✓ Especificaciones técnicas de cada rubro del presupuesto y de materiales.

3.3.13 Especificaciones técnicas

Las Especificaciones Técnicas fueron desarrolladas para cada rubro del proyecto, en términos de especificaciones particulares, tendrán como base las recomendaciones y soluciones formuladas por cada especialista, así como las Especificaciones para la Construcción, la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-2015, ACI-318-14 y Norma Técnica Ecuatoriana INEN-ISO 18091. Incluirá el control de calidad, ensayos durante la ejecución de obra; también incluirá los aspectos de conservación ambiental.

Las especificaciones técnicas de los rubros están identificadas con el numeral o código acorde al presupuesto general.

3.4 Cronograma de actividades

En la tabla 2-3 se visualiza el cronograma de actividades, el mismo describe cada uno de los parámetros analizados en un intervalo de tiempo de 8 meses.

Tabla 2-3: Cronograma de actividades

Estudio	Actividad	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6				Mes 7				Mes 8						
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
Análisis Inicial	Sentencia de Agua																																			
	Topografía	■	■	■	■																															
	Sectorización	■	■	■	■																															
	Actualización de catastro y padrón de usuarios					■	■	■	■																											
	Aforos de caudal					■	■	■	■					■																						
Ensayos	Análisis de Agua							■	■																											
	Análisis de sedimentación de agua							■	■																											
	Análisis químico del suelo							■	■																											
	Ensayo SPT																																			
	Ensayo Triaxial																																			
Diseño Hidráulico Conducción	Diseño estructural																																			
	Diseño hidráulico conducción																																			
	Diseño de obras de arte																																			
	Diseño de válvulas																																			
	Diseño de hidrantes																																			
Diseño Hidráulico Distribución - Red Parcelaria	Diseño hidráulico de redes de distribución																																			
	Turnos																																			
Presupuesto, Cronograma y Especificaciones técnicas	Cálculo de volúmenes de obra																																			
	Análisis de precios unitarios																																			
	Lista de mano de Obra, equipo, materiales, cuadrilla tipo, fórmula polinómica																																			
	Cronograma valorado de trabajo																																			
	Desagregación tecnológica																																			
	Presupuesto general																																			
Otros	Especificaciones técnicas																																			
	Correcciones e Informe Final																																			

Fuente: Elaboración propia

3.5 Presupuesto del proyecto

En la tabla número 3-3 se detalla el presupuesto del proyecto, desglosándolo en los ítems:

A: Presupuesto de Ensayos,

B: Presupuesto del personal técnico,

C: Presupuesto de misceláneos.

Tabla 3-3: Presupuesto del proyecto

ÍTEMS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PU	CANTIDAD	COSTO TOTAL
A1	Topografía: levantamiento de detalle	Ha	50,00	40	2000
A2	Catastro	Ha	50,00	40	2000
A3	Sectorización	UNIDAD	120,00	1	120
A4	Análisis del derecho de agua	UNIDAD	120,00	1	120
A5	Aforos volumétricos	UNIDAD	50,00	3	150
A6	Análisis de suelo SPT (Mecánica de suelos)	UNIDAD	500,00	1	500
A7	Ensayo triaxial	UNIDAD	300,00	3	900
A8	Análisis físico-químico de agua	UNIDAD	200,00	1	200
A9	Análisis de sedimentos	UNIDAD	200,00	1	200
A10	Análisis de suelo	UNIDAD	100,00	3	300
SUBTOTAL					\$ 6.490,00

2.- Diseño hidráulico, presupuesto, especificaciones técnicas, planos y registro ambiental

ÍTEMS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PU	CANTIDAD	COSTO TOTAL
PERSONAL TÉCNICO					
B1	Ing. Civil Proyectista	mes	2.000,00	8	16000
B2	Ing. Civil Hidráulico	mes	1.800,00	3.5	6300
B3	Ing. Civil Estructural	mes	1.800,00	2	3600
B4	Ing. Ambiental	mes	800,00	1	800
B5	Dibujante	mes	600,00	3	1800
B6	Socializador	mes	450,00	2	900
SUBTOTAL					\$ 29.400,00

3.- MISCELÁNEOS

ÍTEMS	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PU	CANTIDAD	COSTO TOTAL
C1	Suministros y materiales de oficina	Glb	1000	1	1000
C2	Movilización y alimentación	días	15,00	90	1350
SUBTOTAL					\$ 2350

PRESUPUESTO REFERENCIAL

\$ 38.240,00

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1 Ortofotografía

Se colocan 54 puntos de control terrestre y se levantaron 708.10 Ha. de área bruta lo cual garantiza una ortofotografía de 576 Ha de área neta con una distancia entre centro de pixel de 7 cm es decir que se tiene un Ground Sampling Distance de 49 cm², esto permite la obtención del Modelo Digital de Elevaciones y finalmente el Modelo Digital del Terreno para una escala de 1:1000.

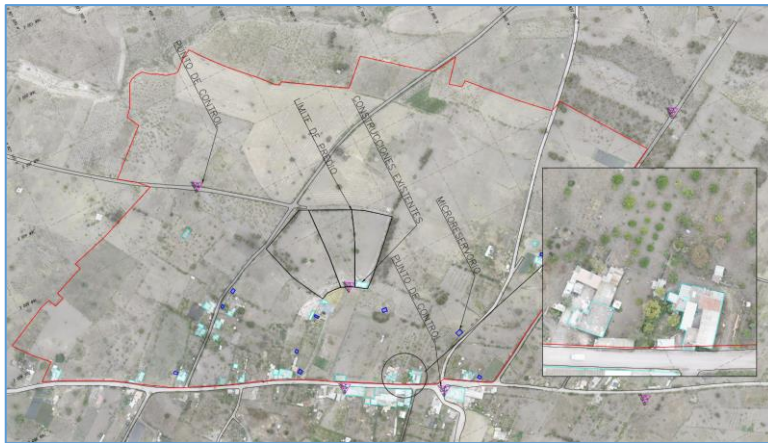


Figura 1-4. Ubicación del proyecto

4.2 Topografía

Las curvas de nivel son generadas a cada metro de distancia para el diseño, pero para presentación en planos es cada 5 metros, estas curvas parten de la ortofotografía con un GSD igual a 7cm lo cual representa a su tamaño de pixel (Figura 1-4.).



