



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**Diseño agronómico de un sistema de riego parcelario para el Proyecto Chambo – Guano, Fase II, para la comunidad Chingazos, Módulo 3, cantón Guano**

**EDGAR FERNANDO OLEAS BASANTES**

**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**

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR**

Yo, Edgar Fernando Oleas Basantes, 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.



---

Edgar Fernando Oleas Basantes

C.I.: 0603827809

© 2024, Edgar Fernando Oleas Basantes

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 DEL TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE:

**El Trabajo de Titulación modalidad Tesis**, titulado: Diseño agronómico de un sistema de riego parcelario para el Proyecto Chambo – Guano, Fase II, para la comunidad Chingazos, Módulo 3, cantón Guano, de responsabilidad del señor Edgar Fernando Oleas Basantes, 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. José Vicente Trujillo Villacis, M. Sc.  
**DIRECTOR**



Firmado electrónicamente por:  
JOSE VICENTE  
TRUJILLO VILLACIS

---

Ing. Edmundo Danilo Guilcapi Pacheco, Mgtr.  
**MIEMBRO**



Firmado electrónicamente por:  
EDMUNDO DANILLO  
GUILCAPI PACHECO

---

Ing. Karla Milena González Valdez, M. Sc.  
**MIEMBRO**



Firmado electrónicamente por:  
KARLA MILENA  
GONZALEZ VALDEZ

---

Riobamba, febrero de 2024

## **DEDICATORIA**

Este trabajo lo dedico a Dios por ser el guía constante de mi vida, y acompañarme siempre permitiéndome alcanzar este logro muy importante. A mis padres Mariana y Fidel (+) que, con su amor, comprensión y consejos, me han dado todo lo que soy como persona, principios, valores que me han permitido conseguir los objetivos propuestos.

Finalmente, a todos mis amigos y compañeros.

Edgar Fernando Oleas Basantes

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a toda mi familia por el apoyo brindado, y siempre buscar mi bienestar. A mis tutores y demás docentes quienes se convirtieron en guías en el desarrollo de la tesis brindándome su tiempo, apoyo, confianza, conocimiento y experiencia. A mis compañeros por brindarme su amistad y conocimientos que permitieron tener un ambiente de estudio muy agradable. A la Comunidad Chingazo Alto por el apoyo brindado en la fase de campo.

Edgar Fernando Oleas Basantes

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN .....	xiii
SUMMARY .....	xiv

### CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.1.1. Situación actual del problema .....	1
1.1.2. Formulación del problema.....	3
1.2. Justificación.....	3
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. General.....	4
1.3.2. Específicos.....	4
1.4. Hipótesis .....	4
1.4.1. Alterna.....	4
1.4.2. Nula.....	4

### CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. Social.....	5
2.1.1. Líneas base.....	5
2.1.2. Economía .....	6
2.2. Cultivos.....	6
2.2.1. Factor de cultivo (kc).....	6
2.2.2. Patrón de distribución de raíces .....	6
2.2.3. Patrón de cultivos.....	7
2.2.4. Productividad .....	7
2.3. Suelo.....	7
2.3.1. Curvas de retención de humedad en el suelo (CRH).....	7
2.3.2. Capacidad de campo (CC).....	7
2.3.3. Punto de marchitez permanente (PMP) .....	8
2.3.4. Densidad aparente (Da).....	8
2.3.5. Infiltración .....	8
2.3.6. Disponibilidad total de agua en el suelo (DTA).....	9

2.3.7. <i>Lamina neta (Ln)</i> .....	9
2.3.8. <i>Análisis de suelo</i> .....	9
2.4. <b>Clima</b> .....	9
2.4.1. <i>Necesidades netas (Nn)</i> .....	9
2.4.2. <i>Necesidades máximas de riego (Evapotranspiración)</i> .....	10
2.4.3. <i>Evapotranspiración potencial (ETP)</i> .....	10
2.4.4. <i>Evapotranspiración real o actual (ETR)</i> .....	10
2.5. <b>Identificación de variables</b> .....	10
2.6. <b>Operacionalización de variables</b> .....	11
2.7. <b>Matriz de consistencia</b> .....	13

### CAPÍTULO III

3. <b>METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	14
3.1. <b>Características del área en estudio</b> .....	14
3.1.1. <i>Ubicación política</i> .....	14
3.1.2. <i>Ubicación geográfica Chingazos San Jacinto</i> .....	14
3.1.3. <i>Ubicación ecológica Chingazos San Jacinto</i> .....	14
3.1.4. <i>Ubicación del módulo 3 a las estaciones meteorológicas</i> .....	14
3.1.5. <i>Zonificación del módulo 3 de acuerdo a la altitud</i> .....	15
3.2. <b>Materiales</b> .....	15
3.2.1. <i>Material y equipo para evaluaciones en campo</i> .....	15
3.3. <b>Métodos</b> .....	18
3.3.1. <i>Información de línea base en la implementación de un estudio agronómico</i> .....	18
3.3.2. <i>Estudio agronómico</i> .....	19
3.3.3. <i>Estudio social</i> .....	26
3.3.4. <i>Diseño hidráulico parcelario</i> .....	26
3.3.5. <i>Análisis socio – económico con y sin proyecto</i> .....	27

### CAPÍTULO IV

4. <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	28
4.1. <b>Información de línea base en la implementación de un estudio agronómico</b> .....	28
4.1.1. <i>Topografía</i> .....	28
4.1.2. <i>Sectorización del proyecto</i> .....	30
4.2. <b>Estudio agronómico</b> .....	31
4.2.1. <i>Características físicas del suelo</i> .....	31

4.2.2. <i>Uso consuntivo</i> .....	35
4.2.3. <i>Cálculo de requerimientos de riego</i> .....	41
4.2.4. <i>Selección del cultivo</i> .....	44
4.2.5. <i>Método de riego</i> .....	45
4.2.6. <i>Diseño de riego a nivel modular</i> .....	46
4.3. <b>Estudio social</b> .....	47
4.3.1. <i>Población</i> .....	47
4.3.2. <i>Actividades económicas y fuentes de ingreso</i> .....	47
4.3.3. <i>Emigración</i> .....	48
4.3.4. <i>Hábitat, agua consumo, luz eléctrica y alcantarillado</i> .....	49
4.4. <b>Diseño hidráulico parcelario</b> .....	49
4.5. <b>Análisis socio-económico con y sin proyecto</b> .....	49
4.5.1. <i>Unidades productivas agropecuarias (UPA´s)</i> .....	49
4.5.2. <i>Rendimiento y volúmenes de producción</i> .....	50
4.5.3. <i>Costos variables en el módulo 3</i> .....	51
4.5.4. <i>Determinación del beneficio neto</i> .....	52
4.6. <b>Presupuesto del diseño hidráulico</b> .....	53

## **CAPÍTULO V**

5. <b>PROPUESTA</b> .....	56
5.1. <b>Evaluación económica y financiera del proyecto</b> .....	56
5.2. <b>Indicadores financieros</b> .....	56

<b>CONCLUSIONES</b> .....	58
---------------------------	----

<b>RECOMENDACIONES</b> .....	59
------------------------------	----

## **GLOSARIO**

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b> Características y propiedades de los suelos de la cuenca en función de textura .....	8
<b>Tabla 2-2:</b> Variable independientes.....	11
<b>Tabla 3-2:</b> Variable dependientes.....	12
<b>Tabla 4-2:</b> Matriz de consistencia del estudio en el módulo 3 .....	13
<b>Tabla 1-3:</b> Distancia de las estaciones meteorológicas al módulo 3 .....	14
<b>Tabla 2-3:</b> Zonas de distribución del módulo 3 .....	15
<b>Tabla 1-4:</b> Determinación de capacidad de campo y punto de marchitez permanente.....	31
<b>Tabla 2-4:</b> Densidad aparente.....	32
<b>Tabla 3-4:</b> Determinación lámina neta y lámina bruta.....	32
<b>Tabla 4-4:</b> Velocidad de infiltración.....	34
<b>Tabla 5-4:</b> Datos catalogo mini woobler boquilla # 6.....	45
<b>Tabla 6-4:</b> Volumen de producción sin proyecto.....	50
<b>Tabla 7-4:</b> Volumen de producción con proyecto .....	50
<b>Tabla 8-4:</b> Costos variables sin proyecto.....	51
<b>Tabla 9-4:</b> Costos variables con proyecto.....	52
<b>Tabla 10-4:</b> Beneficio neto sin proyecto .....	52
<b>Tabla 11-4:</b> Beneficio neto con proyecto .....	53
<b>Tabla 12-4:</b> Presupuesto del diseño hidráulico .....	54
<b>Tabla 1-5:</b> Flujo de caja proyectado .....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-3.</b> Mapa de ubicación del proyecto de riegos los Chingazos.....	16
<b>Figura 2-3.</b> Zonas de estudio y puntos de toma de muestra módulo 3 .....	17
<b>Figura 1-4.</b> Uso de suelo módulo 3 .....	28
<b>Figura 2-4.</b> Curvas de nivel en el módulo 3 .....	29
<b>Figura 3-4.</b> Sectores de todo el proyecto .....	30
<b>Figura 4-4.</b> Curvas de retención de humedad en el módulo 3.....	33
<b>Figura 5-4.</b> Velocidad de infiltración .....	34
<b>Figura 6-4.</b> Evapotranspiración potencial en la zona de estudio.....	35
<b>Figura 7-4.</b> Precipitación probable al 60% .....	36
<b>Figura 8-4.</b> Patrón de cultivos en la zona del ensayo.....	37
<b>Figura 9-4.</b> Patrón de cultivos en la zona del ensayo.....	38
<b>Figura 10-4.</b> Coeficiente de cultivos de ciclo corto .....	39
<b>Figura 11-4.</b> Coeficiente de cultivos perennes .....	39
<b>Figura 12-4.</b> Evapotranspiración real en los cultivos de ciclo corto .....	40
<b>Figura 13-4.</b> Evapotranspiración real en los cultivos perennes.....	40
<b>Figura 14-4.</b> Balance hídrico cultivos de ciclo corto .....	41
<b>Figura 15-4.</b> Balance hídrico en los cultivos perennes .....	42
<b>Figura 16-4.</b> Necesidades netas en el módulo 3 .....	42
<b>Figura 17-4.</b> Necesidades totales en el módulo 3 .....	43
<b>Figura 18-4.</b> Caudal ficticio continuo.....	44
<b>Figura 19-4.</b> Modelación del marco de implementación en WinnSipp3.....	46
<b>Figura 20-4.</b> Distribución de la población en el módulo 3.....	47
<b>Figura 21-4.</b> Principales actividades económicas en el módulo 3.....	48
<b>Figura 22-4.</b> Rangos de salarios en Chingazos San Jacinto .....	48
<b>Figura 23-4.</b> Motivo de salida de Chingazos San Jacinto .....	49

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** DISEÑO DEFINITIVO DE LA CONDUCCIÓN PRINCIPAL

**ANEXO B:** USO DE SUELO EN EL MÓDULO 3

**ANEXO C:** SECTORIZACIÓN DEL PROYECTO

**ANEXO D:** EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL EN LA ESTACIÓN LOS PUNGALES

**ANEXO E:** EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL RIOBAMBA-AEROPUERTO

**ANEXO F:** EVAPOTRANSPIRACIÓN INTERPOLACIÓN IDW

**ANEXO G:** PRECIPITACIÓN AL 60% DE PROBABILIDAD EN LA ZONA DE ESTUDIO

**ANEXO H:** PATRÓN DE CULTIVO

**ANEXO I:** CÉDULA DE CULTIVOS

**ANEXO J:** COEFICIENTES DE CULTIVO EN LA ZONA DE ESTUDIO

**ANEXO K:** EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL (ETR)

**ANEXO L:** BALANCE HÍDRICO MAÍZ

**ANEXO M:** BALANCE HÍDRICO CHOCHO

**ANEXO N:** BALANCE HÍDRICO FRESA

**ANEXO O:** BALANCE HÍDRICO ALFALFA

**ANEXO P:** BALANCE HÍDRICO LIMÓN

**ANEXO Q:** BALANCE HÍDRICO MORA

**ANEXO R:** BALANCE HÍDRICO TUNA

**ANEXO S:** BALANCE HÍDRICO GUARANGO

**ANEXO T:** NECESIDADES NETAS

**ANEXO U:** NECESIDADES TOTALES

**ANEXO V:** CAUDAL FICTICIO CONTINUO

**ANEXO W:** PRECIPITACIÓN HORARIA DEL ASPERSOR

**ANEXO X:** DISEÑO DE RIEGO A NIVEL MODULAR

**ANEXO Y:** COSTO DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA DE MAÍZ

**ANEXO Z:** COSTO DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA DE FRESA

**ANEXO AA:** COSTOS DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA DE LA ALFALFA

**ANEXO BB:** COSTOS DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA DE LIMÓN

**ANEXO CC:** COSTOS DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA DE MORA

**ANEXO DD:** COSTOS DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA DE TUNA

**ANEXO EE:** COSTOS DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA DE GUARANGO

**ANEXO FF:** COSTOS DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA DEL CHOCHO

## RESUMEN

El objetivo fue elaborar el diseño agronómico de un sistema de riego parcelario para el proyecto Chambo – Guano Fase II, para la comunidad Chingazos Alto, módulo 3 cantón Guano, se partió generando información de línea base en la que se caracterizó las propiedades físicas del suelo determinando una textura arena franca, capacidad de campo de 8.52%, punto de marchitez permanente 4.46%, densidad aparente de 1.42 gcm<sup>-3</sup>, velocidad de infiltración de 86.76 mmh<sup>-1</sup>. Se determinó una lámina neta de 36.36 mm, una lámina bruta de reposición de 21.39 mm con un umbral de riego del 50%. La Evapotranspiración potencial promedio interpolada es de 109.86 mmmes<sup>-1</sup>, la precipitación probable al 60% interpolada es de 26.01 mmmes<sup>-1</sup>. El patrón de cultivos determinó ocho cultivos clasificados ciclo corto (maíz, chocho) y perennes (fresa, alfalfa, limón, mora, tuna, guarango). El coeficiente de cultivo de ciclo corto, en el maíz fue de 1.04 y 1.05 para chocho, mientras que los cultivos perennes presentan un Kc de 1.06. La mayor necesidad neta ponderada se presentó en enero 2.58 mmdia<sup>-1</sup>. El método de riego seleccionado fue mini aspersión (85%). El grupo etario predominante está en el rango de edad de 41-50 años, el 51.3% trabajan por su cuenta propia, el 85% de los habitantes tienen casa. El agua de consumo humano proviene en un 80% del agua entubada, mientras que el 20% restante proviene de pozo, el 71% de personas dispone de luz, el 70% dispone de pozo séptico. El cultivo de limón presentó el mayor beneficio neto en los dos escenarios, sin proyecto 11692.63 USD, con proyecto de 311042.48 USD. El diseño agronómico determinó una superficie regada por turno de 1.30 ha turno<sup>-1</sup>, una irrigación de 5.18 ha día<sup>-1</sup>, el sistema va operar 12 h día<sup>-1</sup>, se mantendrá 4 turnos en el día, el tiempo de riego por turno es de 3 h turno<sup>-1</sup>, con una frecuencia de riego de cada 7 días, el caudal modular es 25.5 ls<sup>-1</sup>. Se concluyó un área de estudio de 36.27 ha netas bajo riego, las familias presentan un grado de pobreza considerable debido a la precaria atención en la demanda de servicios básicos. La limitante de desarrollo es la falta de acceso al riego, así como la ausencia de diseños, el caudal disponible es de 34.80 Ls<sup>-1</sup> garantizando el desarrollo eficiente del proyecto. Se recomienda utilizar e incluir dentro de la cartera de proyectos el estudio realizado debido a la rentabilidad expuesta en un periodo de 10 años.

**Palabras clave:** <DISEÑO AGRONÓMICO>, <RIEGO>, <SOCIOECONÓMICAS>, <PATRÓN DE CULTIVOS>, <CAUDAL FICTICIO CONTINUO>.



Firmado electrónicamente por:  
**LUIS ALBERTO  
CAMINOS VARGAS**



0163-DBRA-UPT-IPEC-2023

27-11-2023

## SUMMARY

The objective was to elaborate the agronomic design of a parcel irrigation system for the Chambo - Guano Phase II project, for the Chingazos Alto community, module 3 canton Guano, it started by generating a baseline of information in which the physical properties of the soil were characterized, determining a loamy sand texture, field capacity of 8.52%, permanent wilting point 4.46%, bulk density of 1.42 gcm<sup>-3</sup>, infiltration rate of 86.76 mmh<sup>-1</sup>. The net irrigation lamina was determined to be 36.36 mm, a gross replenishment lamina of 21.39 mm with an irrigation threshold of 50%. The average interpolated potential evapotranspiration is 109.86 mmmes<sup>-1</sup>, the probable precipitation at 60% interpolated is 26.01 mmmes<sup>-1</sup>. The crop pattern determined eight crops classified as short-cycle (corn, chocho) and perennial (strawberry, alfalfa, lemon, blackberry, prickly pear, guarango). The short-cycle crop coefficient for corn was 1.04 and 1.05 for chocho, while perennial crops had a Kc of 1.06. The highest weighted net requirement was 2.58 mmdia<sup>-1</sup> in January. The selected irrigation method was mini-sprinkler (85%). The predominant age group is in the range of 41-50 years, 51.3% are self-employed, 85% of the inhabitants have a house. The water for human consumption comes in 80% from piped water, while the remaining 20% comes from wells, 71% of people have electricity, 70% have septic tank. The lemon crop presented the highest net benefit in the two scenarios, without project 11692.63 USD, with project 311042.48 USD. The agronomic design determined the irrigated area per shift of 1.30 ha shift<sup>-1</sup>, an irrigation of 5.18 ha day<sup>-1</sup>, the system will operate 12 h day<sup>-1</sup>, 4 shifts per day will be maintained, the irrigation time per shift is 3 h shift<sup>-1</sup>, with an irrigation frequency of every 7 days, the modular flow rate is 25.5 ls<sup>-1</sup>. A study area of 36.27 net hectares under irrigation was concluded, the families present a considerable degree of poverty due to the precarious attention in the demand for basic services. The development limitations are the lack of access to irrigation, as well as the absence of designs, the amount of water available is 34.80 Ls<sup>-1</sup> guaranteeing the efficient development of the project. It is recommended that the study conducted should be used and included in the project portfolio due to its profitability over a 10-year period.

**Key words:** <AGRONOMIC DESIGN>, <IRRIGATION>, <SOCIOECONOMICS>, <CROP PATTERN>, <CULTURAL PATTERN>, <CONTINUOUS FICTITIOUS FLOW>.

## **CAPÍTULO I**

### **1. INTRODUCCIÓN**

#### **1.1. Planteamiento del problema**

El sistema de riego Chambo - Guano - Los Chingazos, beneficia a 600 habitantes que viven en Chingazos Alto (GADMG, 2019), quienes durante los últimos 50 años se han visto obligados a practicar una agricultura de secano por la falta de acceso al agua de riego, al no contar con un estudio agronómico que permita beneficiarse de este servicio. Como resultado existe 1200 ha de terreno improductivas, solo 8 personas (1.3%) compran tanqueros de agua de una capacidad de 13 m<sup>3</sup> para cultivar la mora; por todos estos factores el costo de producción mensual es de US\$ 190, mismo que es alto para la economía local (Vásquez, 2016). Por ello, contar con un sistema de riego ayudaría a mejorar los sistemas de producción agronómica de esta zona.

Los agricultores indican que los factores que han ocasionado esta problemática son:

- Ausencia de apoyo institucional (Instituciones limitadas en presupuesto).
- Falta de gestión de los directivos (Ausencia de organización de los directivos).
- Falta de redistribución de derechos (Acceso al agua).
- Ausencia de estructura civil de conducción y distribución de agua.

##### ***1.1.1. Situación actual del problema***

La demanda de agua supera el crecimiento demográfico, la mitad de la población mundial sufre escasez de agua. Se estima que en los últimos 100 años se ha perdido entre 50 y 70% de humedales naturales en todo el mundo (ONU, 2019). La agricultura representa el 70% de las extracciones mundiales de agua dulce y más del 90% de uso consuntivo (evapotranspiración de las tierras agrícolas de regadío). Los recursos hídricos, tanto en términos de cantidad como de calidad, están afectados por las actividades humanas, en particular: agricultura, cambios de uso del suelo, construcción, gestión de embalses y tratamiento de aguas de desecho (Bates, 2008). Además, los agricultores sufren un impacto directo en la disponibilidad de agua por el cambio climático (Graziano, 2021).

La agricultura de regadío es responsable del 40% de la producción total de alimentos a nivel mundial, utiliza solo el 18% de la tierra cultivable del mundo. Al ser una actividad económica de alto consumo de recursos hídricos es necesario producir más con menos agua (eficiente), se debe

aplicar medidas que eviten pérdidas y reduzcan la cantidad de agua utilizada, prestando atención a la adecuada operación, mantenimiento de la infraestructura de riego y a las necesidades de los cultivos (Diseño agronómico) (Olvera, 2014).

El diseño agronómico es el conjunto de datos y propuestas referidos al manejo del agua en la agricultura, considera suelo, clima, cultivo y calidad de las aguas disponibles, así como las ventajas, limitaciones y adaptabilidad de los diferentes métodos de riego (gravedad, aspersión, goteo), con el fin de garantizar un uso óptimo de las aguas, que permita la máxima producción y retorno económico sin degradar el recurso suelo (Villafañe, 1998). Por ejemplo, la producción de maíz bajo diferentes regímenes de riego complementario en Río Cuarto, Córdoba, Argentina, obtuvo una producción de grano  $16158 \text{ kg ha}^{-1}$  en el tratamiento que se dotó de riego durante todo el ciclo, llevando la humedad a capacidad de campo y realizando la reposición al consumirse una lámina neta de 30 mm, mientras que el tratamiento testigo presentó el menor rendimiento con  $9054 \text{ kg ha}^{-1}$  (Rivetti, 2006).

Con respecto a Ecuador, el país cuenta con un volumen total de recursos hídricos aproximados de  $375 \text{ km}^3$ . El consumo de agua en los últimos diez años fue de  $15.80 \text{ km}^3$ , desagregado en:  $1.48 \text{ km}^3$  consumo doméstico (9.4%);  $13 \text{ km}^3$  por consumo agrícola (82.6%) y  $1.27 \text{ km}^3$  por consumo de agua para la producción industrial (8.0%). El riego consume cerca del 80% del agua disponible a pesar de que solo el 30% del área cultivable del país está bajo riego, y del volumen de agua que se destina para riego se estima que el 25% se pierde por fugas en las diferentes obras de infraestructura hidráulica que componen estos sistemas, desde su captación hasta la distribución en cabecera de parcela (Holger, 2019).

En la provincia de Chimborazo por la variedad geográfica y climática hace posible la producción agrícola y pecuaria, existe una superficie global de cultivos de  $151.106,66 \text{ ha}$ , de los cuales el 55,65% corresponde a pastos; el 22,88% a papa, maíz y fréjol; el 16,63% a cebada, quinua, chocho, haba, trigo, alfalfa y el resto de productos registran superficies inferiores al 1%. (Carrillo, 2021). La agricultura de Chimborazo no ha quedado exenta de los problemas de exclusión de uso de la tierra agrícola, pérdida y deterioro de suelos por inserción de prácticas agrícolas no apropiadas, disminución y falta de acceso al agua de riego, así como de la presión a las familias indígenas y campesinas en realizar agricultura en páramos y laderas. En el año 2000, el Censo Agropecuario muestra el predominio de la propiedad individual, sobre las otras formas de propiedad de la tierra. Así el 72.26 % de la superficie agrícola de la provincia de Chimborazo es propiedad privada; el 11.72% es de propiedad comunal (Logroño, 2020). La provincia en la actualidad cuenta con 1.124 sistemas de riego, los cuales riegan aproximadamente  $50.000 \text{ ha}$ . De estos sistemas 4 corresponde a los sistemas estatales, con áreas de riego superiores a  $1.000 \text{ ha}$ ,

estos fueron construidos hace muchos años, en ellos se continúa aplicando metodologías de riego por gravedad, a excepción del sistema de riego Quimiag, en el que se realiza riego por aspersión, con algunas limitantes (PDOT, 2011). La implementación de tecnologías en el sector agropecuario está por debajo de las tendencias regionales y nacionales, y la tecnificación de los sistemas de riego en la provincia se identifican como un tema importante para mejorar la situación de este sector (Carrasco, 2011).

La comunidad de Chingazo Alto ubicada al sur oriente de la ciudad de Guano en la parroquia La Matriz, cantón Guano, provincia de Chimborazo. Tiene una población de 600 habitantes, ciento veinte familias (120). La actividad económica que realizan es la explotación de la cabuya, cultivo de frutales (capulí, durazno) y en la actualidad la confección textil. Los frutales han sufrido un envejecimiento y abandono, debido a la falta de lluvias y agua de riego (MAGAP, 2014). Las cifras económicas del sector económico productivo en el cantón demuestran que existe un decaimiento de la actividad agropecuaria y es precisamente porque existe un éxodo de personas a las grandes ciudades principalmente Riobamba, Quito y Guayaquil; evidenciándose el abandono de tierras con vocación productiva, dicho evento se produce especialmente cuando no se brinda la infraestructura necesaria para la producción (PDOT, 2011).