Figura 2-4. Topografía

4.3 Catastro y padrón de usuarios

El módulo 3 de la comunidad de Chingazo Alto, perteneciente al cantón Guano, Provincia de Chimborazo (Figura 2-4.). En base al levantamiento topográfico se tiene 38.789 Ha de área bruta, 2.519 Ha que corresponden a vías y construcciones y 36.27 Ha de área neta de riego.

El terreno es irregular con cotas que varían desde 2775 m.s.n.m. hasta a los 2650 m.s.n.m., la superficie en estudio está conformada de 61 lotes a lo largo de su extensión total de riego.



Figura 3-4. Catastro

El módulo 3 tiene 61 lotes, con un área neta total de 362764 m², cada lote cuenta con una codificación que indica el módulo, número de lote y área. La actualización del catastro está avalada y certificada por los propietarios del módulo, los nombres de los propietarios quedan impresos en los planos, pero se utilizarán siempre los códigos debido al constante cambio de propiedad de la tierra. tabla 1-4.

Tabla 1-4: Catastro código y áreas netas de riego

Código	Área (m ²)	Código	Área (m ²)	Código	Área (m ²)	Código	Área (m ²)
M03_L001	5717.570	M03_L017	6295.353	M03_L033	5533.457	M03_L045	6603.115
M03_L002	2952.019	M03_L018	8885.031	M03_L034	2388.876	M03_L051	1762.780
M03_L003	2746.760	M03_L023	1657.802	M03_L035	2225.098	M03_L052	1786.014
M03_L004	7338.431	M03_L019	37299.075	M03_L036	1021.362	M03_L057	1738.475
M03_L005	478.668	M03_L020	4720.925	M03_L037	1237.438	M03_L048	8253.884
M03_L007	1271.829	M03_L021	8631.233	M03_L038	963.614	M03_L050	5746.065
M03_L008	1257.636	M03_L022	563.127	M03_L039	826.889	M03_L053	4891.153
M03_L009	2420.027	M03_L024	3082.332	M03_L040	3554.008	M03_L054	8515.942
M03_L006	6407.845	M03_L026	5080.097	M03_L041	5302.107	M03_L055	16469.240
M03_L010	1175.104	M03_L027	5729.730	M03_L042	5021.689	M03_L056	15502.663

M03_L011	1821.956	M03_L025	21514.615	M03_L046	3567.611	M03_L059	5849.214
M03_L012	1570.396	M03_L028	8717.179	M03_L047	2118.537	M03_L060	4510.956
M03_L013	2226.649	M03_L030	5084.069	M03_L043	34748.110	M03_L061	4052.929
M03_L014	2610.948	M03_L029	17804.600	M03_L044	8977.957		
M03_L015	4956.508	M03_L031	3920.431	M03_L049	1621.896		
M03_L016	5803.503	M03_L032	3328.162	M03_L058	4903.335		

Fuente: Elaboración propia

4.4 Definición de módulos de riego

La comunidad Chingazo Alto se encuentra ubicada entre san José de Chocón y Chingazo Bajo. El módulo 3 se encuentra limitado al norte por la comunidad San José de Chocón , al sur por el módulo 4, al este por el módulo 1 y al oeste por el módulo 5 con un área de 36.2764 Ha.



Figura 4-4. Módulo 3 de riego

Fuente: Elaboración propia

4.5 Aforo líquido superficial – Sistema Chambo – Guano

El sistema de Riego Chambo-Guano pertenece a la cuenca del río Pastaza y subcuenca río Chambo, a partir del kilómetro 50.7 distribuye un caudal a 8 comunidades Alacao, Carrera Ambato, Santa Rosa, San Gerónimo, San Vicente, San José de Chocón, Chingazo Alto y Chingazo Bajo

El caudal aforado en la entrada al sifón del sistema Chambo – Guano es de 472.5 Ls⁻¹.

Para este cálculo se empleó un molinete marca SEBA HIDROMETRIE Z6. En un inicio se determinó el área transversal (figura 5-4), posterior se determina la velocidad con el equipo hidrométrico mencionado.

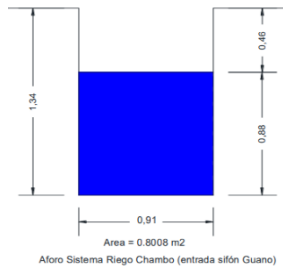


Figura 5-4. Sección área mojada de aforo. Sistema de Riego Chambo (entrada sifón Guano)

$$v = 0.1319 * (N \text{ promedio} / 30) + 0.0339 \quad \text{Fórmula para calcular la velocidad}$$

$$v = 0.1319 * 4.213 + 0.0339$$

$$v = 0.590 \text{ ms}^{-1} \quad \text{Ecuación 1}$$

$$Q = A * v$$

$$Q = 0.4725 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} = 472.5 \text{ Ls}^{-1}$$

De acuerdo a la información solicitada al HGADPCH el caudal adjudicado a la Fase II de las 8 comunidades antes mencionadas corresponde a 1360 Ls^{-1} , pero el caudal aforado solo corresponde a 472.5 Ls^{-1} .