### ***1.1.2. Formulación del problema***

Se plantea la siguiente interrogante. ¿Para superar la falta de agua en el módulo 3 de la comunidad Chingazos alto, y acceder al proyecto de riego Chambo - Guano - fase II, es necesario contar con un diseño agronómico?

## **1.2. Justificación**

La falta de agua en el módulo 3 obliga a practicar una agricultura de secano, como consecuencia existen terrenos abandonados. Para acceder al agua de riego en la parroquia La Matriz, sector Chingazos Alto, se realizó el diseño agronómico que cubre las necesidades de los cultivos a implantar y garantice el funcionamiento del proyecto en base al caudal disponible y limitaciones existentes. Se buscará manejar, conservar, ser eficiente y amigable con el medio ambiente. Se beneficiará agricultores y familiares al habilitar zonas de producción agrícola y mejorar la economía de los usuarios del sistema debido a que en la actualidad no disponen del servicio. El estudio permitirá buscar financiamiento para su posterior ejecución y construcción.

### **1.3. Objetivos**

#### ***1.3.1. General***

Elaborar el diseño agronómico de un sistema de riego parcelario para el proyecto Chambo – Guano Fase II, para la comunidad Chingazos Alto, módulo 3 cantón Guano.

#### ***1.3.2. Específicos***

- Generar información de línea base en la implementación de un estudio agronómico.
- Elaborar un estudio agronómico para el proyecto Chambo Guano, fase II, para la comunidad Chingazos, módulo 3, cantón Guano.
- Realizar un análisis socio - económico de los productos del módulo 3, con y sin proyecto.

### **1.4. Hipótesis**

#### ***1.4.1. Alterna***

La elaboración del diseño agronómico de un sistema de riego parcelario para el proyecto Chambo Guano, Fase II, para la comunidad Chingazos Alto, módulo 3, beneficiará a sus habitantes.

#### ***1.4.2. Nula***

La elaboración del diseño agronómico de un sistema de riego parcelario para el proyecto Chambo Guano, Fase II, para la comunidad Chingazos Alto, módulo 3, no beneficiará a sus habitantes.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

El diseño agronómico debe cubrir actividades de recabación de información, descripción de la situación actual, análisis por separado y en conjunto de la información de suelo, agua, clima, cultivos, tecnologías de riego y toma de decisiones en la que se plantean distintas propuestas que surjan del análisis de la información. Aquí es sumamente importante considerar las sugerencias y preferencias que tenga el agricultor. Para lo cual es necesario los componentes que a continuación se detallan.

#### 2.1. Social

Es importante mejorar el nivel de vida de los usuarios, la presencia del agua como un factor de producción da un valor agregado al recurso tierra, y si a este se suma el recurso trabajo, las condiciones no pueden ser desfavorables; se pueden interpretar como aspectos dinamizadores de la calidad de vida para los productores (Quintero, 2000).

Los beneficios sociales (Incremento de la producción agrícola, disminución de costos de producción y mejora de la calidad de los productos) de un proyecto de riego permiten a los pobladores incrementar su nivel de bienestar producto de la implementación (Chávez, 2012).

##### 2.1.1. Líneas base

Indica la situación problemática, arroja datos específicos y profundos de la realidad, por medio de indicadores cuantificados que sirven de referente para las evaluaciones. Se concentra en una porción específica de la población a la cual el proyecto está orientado, se enfoca en los impactos y efectos reflejados en la situación y las personas. Constituida por tres etapas: preparatoria, recolección de información en campo y analítica (OBSICA, 2014).

**Encuesta:** Técnica de investigación que recolecta información, contiene una serie de preguntas junto con las posibles respuestas o preguntas abiertas para que el encuestado conteste con sus propias palabras (QUESTIONPRO, 2022).

### **2.1.2. Economía**

Impulsar una economía endógena para el Buen Vivir, sostenible y territorialmente equilibrada, que propenda a la garantía de derechos y a la transformación, diversificación y especialización productiva a partir del fomento a las diversas formas de producción (SEMPLADES, 2017).

## **2.2. Cultivos**

El agua es un factor determinante en la productividad, hay etapas fenológicas en el desarrollo de un cultivo, en donde el efecto perjudicial de un estrés hídrico es mayor. Dichos estados corresponden a una fase de activo crecimiento o división celular donde, en un breve período de tiempo, ocurren grandes cambios de tamaño en algún componente de producción de la planta. Investigaciones confirman que la falta de humedad en el suelo sobre el rendimiento final de los cultivos, depende del estado fonológico de la planta al momento del déficit hídrico (Moreno, 2009).

### **2.2.1. Factor de cultivo (kc)**

Indica el grado de desarrollo o cobertura de un cultivo del cual se requiere saber el consumo de agua, varía en función del estado de desarrollo. Depende de las características anatómicas, morfológicas y fisiológicas del cultivo. La variación del kc a lo largo del crecimiento del cultivo se representada por la curva del coeficiente del cultivo, la cual se construye a partir de tres valores de kc (Inicial, Medio, Final). Puede ser determinado en campo o estimado por la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO, 1995).

### **2.2.2. Patrón de distribución de raíces**

Para efectos de programación del riego, es necesario conocer la profundidad a la cual las raíces extraen agua del suelo. Todo cultivo tiene un determinado patrón de distribución de raíces. Este varía según la edad, las condiciones de humedad a las que ha sido sometido durante su período vegetativo, la naturaleza física del suelo y las características intrínsecas del perfil del suelo. Los suelos de textura gruesa permiten una mayor profundidad de las raíces, frente a los suelos de textura fina. Se considera la profundidad efectiva entre el 70% - 80% de la profundidad total de raíces, en el medio superior de la zona radicular el 70% de humedad es extraída por el cultivo (Vásquez, 2017).

### **2.2.3. Patrón de cultivos**

El patrón de cultivos ayuda en los cálculos de requerimientos de riego considerando el clima, suelo, el uso actual del suelo y el criterio de limitar la superficie dedicada a los productos (Carrazón, 2007).

### **2.2.4. Productividad**

Eficiencia productiva con que es utilizada una unidad de factor o insumo (agua), implica por lo tanto un cociente entre lo producido y lo insumido (MAGAP, 2020). El riego constituye una tecnología que permite no solo aumentar la productividad, sino también disminuir la variación interanual de los rendimientos, estabilizar la producción, pero su uso implica también una responsabilidad en cuanto a la eficiencia de la aplicación (FAO, 2015).

## **2.3. Suelo**

El suelo funciona como soporte físico o reservorio natural de agua para las plantas, es el proveedor de los principales nutrientes necesarios para la producción. El agua en el suelo se halla alojada en los macros y micro poros y adsorbida en las partículas de suelo (Baca, 2021).

### **2.3.1. Curvas de retención de humedad en el suelo (CRH)**

Expresan la relación existente entre el contenido de humedad y su potencial matricial, además reflejan la capacidad del suelo para retener agua en función de la succión; dicha relación depende de los factores relacionados con la porosidad del suelo (Bejar, 2020).

### **2.3.2. Capacidad de campo (CC)**

Máximo nivel de humedad que el suelo puede retener. Los poros grandes contienen tanto aire como agua, mientras que los más pequeños están aún repletos de agua, es el contenido ideal de humedad del suelo para el crecimiento de los cultivos, corresponde a un estado energético del agua en el suelo de aproximadamente 0.33 bares para un suelo pesado (arcilloso) y de 0.10 bares para un suelo de textura gruesa (arenoso) (Carrazo, 2007).

### 2.3.3. Punto de marchitez permanente (PMP)

Contenido de humedad del suelo en el cual la planta manifiesta síntomas de marchitamiento, caída de hojas, escaso desarrollo o fructificación, debido a un flujo muy lento de agua del suelo hacia la planta; y que, en promedio, corresponde a un estado energético de 15 bares cercano a este valor dependiendo del tipo de cultivo (Vásquez, 2017).

### 2.3.4. Densidad aparente (Da)

Se define como la masa del suelo por unidad de volumen. Es una forma de evaluar la resistencia del suelo a la elongación de las raíces. Usado para convertir datos expresados en concentraciones a masa o volumen. Los valores varían según la clase textural (Tabla 1-2) (Taboa, 2008).

**Tabla 1-2:** Características y propiedades de los suelos de la cuenca en función de textura

Textura	Da (gcm-3)	Dr (gcm-3)
Franco arenoso	1.35 - 1.44	2.53 - 2.63
Franco	1.34 - 1.50	2.56 - 2.66
Franco arcilloso limoso	1.35 - 1.49	2.45 - 2.65
Franco limoso	1.24 - 1.54	2.49 - 2.58
Franco arcilloso	1.35 - 1.49	1.74 - 2.78
Franco arcillo arenoso	1.34 - 1.49	2.58 - 2.66
Arcillo limoso	1.24 - 1.46	2.49 - 2.59
Arcilla	1.18 - 1.34	2.54 - 2.64

Fuente: (Ibañez, 2007)

Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.

### 2.3.5. Infiltración

Ingreso de agua en el perfil del suelo, determina la cantidad de agua que penetra en el suelo, la que va a escurrir por el terreno y la pérdida de suelo que puede existir que es el peligro de erosión. La infiltración del suelo depende de su textura, es decir de la proporción de cada uno de los componentes del suelo que son arena, limo y arcilla, además de presencia de materia orgánica, condiciones de laboreo y cultivos anteriores (Demin, 2014).

### **2.3.6. Disponibilidad total de agua en el suelo (DTA)**

También se le conoce como agua útil o intervalo de humedad disponible. Es la diferencia entre las láminas de agua almacenadas al límite máximo de retención o almacenamiento conocido (Capacidad de Campo) y el límite mínimo de almacenamiento (Punto de Marchitez Permanente), ambas consideradas hasta la profundidad de interés para las plantas o profundidad radical efectiva (Lazo, 2018).

### **2.3.7. Lamina neta (Ln)**

Es el agua que se suministra al terreno, necesaria para satisfacer la lámina de uso consuntivo (Uc) disminuida por la precipitación efectiva, incluyendo pérdidas por percolación profunda, escurrimiento superficial, evaporación en el terreno (Baca, 2021).

### **2.3.8. Análisis de suelo**

Herramienta de gran utilidad para diagnosticar problemas nutricionales y establecer recomendaciones de fertilización. Entre sus ventajas se destaca por ser un método rápido y de bajo costo, que le permite ser utilizado ampliamente por agricultores y empresas (Schweizer, 2011).

## **2.4. Clima**

Las condiciones climáticas de una determinada localidad, afectan la eficiencia intrínseca del uso del agua de los ecosistemas vegetales por su efecto en la tasa de evapotranspiración. La eficiencia del uso del agua puede ser mayor en días con abundante nubosidad debido a una menor radiación solar hacia la superficie, menor temperatura de las hojas y menor déficit de presión de vapor (DPV), que reduce la tasa de evapotranspiración (Zermeño, 2014).

### **2.4.1. Necesidades netas (Nn)**

Determina las entradas y salidas de agua en el sistema se basan en el conocimiento de la evapotranspiración del cultivo y de las precipitaciones. Para una programación día a día se deben conocer los datos diarios, pero si queremos hacer una planificación o proyecto de riego se requieren datos de series climatológicas representativas (Baca, 2021).

#### **2.4.2. Necesidades máximas de riego (Evapotranspiración)**

Desde el punto de vista de diseño agronómico, lo que realmente interesa es conocer el valor máximo de la evapotranspiración (ET). La evapotranspiración engloba las cantidades de agua consumida por dos procesos distintos: la transpiración (que depende del tipo de cultivo y su fase de desarrollo); y la evaporación (producidas desde la superficie del suelo y dependiente de las condiciones climáticas de la zona). La evapotranspiración (ET) se expresa en milímetros de altura de agua evapotranspirada en cada día (milímetros/día) (Fernández, 2010).

#### **2.4.3. Evapotranspiración potencial (ETP)**

Se presenta en un cultivo de tamaño corto que cubre toda la superficie del suelo, en activo crecimiento y con un nivel óptimo de agua. Se determina con métodos directos (Muestreo de humedad del suelo, lisímetro, tanque de evaporación, balance de agua y balance energético) e indirectos (Método Hargreaves, Penman modificado, Blaney y Jensen) (Vásquez, 2017).

#### **2.4.4. Evapotranspiración real o actual (ETR)**

Se presenta en cualquier condición de las plantas y del suelo. Se la define también como tasa real de consumo de agua. Entre los factores que afectan o definen la evapotranspiración real o uso consuntivo de agua de un cultivo:

- Elementos climáticos
- Especie vegetal o cultivo y sus características genéticas
- Nivel de humedad del suelo
- Características físicas y químicas del suelo
- Sanidad y vigorosidad del cultivo
- La fase vegetativa del cultivo (Vásquez, 2017).

### **2.5. Identificación de variables**

**Variables independientes:** Evapotranspiración (ETP y ETR), Parámetros hídricos del suelo, Coeficiente del cultivo (Kc).

**Variables dependientes:** Lamina neta, Lamina bruta, Patrón del cultivo, Balance hídrico, Método de riego y Análisis económico financiero.

## 2.6. Operacionalización de variables

**Tabla 2-2:** Variable independientes

Variable Independiente	Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Definición de los indicadores	Criterio de medición	Técnica	Instrumento	Escala
Evapotranspiración Potencial (ETP)	Se presenta en un cultivo de tamaño corto, cubre toda la superficie y recibe un nivel adecuado y continuo de agua.	Milímetros/mes (mm/mes) Milímetros /día (mm/día)	Evaporación (E) Transpiración (T) Temperatura Horas sol Velocidad del viento	(E) agua líquida convierte en vapor. (T) vaporización del agua de tejidos. Temperatura del aire al nivel del cultivo. Horas sol, duración real de la insolación. Se caracteriza por su dirección y su velocidad.	Valor	Penman-Monteith	Excel  Software FAO-CROPWAT 8.0	N/A
Evapotranspiración Real (ETR)	Se define como la tasa real de consumo de agua. Se presenta cualesquiera que sean las condiciones del suelo y el cultivo.	Milímetros /día (mm/día)	Coefficiente único del cultivo (Kc)	Expresa los cambios en la vegetación y en el grado de cobertura del suelo.	Valor	Aplicación de formula	Hoja de cálculo	N/A
Parámetros hídricos del suelo	Método para programar riegos buscando el manejo eficiente y sostenible del agua.	Porcentaje	CC PMP	CC máxima capacidad de retención de agua del suelo.  PMP contenido de humedad del suelo en el cual la planta manifiesta síntomas de marchitamiento.	Valor			
Coefficiente único de cultivo (Kc)	Kc expresa los cambios en la vegetación y en el grado de cobertura del suelo.	Adimensional	Etapas fenológicas del cultivo	Indica el grado de desarrollo o cobertura del cultivo	Valor	Método de Hargreaves	Hoja de datos	N/A

**Realizado por:** Oleas, Edgar, 2024.

**Tabla 3-2:** Variable dependientes

Variable Dependiente	Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Definición de los indicadores	Criterio de medición	Técnica	Instrumento	Escala
Lamina neta (Ln)	Es cantidad de humedad disponible en un suelo, que pueda ser tomada por las plantas para su desarrollo.	Milímetros de agua por centímetro de suelo (mm/cm)	Capacidad de campo y punto de marchitez permanente.	CC capacidad de retención de agua del suelo sin problemas de drenaje.  PMP contenido de humedad del suelo en el cual la planta se marchita.	Valor	Aplicación de fórmula, se detalla en la metodología	Hoja de cálculo	N/A
Lamina bruta (Lb)	Es igual a la lámina neta de aplicación de agua dividida entre la eficiencia de riego del sitio.	Milímetros (mm)	Eficiencia de riego.	La eficiencia de riego del lugar incluye perdidas posibles de agua debido a fisuras o daños en los tubos.	Valor	Aplicación de fórmula, se detalla en la metodología	Hoja de cálculo	N/A
Balance hídrico (Bh)	Método para programar los riegos buscando un manejo eficiente y sostenible del agua.	Milímetros (mm)	Oferta Demanda	Oferta todas las entradas (precipitación, riego)  Demanda, todas las salidas (evaporación, transpiración, evapotranspiración, escorrentía, percolación)	Valor	Aplicación de fórmulas, se detallan en la metodología	Hoja de cálculo Base de datos de las estaciones meteorológicas.	N/A
Patrón del cultivo	Manejándose por épocas de siembra y el área de riego (%).	Adimensional	Cultivos	Sembrar semillas y realizar labores necesarias para obtener frutos.	Valor	Encuestas	Hoja de calculo	N/A
Método de riego	Establece la forma como el agua es esparcida o distribuida sobre el suelo.	Adimensional	Micro-Aspersión	El agua en forma de lluvia, con una eficiencia del 85%.	Eficiencia	Aforos CU	Probeta y tarrinas.	N/A
Análisis socio-económico	Es el reflejo económico de la producción de un cultivo.	Valor	Indicadores de rentabilidad	TIR VAN B/C	Valor	Formulas	Encuestas Hoja de Excel	N/A

**Realizado:** Oleas, Edgar, 2024.

## 2.7. Matriz de consistencia

**Tabla 4-2:** Matriz de consistencia del estudio en el módulo 3

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Técnicas	Instrumentos			
¿Para superar la falta de agua en el módulo 3 de la comunidad Chingazos alto, y acceder al proyecto de riego Chambo - Guano - fase II, es necesario contar con un diseño agronómico?	General	Elaborar el diseño agronómico de un sistema de riego parcelario para el proyecto Chambo – Guano Fase II, para la comunidad Chingazos Alto, módulo 3 cantón Guano	La elaboración del diseño agronómico de un sistema de riego parcelario para el proyecto Chambo Guano, Fase II, para la comunidad Chingazos Alto, módulo 3, beneficiará a sus habitantes	Dependientes	Laminas	CC - PMP	Aplicación de formulas	Hoja de calculo	
					Patrón de cultivos	Cultivos	ArcGIS	Hoja de calculo	
					Balance hídrico	Ofertas	Aplicación de formulas	Base de datos meteorológicos	
						Demandas			
					Método de riego	Microaspersión	Coefficiente de uniformidad	Software WinnSIPP3	
	Análisis socio-económico	Indicadores de rentabilidad	Aplicación de formulas	Hoja de calculo					
	Específicos	Generar información de línea base en la implementación de un estudio agronómico Elaborar un estudio agronómico para el proyecto Chambo Guano, fase II, para la comunidad Chingazos, módulo 3, cantón Guano Realizar un análisis socio - económico de los productos del módulo 3, con y sin proyecto	La elaboración del diseño agronómico de un sistema de riego parcelario para el proyecto Chambo Guano, Fase II, para la comunidad Chingazos Alto, módulo 3, no beneficiará a sus habitantes	Independientes	Evapotranspiración potencial (ETP)	Evaporación	Penman-Monteith	Software CROPWAT 8.0	FAO
						Transpiración			
						Temperatura			
						Horas sol			
Velocidad del viento									
Evapotranspiración real (ETR)	Coefficiente del cultivo	Aplicación de formulas	Hoja de calculo						
Coefficiente de cultivo	Etapas fenológicas	Método de Hargreaves	Hoja de calculo						
Parámetros hídricos de suelo	CC - PMP	Aplicación de formulas	Hoja de calculo						

**Realizado:** Oleas, Edgar, 2024.

## CAPÍTULO III

### 3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Características del área en estudio

##### 3.1.1. Ubicación política

Provincia: Chimborazo

Cantón: Guano

Parroquia: La Matriz

Sector: Chingazos San Jacinto (Ver figura 1-3).

Fuente: (municipiodeguano, 2023)

##### 3.1.2. Ubicación geográfica Chingazos San Jacinto

Latitud: 1°36' 38" S

Longitud: 78°35' 4" O

Fuente: GPS

##### 3.1.3. Ubicación ecológica Chingazos San Jacinto

Altitud: 2697,86 msnm.

Temperatura media: 17 °C.

Precipitación anual: < 550 mm.

Región: Estepa espinosa Montano bajo ee-MB

Fuente: (Mendoza, 2011)

##### 3.1.4. Ubicación del módulo 3 a las estaciones meteorológicas

**Tabla 1-3:** Distancia de las estaciones meteorológicas al módulo 3

Estación	Código	Distancia a la zona de estudio (m)	Coordenadas	
			x	y
Riobamba - Aeropuerto	M057	8200	761.223	9.817.103
Pungales	M243	3053	770.509	9.824.467

Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.

### 3.1.5. Zonificación del módulo 3 de acuerdo a la altitud

Se sectorizó el módulo de acuerdo a las altitudes (alto, medio o bajo) en relación con la fuente de agua (reservorio), y analizó las curvas de nivel. Entre la cota más alta y la cota más baja del módulo 3 existen 59 metros de diferencia, se establecieron tres zonas cada 20 metros (Tabla 2-3) (Ver figura 2-3).

**Tabla 2-3:** Zonas de distribución del módulo 3

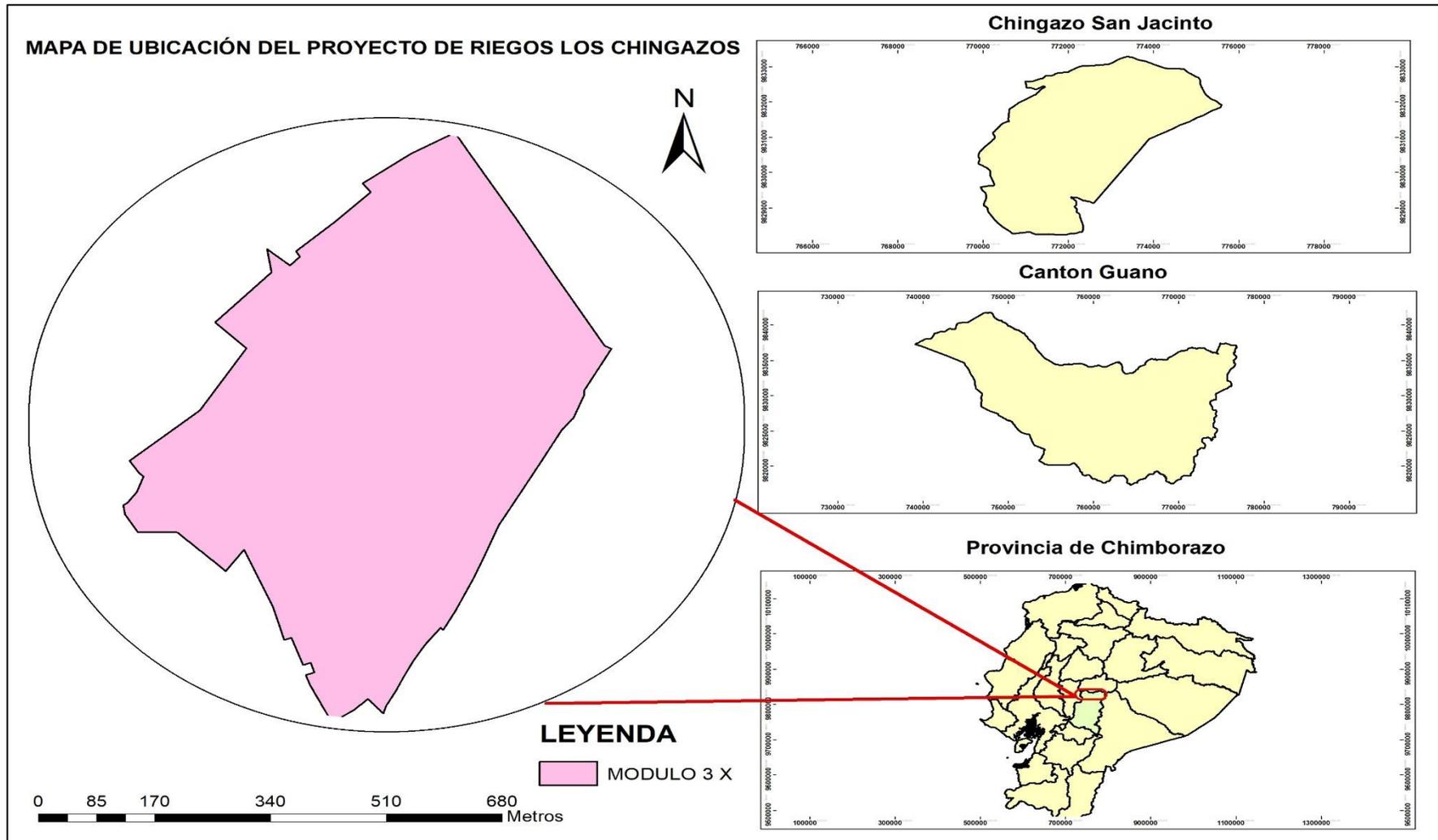
Zona	Cotas (msnm)	
	Inicial	Final
Alta	2704	2684
Media	2684	2664
Baja	2664	2644

**Realizado por:** Oleas, Edgar, 2024.

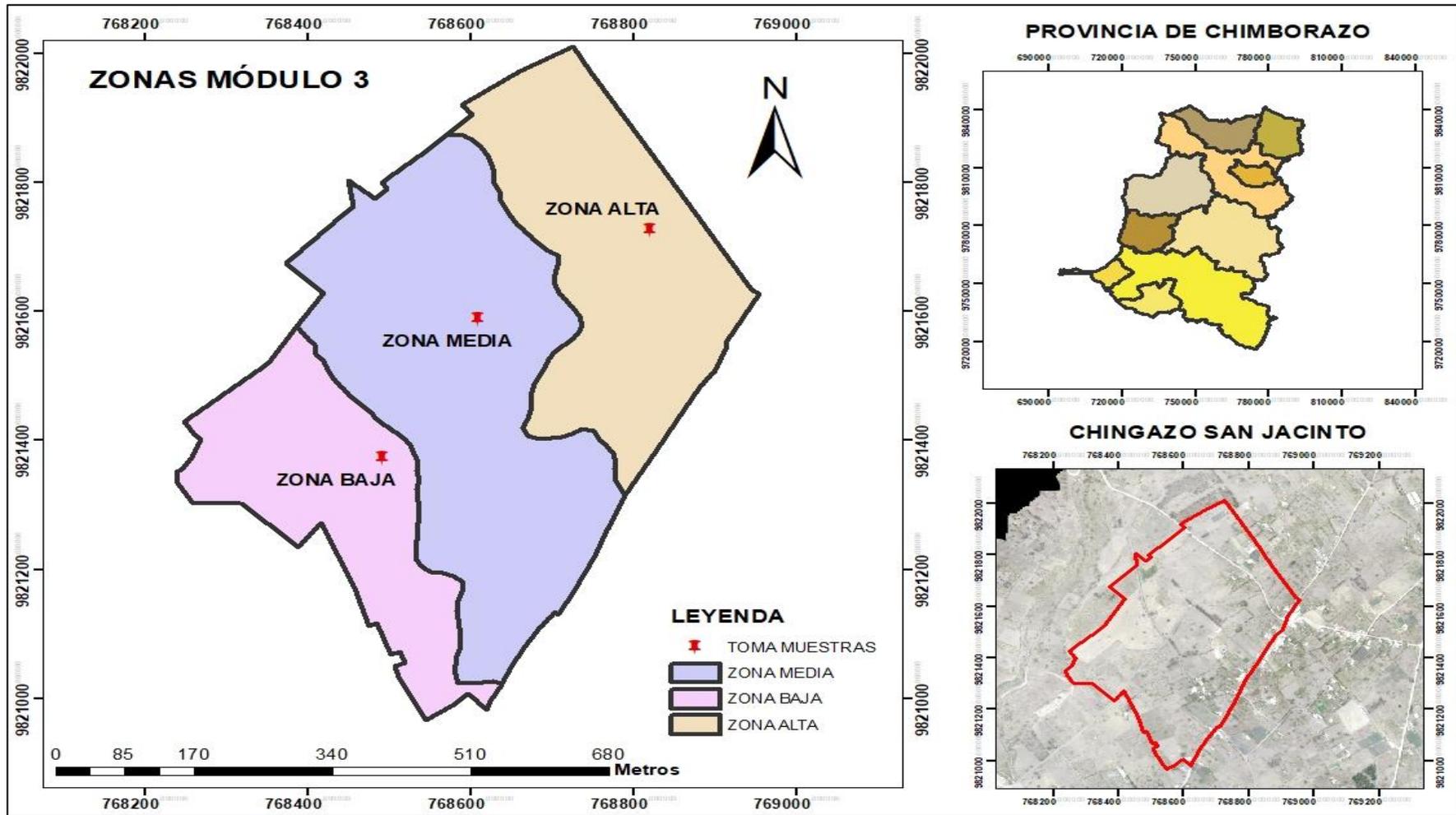
## 3.2. Materiales

### 3.2.1. Material y equipo para evaluaciones en campo

- Equipos para la obtención de ortofoto (*Drone WingtraOne RX1R11 cámara de 42 MP, Equipo RTK*).
- Equipos para medir infiltración del suelo (Cilindro doble anillo).
- Equipos para determinar Capacidad de campo y Punto de Marchitez Permanente (Barreno, Balanza analizadora de humedad, estufa).
- Equipos toma de muestras de suelo (Barreno, fundas).
- Equipos toma de muestra de agua (Probeta, recipientes).
- Aplicativo Kobotoolbox.



**Figura 1-3.** Mapa de ubicación del proyecto de riegos los Chingazos  
 Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.



**Figura 2-3.** Zonas de estudio y puntos de toma de muestra módulo 3  
 Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.

### **3.3. Métodos**

#### **3.3.1. Información de línea base en la implementación de un estudio agronómico**

##### **3.3.1.1. Topografía**

###### **Puntos de control**

Se determinaron 54 puntos de control (fotogramétricos y geodésicos) dentro del proyecto de estudio distribuidos de forma tal que cubra el área de vuelo, para utilizarlos en la generación de la ortofotografía. Estos se monumentaron con 50 mojones cilíndricos de 15 cm de diámetro y 4 placas de alto relieve, obteniendo una red de puntos de alta precisión.

###### **Fotografía aérea**

En la planificación del vuelo se utilizó el software fotogramétrico UAS Master el cual procesa proyectos de UAVs (*Use of unmanned aerial vehicles*). Los algoritmos utilizados optimizan su utilización en proyectos y observaciones GPS (con una precisión recomendada de al menos  $\pm 10$  cm) y dotan al bloque de gran estabilidad. Los parámetros de vuelo considerados fueron el área a levantar, altura de vuelo, traslapo longitudinal y transversal, tamaño de pixel a obtener. También se consideró condiciones climáticas favorables (cielo despejado). Esta información determinó el tiempo de vuelo.

##### **3.3.1.2. Catastro**

Se realizó la actualización y validación de catastro partiendo de la ortofoto (1:1000) y el MDT en el siguiente orden:

- Se partió de las líneas base de entidades como el GAD de Guano y SIGTIERRAS.
- Se dibujó linderos en el plano y ortofoto.
- Se dibujo obras civiles (vías, canchas, reservorios etc.)
- Se identificó y actualizó lotes.
- Corrección de linderos con los dueños.
- Se calculó áreas y genero padrón de usuarios.

### *3.3.1.3. Sectorización*

El área a regar se dividió en 12 módulos con superficies similares, en base a criterios hidráulicos (presión).

### *3.3.1.4. Caudal adjudicado*

De acuerdo a la información entregada por el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo, en el diseño definitivo de la conducción principal del proyecto del sistema de riego Chambo Guano fase II, Cantón Guano, Provincia de Chimborazo, en el reservorio de compensación (R.C.7) que le corresponde a nuestra zona de estudio (módulo 3) el caudal adjudicado es de 91 ls<sup>-1</sup> para un área bruta de 203,31 ha y un área neta de 189.86 ha (Ver anexo A).

### *3.3.1.5. Análisis químico del suelo*

El análisis químico del suelo se obtuvo tomando una muestra por cada zona tomada en zigzag (alta, media y baja) (Anexo 1). Para lo cual se elaboró un plano del módulo (Ver figura 2-3), luego se determinó áreas que muestren condiciones similares de suelo (pendiente, color, drenaje). Se tomaron varias submuestras y se mezcló para tomar 1 kg de muestra compuesta que se envió a laboratorio Total Chem en el que se realizó análisis químico (macro – micronutrientes) y propiedades físicas (textura, densidad, porosidad).

## *3.3.2. Estudio agronómico*

### *3.3.2.1. Características físicas del suelo (Cuánto regar)*

Del conjunto de propiedades físicas que caracterizan a los suelos, a continuación, se describe la metodología utilizada sólo en aquellas propiedades básicas aplicadas al riego:

#### **Parámetros hídricos (Capacidad de campo y Punto de marchitez permanente)**

Se utilizó un método gravimétrico, para lo cual se formó un cubo en el suelo, de una superficie de 1m x 1m. Luego se construyó un bordo de tierra de 10 cm de altura, que rodeo al cuadro. Se agregó 120 L de agua al cuadro, para saturar el perfil y cubrió con un plástico (2 m x 2 m) para evitar precipitaciones y evaporación. Con un barreno a 30 cm de profundidad, se extrajo muestras de suelo a las 24, 48 y 72 horas. Con la ayuda de un analizador de humedad con lámparas

halógenas de determinó directamente capacidad de campo en una muestra de 6 g. Por último, se determinó el punto de marchitez considerando el 50% de la capacidad de campo.

$$\text{HP\% PMP} = \text{HP\% CC} * 0,50 \text{ Fuente: (Monge, 2018)}$$

### **Densidad aparente (Da)**

Se marcó un cuadrado de 20 cm x 20 cm, con una pala de corte. Se extrajo el suelo de su interior del cuadro hasta alcanzar 30 cm de profundidad y coloco en una bolsa de plástico. Se llenó el pozo con 12 L de agua ayudados de una jarra graduada hasta enrasar con el nivel del mismo. Toda la tierra extraída de la excavación se pesó. Luego se mezcló bien y obtuvo una submuestra fresca y pesó. Se procedió a secar la submuestra y peso.

### **Disponibilidad total de agua en el suelo (DTA)**

La diferencia entre el contenido de agua a CC y el contenido de agua a PMP, se mide en (mm de agua/cm de suelo) como se indica en la siguiente fórmula:

$$\text{DTA} = \text{HG\% CC} - \text{HG\% PMP} \text{ Fuente: (Monge, 2018).}$$

### **Lámina agua aprovechable (LAA)**

Se obtuvo de la diferencia entre capacidad de campo y punto de marchitez permanente, por la densidad aparente y profundidad radicular (Z), se mide en (mm de agua/cm de suelo) (primer riego).

$$\text{LAA} \left( \frac{\text{mm agua}}{\text{cm suelo}} \right) = (\text{CC} - \text{PMP}) * \text{Da} * \text{Z} \quad \text{Fuente: (Baca, 2021)}$$

A la formula anterior se añadió el factor de secamiento ( $f$ ), y determinó cuanto de agua disponible puedo usar (riegos de mantenimiento).

$$\text{Ln} \left( \frac{\text{mm agua}}{\text{cm suelo}} \right) = (\text{CC} - \text{PMP}) * \text{Da} * \text{Z} * f \quad \text{Fuente: (Baca, 2021)}$$

Dónde:

LA: Lámina de agua aprovechable (mm agua/cm suelo)

CC: Contenido de humedad (%) a capacidad de campo.

PMP: Contenido de humedad (%) a punto de marchitez permanente.

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

Z: Profundidad de enraizamiento (depende del estado fenológico).

f: Factor de secamiento (Umbral de riego o Abatimiento máximo permisible) (50% frutales y 25% hortalizas).

### **Frecuencia de riego calculada (Fr)**

La frecuencia de riego se obtuvo al dividir la lámina neta (Ln) para el valor máximo de necesidad neta ponderado (Nn).

$$\mathbf{Fr \text{ (días)} = \frac{Ln \text{ (mm)}}{Nn \left(\frac{\text{mm}}{\text{día}}\right)}} \text{ Fuente: (Baca, 2021)}$$

### **Lámina bruta (Lb)**

Se obtuvo al dividir la lámina neta (Ln) para la eficiencia del método de riego (Ef) en nuestro caso se utilizó mini aspersion con una eficiencia del 85%.

$$\mathbf{Lb \left(\frac{\text{mm agua}}{\text{cm suelo}}\right) = \frac{Ln}{Ef}} \text{ Fuente: (Baca, 2021)}$$

### **Tiempo de riego (Tr)**

Se obtuvo al dividir la Lámina bruta (Lb) para la precipitación horaria del mini aspersor (Phra).

$$\mathbf{Tr \text{ (horas)} = \frac{Lb \text{ (mm)}}{Phra \text{ (mm h}^{-1}\text{)}}}$$

### **Infiltración (I)**

Para determinar la infiltración en el módulo 3 se utilizó el método del infiltrómetro de doble cilindro, se inició colocando el cilindro de doble anillo hasta los 18 cm en forma vertical. Luego se llenó con agua el espacio comprendido entre los cilindros hasta una altura de 8 cm. Posteriormente se colocó el plástico dentro del cilindro interior y lleno hasta una la altura de 15 cm, luego se retiró el plástico y marcó el nivel del agua en el cilindro, mismo que sirvió de

referencia para las lecturas y registro. Se procedió a anotar en el formato de registro la hora en que se marcó el nivel inicial del agua. Así pues, se realizó mediciones de las alturas de agua en el cilindro interior a los 5 – 10 – 20 – 30 – 45 – 60 – 90 – 120 minutos y luego cada hora, hasta completar un tiempo de 3 horas, o hasta llegar a la permeabilidad estabilizada. Cada que el nivel del agua bajaba hasta una altura de 6 cm se rellenó el cilindro hasta el nivel inicial. Por último, se usó el modelo Kostiakov Lewis, que se caracteriza porque la velocidad de infiltración decrece con el tiempo, se usó la siguiente formula:

$$I \left( \frac{cm}{hora} \right) = \frac{K * tn}{60}$$

### 3.3.2.2. *Uso consuntivo (Cuándo regar)*

A continuación, se describe el procedimiento realizado para determinar el requerimiento de agua en los cultivos en el módulo 3.

#### **Evapotranspiración potencial (ETP)**

Se determinó con el programa computacional Cropwat de la FAO, usando la metodología de Penman Monteith, el cual considera 5 variables climáticas (temperatura máxima, temperatura mínima, humedad relativa, horas sol, velocidad del viento). El cálculo inicia tabulando en Excel los datos obtenidos de las dos estaciones meteorológicas M057(Riobamba - Aeropuerto) y M243(Pungales), que tienen un dato histórico de 25 años. Luego los dos archivos en Excel se abrieron en el Software Cropwat 8.0. A continuación se abre una pestaña en la que se procedió a llenar todas las variables requeridas por cada estación meteorológica (País, estación, altitud, latitud, longitud) y se ingresó las variables climáticas que se encuentran en nuestras hojas de Excel y se procede a calcular. Finalmente obtenemos la evapotranspiración potencial (mm/día). Con estos valores calculados son pasados a Excel y finalmente se procede a interpolar en ArcGIS mediante la metodología IDW, el dato generado ETP es el que se usará.

#### **Precipitación**

La precipitación probable al 60% de ocurrencia se determinó con el Software Cropwat 8.0. Primero se tabuló en Excel los datos de precipitación obtenidos de las estaciones meteorológicas M057 (Riobamba - Aeropuerto) y M243 (Pungales), los datos tenían un histórico de 17 años. Luego los archivos se abrieron en Cropwat 8.0, se llenó lo que se pide y calculó. Determinando la precipitación efectiva en cada estación. Estos datos generados se tabularon en Excel y se

procedió a interpolar en ArcGIS con el método IDW. Finalmente, el dato generado de la interpolación es con el que se trabajará.

### **Coefficiente del cultivo (Kc)**

Para calcular la Evapotranspiración real, fue necesario primero calcular el Coeficiente del cultivo (Kc), en el módulo 3 se utilizó la metodología de Hargreaves que relaciona el ciclo del cultivo y los meses de siembra y cosecha.

$$Kc = 0.01335 + 0.04099(DC) - 0.00040(DC)^2$$

### **Evapotranspiración real (ETR)**

En el módulo 3 se determinó la cantidad de agua consumida por cada cultivo, la cual se expresó al multiplicar la evapotranspiración potencial (ETP), por el coeficiente del cultivo (Kc).

$$ETR \left( \frac{\text{mm}}{\text{día}} \right) = ETP * Kc \quad \text{Fuente: (Vásquez, 2017)}$$

#### **3.3.2.3. Cálculo de requerimientos de riego**

Se utilizó un balance hídrico, entre la oferta (precipitación) menos la demanda (evapotranspiración real). En el cual se determinó periodos de déficit o excesos de agua.

### **Patrón de cultivos del proyecto**

El patrón de cultivos determinó los cultivos presentes en el módulo 3, considerando la escasa superficie con riego que se presenta. El procedimiento inició con la actualización del registro de propietarios en base al catastro actualizado. Con la ayuda del ArcMap y la fotografía aérea se determinó cultivos y áreas, luego se procedió a comprobar en campo con la ayuda de estudiantes de la carrera de ingeniería agronómica. La información generada se sistematizó en un documento bajo el formato del Sistema de Información Geográfico (SIG).

### **Necesidades netas (Nn)**

La necesidad neta se calculó para cada uno de los cultivos determinados en el patrón de cultivo del proyecto. Se obtuvo de la diferencia entre la evapotranspiración real (ETR) y la precipitación probable al 60%.

$$\mathbf{Nn} \left( \frac{\text{mm}}{\text{día}} \right) = \text{ETR} - \text{P} \quad \text{Fuente: (Baca, 2021)}$$

### **Necesidad total (Nt)**

Se obtuvo al dividir la necesidad neta (Nn) para la eficiencia (Ef) del método de riego que en nuestro caso se consideró del 85%.

$$\mathbf{Nt} \left( \frac{\text{mm}}{\text{día}} \right) = \frac{\text{Nn} \left( \frac{\text{mm}}{\text{día}} \right)}{\text{Ef}} \quad \text{Fuente: (Baca, 2021)}$$

### **Caudal ficticio continuo (q<sub>fc</sub>)**

Se obtuvo el resultado final de requerimientos de riego en términos de caudal, al multiplicar la necesidad de riego neta (Nn) por 0,116. El caudal determinado considera las 24 horas.

$$\mathbf{qfc} \left( \frac{\frac{1}{\text{s}}}{\text{ha}} \right) = \text{Nn} * 0,116$$

#### **3.3.2.4. Selección del cultivo**

Para la selección del cultivo se consideró las condiciones climáticas (Temperatura, horas sol, precipitación) y edáficas (Textura, infiltración) presentes en la zona de investigación y se consensuó con la comunidad el cultivo seleccionado.

#### **3.3.2.5. Método de riego (Cómo regar)**

Para la selección del método de riego en el módulo 3 se consideró factores como: Topografía, catastro actualizado, parcela (forma), propiedades físicas del suelo, cultivo (ETR), disponibilidad de agua de riego, calidad y costo de la misma, costo de las instalaciones de cada sistema de riego. Finalmente, de socializo, consensuó y realizo un día de campo con la comunidad.

### **Selección del mini aspersor**

Para seleccionar el emisor se usó información del fabricante (catálogo), también se consideró condiciones climáticas de la zona (velocidad del viento), y propiedades físicas del suelo (infiltración). En base a estos factores citados se aceptó o rechazó el emisor seleccionado.

### **Marco de implementación**

Se determinó mediante el uso del software WinSIPP3 que seleccionó el mejor emisor para las condiciones de la zona del ensayo. Calculó la tasa de precipitación, uniformidad, presiones de operación, tamaños de boquilla, alturas y diferentes espaciamientos para determinar cuál sería el mejor para la instalación específica.

### **Precipitación horaria del mini aspersor (Phra)**

Para determinar la precipitación horaria del mini aspersor se determinó con el caudal que obtengo en el catálogo dividido para el espaciamiento del micro aspersor corregida que multiplica por el espaciamiento entre laterales.

#### ***3.3.2.6. Diseño de riego a nivel modular***

### **Turnos de riego por día**

Se obtuvo de dividir las máximas horas de operación por día para las horas de riego por turno asumidas al diseño.

### **Turnos por ciclo**

Se obtuvo al multiplicar los ciclos por riego con los turnos de riego por día.

### **Superficie regada por turno (Sr/Tr)**

Se obtuvo al dividir la superficie bajo riego y los turnos por ciclo.

### **Superficie regada por día**

Se obtuvo al multiplicar la superficie regada por turno y los turnos de riego por día.

### 3.3.3. Estudio social

Se inició levantando y recopilando información de fuentes primarias y secundarias, a partir de las cuales se estructuró la línea base. En la fase de diagnóstico se levantó datos a los futuros regantes. Esta información se generó con diez estudiantes de pregrado de la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, quienes se ayudaron del programa KoBoCollect (Android) instalado en sus celulares. Se utilizó el método de población finita, determinándose 20 encuestados. La fórmula se detalla a continuación.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Dónde:

N= Población total

Z $\alpha$ = 1,96 al cuadrado (95% seguridad)

p= proporción esperada (5%=0,05)

q= 1-p (1-0,05=0,95)

e= precisión (5%)

n= 231encuestas/12 módulos= 20 encuestas

Se utilizó fuentes oficiales secundarias (Censo población y vivienda, Plan de ordenamiento territorial de Guano), con la finalidad de generar indicadores económicos, productivos y más variables de la zona en estudio.

### 3.3.4. Diseño hidráulico parcelario

El diseño hidráulico determinó dimensiones, ubicación y funcionamiento óptimo de las conducciones, componentes y resto de elementos, para satisfacer las exigencias establecidas en el diseño agronómico. Se consideró los parámetros hidráulicos que se citan a continuación con la finalidad de que se garanticen un buen diseño: La velocidad de circulación del agua en la principal estará en el rango de 0.5 – 2.0 ms<sup>-1</sup>. La diferencia de presión a lo largo de un ramal no será mayor del 20%. El diámetro de la tubería estará en función de las presiones, diámetros y velocidades. La diferencia de caudal admitido en un ramal será de un 10%. Se utilizó el Software IRRICARD PRO 19 el mismo que permitió dibujar, dimensionar el sistema de riego y también determinar los materiales y accesorios, la metodología utilizada es lote por lote.

### **3.3.5. Análisis socio – económico con y sin proyecto**

#### **3.3.5.1. Estudio agroeconómico**

Se definió bajo dos propuestas, la primera hace referencia a una situación actual (sin riego) y la segunda bajo el escenario de riego tecnificado. La metodología utilizada es de grupos focales y levantamiento de información (costos producción, comercialización, volúmenes producción y ventas) en territorio. La variable rendimiento, ingresos y egresos propios de los cultivos de la localidad se recopilaron bajo la metodología expuesta y se complementó con entrevistas. La información obtenida se tabulo en Excel y se sistematizo para obtener las utilidades y el flujo de caja que sirvió para el estudio financiero.

#### **3.3.5.2. Estudio financiero**

Se utilizó el flujo de caja elaborado en el estudio agroeconómico, el mismo que trabaja con las utilidades incrementales de inversiones (egresos) y beneficios (ingresos). En lo referente a egresos se trabajó con el costo de infraestructura parcelaria, mientras que en los ingresos las utilidades agrícolas fueron la premisa orientadora de esta variable. Los indicadores financieros calculados fueron, la Tasa Interna de Retorno (TIR), El Valor Actual Neto (VAN), la relación Beneficio – Costo (B/C) y el periodo de retorno de inversión (PRI).

#### **3.3.5.3. Presupuesto del diseño hidráulico**

Para realizar el presupuesto, se cuantifico los materiales es decir se conoció con exactitud de cada lote de acuerdo al catastro, cuantos codos, tees, bujes, aspersores y otros elementos. Además, el presupuesto se calculó con base en las cantidades de obra y los análisis de precios unitarios y las utilidades. Se realizó en tres pasos:

##### **Cálculo de volúmenes de obra**

Para el cálculo de volúmenes de obra se utilizó el reporte del software y un conteo manual en una plantilla de Excel.

##### **Análisis de precio unitario (APU'S)**

El análisis de costos de equipos y materiales se calcularon con proformas de casas comerciales.

## CAPÍTULO IV

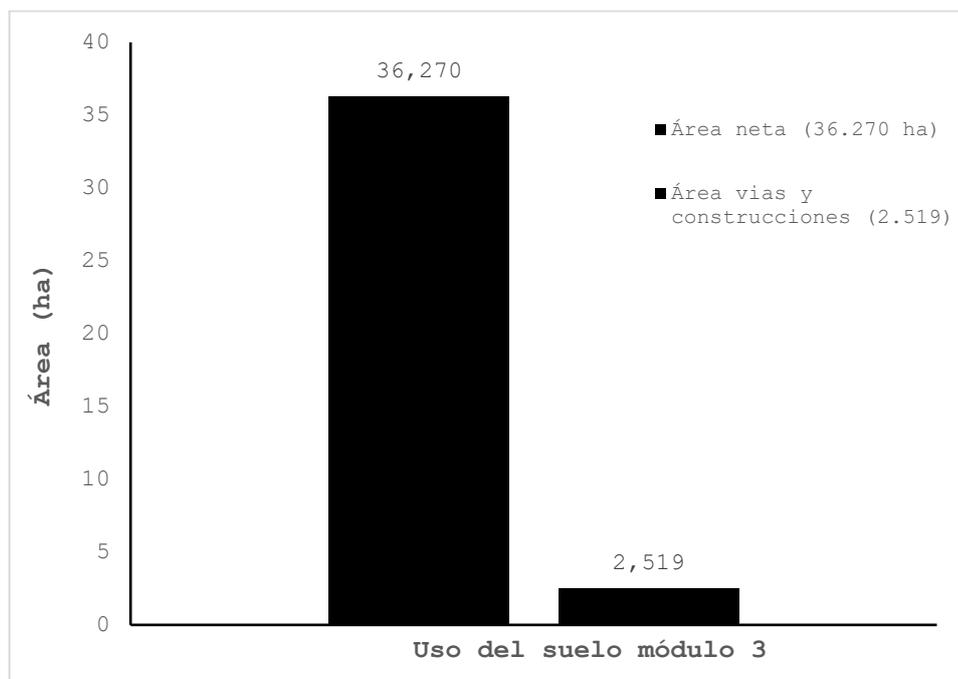
### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para interpretar resultados y realizar la discusión se analizó cada uno de los componentes.