Caudal de diseño módulo 3

La comunidad de Chingazo Alto posee un caudal establecido de 91 Ls^{-1} , valor entregado por el HGADPCH, este caudal es distribuido para cinco módulos (Tabla 2-4); el proyecto se enfocó netamente en el módulo 3 que es objeto de estudio de la presente investigación. En la tabla 2-4 se visualiza el caudal estimado para el módulo 3, que corresponde a 34.78 l s^{-1} .

Tabla 2-4: Caudales estimados por módulo - Chingazo alto

Módulo	Área (Ha)	Neta	Caudal disponible (Ls ⁻¹)	Reserva (m ³)	Caudal de salida (Ls ⁻¹) ¹⁾	0.35 ls ⁻¹ /Ha Para 12 h	Caudal teórico requerido (Ls ⁻¹)	total	Caudal de salida por área (Ls ⁻¹)
			91	3931.20		182	132.91		
1	35.73					25.01			34.25
2	44.01					30.81			42.19
3	36.28					25.40			34.78
4	35.54					24.88			34.07
5	38.31					26.82			36.72
	189.87								182.00

Fuente: Elaboración propia

4.6 Análisis Físico-químico y microbiológico del agua para riego

Para determinar la caracterización de agua, se establecieron varios puntos de muestreo, mismos que se detallaron en la tabla 3-4.

De acuerdo a las analíticas entregadas por el laboratorio LABCESTTA se detallan los principales parámetros requeridos para determinar si el agua es apta para riego de acuerdo Tabla 3 del Anexo A del Acuerdo Ministerial 097-A Registro Oficial Suplemento 387.

El conocimiento de la calidad del agua que se empleará para riego es fundamental para la elección del método de riego, puesto que su manejo y cultivo se determinará en base a la concentración de sales que ésta posee.

En la tabla 3-4 se muestra los principales parámetros analizados, donde se observa que la concentración de coliformes fecales es inferior a 1000 NMP /100 mL y la concentración de huevos de parásitos, también conocidos como huevos de helmintos es ausente, cumpliendo con los límites permisibles de la normativa; cabe destacar que la presencia de ambos parámetros en concentraciones superiores a los límites en aguas de riego pudiera generar riesgo para la salud y propagación de enfermedades (OMS 1989)

A la vez se determinó la concentración de varias sales como: sulfatos, carbonatos, aluminio, boro, cadmio, cobre, hierro, níquel, etc. valores que se encuentran bajo el límite permisible (Anexo A). Cuando se emplean aguas salinas pueden generarse varios problemas, dentro de los cuales contemplan la salinización del suelo, problemas de infiltración de agua en el suelo, toxicidad; por lo que es de gran importancia controlar estas concentraciones cuando sobrepasan el límite de vertido (Carrazón 2007).

Tabla 3-4: Caracterización de Agua para Riego

Ensayo	Unidad	Sifón	Chingazo alto	Límite
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	350	1.8	1000
Huevos de parásitos	Presencia/ausencia	-	-	Ausencia
potencial Hidrógeno	Unidades de Ph	7.58	7.66	6-9
Cadmio	mg/l	< 0.008	< 0.008	0.05
Magnesio	mg/l	2.23	2.28	-

Fuente: Adaptado resultados laboratorio LABCESTTA

4.7 Ensayos Geotécnico

4.7.1 Ensayo de penetración estándar (SPT)

El ensayo de penetración estándar se lo realizó en la superficie de implantación del reservorio. En base a los resultados obtenidos del laboratorio de suelos, se tiene que a una profundidad de 0.00 a 6.50 metros tenemos arenas limosas, cabe indicar que estos estratos son inestables y poseen un alto porcentaje de finos. A demás se ha determinado la resistencia admisible del suelo, misma que corresponde a 13.00 Ton m⁻², valor que es aplicado para el diseño estructural del tanque reservorio (Anexo B).

4.7.2 Ensayo de compresión triaxial

De acuerdo a los resultados obtenidos en el ensayo de compresión triaxial, se tiene un ángulo de fricción de 36.2°, mismo que nos permite determinar el ángulo de inclinación que debe poseer el talud del reservorio (Anexo C).

4.8 Diseño Desarenador

Para el cálculo del desarenador se empleó un caudal de 91 Ls⁻¹ con una velocidad de 0.16 ms⁻¹, tomando en cuenta que la finalidad de un desarenador es sedimentar partículas mayores a 0.2 mm, se realizó un análisis de sedimentación, donde se determinó la concentración de sólidos en el agua, obteniendo un valor de 302 mg l⁻¹. A demás se determinó un período de lavado de 15 días; mantenimiento que debe ser realizado para garantizar el correcto funcionamiento del desarenador, evitando que partículas ingresen al sistema de tuberías principales, secundarias, parcelarias y lleguen a los aspersores, generando que los mismo generen una menor eficiencia. En la tabla 4-4 se visualiza el diseño del desarenador.