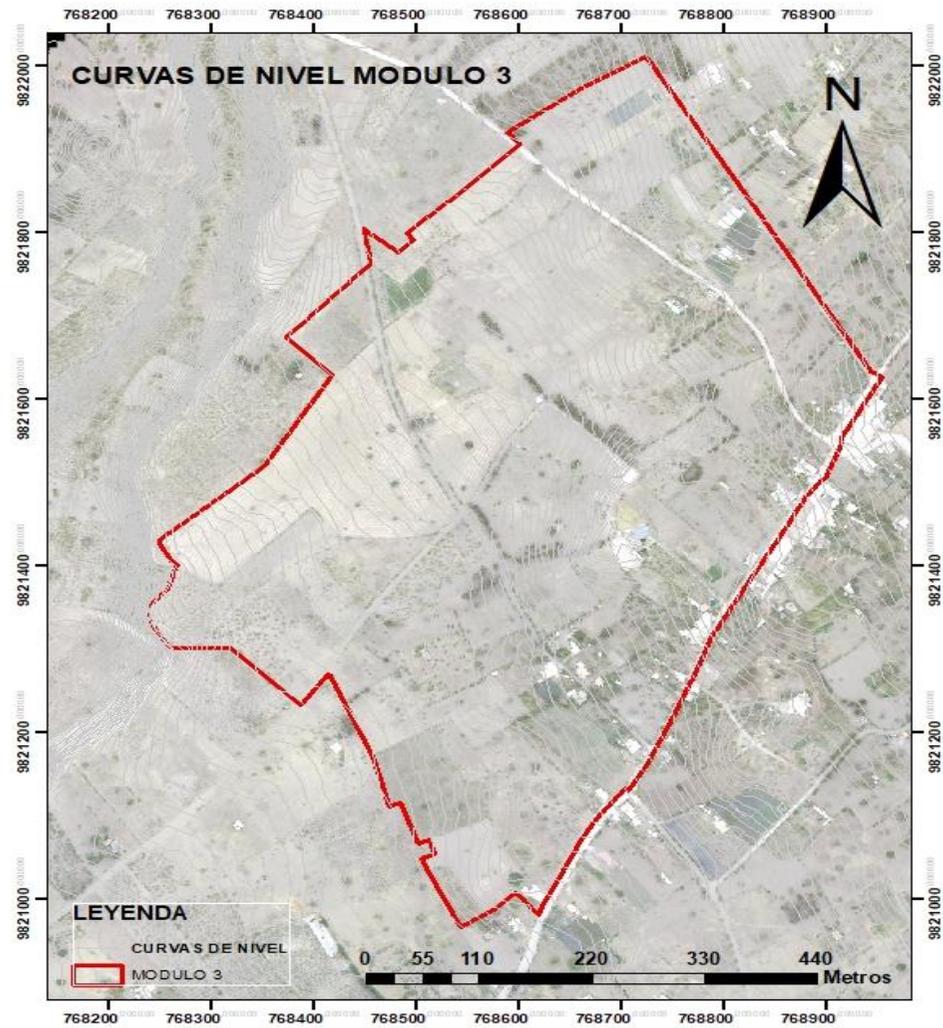
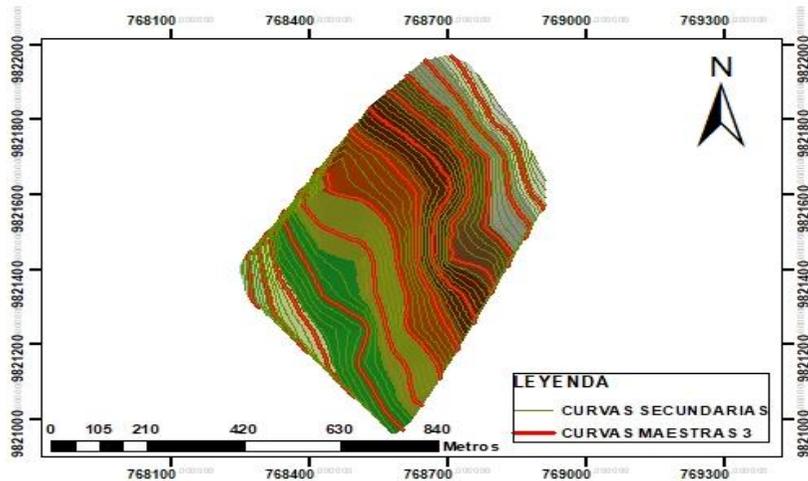
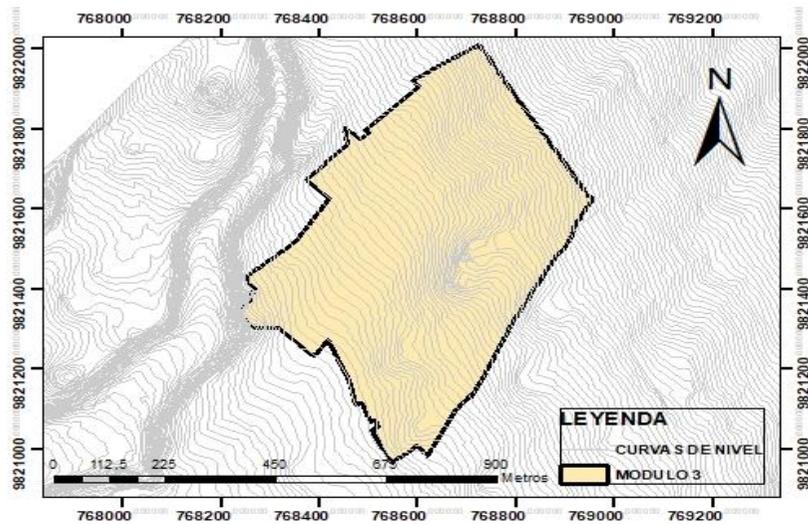
#### 4.1. Información de línea base en la implementación de un estudio agronómico

##### 4.1.1. Topografía

El levantamiento topográfico en los doce módulos determinó un área total de 491.28 ha. El módulo 3 tiene 38.789 ha brutas, con una superficie bajo riego de 36.270 ha y 2.519 ha de obras civiles (Figura 1-4), con cotas que van desde los 2704 a los 2644 msnm (Figura 2-4). El levantamiento de información base determinó un uso actual del suelo con cultivos (Tuna, mora, maíz, limón, guarango, fresa, chocho, alfalfa) de 7.060 ha, suelo en descanso con 18.990 ha y en barbecho 10.220 ha. Las obras civiles se distribuyen en caminos 2.190 ha, en reservorios 0.030 ha y casas 0.299 ha. Estos valores indican la realidad del módulo 3 en donde la producción es escasa debido a la limitante de riego (Ver anexo B).



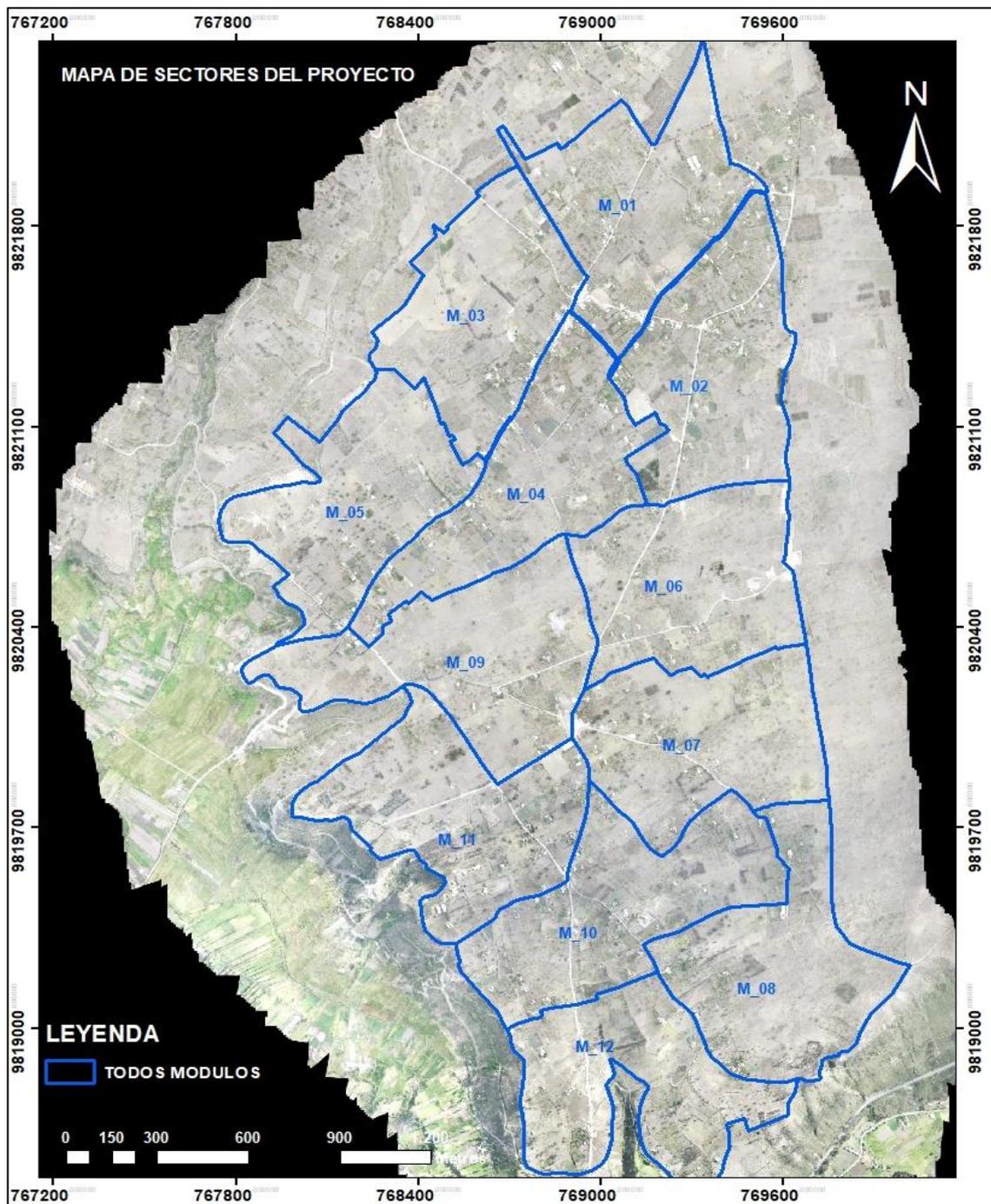
**Figura 1-4.** Uso de suelo módulo 3  
Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.



**Figura 2-4.** Curvas de nivel en el módulo 3  
 Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.

#### 4.1.2. Sectorización del proyecto

Todo el proyecto se sectorizó en 12 módulos, considerando las características geográficas, acuerdos sociales y capacidades de operación futura que tendrá el proyecto. Se buscó superficies similares, en promedio de 40.93 ha. La superficie máxima es de 45.00 ha, la mínima de 38.79 ha que corresponde al módulo 3 (Figura 3-4) (Ver anexo C).



**Figura 3-4.** Sectores de todo el proyecto

Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.

## 4.2. Estudio agronómico

### 4.2.1. Características físicas del suelo

#### 4.2.1.1. Parámetros hídricos (Capacidad de campo y punto de marchitez permanente)

En el módulo 3 con las prácticas de campo se generó datos de capacidad de campo a las 24, 48 y 72 horas, en las tres zonas de muestreo (Alta, media, baja). Con los datos obtenidos se procedió a determinar el punto de marchitez permanente y finalmente se realizó un promedio (Tabla 1-4).

**Tabla 1-4:** Determinación de capacidad de campo y punto de marchitez permanente

Zonas	24 horas		48 horas		72 horas		Promedio	
	CC (%)	PMP (%)						
<b>Alta</b>	12.33	6.17	8.83	4.42	7.93	3.97	9.70	4.85
<b>Media</b>	9.78	4.89	7.92	3.96	6.85	3.43	8.18	4.09
<b>Baja</b>	8.54	4.27	7.72	3.86	6.79	3.40	7.68	3.84
<b>X</b>	10.22	5.11	8.16	4.08	7.19	3.60	8.52	4.26

Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.

En el módulo 3 se determinó un límite máximo promedio de humedad de 8.52 % y un mínimo promedio de 4.26 %, característico de un suelo de textura arenosa propio de la zona de estudio. Lo que concuerda con (Monge, 2018), quien manifiesta que los suelos arenosos tienen pocos poros, pero grandes, caracterizados por tener una buena aireación y buena circulación del agua, pero por contrapartida su capacidad para almacenar agua es menor, las pérdidas por filtración profunda son altas. El rango de capacidad de campo para un suelo de textura arenosa se encuentra de 6 – 12 %  $\theta_g$  y de 2 – 6  $\theta_g$  para punto de marchitez permanente.

#### 4.2.1.2. Densidad aparente ( $D_a$ )

La práctica en campo en las tres zonas (alta, media, baja) de muestreo se generó información que ayudó a determinar la densidad aparente, y obtener un dato promedio (Tabla 2-4).

**Tabla 2-4:** Densidad aparente

Zonas	Densidad aparente ( $\text{gcm}^{-3}$ )
<b>Alta</b>	1.42
<b>Media</b>	1.40
<b>Baja</b>	1.45
<b>X</b>	1.42

**Realizado por:** Oleas, Edgar, 2024.

En el módulo 3 se obtuvo una densidad promedio de  $1,42 \text{ gcm}^{-3}$ , propia de un suelo arenoso con bajo contenido de materia orgánica predominante en la zona de estudio. Lo que concuerda con (Rubio, 2010), quien manifiesta que los suelos de textura gruesa presentan valores de densidad altos debido a que son suelos poco estructurados con bajo contenido de nutrientes que dependen del manejo que se les dé. (Ibañez, 2007), indica que los suelos de textura gruesa se encuentran en un rango de  $1.35 - 1.44 \text{ gcm}^{-3}$ .

#### 4.2.1.3. Cálculo de disponibilidad total de agua, lámina de agua aprovechable, lámina neta y lámina bruta.

Con los datos de capacidad de campo, punto de marchitez y densidad se procedió a calcular la lámina de agua aprovechable (LAA), Lamina neta (Ln) y Lamina bruta (Lb) (Tabla 3-4).

**Tabla 3-4:** Determinación lámina neta y lámina bruta

Zonas	CC (%)	PMP (%)	Da ( $\text{gcm}^{-3}$ )	DTA (%)	LAA (mm)	Ln (mm)	Lb (mm)
<b>Alta</b>	9.70	4.85	1.42	4.85	41.31	20.65	24.30
<b>Media</b>	8.18	4.09	1.40	4.09	34.37	17.19	20.22
<b>Baja</b>	7.68	3.84	1.45	3.84	33.42	16.71	19.66
<b>X</b>	8.52	4.26	1.42	4.26	36.36	18.18	21.39

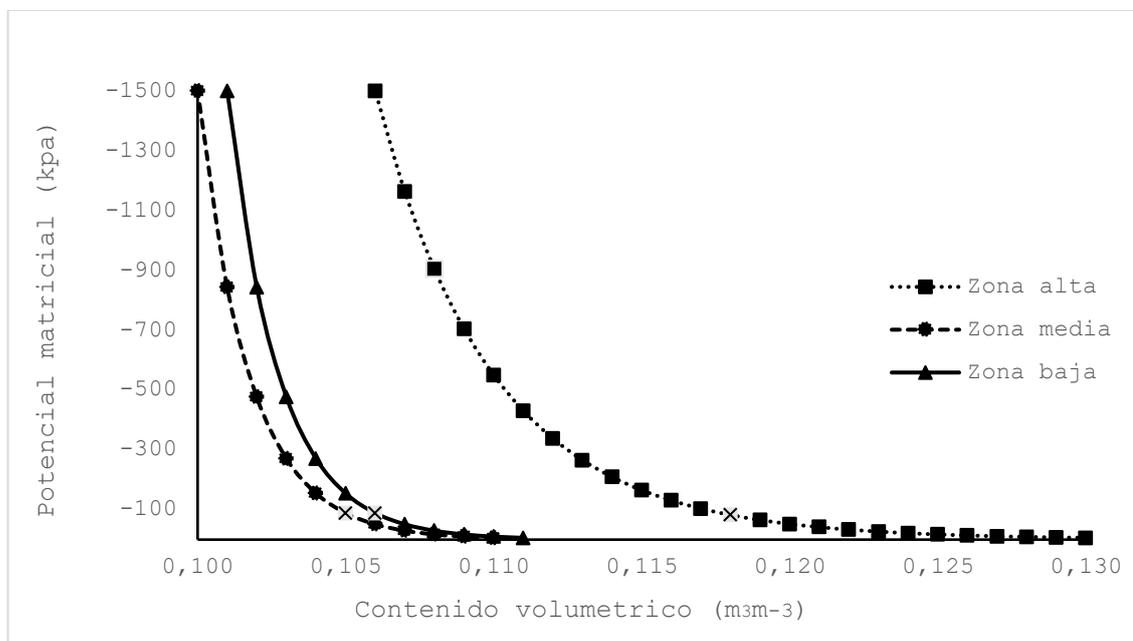
**Realizado por:** Oleas, Edgar, 2024.

En el módulo 3 se determinó una lámina neta de 18.18 mm considerando una profundidad de enraizamiento de 600 mm y un abastecimiento máximo permisible del 50%, esto se debe a que el suelo de la zona presenta un valor alto de densidad aparente (parámetro físico), por la presencia de Macroporos, lo que me indica que va a tener un valor alto de infiltración, y no retiene el agua presente en este tipo de suelo. Lo que concuerda con (Monge, 2018), quien indica que la

disponibilidad y almacenamiento del agua es diferente dependiendo principalmente de la proporción de las partículas (Arena, Limo, Arcilla), que definen la textura de un suelo. Considerando que el agua utilizada por las plantas esta entre el límite superior y el inferior, aunque las plantas pueden extraer el agua hasta el punto de marchitez permanente con la finalidad de mejorar la rentabilidad de los cultivos se considera una fracción de intervalo del 50% ya que un déficit de agua ocasiona un coste significativo de la calidad y producción.

#### 4.2.1.4. Curvas de retención de humedad en el suelo

Con los datos de capacidad de campo y punto de marchitez permanente se procedió a utilizar una configuración matemática (Modelo Campbell) para poder estimar la retención de agua en el suelo se nuestra zona de estudio el cual se caracteriza por ser de textura gruesa (Figura 4-4).



**Figura 4-4.** Curvas de retención de humedad en el módulo 3

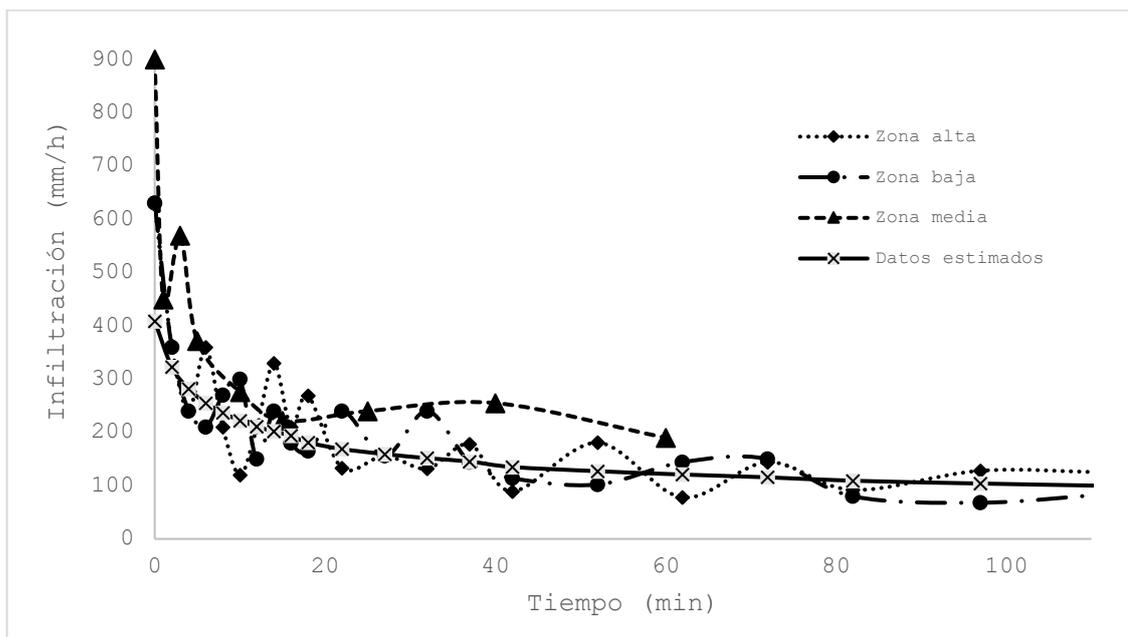
Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.

En el módulo 3 para estimar el contenido volumétrico de agua versus el potencial mátrico se utilizó la configuración matemática del modelo del Campbell. La muestra de suelo presentó un predominio de Arena el valor energético de retención para capacidad de campo considerado es de -6 kPa y para el punto de marchitez permanente de -1500 kPa. Al realizar el cálculo se consideró un nivel de agua disponible del 50%, en las 3 zonas de muestreo (alta, media, baja). En las curvas generadas en la modelación se observa que la energía de retención varia obteniendo un valor promedio de tensión de 86.71 kPa. Lo que concuerda con (Fernandez, 1995), quien manifiesta que las curvas de retención de humedad determinan un índice de humedad disponible en el suelo

(porción de agua que puede ser absorbido por las plantas), refleja la capacidad del suelo para retener el agua en función de la succión.

#### 4.2.1.5. Velocidad de infiltración

En la gráfica podemos observar que la infiltración ( $\text{mmh}^{-1}$ ) es decreciente en el tiempo (min) en las tres curvas de las zonas de estudio, alcanza una velocidad constante (velocidad de infiltración básica) a partir de los 80 minutos (Figura 5-4) (Tabla 4-4).



**Figura 5-4.** Velocidad de infiltración

Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.

**Tabla 4-4:** Velocidad de infiltración

Zona	Velocidad básica de infiltración ( $\text{mmh}^{-1}$ )
Alta	84.64
Media	86.29
Baja	89.68
X	86.87

Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.

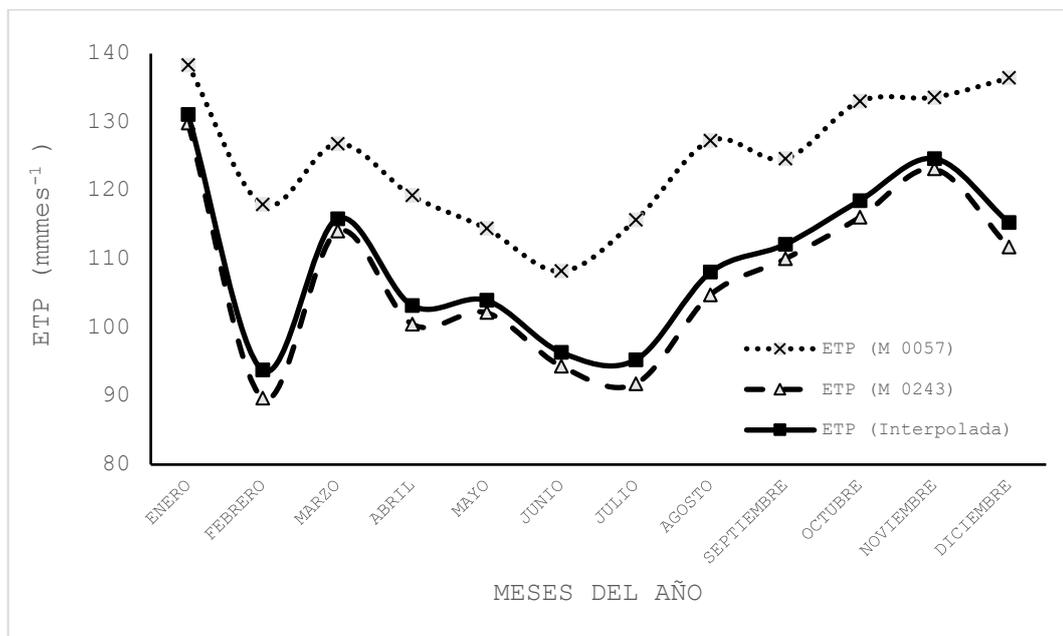
En el módulo tres se obtuvo una velocidad de infiltración promedio de  $86.87 \text{ mmh}^{-1}$  el cual es un valor alto que corresponde a suelos de textura gruesa, que se caracterizan por presentar una infiltración rápida. Lo que concuerda con (Vásquez, 2017), quienes indican que el agua pasa más rápidamente a través del perfil del suelo de textura gruesa, con mayor porosidad no capilar, que

en un suelo pesado en el cual predominan los poros capilares. Además (Monge, 2018), en la tabla resumen determina un rango de infiltración de  $25 - 50 \text{ mmh}^{-1}$  para suelos de textura arenosa.