Tabla 4-4: Diseño Desarenador

PARA DESARENADOR	
Tamaño de partícula (f) mm.	0.10
Caudal Q (Ls ⁻¹)	91.00
Velocidad (ms ⁻¹)	0.160
Relación b/h (ancho/alto)	2.00
Angulo de inclinación taludes °	45.00
Constante k	1.30
LLEGADA DE AGUA AL DESARENADOR	

En caso de canal:	
Dimensión "B " (espejo de agua) (m).	0.50
Dimensión "b " (solera) (m).	0.50
Calado " h " (solera - espejo) (m).	0.27
Altura del canal (m)	0.45
VERTEDERO DE SALIDA	
H en el vertedero de salida (m).	0.05
CONTENIDO DE SÓLIDOS.	
Sólidos. PPM (mg l ⁻¹).	302
Peso específico de sólidos. (Kg m ⁻³)	2100
Período de lavado en días.	15
Pendiente longitudinal de fondo. (%)	5

Fuente: Elaboración propia

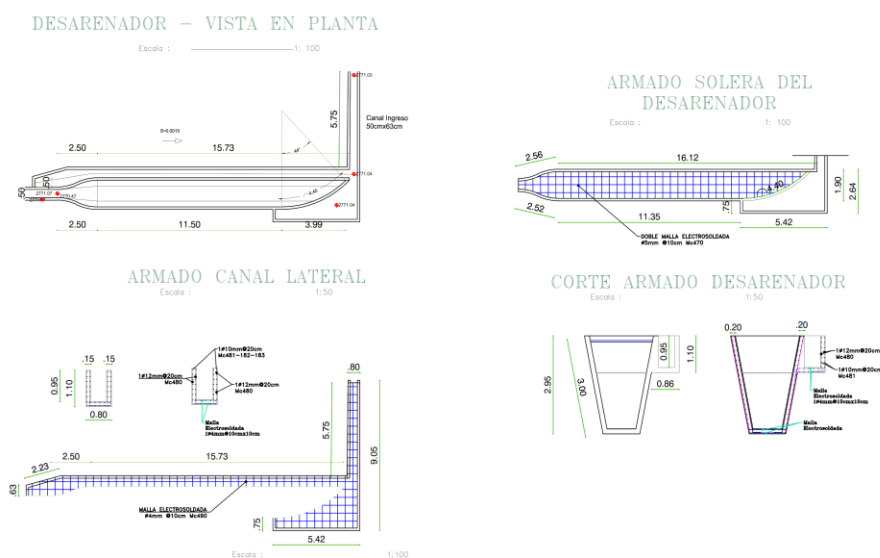


Figura 6-4. Desarenador

4.9 Diseño Tanque Reservorio

Para el cálculo del volumen del reservorio se tomó en cuenta el caudal de los módulos 1, 2, 3, 4 y 5, que corresponde al valor de 91 Ls⁻¹, estableciendo un tiempo de llenado de 12 horas. En la tabla 5-4 se visualiza los resultados obtenidos del cálculo del reservorio.

Tabla 5-4: Cálculo Reservoirio

CALCULO RESERVORIO		
PRE DIMENSIONAMIENTO		
CAUDAL	91	Ls ⁻¹
TIEMPO DE LLENADO	12	h
VOLUMEN CALCULADO	3931.2	m ³
ALTURA DEL RESERVORIO	4	m
ÁREA REQUERIDA	982.80	m ²
TALUD (Z)	2	
BORDE LIBRE (BI)	0.5	m
POSIBLE DIMENSIÓN SUPERIOR (A)	44.34	m
POSIBLE DIMENSIÓN INFERIOR (B)	22.17	m
DIMENSIONAMIENTO		
DIMENSIÓN SUPERIOR (A)	48.00	m
DIMENSIÓN SUPERIOR (B)	27.00	m
DIMENSIÓN INFERIOR (a)	44.00	m
DIMENSIÓN INFERIOR (b)	23.00	m
DIMENSIÓN MOJADA (X)	47.50	m
DIMENSIÓN MOJADA (Y)	26.50	m
CALCULO DE ÁREAS		
ÁREA SUPERIOR	1296.0	m ²
ÁREA INFERIOR	1012.0	m ²
ÁREA MOJADA	1258.8	m ²
CÁLCULO DE VOLÚMENES		
VOLUMEN TOTAL	4604.3	m ³
VOLUMEN DE LLENADO	3966.0	m ³
VOLUMEN REQUERIDO	3931.2	m ³

Fuente: Elaboración propia

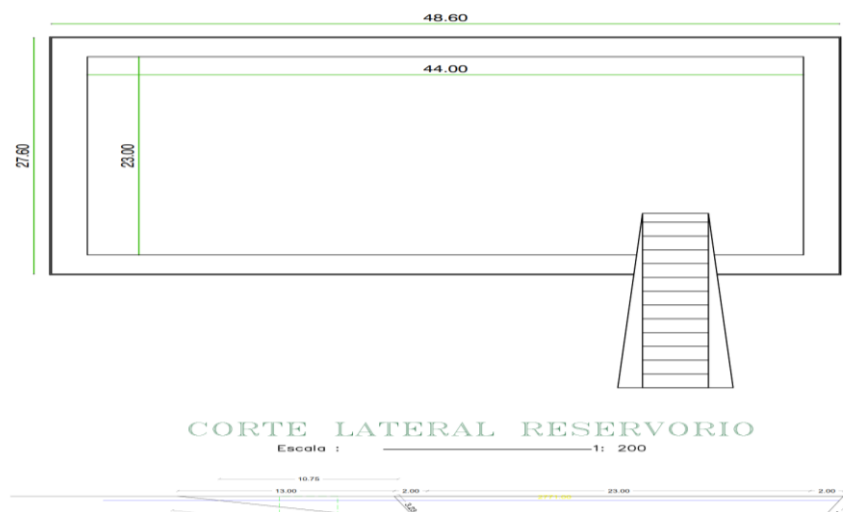


Figura 7-4. Reservoirio

De acuerdo a los cálculos realizados se tiene un volumen de reservorio de 4604.30 m³, el cual se encuentra implantado posterior al desarenador y será construido de hormigón armado, garantizando esfuerzos producidos por el agua y por el suelo hacia las paredes de hormigón.

4.10 Diseño hidráulico sistema de tuberías principales y secundarias

El caudal de diseño del módulo 3 es de 34.78 Ls⁻¹; el caudal de demanda según el diseño agronómico es de 0.35 Ls⁻¹ por hectárea, se emplean 270 emisores por hectárea con un caudal de 0.07 Ls⁻¹.

Para abastecer la demanda existente se realizó una subdivisión del módulo 3 en 28 submódulos, con turnos de riego de 3 horas cada 7 días.



Figura 8-4. Submódulos

Además, se analiza una presión estática y dinámica, tomando en cuenta que a cabecera de parcela debe existir una presión dinámica mínima de 30 m.c.a. garantizando la presión necesaria a cada aspersor distribuido en la parcela tabla 6-4.



Figura 9-4. Distribución

Tabla 6-4: Presiones dinámicas y turnos por lote

Código	Presión (m.c.a.)	Turno	Código	Presión (m.c.a.)	Turno	Código	Presión (m.c.a.)	Turno
M03_L001	32.000	1	M03_L021	38.000	10	M03_L046	23.000	18
M03_L002	32.000	1	M03_L022	32.000	11	M03_L047	22.000	18
M03_L003	32.000	1	M03_L024	30.000	11	M03_L043	27.000	19-20-21
M03_L004	30.000	2	M03_L026	39.000	11	M03_L044	30.000	22
M03_L005	31.000	2	M03_L027	35.000	11	M03_L049	22.000	22
M03_L007	30.000	2	M03_L025	45.000	12	M03_L058	33.000	22
M03_L008	30.000	2	M03_L028	35.000	14	M03_L045	26.000	23
M03_L009	31.000	2	M03_L030	39.000	14	M03_L051	26.000	23
M03_L006	30.000	3	M03_L029	38.000	15	M03_L052	27.000	23
M03_L010	33.000	3	M03_L031	43.000	16	M03_L057	23.000	23
M03_L011	33.000	3	M03_L032	45.000	16	M03_L048	20.000	24
M03_L012	36.000	3	M03_L033	45.000	16	M03_L050	21.000	24
M03_L013	39.000	4	M03_L034	49.000	17	M03_L053	24.000	25
M03_L014	35.000	4	M03_L035	49.000	17	M03_L054	25.000	25
M03_L015	28.000	4	M03_L036	47.000	17	M03_L055	26.000	26
M03_L016	40.000	5	M03_L037	48.000	17	M03_L056	26.000	27
M03_L017	41.000	5	M03_L038	40.000	17	M03_L059	34.000	28
M03_L018	43.000	6	M03_L039	30.000	17	M03_L060	37.000	28

M03_L023	51.000	6	M03_L040	30.000	17	M03_L061	37.000	28
M03_L019	40.000	7	M03_L041	45.000	18			
M03_L020	39.000	10	M03_L042	24.000	18			

De acuerdo al cálculo empleado la tubería principal que parte desde el tanque de reserva corresponde a tubería PVC de 160 mm de 0.63 MPa, este diámetro nos permite abastecer el caudal de demanda por cada lote, conduciendo un caudal principal de 34.78 Ls⁻¹. Las tuberías secundarias y terciarias se diseñaron en base a la demanda hídrica de cada lote, analizando caudal, velocidades mínimas de 0.60 ms⁻¹, evitando acumulación de sedimentos y velocidades máximas de hasta 4.5 ms⁻¹, valor que depende del tipo de material, en esta investigación se empleó tubería PVC 6-4.

Tabla 6-4: Cálculo Reservorio

Ramal	V. Máx. (m s ⁻¹)	V. Mín. (m s ⁻¹)	Ramal	V. Máx. (m s ⁻¹)	V. Mín. (m s ⁻¹)	Ramal	V. Máx. (m s ⁻¹)	V. Mín. (m s ⁻¹)
COND T1	1.76	1.76	RD2	1.78	1.29	RD4.1	1.54	0.92
RED P	1.76	1.66	RD3	1.03	0.5	RD5	0.59	0.59
RD1	1.76	0.61	RD4	0.53	0.53			

4.11 Diseño hidráulico bocas de toma y línea lateral de riego

Posterior al diseño del sistema de tuberías principales y secundarias, se analizó la colocación de 61 hidrantes en el módulo 3, mismos que fueron ubicados en puntos estratégicos en función de la topografía para dotar de riego a toda la parcela, se establece como criterio que el diámetro mínimo en un hidrante corresponde a 1 pulgada. De acuerdo a la demanda hídrica requerida por cada parcela se diseñó el diámetro del hidrante.

Del hidrante sale una línea lateral de riego, misma que comprende una tubería con salidas múltiples en donde se acoplan los aspersores, los cuales de acuerdo al diseño corresponden al modelo MINI WOBLER, el cual posee un caudal de 0.07 Ls⁻¹ y un área de riego de 6 x 6 (36 m²). Al igual que el diseño del sistema de tuberías principales y secundarias para el diseño de la línea lateral de riego se analiza caudales, velocidades y presiones (Anexo D).