#### 4.2.2. Uso consuntivo

##### 4.2.2.1. Evapotranspiración potencial (ETP)

La evapotranspiración potencial promedio calculada usando Cropwat con la metodología de Penman Monteith en la estación Pungales determino un valor de  $107.35 \text{ mmmes}^{-1}$  (Ver anexo D) y en la estación Riobamba – Aeropuerto de  $124.65 \text{ mmmes}^{-1}$  (Ver anexo E), finalmente el valor interpolado es de  $109.86 \text{ mmmes}^{-1}$  (Ver anexo F).

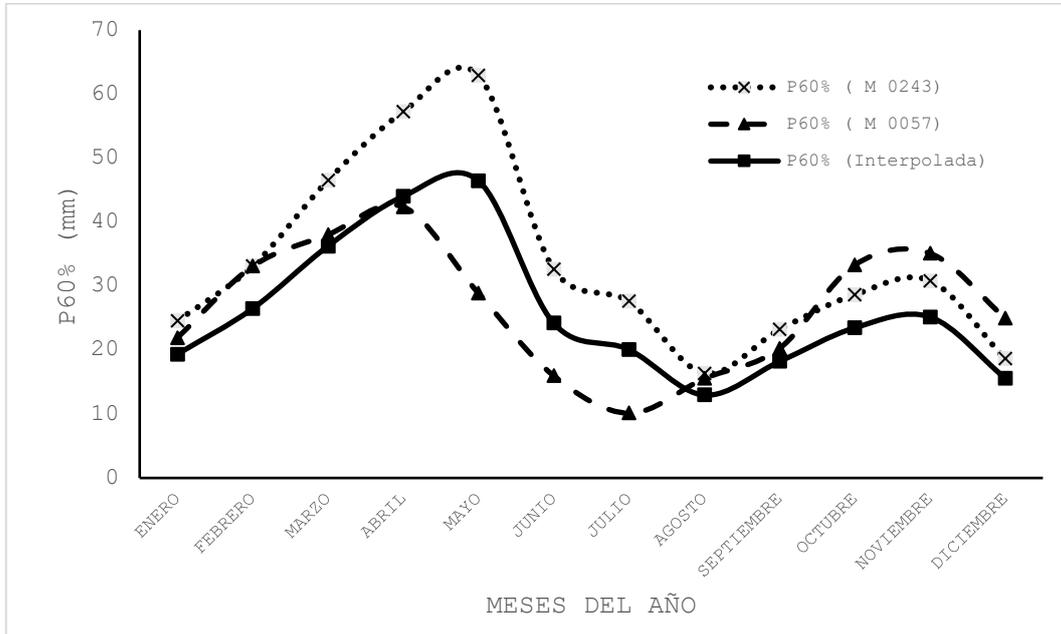


**Figura 6-4.** Evapotranspiración potencial en la zona de estudio  
Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.

La curva de la evapotranspiración interpolada indica las condiciones de humedad de la zona de estudio, determina un valor máximo de ETP en el mes de enero con  $131.08 \text{ mmmes}^{-1}$  indicándome que existe más egresos de agua, mientras que el valor mínimo se presenta en febrero con  $93.77 \text{ mmmes}^{-1}$ . Lo que concuerda con (Trezza, 2008), quien indica la importancia de estimar la tasa de evapotranspiración potencial, que ocurre en un suelo húmedo y en las plantas, cuando no existen limitaciones de agua, representa la evapotranspiración máxima que podría ocurrir a partir de una superficie cubierta con vegetación. Además, señala la importancia de su determinación para su posterior uso para calcular la demanda de agua.

#### 4.2.2.2. Precipitación (P60%)

La precipitación promedio al 60% de probabilidad en la zona de estudio usando Cropwat en la estación Pungales determino un valor de  $33.51 \text{ mm mes}^{-1}$ , en la estación Riobamba – Aeropuerto de  $26.63 \text{ mm mes}^{-1}$  y finalmente el valor interpolado es de  $26.01 \text{ mm mes}^{-1}$  (Ver anexo G).



**Figura 7-4.** Precipitación probable al 60%

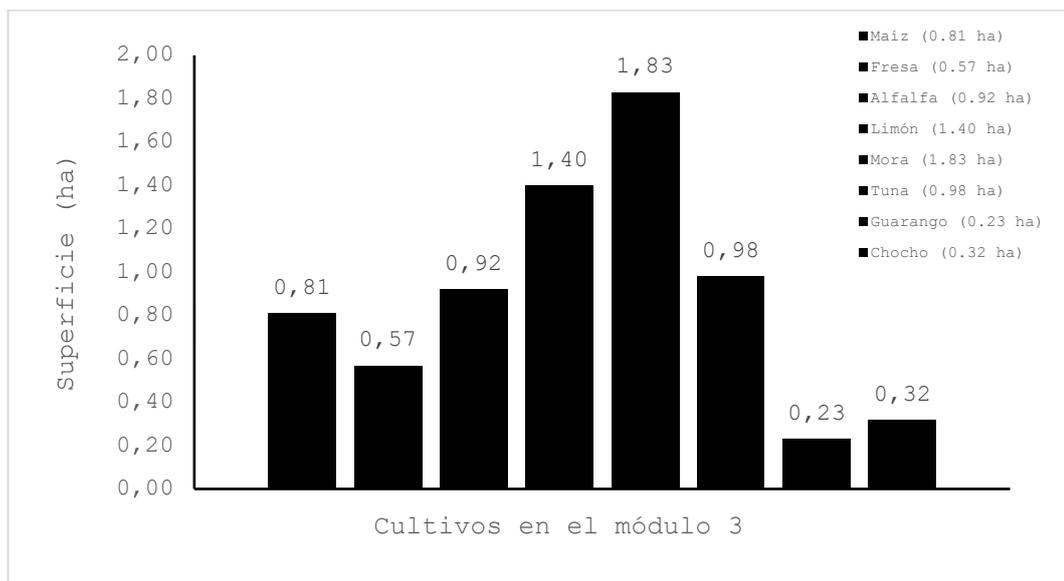
Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.

La curva de la precipitación interpolada al 60% de probabilidad indica mayor precipitación en el mes de mayo con 46.45 mm, mientras que el mes con menos lluvia es agosto con 12.96 mm, determinando una precipitación al 60% de probabilidad anual en la zona de estudio de 312.12 mm, lo que me indica que las entradas de agua son bajas. Lo que concuerda con (ATLAS, 2022), quien manifiesta que el mes más seco con la precipitación más baja es agosto con 46 mm.

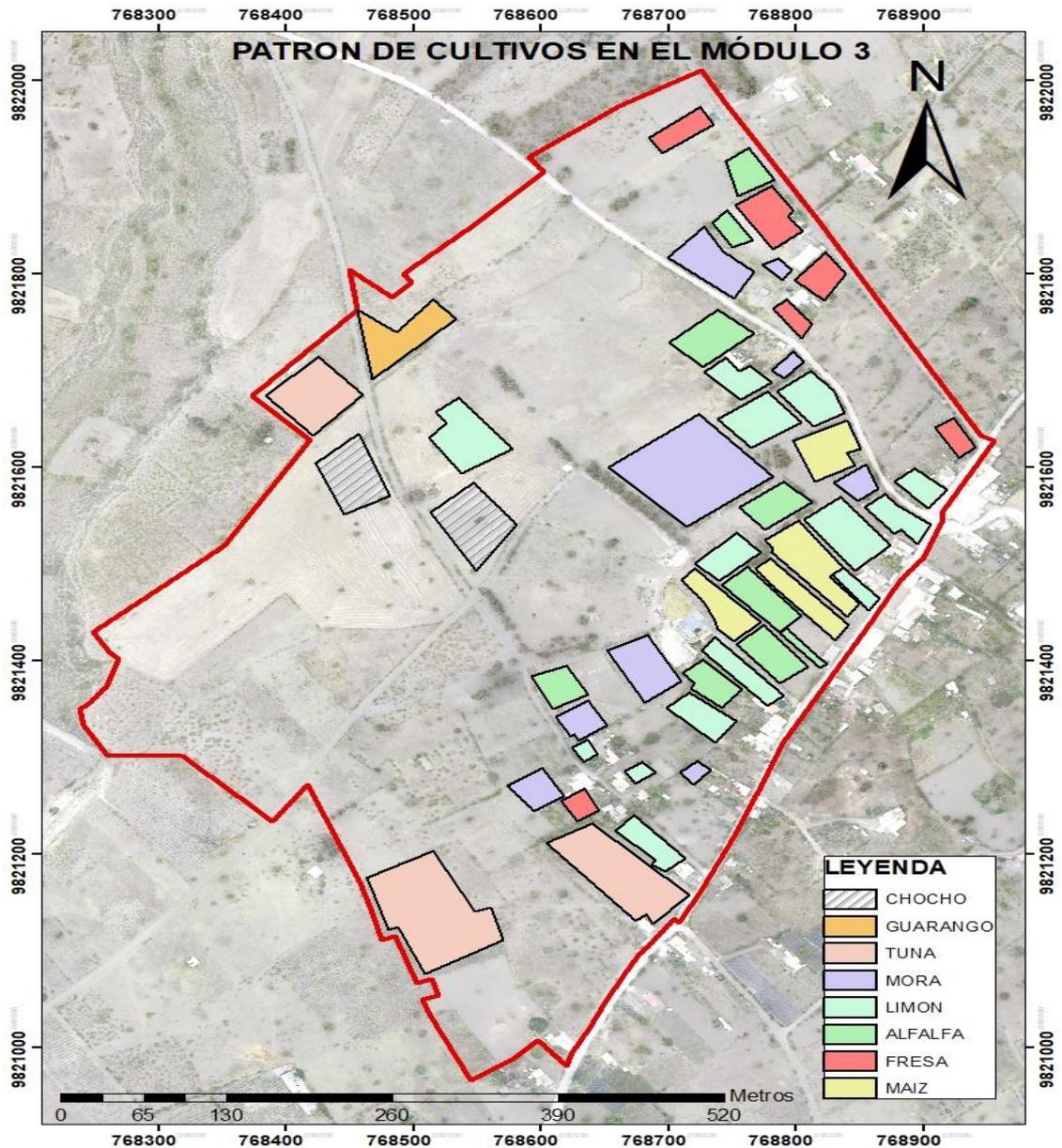
#### 4.2.2.3. Patrón de cultivos

El patrón de cultivos determinó ocho cultivos clasificados en dos grupos: ciclo corto (maíz, chocho) y perennes (fresa, alfalfa, limón, mora, tuna, guarango), los cuales se adaptaron a las condiciones de secano de la zona de estudio. El área de producción por cultivos se detalla a continuación: maíz (0.81 ha), fresa (0.57 ha), alfalfa (0.92 ha), limón (1.40 ha), mora (1.83 ha), tuna (0.98 ha), guarango (0.23 ha), chocho (0.32 ha) (Figura 8-4) (Figura 9-4) (Ver anexo H). El área total ocupada en la producción agrícola es de 7.06 ha que equivale al 18.20% del área total del módulo tres. La cédula de cultivos determinó un predominio de cultivos perennes en los cuales

la fecha de siembra y cosecha se realizan en cualquier mes del año. En los cultivos de ciclo corto la fecha de siembra del maíz es en noviembre y se cosechan en abril realizando dos ciclos de producción en el año, el chocho la fecha de siembra es en noviembre y la cosecha se realiza en mayo y se realizan dos ciclos de producción al año (Ver anexo I). El conocer el patrón de cultivos que se desarrollan en el módulo tres es de mucha importancia para que podamos satisfacer las necesidades de los mismos. Lo que concuerda con (Sarango, 2020), quien señala que el patrón de cultivo busca armonizar las necesidades de consumo y rentabilidad económica. Posteriormente con esta información se puede estructurar el balance hídrico del proyecto.



**Figura 8-4.** Patrón de cultivos en la zona del ensayo  
**Realizado por:** Oleas, Edgar, 2024.



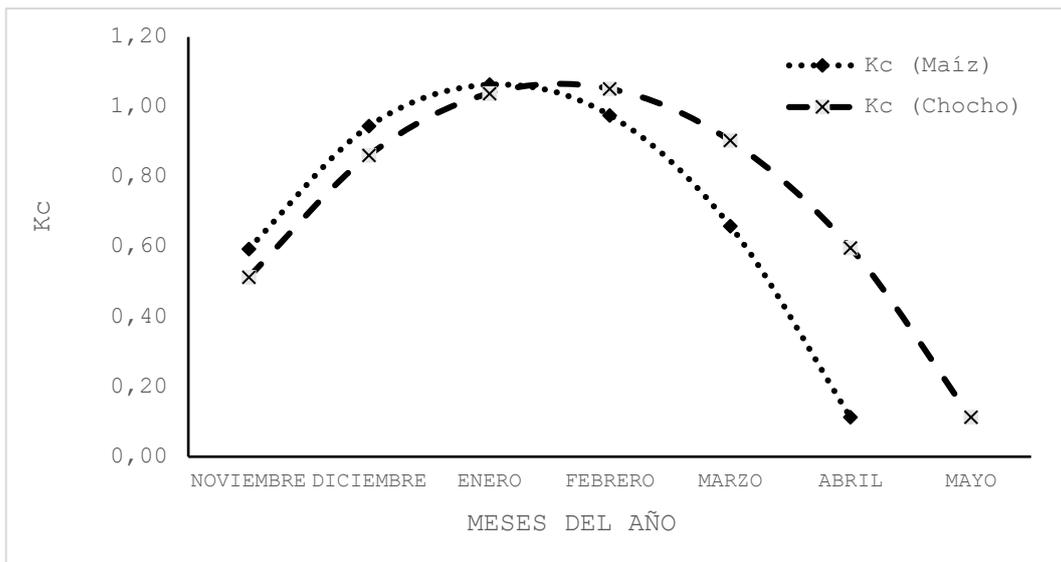
**Figura 9-4.** Patrón de cultivos en la zona del ensayo  
 Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.

#### 4.2.2.4. Coeficiente del cultivo ( $K_c$ )

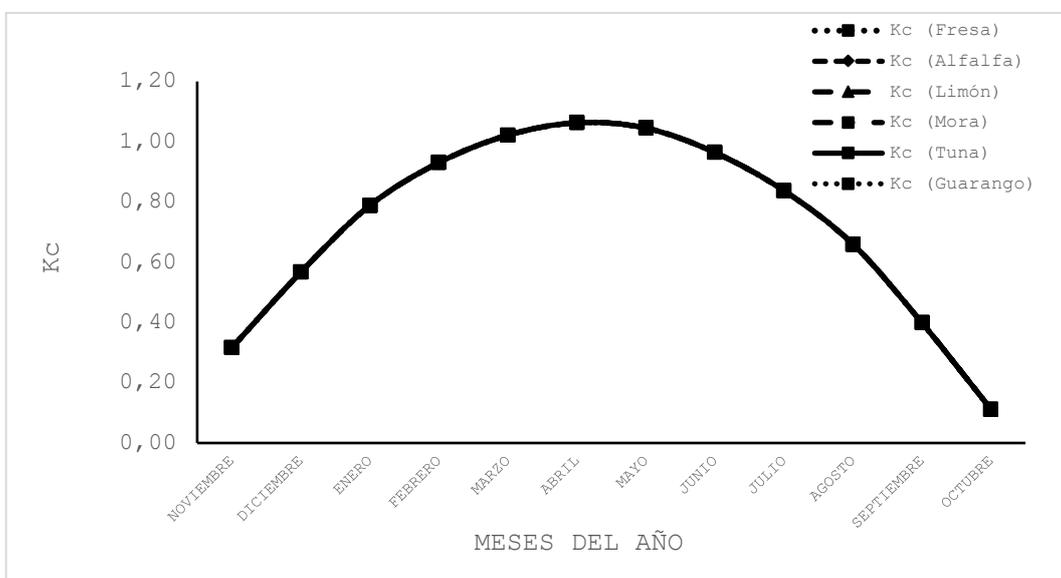
La determinación del coeficiente del cultivo en la zona de estudio se realizó para cultivos de ciclo corto (maíz, chocho) y para cultivos perennes (fresa, alfalfa, limón, mora, tuna, guarango). La cosecha de los cultivos de ciclo corto se realiza dos veces al año. Considerando todos estos particulares observamos como varía la cantidad de agua que las plantas extraen del suelo a medida que se van desarrollando desde la siembra hasta la cosecha.

Al observar las curvas de los coeficientes de cultivo de ciclo corto (Figura 10-4) determinamos que el mayor valor se presenta en la etapa intermedia con 1.04 en el cultivo de maíz en el mes de

enero y 1.05 en el chocho en el mes febrero (Ver anexo J). Lo que concuerda con (Monge, 2022), quien indica que el coeficiente de cultivo presenta valores que varían según la fenología, pequeños al inicio del crecimiento del cultivo y aumentan a medida que se incrementa el desarrollo. El valor máximo se alcanza durante la floración, se mantiene durante la fase media y finalmente decrece durante la maduración. En todos los cultivos perennes (Figura 11-4) el valor del coeficiente de cultivo presenta valores bajos al inicio (0.32) y al final (0.11), el valor máximo se presenta en la etapa intermedia (1.06) en el mes de abril (Ver anexo J). Lo que concuerda con la (FAO, 1995), que manifiesta que la etapa intermedia es la más larga para los cultivos permanentes y para una gran variedad de cultivos anuales, alcanzando su valor máximo y constante.



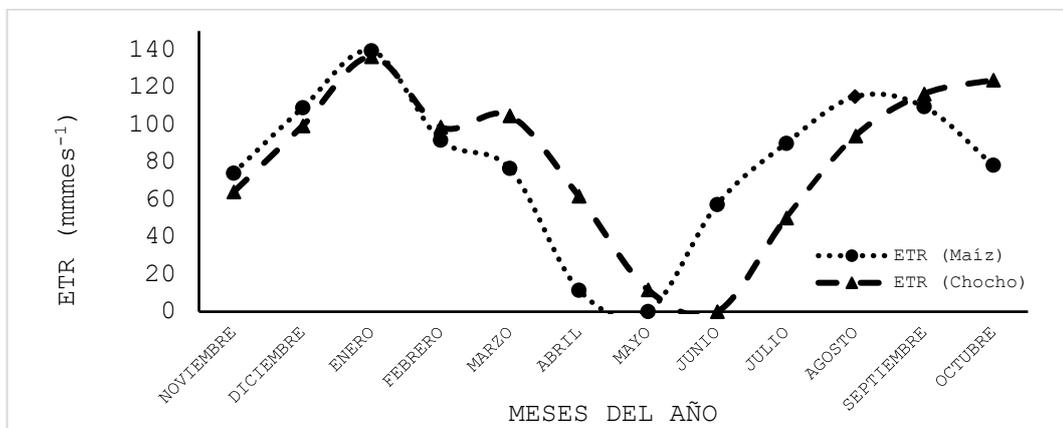
**Figura 10-4.** Coeficiente de cultivos de ciclo corto  
Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.



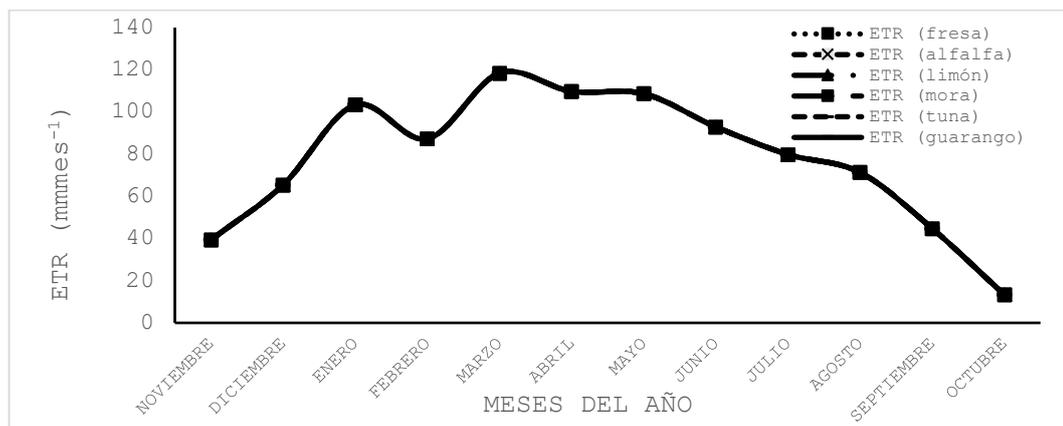
**Figura 11-4.** Coeficiente de cultivos perennes  
Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.

#### 4.2.2.5. Evapotranspiración real (ETR)

La cantidad de agua consumida por los cultivos presentes en el módulo 3 es diferente dependiendo del tipo. Los cultivos de ciclo corto (maíz, chocho) presentan un comportamiento diferente con respecto a los cultivos perennes (fresa, alfalfa, limón, mora, tuna, guarango). La evapotranspiración real en los cultivos de ciclo corto (maíz, chocho), presento valores bajos al inicio y al final del ciclo mientras que presenta su mayor consumo de agua en el mes de enero, el maíz con  $139.39 \text{ mmmes}^{-1}$  y el chocho con  $136.17 \text{ mmmes}^{-1}$  (Figura 12-4). Los cultivos perennes presentan su mayor demanda en el mes de marzo con  $118.39 \text{ mmmes}^{-1}$  (Figura 13-4) (Ver anexo K). Lo que concuerda con (FAO, 1995), quienes indican que los valores bajos de ETR se encontraron al inicio, mientras que los valores altos se encontraron en la etapa de madurez. Estas dos etapas de desarrollo se caracterizan porque en la primera, el cultivo requiere mínima cantidad de agua, ya que tiene menos follaje y por lo tanto demanda menos agua para cubrir la demanda atmosférica a través de la evapotranspiración; mientras que en la segunda etapa el cultivo tiene mayor follaje y por consecuencia demanda más cantidad de agua (mayor evapotranspiración).



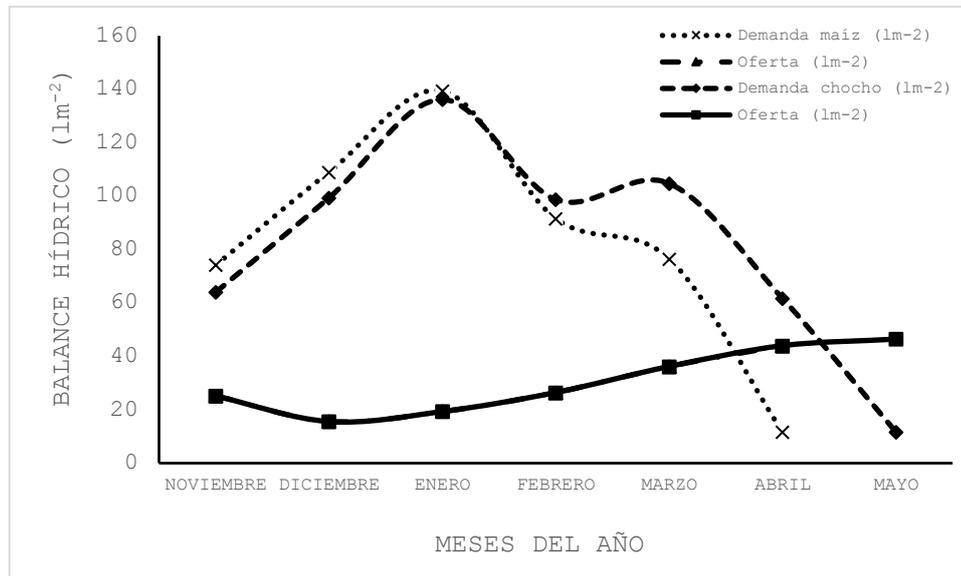
**Figura 12-4.** Evapotranspiración real en los cultivos de ciclo corto  
Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.



**Figura 13-4.** Evapotranspiración real en los cultivos perennes  
Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.

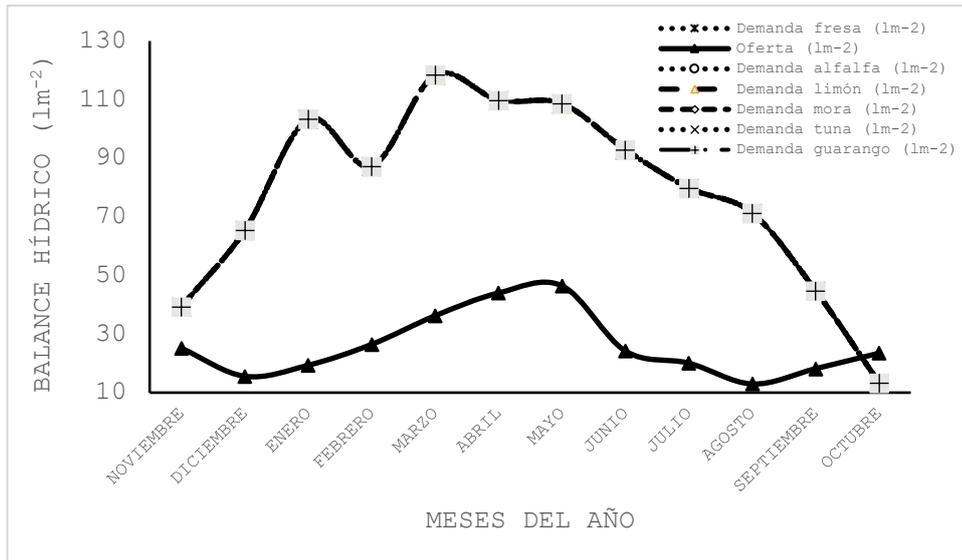
### 4.2.3. Cálculo de requerimientos de riego

El balance hídrico en el módulo 3 determino que la demanda es mayor que la oferta en todos los meses del año, tanto para cultivos de ciclo corto y cultivos perennes. Observamos que el mes de enero presenta la mayor demanda en los cultivos de ciclo corto: maíz (139.39  $\text{lm}^{-2}$ ) y chocho (136.17  $\text{lm}^{-2}$ ), mientras que la oferta es 19.34  $\text{lm}^{-2}$  lo que indica que no se podrá satisfacer la suma de requerimientos hídricos de estos cultivos que se desarrollan en el módulo 3 (Figura 14-4).



**Figura 14-4.** Balance hídrico cultivos de ciclo corto  
Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.

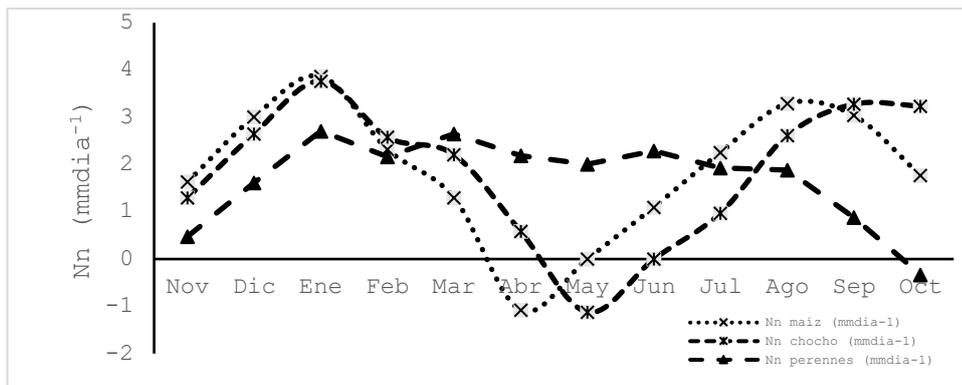
Observamos que el mes de marzo presenta la mayor demanda en los cultivos perennes (fresa, alfalfa, limón, mora, tuna, guarango), con un valor de 118.39  $\text{lm}^{-2}$ , mientras que la oferta es 36.23  $\text{lm}^{-2}$  lo que indica que no se podrá satisfacer la suma de requerimientos hídricos de estos cultivos que se desarrollan en el módulo 3 (Figura 15-4). El balance hídrico en los cultivos de ciclo corto y perennes se determinó entre la diferencia de la evapotranspiración de cultivo con la precipitación efectiva, los valores calculados indican que hay mayores pérdidas de agua en comparación de la precipitación y por ende la necesidad hídrica son mayores. Lo que concuerda con (Claro, 1991), quien indica que el balance hídrico es determinante, por reflejar la importancia que tiene el suministro de agua para los cultivos de acuerdo a sus requerimientos, en él se determina una eventual escasez o exceso hídrico en el ciclo de los cultivos que puedan afectar la producción.



**Figura 15-4.** Balance hídrico en los cultivos perennes  
 Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.

#### 4.2.3.1. Necesidades netas

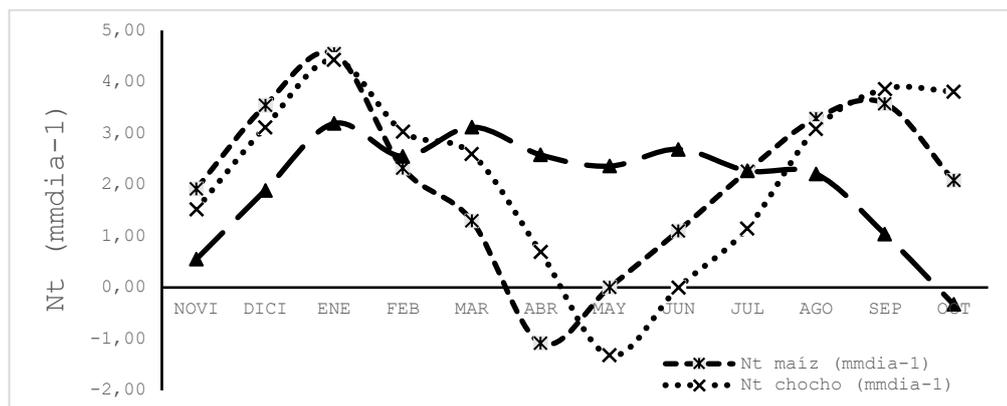
Durante todo el ciclo de producción de los cultivos de ciclo corto (maíz, chocho) y los perennes (fresa, alfalfa, limón, mora, tuna, guarango) existe una deficiencia del recurso hídrico que limita el desarrollo y producción de los mismos. El mes de mayor requerimiento para los cultivos de ciclo corto es enero con: maíz ( $3.87 \text{ mmdia}^{-1}$ ), chocho ( $3.77 \text{ mmdia}^{-1}$ ). En los cultivos perennes el mayor requerimiento se presenta en el mes de enero con  $2.72 \text{ mmdia}^{-1}$  (Figura 16-4) (Ver anexo T). El mayor valor de necesidad neta ponderada se presenta en enero con  $2.58 \text{ mmdia}^{-1}$  (Ver anexo V). De ahí la importancia de determinar la necesidad neta para poder cubrir la demanda de agua de los cultivos. Lo que concuerda con (Martinez, 2004), quien manifiesta la importancia de conocer las necesidades hídricas de los cultivos es fundamental para mejorar el diseño, planificación, gestión de polígonos y sistemas de riego. Las necesidades netas es parte de volumen suministrado por el riego, no incluye las pérdidas que se producen en el proceso de aplicación del agua.



**Figura 16-4.** Necesidades netas en el módulo 3  
 Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.

#### 4.2.3.2. Necesidades totales

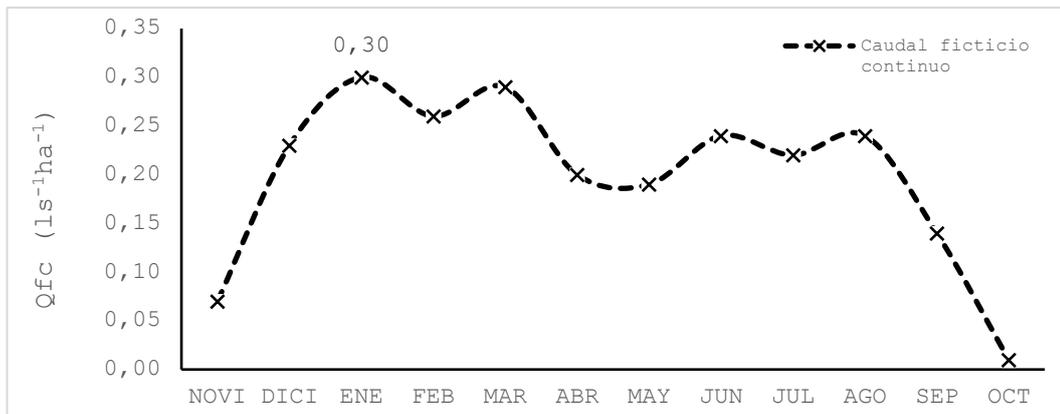
El mayor requerimiento para los cultivos de ciclo corto es enero con: maíz (4.55 mmdia<sup>-1</sup>), chocho (4.43 mmdia<sup>-1</sup>). En los cultivos perennes el mayor requerimiento se presenta en el mes de enero con 3.19 mmdia<sup>-1</sup> (Figura 17-4) (Ver anexo U). Se considera volúmenes mayores ya que se utilizó el 85% de eficiencia. Lo que concuerda con (Martinez, 2004), quien indica que en las necesidades totales se considera que todo sistema de riego este sujeto a pérdidas de agua de forma que su eficiencia de aplicación es menor del 100%. Las pérdidas se atribuyen a una evaporación directa de la lámina libre de agua (riego gravedad), evaporación gotas de agua (aspersión), escorrentía superficial.



**Figura 17-4.** Necesidades totales en el módulo 3  
Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.

#### 4.2.3.3. Caudal ficticio continuo

El caudal ficticio continuo calculado en el módulo 3 como resultado final de los requerimientos de riego es de 0.30 ls<sup>-1</sup>ha<sup>-1</sup> (Figura 18-4) (Ver anexo V) considerando una eficiencia del 85%, el cual me ayuda a evaluar la disponibilidad de agua. Lo que concuerda con (Ortíz, 2011), quien indica que el caudal ficticio continuo se determinó a partir de la necesidad hídrica diaria y es el caudal que se requiere suministrar a una superficie de una hectárea en forma continua durante las 24 horas del día para cubrir la demanda evaporativa de la atmósfera.



**Figura 18-4.** Caudal ficticio continuo

Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.

#### 4.2.4. Selección del cultivo

La zona de estudio está ubicada a los 2697.86 msnm, el clima presenta una temperatura promedio de 17°C, el valor promedio de horas sol es 8.8 h, la precipitación anual es menor a 550 mm, el análisis de las propiedades físicas del suelo determina una textura arena franca, caracterizada por una baja capacidad de retener el agua, pero una buena aireación, todos estos factores permiten definir al Limón como un cultivo potencial para la zona de estudio, lo que concuerda con (Vegas, 2011), quien indica que el éxito de la producción del limón depende del clima y suelo. La temperatura es el principal factor limitante en la producción, las medias favorables oscilan entre una mínima de 10 °C y una máxima de 24 °C. Los suelos profundos, arenosos, bien aireados, sin excesos de humedad, sin capas impermeables y buena fertilidad natural, son los más apropiados para cítricos, ya que permiten un buen desarrollo radical. Otra característica importante es la luz solar, todos los cítricos requieren alta luminosidad. En la etapa de crecimiento del fruto de los cítricos debe existir un adecuado suministro de agua, por lo que es preferible plantar el cultivo en lugares donde la precipitación pluvial sea de 400 a 1200 mm anuales. Además (Casada, 2020), recomienda que la distancia y cantidades de árboles por manzana es de 6m x 6m, obteniendo 164 árboles en 7000 m<sup>2</sup>.

##### 4.2.4.1. Profundidad de enraizamiento (Z)

La profundidad radicular efectiva del limón definida para esta investigación es de 600 mm, considerando las características edáficas y climáticas presentes en la zona de estudio que determinan el desarrollo radical. Lo que concuerda con (Contreras, 2008), quienes manifiestan que la textura del suelo influye en la cantidad y la exploración radical. En suelos arenosos los cítricos exploran grandes profundidades, presentando más del 50 % de sus raíces fibrosas hasta los 750 mm, además (Noling, 1992), menciona que la más alta densidad de raíces se encuentra en los

primeros 600 mm de la superficie del suelo y se ubican bajo la copa del árbol. La cantidad de raíces tiende a ser mayor en la parte superficial del suelo, a mayor profundidad va disminuyendo gradualmente.

#### 4.2.5. Método de riego

El método de riego seleccionado es mini aspersión con una eficiencia (Ef) del 85%, considerando que el cultivo a irrigar es el limón. Lo que concuerda con (Avidan, 1994), quien considera una eficiencia en el rango del 80 – 85 % para planificar un sistema de riego de mini aspersión. Los factores que influyen en la eficiencia son la distribución deficiente de agua a consecuencia de vientos fuertes, tipo de suelo y pendiente.

##### 4.2.5.1. Selección del mini aspersor

Para la selección del mini aspersor se consensuó entre la comunidad y los maestrantes, considerando que en la zona del ensayo existe una velocidad del viento de  $6 \text{ ms}^{-1}$ , y la velocidad de infiltración del suelo promedia es de  $86.87 \text{ mmh}^{-1}$ . Se determinando al mini – woobler, boquilla #6 dorado el cual es reconocido por su patrón de aplicación único al distribuir gotas como de lluvia, con menor intensidad de aplicación sobre una mayor área de cobertura a bajas presiones (Tabla 5-4).

**Tabla 5-4:** Datos catalogo mini woobler boquilla # 6

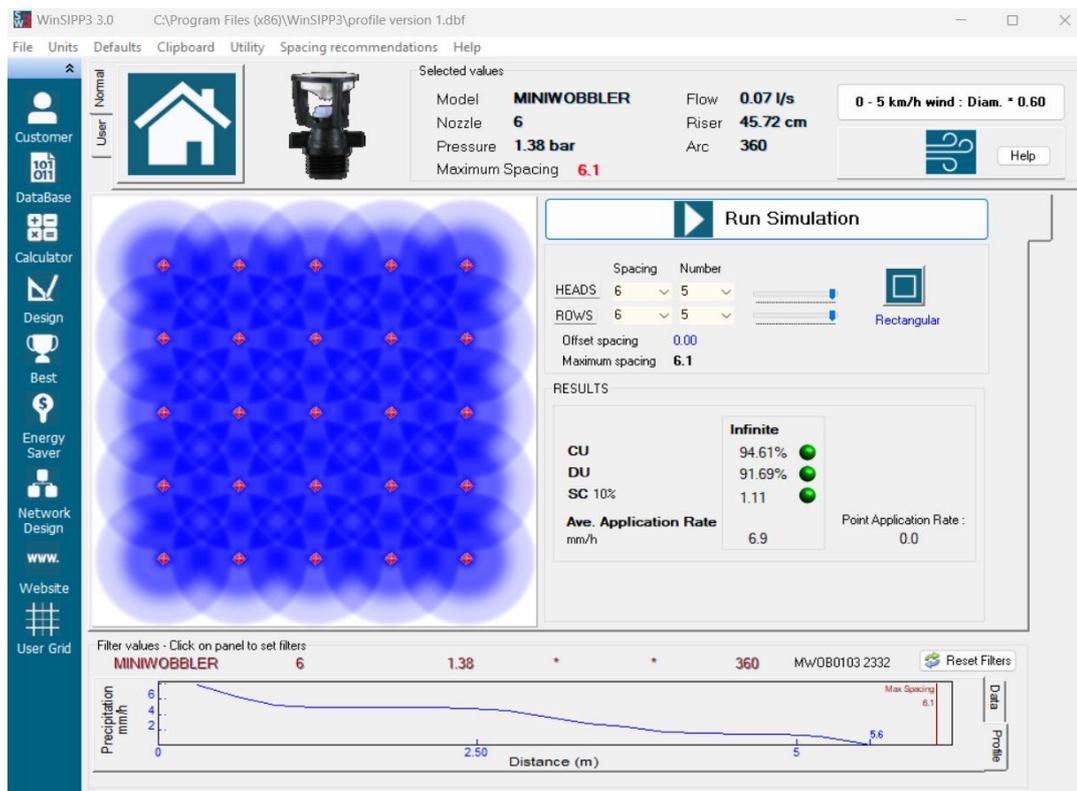
<b>Boquilla #6 - Dorada (2.38 mm)</b>	<b>Presión base PSI</b>		
	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>25</b>
Caudal (l/h)	216.00	250.00	284.00
Diámetro húmedo (m)	10.10	11.00	11.30

**Fuente:** Catalogo Senninger  
**Realizado por:** Oleas, Edgar, 2024.

##### 4.2.5.2. Marco de implementación

El marco de implementación usando el mini – woobler, boquilla número 6 dorada, se determinó con el software WinSIPP3 modelando una separación óptima entre micro aspersores de 6m y de laterales de 6m, alcanzando un coeficiente de uniformidad del 94.61 % (Figura 19-4). Lo que concuerda con (Senninger, 2020), quienes indican WinSIPP3 permite comparar diferentes espaciamientos, modelos de aspersores, tamaños de boquillas, alturas de elevación y presiones de

operación para determinar qué micro aspersor y diseño del sistema serían los mejores para su aplicación específica.



**Figura 19-4.** Modelación del marco de implementación en WinnSipp3  
Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.

#### 4.2.5.3. Precipitación horaria del mini aspersor ( $Phra$ )

Se determinó una precipitación horaria de  $6.94 \text{ mmh}^{-1}$ , valor menor a la velocidad de infiltración del suelo que es de  $86.87 \text{ mmh}^{-1}$  por lo tanto se acepta este emisor al no producir problemas de encharcamiento (Ver anexo W). Lo que concuerda con (Monge, 2018), quien indica que la precipitación del sistema no debe superar la capacidad de infiltración de agua en el suelo para no producir encharcamientos ni escorrentía y recomienda para que un sistema resulte eficiente debe encontrarse en el rango de pluviosidad de  $6$  a  $8 \text{ mmh}^{-1}$  salvo en terrenos arcillosos que debe ser menor para evitar encharcamientos.

#### 4.2.6. Diseño de riego a nivel modular

Con los datos de parcela, cultivo, clima, suelo y método de riego se procedió a calcular el diseño de riego ajustado a nivel modular (Ver anexo X). Determinando una superficie regada por turno

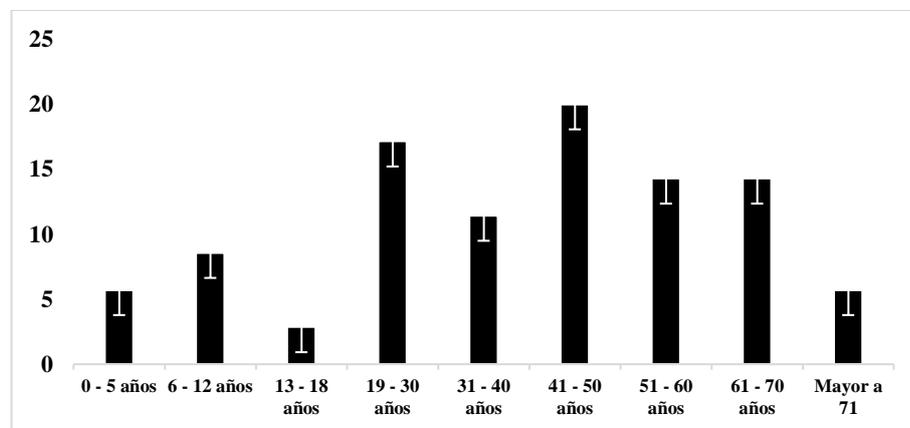
de 1.30 ha turno<sup>-1</sup>, con una irrigación de 5.18 ha día<sup>-1</sup>, considerando que el sistema va operar 12 h día<sup>-1</sup>, se mantendrá 4 turnos en el día, el tiempo de riego por turno es de 3 h turno<sup>-1</sup>, con una frecuencia de riego de cada 7 días, el caudal modula es 25.5 ls<sup>-1</sup> para un área neta de riego de 36.27 ha.

### 4.3. Estudio social

Se analizó las condiciones socioeconómicas presentes en el módulo 3, Chingazos San Jacinto.

#### 4.3.1. Población

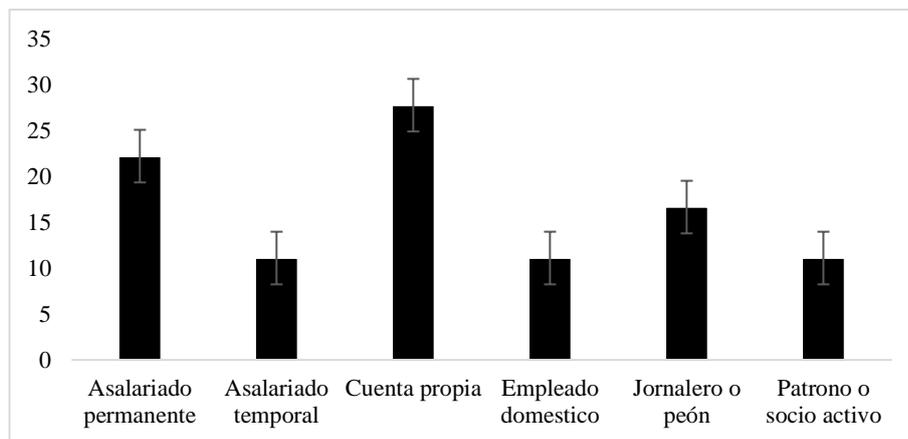
La población se distribuye en hombres 40% y mujeres en un 60%. El grupo etario que predomina está en el rango de edad de 41-50 años con un 20%, mientras que al último se encuentra el grupo comprendido en el rango de 13-18 años con un 3% (Figura 20-4).



**Figura 20-4.** Distribución de la población en el módulo 3  
Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.

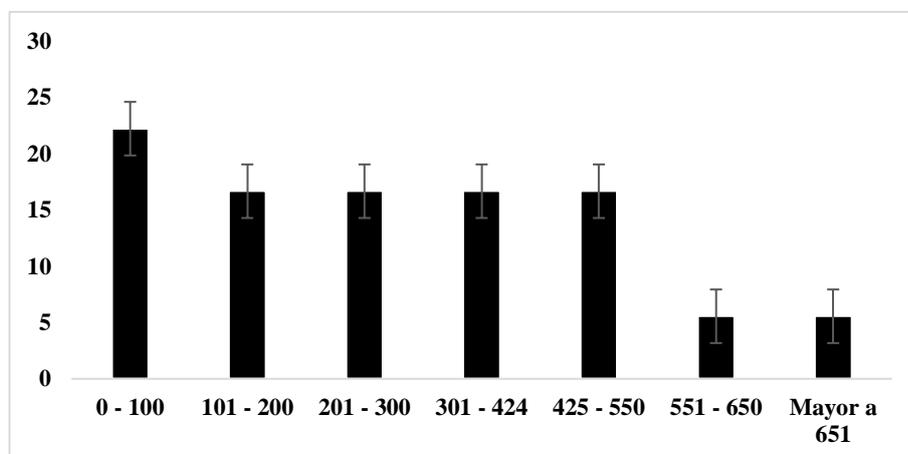
#### 4.3.2. Actividades económicas y fuentes de ingreso

El 51,3% de personas trabajan, el 48,57% carece de un empleo. De estos el 28% su relación de dependencia es por su cuenta propia, mientras que en el último rango se encuentran las personas que tienen salario temporal, empleadas domésticas y patrón o socio activo con un 11% (Figura 21-4).



**Figura 21-4.** Principales actividades económicas en el módulo 3  
 Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.

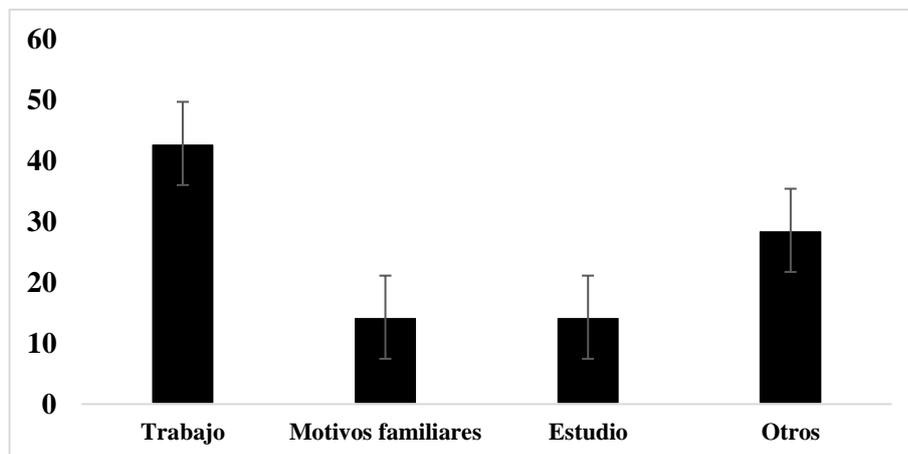
La mayoría de personas (22,22%) han ganado en el último mes de trabajo de 0-100 USD, solo en el 5,56 % de personas sus ingresos son mayores a 651 USD (Figura 22-4).