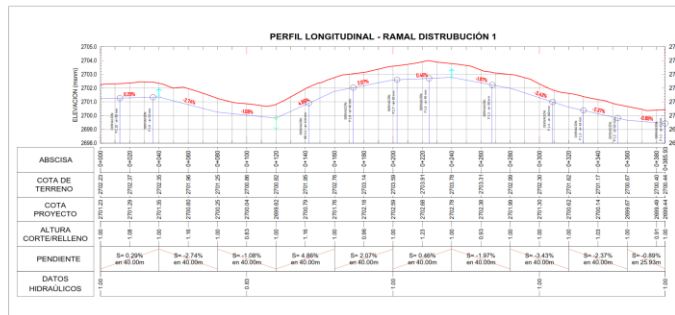
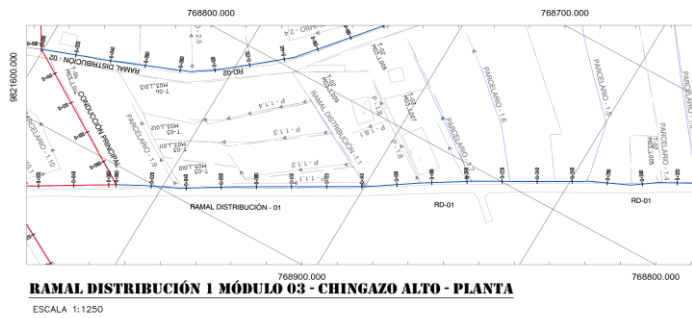


Figura 10-4. Diseño hidráulico planta y perfil

4.12 Planos

Los planos contienen detalles y toda la información necesaria para la construcción de obra, son realizados en formato A3 y los archivos digitales tienen formatos A1 (Anexo E).

Se realizan 21 planos que clasificados en:

Ortofoto, escala 1:1000.

Topografía, detalles de vías, estructuras existentes, curvas de nivel.

Catastro, predios, padrón de usuarios y áreas netas.

Redes de distribución, planta y perfil.

Turnos, horarios, número de aspersores y caudales.

Válvulas, obras de arte.

Reservorio, desarenador y

captación flotante.

4.13 Presupuesto y especificaciones técnicas

Una vez concluido el proceso de diseño, se realiza el cálculo de volúmenes de obra de cada uno de los rubros a intervenir en el proceso de construcción, con lo cual se genera:

Cuadro auxiliar de tarifa de equipos
Cuadro auxiliar de costos de materiales
Cuadro auxiliar de costo de mano de obra
Cuadrilla tipo
Fórmula polinómica
Porcentaje de participación ecuatoriana mínimo del proyecto
Análisis de precios unitarios (Anexo F)
Presupuesto, y
Cronograma valorado de trabajo.

El presupuesto total para la construcción del proyecto es de \$ 504 460.96 de los cuales \$ 357 591.85 corresponden a la construcción del desarenador, reservorio y cerramiento que serán utilizados por los cinco módulos que corresponde a la comunidad de Chingazo Alto.

Entonces \$ 146 869.11 CIENTO CUARENTA Y SEIS MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y NUEVE DÓLARES, CON 11/100 CENTAVOS es el costo real de inversión para el módulo 3 de 36.27 Ha. corresponde a la red de conducción, red de distribución, red de riego parcelario, válvulas de presión, válvulas de control, válvulas de desagüe y válvulas de válvulas de aire (Anexo G).

De acuerdo al Plan Nacional de Riego y Drenaje (2019) uno de los criterios para la priorización de proyectos de inversión a nivel nacional es que la inversión por Ha, no sobrepase los \$ 13 000 dólares americanos, entonces si dividimos la inversión para las hectáreas netas de riego tenemos un valor de \$ 4 049.32 dólares americanos lo cual garantiza la inversión en la construcción del sistema.

4.14 Especificaciones técnicas

Se elaboró una especificación técnica por cada rubro estipulado en el presupuesto, para su identificación tiene el código generado del presupuesto, la definición particular, forma de medición y forma de pago, todo esto basado en la norma ecuatoriana de la construcción NEC-2015 (Anexo H)

CAPÍTULO V

5. PROPUESTA

El artículo 32 de la constitución establece el derecho al agua que poseemos todos los ciudadanos (Constitución 2008), al igual que la ley Orgánica de Recursos, Hídricos, Usos y Aprovechamiento de Agua, en el artículo 2 tiene como fin garantizar el derecho al agua, tomando en cuenta su regulación y administración bajo el principio constitucional del Buen Vivir. El artículo 71 de la Constitución de la república del Ecuador, establece los derechos que posee la naturaleza o Pacha Mama, detallando que se debe promover la existencia, mantenimiento y generación de los ciclos vitales de su estructura. Por lo antes expuesto se debe de mantener una relación de armonía entre los recursos hídricos utilizados para consumo propio, industrial y agropecuario, garantizando un ciclo hídrico equilibrado; puesto que un desbalance en el ciclo hídrico puede generar problemas de estrés o escasez hídrica.

La presente investigación propone el diseño de un sistema de riego tecnificado parcelario para el módulo 3, ubicado en Chingazo Alto, cantón Guano en la provincia de Chimborazo; este proyecto parte de un reservorio de 400 m³, con 3.89 km de tubería de distribución secundaria-terciaria y 6.22 km de tuberías parcelarias que sirven a 36.27 Ha distribuidas en 61 lotes. Así también se realizó un análisis de la infraestructura organizacional de la junta de riego, los cuales cuentan con una sentencia de caudal para riego otorgado por SENAGUA (Anexo I), y poseen un derecho colectivo entregado por el Estado a través del Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca (MGAP), denominado uso y aprovechamiento de agua.

La organización o junta de riego juega un papel importante para que el sistema de riego y su infraestructura funcione de forma eficiente, pero a nivel de usuarios la junta de regantes tiene serias limitaciones al momento de afrontar gastos administrativos y de operación, por lo que es necesario generar estrategias para mejorar la gestión.

La inversión total para este proyecto es de \$146869.11 USD y el mismo puede funcionar de manera independiente a los otros módulos 1-2-4-5 ya que posee una conducción individual, los beneficiarios a partir de este punto están en capacidad de buscar financiamiento tanto en instituciones públicas, privadas, nacionales e internacionales.

Una vez realizada la construcción de la infraestructura la administración, operación y mantenimiento del sistema estará a cargo de los beneficiarios quienes, con su cumplimiento y

uso, garantizan una eficiencia en el sistema e incremento en la producción; así como la conservación del líquido vital, al utilizar el caudal necesario sin que exista algún tipo de pérdida de agua en las parcelas, con ello contribuimos a los objetivos de desarrollo sostenible y un incremento a su economía.

CONCLUSIONES

- Se obtiene una ortofotografía con GSD de 7 cm, un modelo digital del terreno con curvas de nivel a cada metro, un desnivel de 90 metros, un área bruta de 570 Ha y un área neta de 36.27 Ha correspondientes al módulo 3. Se identifica 61 predios aptos para riego parcelario los cuales varían desde 478 m² hasta 37 299 m², esta actualización de padrón tiene una transformación constante, por lo cual se asigna un código para cada predio.
- El estudio de calidad de agua indica la presencia de sedimentos, por esto se optó por un sistema convencional de sedimentación, mediante la implementación de un desarenador con una longitud desarrollada de 18.22 m con una profundidad de 2.77 m, con un costo de construcción de \$ 23158.64 USD.
- Se proyecta la construcción de un reservorio de 4600 m³ este trabajará 12 horas para almacenamiento y 12 horas para distribución, su costo de construcción es de \$ 357591.85 este valor debe ser distribuido para los cinco módulos que conforman la comunidad de Chingazo Alto es decir que cada módulo debe aportar un total de \$ 71518.37 USD.
- El diseño hidráulico esta dado en base al diseño agronómico que tiene un caudal ficticio continuo de 0.35 Ls⁻¹Ha⁻¹, para 36.27 Ha, subdividiendo el área en 28 submódulos, estableciendo un turno de 3 horas para cada lote en un período de 7 días. Tenemos una demanda de 25.38 Ls⁻¹ para 24 horas y de acuerdo a los datos entregados por HGADPCH la oferta de caudal es de 34.75 Ls⁻¹, esto garantiza la cantidad suficiente del recurso hídrico.
- Las redes de conducción, distribución e interior de parcela son de PVC, con velocidades máximas de 2.5 ms⁻¹ y velocidades mínimas de 0.5 ms⁻¹, garantizando presiones dinámicas menores a 63 m.c.a. para un equilibrio costo beneficio, con una longitud total de 10.11 km para las 61 parcelas, con los siguientes diámetros de tubería: 160, 110, 90, 63, 50, 40 y 32 mm. estas redes incluidas las obras de arte tienen un costo de construcción de \$ 123710.47 USD.
- Se establece un presupuesto total de \$ 504460.96 QUINIENTOS CUATRO MIL CUATROCIENTOS SESENTA DÓLARES, 96/100 CENTAVOS, los cuales contemplan: Desarenador, reservorio, conducción, distribución, obras de arte y riego parcelario, con un porcentaje de indirectos de 20%. Considerando que el reservorio sirve para las 5 zonas de riego la inversión por hectárea es de \$ 6021.16 USD ubicándose bajo el umbral de priorización del estado para proyectos de riego.

RECOMENDACIONES

- La junta de regantes deberá recopilar la información correspondiente a los 5 módulos para lograr así contar con un documento consolidado de toda la comunidad de Chingazo Alto.
- Este proyecto entrega las herramientas necesarias para que la junta de regantes inicie el proceso para la búsqueda de recursos económicos para la ejecución de obra civil, en donde la gestión de los beneficiarios es primordial.
- Uno de los requisitos primordiales previo a la ejecución del proyecto es la obtención del permiso ambiental, por lo cual se recomienda a los beneficiarios iniciar este proceso que es propio de la construcción.
- Durante el proceso constructivo los beneficiarios deberán realizar el acompañamiento necesario a la empresa constructora, esto con el fin de tener conocimiento de causa de los materiales utilizados, métodos constructivos y ubicación de infraestructura para que al finalizar la construcción puedan generar con ayuda del HGADPCH un manual de operación y mantenimiento con lo cual se garantiza el correcto funcionamiento del sistema.
- Se recomienda a los usuarios del sistema de riego implementar políticas que se encuentren amparadas bajo la Junta General del Chambo Guano, con las cuales se puedan evitar el mal uso del recurso hídrico y se pueda garantizar la generación de recursos económicos para mantenimiento y operación.
- Se recomienda a los usuarios del sistema garantizar el uso de emisores, turnos y horarios establecidos en del diseño hidráulico.

GLOSARIO

ACI. American Concrete Institute.

Aforo. Determinación de caudal en un curso de agua

ARCA. Agencia de Regulación y Control del Agua.

ASTM. American Society for Testing and Materials, normas.

Conducción. Conjunto de tuberías empleadas para el transporte de agua.

Dwg. Archivo abreviatura DraWinG es un formato de archivo de software Civil CAD.

FAO. Food and Agriculture Organization, agencia de las Naciones Unidas que lidera el esfuerzo internacional par poner fin al hambre.

GADMG. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Guano.

GNSS. Global Navigation Satellite System, sistema global de navegación por satélite.

GSD. Ground Sample Distance, distancia entre dos centros de pixeles consecutivos medidos sobre el terreno, a mayor valor menor resolución de imagen espacial.

Hidrante de riego. Sistema de válvula integrada diseñado para asegurar la apertura y cierre del suministro de agua. INEC. Instituto Nacional de Estadística y Censos.

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.

PVC. Policloruro de vinilo, material de tuberías.

REGME. Red GNSS de Monitoreo Continuo del Ecuador.

SENAGUA. Secretaría Nacional del Agua, actualmente Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica.

SHAPE. Formato que almacena información geométrica d elemento de una capa en formato vectorial.