**Figura 22-4.** Rangos de salarios en Chingazos San Jacinto  
 Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.

### 4.3.3. Emigración

El 35% de personas sale de Chingazos San Jacinto, con una frecuencia de una vez por mes la razón principal es el trabajo. La mayoría de personas viaja a Guayaquil en un 28,57% (Figura 23-4).



**Figura 23-4.** Motivo de salida de Chingazos San Jacinto  
 Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.

#### **4.3.4. Hábitat, agua consumo, luz eléctrica y alcantarillado**

En el módulo 3 se puede observar que el 85% de los habitantes tienen casa, mientras que el 15% restante dispone de otro tipo de vivienda (Choza). El agua de consumo humano proviene en un 80% de agua entubada, mientras que el 20% restante proviene de pozo, el 71% de personas dispone de luz, el 70% dispone de pozo séptico.

#### **4.4. Diseño hidráulico parcelario**

El diseño hidráulico parcelario en el módulo 3 se realizó con el software Irricard pro 19 el mismo que determino la ubicación y funcionamiento óptimo de las conducciones, componentes y resto de elementos. Determinando diámetros de tubería de 50 mm, 40 mm, 32 mm y 25 mm. Las válvulas de apertura de 1", 1.5" y 2".

#### **4.5. Análisis socio-económico con y sin proyecto**

##### **4.5.1. Unidades productivas agropecuarias (UPA's)**

Las unidades productivas agropecuarias en el módulo 3 tiene sus limitaciones en varios aspectos, considerando que tienen disponibilidad de tierra para sus labores agropecuarias, sin embargo, las limitaciones a considerar son: los instrumentos de producción, el capital y la mano de obra. El agua (instrumentos de producción) es la principal limitante por su falta de acceso, por otro lado, el capital para invertir es una falencia al igual que la mano de obra. Por lo que la mayoría de familias busca la subsistencia a través del autoconsumo y una producción semi-intensiva.

#### 4.5.2. Rendimiento y volúmenes de producción

El rendimiento en el módulo 3 se determinó en campo (utilizando una balanza y un cuadrante de un metro cuadrado). La producción se determinó considerando el área de producción de cada uno de los cultivos presentes (patrón de cultivo) en la zona de estudio, el rendimiento por hectárea (kg ha<sup>-1</sup>) y el número de cosechas que se realizan en el año (cédula de cultivos). El cultivo con mayor rendimiento estimado en la zona de estudio es la alfalfa con 38640.00 kg ha<sup>-1</sup> (Tabla 6-4). El mayor rendimiento estimado con proyecto presentó el cultivo de limón con 29085.00 kg ha<sup>-1</sup> en un área de 30.61 ha (Tabla 7-4). El rendimiento es de mucha importancia por ser un indicador del capital contable. Lo que concuerda con (López, 2021), quien menciona la importancia del rendimiento al indicarme la rentabilidad obtenida al realizar una inversión.

**Tabla 6-4:** Volumen de producción sin proyecto

Cultivo	Área cultivada (ha)	Rendimiento estimado (kg ha <sup>-1</sup> )	Cosechas en el año (Nº)	Rendimiento módulo 3 (kg /7.06 ha)
Maíz	0.81	3200.00	1.00	2592.00
Fresa	0.57	108.86	98.00	6080.92
Alfalfa	0.92	14000.00	3.00	38640.00
Limón	1.40	152.73	52.00	11118.74
Mora	1.83	54.55	96.00	9583.34
Tuna	0.98	480.00	13.00	6115.20
Chocho	0.32	317.39	1.00	101.56
Guarango	0.23	2000.00	2.00	920.00
Descanso	18.99			
Barbecho	10.22			
Área neta total	36.27			

Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.

**Tabla 7-4:** Volumen de producción con proyecto

Cultivo	Área cultivada (ha)	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )	Cosechas en el año (Nº)	Rendimiento (kg/36.27 ha)
Maíz	0.81	6000.00	1.00	4860.00
Fresa	0.57	108.86	98.00	6080.92
Alfalfa	0.92	18000.00	3.00	49680.00
Limón	30.61	182.73	52.00	29085.00
Mora	1.83	54.55	96.00	9583.34
Tuna	0.98	480.00	13.00	6115.20
Chocho	0.32	417.39	1.00	133.56
Guarango	0.23	2000.00	2.00	920.00

Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.

#### 4.5.3. Costos variables en el módulo 3

Los costos de producción indican los valores monetarios de todos los insumos, materiales utilizados para la producción. En este caso, se tienen todos los rubros de labores culturales (deshierba, aporque, control fitosanitario, riego, fertilización, podas entre otros), labores pre culturales (preparación de terreno, desinfección de suelo, siembra), equipos, materiales y mano de obra. El costo de producción total en las 7.06 ha en situación actual asciende a 35426.81 USD. El producto con mayor inversión es la mora con 20266.15 USD (Tabla 8-4). En la alternativa con proyecto los costos de producción en la 36.27 ha asciende a 72723.40 USD. El cultivo con mayor inversión es el limón con 37110.95 USD (Tabla 9-4). Conocer estos valores monetarios son de mucha importancia por determinar el mantenimiento de un proyecto y poder generar un servicio. Lo que concuerda con (Rus E, 2020), quien indica que los costos de producción (o costo de operación) son los gastos para fabricar un bien, relacionado todos los gastos necesarios, quedando fuera otros como los financieros. Suele incluir la materia prima y aprovisionamientos, la mano de obra directa e indirecta y otros costes de gestión como amortizaciones, alquileres o gastos de asesoramiento.

**Tabla 8-4:** Costos variables sin proyecto

Cultivo	Área cultivada (ha)	Costos variables ha (USD)	Costos variables 3 (USD)
Maíz	0.81	1018.22	824.76
Fresa	0.57	17826.59	10161.16
Alfalfa	0.92	1216.00	1118.72
Limón	1.40	1154.65	1616.51
Mora	1.83	11074.40	20266.15
Tuna	0.98	1053.50	1032.43
Chocho	0.32	483.00	154.56
Guarango	0.23	1097.90	252.52
<b>Total</b>	<b>7.06</b>	<b>34924.26</b>	<b>35426.81</b>

Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.

**Tabla 9-4:** Costos variables con proyecto

Cultivo	Área cultivada (ha)	Costos variables ha (USD)	Costos variables módulo 3 (USD)
Maíz	0.81	1038.62	841.28
Fresa	0.57	18717.92	10669.21
Alfalfa	0.92	1249.60	1149.63
Limón	30.61	1212.38	37110.95
Mora	1.83	11628.12	21279.46
Tuna	0.98	1072.90	1051.44
Chocho	0.32	1152.80	368.90
Guarango	0.23	1097.90	252.52
<b>Total</b>	<b>36.27</b>	<b>492.60</b>	<b>72723.40</b>

Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.

#### 4.5.4. Determinación del beneficio neto

En el módulo 3 sin proyecto el cultivo de limón presentó el mayor beneficio neto con un valor de 11692.63 USD, mientras que el menor se apreció en el cultivo de mora (Tabla 10-4). El mayor beneficio neto con proyecto presentó el cultivo de limón con un valor de 311042.48 USD (tabla 11-4). Los valores obtenidos son de mucha importancia por indicar la utilidad y rentabilidad del proyecto. Lo que concuerda con (Sanches J, 2020), quien señala que el beneficio neto indica la cantidad de dinero que puede disponer una empresa tras haber hecho frente a sus obligaciones en forma de impuestos o gastos.

**Tabla 10-4:** Beneficio neto sin proyecto

Cultivo	Rendimiento (kg /7.06 ha)	Rendimiento ajustado al 10% (kg /7.06 ha)	Beneficio bruto (ctvs./kg)	Costos variables (USD)	Beneficio neto (USD)
Maíz	2592.00	2332.80	1213.06	824.76	388.30
Fresa	6080.92	5472.83	13353.70	10161.16	3192.54
Alfalfa	38640.00	34776.00	6259.68	1118.72	5140.96
Limón	11118.74	10006.87	13309.14	1616.51	11692.63
Mora	9583.34	8625.01	17250.02	20266.15	-3016.13
Tuna	6115.20	5503.68	3962.65	1032.43	2930.22
Chocho	101.56	91.41	182.82	154.56	28.26
Guarango	920.00	828.00	496.80	252.52	244.28

Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.

**Tabla 11-4:** Beneficio neto con proyecto

<b>Cultivo</b>	<b>Rendimiento (kg/36.27 ha)</b>	<b>Rendimiento ajustado al 10% (kg/36.27 ha)</b>	<b>Beneficio bruto (ctvs/kg)</b>	<b>Costos variables (USD)</b>	<b>Beneficio neto (USD)</b>
Maíz	4860.00	4374.00	2274.48	841.28	1433.20
Fresa	6080.92	5472.83	13353.70	10669.21	2684.49
Alfalfa	49680.00	44712.00	8048.16	1149.63	6898.53
Limón	290855.00	261769.50	348153.43	37110.95	311042.48
Mora	9583.34	8625.01	17250.02	21279.46	-4029.44
Tuna	6115.20	5503.68	3962.65	1051.44	2911.21
Chocho	133.56	120.21	240.42	368.90	-128.48
Guarango	920.00	828.00	496.80	252.52	244.28

Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.

#### 4.6. Presupuesto del diseño hidráulico

Con el Irricard 19 se realizó el diseño hidráulico parcelario, se obtuvo un plano en el cual se dimensionó tuberías, se ubicó válvulas y se generó una lista de materiales. El precio total requerido para 36.27 ha asciende a 157892.04 USD, Distribuido en los siguientes rubros: preliminares 16754.50 USD, caballete 19445.55 USD, tubería 49046.60 USD, tee red 4095.06 USD, tee 606.54 USD, buje 1119.05 USD, codos 66.30 USD y aspensor 66758.45 USD (Tabla 12-4).

**Tabla 12-4:** Presupuesto del diseño hidráulico

<b>Descripción</b>		<b>Precio unitario (USD)</b>	<b>Volúmenes obra</b>	<b>Precio total (USD)</b>
<b>PRELIMINARES</b>	<b>U</b>			
Trazo y replanteo de líneas de tubería, ubicación de válvulas, reguladores de presión, filtros, parantes de aspersores	km	84.86	58.49	4963.30
Excavación de zanja con equipo en suelo sin clasificar, incluye rasante de piso. 0.80mx0.40m.	m3	0.63	18716.19	11791.20
<b>CABALLETE</b>				
Suministro, Instalación y Prueba de CODO PVC INY EC 32mm X 90° PG	U	0.76	90.00	68.40
Suministro, Instalación y Prueba de Tubería PVC EC 32 mm x 0.80Mpa	m	0.8	24.48	19.59
Suministro, Instalación y Prueba de Válvula de paso oblicua 1 "	U	9.00	20.00	180.00
Suministro, Instalación y Prueba de Válvula Reguladora en línea 32 mm 1.4 bar	U	20.00	20.00	400.00
Suministro, Instalación y Prueba de CODO PVC INY EC 50mm X 90° PG	U	1.05	1000.00	1050.00
Suministro, Instalación y Prueba de Tubería PVC EC 50 mm x 0.80Mpa	m	1.35	269.30	363.56
Suministro, Instalación y Prueba de Válvula de paso oblicua 1 1/2"	U	29	167.00	4843.00
Suministro, Instalación y Prueba de Válvula Reguladora en línea 50 mm 1.4 bar	U	50	167.00	8350.00
Suministro, Instalación y Prueba de Válvula de paso oblicua 2"	U	43	97.00	4171.00
<b>TUBERÍA</b>				
Suministro, Instalación y Prueba de Tubería PVC EC 25 mm x1.25Mpa	m	0.8	51822.40	41457.92
Suministro, Instalación y Prueba de Tubería PVC EC 32 mm x0.8Mpa	m	0.8	4268.13	3414.50
Suministro, Instalación y Prueba de Tubería PVC EC 40 mm x 0.80Mpa	m	0.99	2481.68	2456.86
Suministro, Instalación y Prueba de Tubería PVC EC 50 mm x 0.80Mpa	m	1.35	1272.08	1717.31
<b>TEE RED</b>				
Suministro, Instalación y Prueba de TEE RED PVC ENSAMBLADA EC 63 A 25mm	U	3.66	60.00	219.60
Suministro, Instalación y Prueba de TEE RED PVC INY EC 32 A 25mm PG	U	1.54	750.00	1155.00
Suministro, Instalación y Prueba de TEE RED PVC INY EC 40 A 25mm PG	U	2.18	777.00	1693.86
Suministro, Instalación y Prueba de TEE RED PVC INY EC 50 A 25mm PG	U	2.36	435.00	1026.60
Suministro, Instalación y Prueba de TEE RED PVC INY EC 50 A 32mm	U	2.36	0.00	0.00

Suministro, Instalación y Prueba de TEE RED PVC INY EC 50 A 40mm	U	2.36	0.00	0.00
<b>TEE</b>				
Suministro, Instalación y Prueba de TEE PVC INY EC 25mm PG	U	1.09	516.00	562.44
Suministro, Instalación y Prueba de TEE PVC INY EC 32mm PG	U	1.46	29.00	42.34
Suministro, Instalación y Prueba de TEE PVC INY EC 40mm	U	1.76	1.00	1.76
<b>BUJE</b>				
Suministro, Instalación y Prueba de RED PVC INY LARGO CC 50 A 25mm	U	3.83	0.00	0.00
Suministro, Instalación y Prueba de RED PVC INY LARGO CC 50 A 32mm	U	2.33	0.00	0.00
Suministro, Instalación y Prueba de RED PVC INY LARGO CC 40 A 25mm	U	1.33	5.00	6.65
Suministro, Instalación y Prueba de RED PVC INY LARGO CC 50 A 40mm	U	1.36	100.00	136.00
Suministro, Instalación y Prueba de RED PVC INY BUJE EC 32 A 25mm PG	U	1.61	288.00	463.68
Suministro, Instalación y Prueba de RED PVC INY BUJE EC 40 A 32mm PG	U	2.21	232.00	512.72
<b>CODO</b>				
Suministro, Instalación y Prueba de CODO PVC INY EC 25mm X 90° PG	U	0.39	162.00	63.18
Suministro, Instalación y Prueba de CODO PVC INY EC 32mm X 90° PG	U	0.39	8.00	3.12
Suministro, Instalación y Prueba de CODO PVC INY EC 40mm X 90° PG	U	0.45	0.00	0.00
Suministro, Instalación y Prueba de CODO PVC INY EC 50mm X 90° PG	U	1.05	0.00	0.00
<b>ASPERSOR</b>				
Suministro, Instalación y Prueba de TEE RED PVC INY EC 25 A 20mm PG	U	1.33	5000.00	6650.00
Suministro, Instalación y Prueba de CODO PVC INY EC 25mm X 90° PG	U	0.93	2800.00	2604.00
Suministro, Instalación y Prueba de RED PVC INY BUJE EC 25 A 20 mm PG	U	1.36	3000.00	4080.00
Suministro, Instalación y Prueba de Tubería PVC EC 20 mm x0.8Mpa	m	0.99	14121.00	13979.79
Suministro, Instalación y Prueba de ADAPTADOR HEMBRA de 20mm x 1/2"	U	0.69	9414.00	6495.66
Suministro, Instalación y Prueba de mini aspersor de 1/2"	U	3.5	9414.00	32949.00
<b>TOTAL</b>				<b>157892.04</b>

Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.

## **CAPÍTULO V**

### **5. PROPUESTA**

El diseño agronómico es importante para mejorar la gestión del recurso hídrico debido a que la limitante principal en la producción de la zona de estudio es la falta de agua, el estudio base será el punto de partida que permitirá buscar financiamiento para su posterior construcción, ejecución del proyecto y mejorar la calidad de vida de los productores de la zona al aumentar el rendimiento y calidad en sus productos.

#### **5.1. Evaluación económica y financiera del proyecto**

La factibilidad económica y financiera se establece para determinar la rentabilidad, flexibilidad y beneficios que recibirán los agricultores de Chingazos Alto al contar con los estudios que les permitirá buscar financiamiento y acceder al agua de riego del proyecto Chambo – Guano Fase II, se buscará mejorar el rendimiento de los cultivos presentes en la zona y del cultivo propuesto para los terrenos que se encuentran en barbecho y en descanso al contar con riego tecnificado (microaspersión) se incrementara la superficie cultivada, se estima que será del 100%, pasando de 7.06 ha actuales reales a 36.27 ha con proyecto y con posibilidad de aumentar esta superficie con un adecuado ordenamiento territorial, lo cual permitirá mejorar los ingresos económicos del agricultor y la calidad de vida.

#### **5.2. Indicadores financieros**

El flujo de caja proyectado, presentó cifras positivas, se obtiene una tasa interna de retorno de 147.81 %, se recuperaría la inversión inicial en 7.153 años es decir en 7 años 2 meses, con un valor actual neto para este proyecto de 1,313,665 indicándome que el proyecto es viable en términos financieros. Se obtiene una relación beneficio/costo de 6.03 (Tabla 1-5) lo que me indica que los ingresos son mayores que los egresos, entonces el proyecto es aconsejable (generando rentabilidad de inversión) lo que quiere decir que por cada dólar que se invierte se recupera el dólar y adicionalmente se gana 6.03 USD. Todos estos indicadores financieros nos indican la viabilidad del proyecto. Lo que concuerda con (Gallerano, 2010), quien señala la importancia de los indicadores financieros en un proyecto por consolidar la información del mismo para determinar la rentabilidad y el valor que se agregara a la inversión inicial. Permitirán aceptar o rechazar un proyecto en el cual se piense en invertir, depende de la utilidad que este brinde en el futuro frente a los ingresos y a las tasas de interés con las que se evalúe.

**Tabla 1-5:** Flujo de caja proyectado

Flujo del proyecto	Años										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos Agrícolas		84,437.95	253,313.85	337,751.80	337,751.80	337,751.80	337,751.80	337,751.80	337,751.80	337,751.80	337,751.80
Egresos Agrícolas		(9,324.15)	(27,972.44)	(37,296.59)	(37,296.59)	(37,296.59)	(37,296.59)	(37,296.59)	(37,296.59)	(37,296.59)	(37,296.59)
Depreciación obra civil		24,732	24,732	24,732	24,732	24,732	24,732	24,732	24,732	24,732	24,732
Utilidad antes de impts.		99,845	250,073	325,187	325,187	325,187	325,187	325,187	325,187	325,187	325,187
Utilidad neta		99,845	250,073	325,187	325,187	325,187	325,187	325,187	325,187	325,187	325,187
Depreciación obra civil		(24,732)	(24,732)	(24,732)	(24,732)	(24,732)	(24,732)	(24,732)	(24,732)	(24,732)	(24,732)
Inversiones											
Infraestructura	(247,315.62)										
Préstamo	157,892.04										
Amortización		-15,789.20	-15,789.20	-15,789.20	-15,789.20	-15,789.20	-15,789.20	-15,789.20	-15,789.20	-15,789.20	-15,789.20
Capital de trabajo											
Valor de desecho											173,120.93
<b>Flujo del proyecto</b>	(89,424)	59,325	209,552	284,666	284,666	284,666	284,666	284,666	284,666	284,666	457,787
<b>TIR</b>	147.81%		<b>B/C</b>	6.03							
<b>VAN</b>	\$1,313,665		<b>PRI (Años)</b>	7.153							
	\$0										

Realizado por: Oleas, Edgar, 2024.

## CONCLUSIONES

- La información en campo del módulo 3 definió un área de estudio de 36.27 ha netas bajo riego, las familias presentan un grado de pobreza considerable debido a la precaria atención en la demanda de servicios básicos. La falta de acceso al riego es la limitante para el desarrollo, así como la ausencia de diseños, actualmente existe un caudal suficiente ( $34.80 \text{ ls}^{-1}$ ) para el desarrollo eficiente del proyecto. El suelo presentó una textura arena franca con bajo contenido de materia orgánica, el agua es apta para riego.
- El diseño agronómico realizado constituye una herramienta de gestión presupuestaria para que la comunidad pueda gestionar recursos e implementar la infraestructura de riego. Es así que con la construcción del proyecto la comunidad tendrá nuevas oportunidades de desarrollo, disminuir la migración, se abarcaría más área de terrenos y reducirá la pobreza.
- El análisis socio económico demandó implementar un cultivo promisorio, en este caso el limón para generar mayores recursos con la tecnificación del riego, al mismo tiempo se espera incrementar el ingreso familiar y mejorar la calidad de vida. Los indicadores financieros demostraron una viabilidad del proyecto en 10 años de evaluación, en este sentido el TIR fue de 147.81%, el VAN de \$1,313,6 el B/C de 6.03 y el PRI de 7.153 años.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los dirigentes de turno de la Junta de Riego Chambo-Guano utilizar este estudio para gestionar el presupuesto y poder acceder al agua
- Capacitar a los agricultores en el manejo, mantenimiento del riego por microaspersión para alcanzar una mayor eficiencia.
- Realizar un balance hídrico considerando el caudal adjudicado ( $91 \text{ ls}^{-1}$ ) en la conducción principal del proyecto del sistema de riego Chambo Guano fase II, Cantón Guano, Provincia de Chimborazo, en el reservorio de compensación (R.C.7) que le corresponde a nuestra zona de estudio (módulo 3).
- Se recomienda a las entidades financieras incluir dentro de la cartera de proyectos, el financiamiento del estudio de los Chingazos, debido a la rentabilidad expuesta en un periodo de 10 años.

## **GLOSARIO**

**Riego:** Aplicar agua artificialmente a los cultivos para complementar la acción de la lluvia.

**Lámina de riego:** Espesor de la capa de agua con que una superficie queda cubierta o húmeda.

**Curvas de nivel:** Línea que en un mapa une todos los puntos que tienen igualdad de condiciones, normalmente altitud sobre el nivel del mar o profundidad.

**Potencial matricial:** Presión de absorción que debe ejercer la planta para extraer el agua del suelo.

**Presión:** Magnitud que se define como la derivada de la fuerza con respecto al área.

**Caudal:** Cantidad de un fluido que discurre en un determinado lugar por unidad de tiempo.

**Irricard:** Paquete de diseño autónomo, basado en gráficos y asistido por computadora, desarrollado específicamente para el diseño de sistemas de irrigación a presión o de suministro de agua, es mucho más que un paquete de dibujo porque combina las ventajas del dibujo CAD con potentes técnicas de dimensionamiento de tuberías hidráulicas y análisis de red.

**Tubería:** Conducto que cumple la función de transportar agua u otros fluidos. Se suele elaborar con materiales muy diversos.

## BIBLIOGRAFÍA

- ATLAS, WEATHER. 2022.** Clima y Previsión Meteorologica Guano Ecuador. 2022.
- AVIDAN, A. 1994.** *Fasciculo 1: Factores que influyen sobre el regumende riego.* Israel : Dan Sheuer, 1994.
- BACA, C. 2021.** *Curso de diseño de riego. RASPA avanzado.* Peru : s.n., 2021.
- BACA, CARLOS. 2021.** *Curso de diseño de riegos.* Peru : s.n., 2021.
- BATES, B., S. KUNDZEWICZ, S. WU, Y J. PALUTIKOF. 2008.** *El cambio climatico y el gua.* Ginebra, Italia : s.n., 2008.
- BEJAR, S., I. CANTÚ, M. YAÑEZ Y E. LUNA. 2020.** *Curvas de retención de humedad y modelos de pedotransferencia en un Andosol bajo distintos usos de suelo.* Mexico : s.n., 2020. Vol. 11.
- CARRASCO, V, Y M. RÍOFRIO. 2011.** *Proyecto socio productivo de riego y su incidencia en la produccion agricola en el cantón Guano caso Pulingui.* Guano : Revista Caribeña de Ciencia Sociales, 2011.
- CARRAZO, JULIAN. 2007.** *Manual práctico para el diseño de sisstemas de miniriego.* Honduras : Editorial Industrial, 2007.
- CARRAZÓN, J. 2007.** *Manual practico para el diseño de sistema de miniriego.* Honduras : Impresiones industriales, 2007.
- CARRILLO, E., M. FALCONI, Y L. BARRIGA. 2021.** *Determinación de los principales rubros productivos de Chimborazo.* Riobamba : s.n., 2021. 2.
- CASADA, A. 2020.** *Guias Tecnologicas de Frutas y vegetales.* Costa Rica : s.n., 2020. 2000.
- CHÁVEZ, JUAN. 2012.** [En línea] 2012. [Citado el: 15 de Agosto de 2022.] [https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/capacidades/capac\\_12/PRESENTACION\\_ES\\_julio\\_ago/RIEGO/4\\_Evaluaci\\_Riegos.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/capacidades/capac_12/PRESENTACION_ES_julio_ago/RIEGO/4_Evaluaci_Riegos.pdf).
- CLARO, F. 1991.** *Balance hídrico.* Colombia : HIMAT, 1991.
- CONTRERAS, E., ALMAGUER,G., ESPINOZA, J., MALDONADO, R Y ÁLVAREZ, E. 2008.** *Distribución radical de árboles de limón Persa (Citrus latifolia Tan.).* Mexico : s.n., 2008.
- DEMIN, P. 2014.** *Aportes para el mejoramiento del manejo de los sistemas de riego. Métodos de riego: fundamentos, usos y adaptaciones.* San Fernando del Valle de Catamarca, Catamarca : Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2014. ISBN 978-987-521-512-2.