SPT Ensayo de penetración estándar, permite identificar tipo de suelo y definir estratigrafía.

SUIA. Sistema Único de Información Ambiental

TBC. Trimble Business Center.

UTM. Universal Transverse Mercator, sistema de coordenadas.

WG84. World Geodetic System 1984. Sistema de coordenadas geográficas de carácter global

BIBLIOGRAFÍA

- ÁNGELES, M. 2020.** «Diseño agronómico de sistemas de riego presurizado (aspersión, microaspersión y goteo)». Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México.
- BANCO MUNDIAL. 2021.** «En Ecuador, el riego tecnificado equivale a cultivos más sostenibles y mejor alimentación».
- CAF. 2017.** «La paradoja de la escasez de agua en América Latina». Banco de desarrollo de América Latina y el Caribe.
- CARRAZÓN, JULIÁN. 2007.** Manual práctico para el diseño de sistemas de miniriego. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Honduras.
- CIRAD. 2002.** Memento de I agronome,. París: Ministere des Affaires étrangères.
- CNA. 2007.** Manul de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Obras de Toma. Mexico:
- COMISION NACIONAL DEL AGUA.** Secretaria de medio ambiente y recursos naturales.
- CONSTITUCIÓN. 2008.** Constitución de la República del Ecuador 2008. Quito, Ecuador.
- CUADRADO, SANTIAGO. 2017.** Diseños definitivos de la conducción principal del proyecto del sistema Chambo-Guano Fase II. Información general del proyecto. Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- DGIAR. 2014.** Manual N°1 Organización de usuarios de agua con fines agrarios. Lima, Perú: Dirección General de Infraestructura Agraria y Riego.
- FAO. 2017.** «LA ESTRATEGIA DE LA FAO SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO». Organización de las Naciones Unidas para la Alimentacion y la Agricultura 52.
- FERRER, POLO, Y TORRECILLAS SECO. 2005.** Tratamiento físicos y químicos de aguas residuales. España: Universidad Politécnica de Valencia.
- GÁMEZ, WILLIAM. 2015.** Texto Básico autoformativo de topografía general. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria, Facultad de recursos naturales y del Ambiente.
- GÓMEZ, RAFAEL, CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y PESCA JUNTA ANDALUCÍA, Y RIEGO POR ASPERCIÓN. 2010.** Manuel de Riego para Agricultores Modulo 3. Riego por aspersión. Sevilla, España: Instituto de Investigación y Formación Agraria Pesquera. Consejería de Agricultura y Pesca.
- HEAD, K. 1992.** Manual de pruebas de laboratoio de Suelos. Vol. 2. London.
- INEC. 2020.** «Información Agroambiental y Tecnificación Agropecuaria Módulo ESPAC». 10.
- MONDRAGON, DIANA. 2017.** Formulación y Evaluación de Proyectos. 1.a ed. Bogota, Colombia: Fundación Universitaria del área Andina.

- MORALES, ROCÍO, GRACIELA RUIZ, Y ALEJO SERGIO. 2021.** «Impacto de automatizaci[on de riego: Caso de estudio». Universidad de Guanajuato 10. doi: <https://doi.org/10.13053/cys-24-2-3412>.
- OMS. 1989.** Directrices sanitarias sobre el uso de aguas residuales en agricultura y acuicultura. Organización Mundial de la Salud.
- ONU. 2018.** La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- OPS, OMS, Y CEPS. 2005.** Guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores. Lima, Perú: Organización Panamericana de la Salud, Organización mundial de la Salud, Centro Panamericano de Ingeniería sanitaria y ciencia.
- PÉREZ, RAFAEL. 2010.** Instalaciones hidrosanitarias. 6.a ed. Bogota: ECO Ediciones.
- PÉREZ, RAFAEL. 2013.** diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras. primera. Bogota, Colombia: ECO Ediciones.
- RIDELL, R., Y P. HIDALGO. 2018.** Diseño Estructural. 6a . Ed. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- SGR, MIDUVI, PNUD, Y ECHO. 2016.** Guía práctica para la ejecución de estudios geotécnicos y trabajos de cimentación de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015. Primera. Quito, Ecuador: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.
- TUN-DZUL, J., RAMIREZ-JARAMILLO, SÁNCHEZ-COHEN, LOMAS-BARRIÉ, Y CANO-GONZÁLEZ. 2011.** «Diagnóstico y evaluación de sistemas de riego en el distrito 048 Ticul Yucatá». Mex. Cient. Agric 18.
- VALERIO, O. 2011.** «Ensayos triaxiales para suelos. Métodos y materiales. Universidad de Costa Rica». P. 23 en. Costa Rica.
- VINELLI, CARLA D. SANDOVAL. 2016.** «ESTRATEGIA NACIONAL DE CALIDAD DEL AGUA». 97.

ANEXOS

ANEXO A. ANÁLISIS DE AGUA

ANEXO B. ENSAYO SPT

ANEXO C. ENSAYO TRIAXIAL

ANEXO D. DISEÑO HIDRÁULICO

ANEXO E. PLANOS

ANEXO F. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ANEXO G. PRESUPUESTO

ANEXO H. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL

REVISIÓN DE RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 02 / 02 / 2024

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: <i>Bolivar Santiago Cuadrado Aguayo</i>
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
<i>Instituto de Posgrado y Educación Continua</i>
Título a optar: <i>Magíster en Riegos con mención en Riego Parcelario</i>
f. Analista de Biblioteca responsable: Lic. Luis Caminos Vargas Mgs.



Firmado electrónicamente por:
LUIS ALBERTO
CAMINOS VARGAS



0007-DBRA-UPT-DP-2024