**FAO. 1995.** [En línea] 1995. [Citado el: 15 de Agosto de 2022.]  
<https://www.fao.org/3/x0490s/x0490s.pdf>.

—. **2015.** Desarrollo institucional para la inversion . [En línea] 2015. [Citado el: 15 de Agosto de 2022.]

[https://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/rlc/utf017arg/anexosyapendices/3.RiegoComplementario/1.\\_Documento\\_de\\_S%C3%ADntesis\\_Riego\\_Complementario.pdf](https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/rlc/utf017arg/anexosyapendices/3.RiegoComplementario/1._Documento_de_S%C3%ADntesis_Riego_Complementario.pdf).

**FERNANDEZ, M. 1995.** *Medida de curvas de retención de humedad en laboratorio y su estimación.* s.l. : Universidad de Salamanca, 1995.

**FERNÁNDEZ, R. 2010.** *Manual de riego para agricultores: módulo 4. Riego localizado: manual y ejercicios.* Sevilla - España : s.n., 2010.

**GADMG, GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN GUANO. 2019.** ACTUALIZACIÓN PDOT 2019-2023. *Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Guano.* [En línea] 2019. [Citado el: 1 de Octubre de 2021.]  
<http://www.municipiodeguano.gob.ec/index.php/transparencia/pdot/pdot-2019-2023>.

**GALLERANO. 2010.** Gestipolis. [En línea] 25 de Enero de 2010. [Citado el: 30 de Julio de 2023.] <https://www.gestipolis.com/indicadores-financieros-para-la-evaluacion-de-proyectos-de-inversion/>.

**GRAZIANO, J. 2021.** BIZCOMMUNITY. *Agriculture and water scarcity.* [En línea] 2021. [Citado el: 5 de Octubre de 2021.]  
<https://www.bizcommunity.com/PDF/PDF.aspx?l=196&c=356&ct=1&ci=156529>.

**HOLGER, BENAVIDES. 2019.** Dialogemos la acadeia en la comunidad. [En línea] 8 de mayo de 2019. [Citado el: 25 de agosto de 2022.] <https://dialoguemos.ec/2019/05/en-ecuador-donde-se-concentra-la-mayor-demanda-de-agua-es-realmente-en-el-sector-agricola/>.

**IBAÑEZ, J. 2007.** *Cuanto pesa un metro cuadrado de la capa arable del suelo. Que es la densidad aparente.* España : s.n., 2007.

**LAZO, G., J.HERRERA, T. LÓPEZ Y F. GONZÁLEZ. 2018.** Estimación del agua disponible para las plantas en suelos cubanos en función de la textura predominante. [En línea] 2018. [Citado el: 15 de Agosto de 2022.] [http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v27n4/es\\_2071-0054-rcta-27-04-e03.pdf](http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v27n4/es_2071-0054-rcta-27-04-e03.pdf). 4.

**LOGROÑO, M., E.YUMISACA, W. LOPEZ Y T. FLORES. 2020.** *Contextualización de la Agricultura y el Patrimonio a miras de Identificar y Caracterizar Productos de Interés Patrimonial.* Riobamba : s.n., 2020.

**LOPÉZ, J. 2021.** *Rendimiento*. 2021.

**MAGAP. 2014.** *implementacion de riego presurizado por goteo en 11.1 hectáreas de mora de castilla en la comunidad Chingazo bajo, canton Guano provincia de Chimborazo . Programa Buen Vivir territorial .* Riobamba : s.n., 2014.

—. **2020.** SIPA. [En línea] 2020. [Citado el: 15 de AGOSTO de 2022.] [http://sipa.agricultura.gob.ec/biblioteca/rendimientos/informe\\_productividad\\_agricola\\_2019.pdf](http://sipa.agricultura.gob.ec/biblioteca/rendimientos/informe_productividad_agricola_2019.pdf)

**MARTINEZ, A. 2004.** *Necesidades hídricas en cultivos hortícolas .* España : s.n., 2004.

**MENDOZA, J. 2011.** *Estructura de la vegetacion, biodiversidad y regeneración de árboles en bosque seco en la comuna de Limoncito provincia de Santa Elena .* Ecuador : s.n., 2011.

**MONGE, M. 2018.** *Diseño agronomico e hidraulico de riegos agricolas a presión .* España : Agrocola Española S.A, 2018.

—. **2022.** *Evapotranspiración y Kc.* España : s.n., 2022.

**MORENO, LIZ. 2009.** Scielo. [En línea] 2009. [Citado el: 17 de Agosto de 2022.] <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v27n2/v27n2a06.pdf>.

**NOLING, J. 1992.** *Citrus root growth and soil pest management practices. .* Florida : s.n., 1992.

**OBSICA. 2014.** SICA. [En línea] 2014. [Citado el: 8 de AGOSTO de 2022.] [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjYx5f267f5AhXBgIQIHxz1BE4QFnoECBMQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.sica.int%2Fdownload%2F%3F93658&usq=AOvVaw33zhM9U7HdzJMQ\\_i4Ec-o7](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjYx5f267f5AhXBgIQIHxz1BE4QFnoECBMQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.sica.int%2Fdownload%2F%3F93658&usq=AOvVaw33zhM9U7HdzJMQ_i4Ec-o7).

**OLVERA, M.,G.DELGADO, ALPUCHE Y F. GARCIA. 2014.** *Tecnificacion del riego ante la escasez de agua para la generación de alimentos.* Mexico D.F : Conacyt, 2014. Vol. 1.

**ONU. 2019.** *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.* Nueva York : Naciones Unidas, 2019.

**ORTÍZ, R. 2011.** *Sistema de riego Podocarpus Yangana: requerimientos de riego y planificación del sistema.* 2011.

**PDOT. 2011.** *Plan de Ordenamiento Territorial de la Provincia de Chimborazo.* Ecuador - Riobamba : s.n., 2011.

**QUESTIONPRO. 2022.** [En línea] 2022. [Citado el: 16 de Agosto de 2022.] <https://www.questionpro.com/blog/es/>.

- QUINTERO, M. 2000.** *Evaluacion de proyectos sociales, construcción de indicadores sociales*. Bogotá : FES, 2000.
- RIVETTI, ANA. 2006.** Producción de maíz bajo diferentes regímenes de riego. [En línea] 2006. <https://bdigital.uncu.edu.ar/1527>. 2006.
- RUBIO, A. 2010.** *La densidad aparente en suelos forestales del parque natural los Alcornocales*. Sevilla : s.n., 2010.
- RUS E. 2020.** Economipedia. [En línea] 2020. [Citado el: 23 de 07 de 2023.] <https://economipedia.com/definiciones/costo-de-produccion.html>.
- SANCHES J. 2020.** Economipedia. [En línea] 2020. [Citado el: 23 de 07 de 2023.] <https://economipedia.com/definiciones/beneficio-neto.html>.
- SARANGO, R. 2020.** *Patrones de cultivo*. Ecuador : s.n., 2020.
- SCHWEIZER, SUSANA. 2011.** *MUESTREO Y ANÁLISIS DE SUELOS PARA DIAGNOSTICO DE LA FERTILIDAD*. Costa Rica : s.n., 2011.
- SEMPLADES. 2017.** Gobierno electronico. [En línea] 2017. [Citado el: 16 de Agosto de 2022.] <https://www.gobiernoelectronico.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/09/Plan-Nacional-para-el-Buen-Vivir-2017-2021.pdf>.
- SENNINGER. 2020.** Tecnologia woobler riego de huertos y arboleadas. [En línea] 2020. [Citado el: 21 de 07 de 2023.] <https://www.senninger.com/sites/senninger.hunterindustries.com/files/tecnologia-wobblers-riego-huertos.pdf>.
- SILVA, A., J.PONCE DE LEÓN, F. GACIA Y A, DURAN. 1988.** *Aspectos metodológicos en la determinación de la capacidad de retener agua de los suelos de Uruguay*. Uruguay : Boletín de investigación, 1988. 10.
- TABOA, M Y C. ALVAREZ. 2008.** *Fertilidad Fisica de los Suelos*. Buenos Aires : Facultad de agronomia, 2008.
- TREZZA, R. 2008.** *Estimacion de la evapotranspiración de referencia a nivel mensual en venezuela*. Venezuela : s.n., 2008.
- VÁSQUEZ, A., I.VÁSQUEZ, C.VÁSQUEZ, Y M. CAÑAMERO. 2017.** *Fundamentod de ingenieria de riego*. Peru : Q&P Impresores S.R.L, 2017.

**VÁSQUEZ, YESENIA. 2016.** evaluación expost del proyecto de riego presurizado por goteo en el cultivo de mora de castilla en el sector chingazo alto, cantón guano, año 2016. Guano : s.n., 2016.

**VEGAS, U Y NARREA, M. 2011.** *Manejo Integrado del cultivo de limón*. Peru : s.n., 2011.

**VILLAFañE, B. 1998.** *Diseño agronómico del riego*. Venezuela : Fundacion Polar, 1998.

**ZERMEÑO, A., C. CRUZ, J. MUNGUÍA, E. CATALAN, S. CAMPOS Y J. CORTES. 2014.** Efecto del sistema de riego y clima en la eficiencia del uso de agua de nogal pecanero. [En línea] 2014. [Citado el: 17 de Agosto de 2022.] [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-57792014000100023](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792014000100023).



**ANEXO B: USO DE SUELO EN EL MÓDULO 3**

<b>Descripción</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Superficie Bajo Riego</b>	36.270	93.51
<b>Obras civiles</b>	2.519	6.49
<b>X</b>	38.789	100.00

**ANEXO C: SECTORIZACIÓN DEL PROYECTO**

<b>Módulos</b>	<b>Área (ha)</b>
1	39,24
2	41,60
<b>3</b>	38,79
4	40,35
5	39,45
6	40,06
7	40,38
8	41,20
9	45,00
10	43,57
11	42,87
12	39,11
Total	491,22
Máximo	45,00
Mínimo	38,79
X	40,93

**ANEXO D: EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL EN LA ESTACIÓN LOS PUNGALES**

<b>Meses</b>	<b>T min (°C)</b>	<b>T max (°C)</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Viento (km/d)</b>	<b>Insolación (h)</b>	<b>Radiación (MJ/m<sup>2</sup>/d)</b>	<b>ETP (mm/mes)</b>
Enero	9,7	20,8	77	686	9,1	23,1	129,84
Febrero	10,2	18,6	87	672	8,6	22,9	89,70
Marzo	10,6	22,6	88	619	8,3	22,6	114,06
Abril	10,0	18,9	84	635	8,3	21,7	100,50
Mayo	10,0	20,5	85	631	8,2	20,3	102,17
Junio	9,8	20,3	86	658	8,3	19,7	94,36
Julio	8,2	18,4	86	715	8,6	20,4	91,82
Agosto	8,5	19,9	85	752	9,1	22,3	104,79
Septiembre	9,5	20,6	84	729	9,0	23,2	110,01
Octubre	8,8	21,6	86	669	9,1	23,6	116,07
Noviembre	10,0	22,7	83	651	9,6	23,9	123,15
Diciembre	11,2	21,8	87	686	9,2	22,9	111,73
<b>X</b>	<b>9,7</b>	<b>20,6</b>	<b>85</b>	<b>675</b>	<b>8,8</b>	<b>22,2</b>	<b>107,35</b>

**ANEXO E: EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL RIOBAMBA-AEROPUERTO**

<b>Meses</b>	<b>T min (°C)</b>	<b>T max (°C)</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>Viento (km/d)</b>	<b>Insolación (h)</b>	<b>Radiación (MJ/m<sup>2</sup>/d)</b>	<b>ETP (mm/mes)</b>
Enero	7,7	21,3	71	444	9,1	23,1	138,35
Febrero	7,9	20,6	74	394	8,6	22,9	117,95
Marzo	7,9	20,2	74	345	8,3	22,6	126,85
Abril	8,2	20,5	75	360	8,3	21,7	119,26
Mayo	8,0	20,1	76	360	8,2	20,3	114,44
Junio	7,0	19,3	74	400	8,3	19,7	108,22
Julio	6,1	19,1	72	403	8,6	20,4	115,71
Agosto	5,8	19,5	70	431	9,1	22,3	127,30
Septiembre	6,4	20,0	74	475	9,0	23,2	124,63
Octubre	7,3	21,0	74	388	9,1	23,6	133,02
Noviembre	7,2	21,7	72	357	9,6	23,9	133,62
Diciembre	7,6	21,4	71	406	9,2	22,9	136,42
<b>X</b>	<b>7,3</b>	<b>20,4</b>	<b>73</b>	<b>675</b>	<b>8,8</b>	<b>22,2</b>	<b>124,65</b>

**ANEXO F: EVAPOTRANSPIRACIÓN INTERPOLACIÓN IDW**

<b>Meses</b>	<b>ETP (mm/mes)</b>
Enero	131,08
Febrero	93,77
Marzo	115,89
Abril	103,24
Mayo	103,96
Junio	96,38
Julio	95,30
Agosto	108,06
Septiembre	112,13
Octubre	118,53
Noviembre	124,67
Diciembre	115,32
<b>X</b>	<b>109,86</b>

**ANEXO G: PRECIPITACIÓN AL 60% DE PROBABILIDAD EN LA ZONA DE ESTUDIO**

<b>Meses</b>	<b>Estación M 0243</b>		<b>Estación M 0057</b>		<b>P 60 % interpolada</b>
	<b>P (mm)</b>	<b>P 60% (mm)</b>	<b>P (mm)</b>	<b>P 60% (mm)</b>	
Enero	32.70	24.53	29.20	21.90	19.34
Febrero	44.10	33.08	44.10	33.08	26.47
Marzo	62.00	46.50	50.70	38.03	36.23
Abril	76.30	57.23	56.50	42.38	44.01
Mayo	83.90	62.93	38.50	28.88	46.45
Junio	43.50	32.63	21.30	15.98	24.20
Julio	36.80	27.60	13.50	10.13	20.06
Agosto	21.80	16.35	20.70	15.53	12.96
Septiembre	30.90	23.18	27.00	20.25	18.19
Octubre	38.20	28.65	44.40	33.30	23.47
Noviembre	41.10	30.83	46.80	35.10	25.16
Diciembre	24.80	18.60	33.30	24.98	15.58
<b>X</b>	<b>44.68</b>	<b>33.51</b>	<b>35.50</b>	<b>26.63</b>	<b>26.01</b>

**ANEXO H: PATRÓN DE CULTIVO**

<b>Cultivo</b>	<b>Area (ha)</b>	<b>Area (%)</b>
Maíz	0.81	2.09
Fresa	0.57	1.47
Alfalfa	0.92	2.37
Limón	1.40	3.61
Mora	1.83	4.72
Tuna	0.98	2.53
Guarango	0.23	0.59
Chocho	0.32	0.82
<b>X</b>	<b>7.06</b>	<b>18.20</b>



**ANEXO J: COEFICIENTES DE CULTIVO EN LA ZONA DE ESTUDIO**

<b>Cultivo</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>
<b>Maíz</b>	0.59	0.94	1.06	0.98	0.66	0.11	0.00	0.59	0.94	1.06	0.98	0.66
<b>Fresa</b>	0.32	0.57	0.79	0.93	1.02	1.06	1.05	0.96	0.84	0.66	0.40	0.11
<b>Alfalfa</b>	0.32	0.57	0.79	0.93	1.02	1.06	1.05	0.96	0.84	0.66	0.40	0.11
<b>Limón</b>	0.32	0.57	0.79	0.93	1.02	1.06	1.05	0.96	0.84	0.66	0.40	0.11
<b>Mora</b>	0.32	0.57	0.79	0.93	1.02	1.06	1.05	0.96	0.84	0.66	0.40	0.11
<b>Tuna</b>	0.32	0.57	0.79	0.93	1.02	1.06	1.05	0.96	0.84	0.66	0.40	0.11
<b>Guarango</b>	0.32	0.57	0.79	0.93	1.02	1.06	1.05	0.96	0.84	0.66	0.40	0.11
<b>Chocho</b>	0.51	0.86	1.04	1.05	0.90	0.60	0.11	0.00	0.53	0.87	1.04	1.05

**ANEXO K: EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL (ETR)**

<b>Cultivo</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>
<b>Maíz</b>	74.13	108.93	139.39	91.55	76.48	11.60	0.00	57.31	90.02	114.92	109.48	78.22
<b>Fresa</b>	39.35	65.36	103.30	87.24	118.39	109.72	108.65	92.92	79.83	71.31	44.72	13.32
<b>Alfalfa</b>	39.35	65.36	103.30	87.24	118.39	109.72	108.65	92.92	79.83	71.31	44.72	13.32
<b>Limón</b>	39.35	65.36	103.30	87.24	118.39	109.72	108.65	92.92	79.83	71.31	44.72	13.32
<b>Mora</b>	39.35	65.36	103.30	87.24	118.39	109.72	108.65	92.92	79.83	71.31	44.72	13.32
<b>Tuna</b>	39.35	65.36	103.30	87.24	118.39	109.72	108.65	92.92	79.83	71.31	44.72	13.32
<b>Guarango</b>	39.35	65.36	103.30	87.24	118.39	109.72	108.65	92.92	79.83	71.31	44.72	13.32
<b>Chocho</b>	63.99	99.36	136.17	98.64	104.72	61.66	11.68	0.00	50.24	94.01	116.49	123.87

**ANEXO L: BALANCE HÍDRICO MAÍZ**

Mes	Demanda Hídrica (lm <sup>-2</sup> )					Oferta Hídrica (lm <sup>-2</sup> )			BH (mmmes <sup>-1</sup> )	BH (mmdía <sup>-1</sup> )
	ETP (mmmes <sup>-1</sup> )	ETP (mmdía <sup>-1</sup> )	%DC	Kc	ETR (mmmes <sup>-1</sup> )	ETR (mmdía <sup>-1</sup> )	P 60% (mmmes <sup>-1</sup> )	P 60% (mmdía <sup>-1</sup> )		
Nov	124.67	4.2	17	0.59	74.13	2.5	25.16	0.84	-49.0	-1.63
Dic	115.32	3.7	34	0.94	108.93	3.5	15.58	0.50	-93.3	-3.01
Ene	131.08	4.2	51	1.06	139.39	4.5	19.34	0.62	-120.1	-3.87
Feb	93.77	3.3	66	0.98	91.55	3.3	26.47	0.95	-65.1	-2.32
Mar	115.89	3.7	83	0.66	76.48	2.5	36.23	1.17	-40.2	-1.30
Abr	103.24	3.4	100	0.11	11.60	0.4	44.01	1.47		1.08
May	683.96				502.07		166.79		-335.3	
Jun	96.38	3.2	17	0.59	57.31	1.9	24.20	0.81	-33.1	-1.10
Jul	95.30	3.1	34	0.94	90.02	2.9	20.06	0.65	-70.0	-2.26
Ago	108.06	3.5	51	1.06	114.92	3.7	12.96	0.42	-102.0	-3.29
Sep	112.13	3.7	66	0.98	109.48	3.6	18.19	0.61	-91.3	-3.04
Oct	118.53	3.8	83	0.66	78.22	2.5	23.47	0.76	-54.8	-1.77

**ANEXO M: BALANCE HÍDRICO CHOCHO**

MES	Demanda Hídrica (lm <sup>-2</sup> )				Oferta Hídrica (lm <sup>-2</sup> )				BH (mmmes <sup>-1</sup> )	BH (mmdía <sup>-1</sup> )
	ETR (mmmes <sup>-1</sup> )	ETP (mmdía <sup>-1</sup> )	%DC	Kc	ETR (mmmes <sup>-1</sup> )	ETR (mmdía <sup>-1</sup> )	P 60% (mmmes <sup>-1</sup> )	P 60% (mmdía <sup>-1</sup> )		
<b>Noviembre</b>	124.67	4.16	14	0.51	63.99	2.13	25.16	0.84	-38.83	-1.29
<b>Diciembre</b>	115.32	3.72	29	0.86	99.36	3.21	15.58	0.50	-83.78	-2.70
<b>Enero</b>	131.08	4.23	43	1.04	136.17	4.39	19.34	0.62	-116.83	-3.77
<b>Febrero</b>	93.77	3.35	57	1.05	98.64	3.52	26.47	0.95	-72.17	-2.58
<b>Marzo</b>	115.89	3.74	71	0.90	104.72	3.38	36.23	1.17	-68.49	-2.21
<b>Abril</b>	103.24	3.44	85	0.60	61.66	2.06	44.01	1.47	-17.65	-0.59
<b>Mayo</b>	103.96	3.35	100	0.11	11.68	0.38	46.45	1.50		1.12
<b>Junio</b>	787.92				576.22		213.24		-362.98	
<b>Julio</b>	95.30	3.07	15	0.53	50.24	1.62	20.06	0.65	-30.18	-0.97
<b>Agosto</b>	108.06	3.49	29	0.87	94.01	3.03	12.96	0.42	-81.05	-2.61
<b>Septiembre</b>	112.13	3.74	43	1.04	116.49	3.88	18.19	0.61	-98.30	-3.28
<b>Octubre</b>	118.53	3.82	58	1.05	123.87	4.00	23.47	0.76	-100.40	-3.24

**ANEXO N: BALANCE HÍDRICO FRESA**

Mes	Demanda Hídrica (lm <sup>-2</sup> )						Oferta Hídrica (lm <sup>-2</sup> )		BH (mmmes <sup>-1</sup> )	BH (mmdía <sup>-1</sup> )
	ETP (mmmes <sup>-1</sup> )	ETP (mmdía <sup>-1</sup> )	%DC	Kc	ETR (mmmes <sup>-1</sup> )	ETR (mmdía <sup>-1</sup> )	P 60% (mmmes <sup>-1</sup> )	P 60% (mmdía <sup>-1</sup> )		
<b>Nov</b>	124,67	4,16	8	0,32	39,35	1,31	25,16	0,84	-14,19	-0,47
<b>Dic</b>	115,32	3,72	16	0,57	65,36	2,11	15,58	0,50	-49,78	-1,61
<b>Ene</b>	131,08	4,23	25	0,79	103,30	3,33	19,34	0,62	-83,96	-2,71
<b>Feb</b>	93,77	3,35	33	0,93	87,24	3,12	26,47	0,95	-60,77	-2,17
<b>Mar</b>	115,89	3,74	41	1,02	118,39	3,82	36,23	1,17	-82,16	-2,65
<b>Abr</b>	103,24	3,44	50	1,06	109,72	3,66	44,01	1,47	-65,71	-2,19
<b>May</b>	103,96	3,35	58	1,05	108,65	3,50	46,45	1,50	-62,20	-2,01
<b>Jun</b>	96,38	3,21	67	0,96	92,92	3,10	24,20	0,81	-68,72	-2,29
<b>Jul</b>	95,30	3,07	75	0,84	79,83	2,58	20,06	0,65	-59,77	-1,93
<b>Ago</b>	108,06	3,49	83	0,66	71,31	2,30	12,96	0,42	-58,35	-1,88
<b>Sep</b>	112,13	3,74	92	0,40	44,72	1,49	18,19	0,61	-26,53	-0,88
<b>Oct</b>	118,53	3,82	100	0,11	13,32	0,43	23,47	0,76	10,15	0,33

**ANEXO O: BALANCE HÍDRICO ALFALFA**

Mes	Demanda Hídrica (lm <sup>-2</sup> )						Oferta Hídrica (lm <sup>-2</sup> )		BH (mmmes <sup>-1</sup> )	BH (mmdía <sup>-1</sup> )
	ETP (mmmes <sup>-1</sup> )	ETP (mmdía <sup>-1</sup> )	%DC	Kc	ETR (mmmes <sup>-1</sup> )	ETR (mmdía <sup>-1</sup> )	P 60% (mmmes <sup>-1</sup> )	P 60% (mmdía <sup>-1</sup> )		
<b>Nov</b>	124,67	4,16	8	0,32	39,35	1,31	25,16	0,84	-14,19	-0,47
<b>Dic</b>	115,32	3,72	16	0,57	65,36	2,11	15,58	0,50	-49,78	-1,61
<b>Ene</b>	131,08	4,23	25	0,79	103,30	3,33	19,34	0,62	-83,96	-2,71
<b>Feb</b>	93,77	3,35	33	0,93	87,24	3,12	26,47	0,95	-60,77	-2,17
<b>Mar</b>	115,89	3,74	41	1,02	118,39	3,82	36,23	1,17	-82,16	-2,65
<b>Abr</b>	103,24	3,44	50	1,06	109,72	3,66	44,01	1,47	-65,71	-2,19
<b>May</b>	103,96	3,35	58	1,05	108,65	3,50	46,45	1,50	-62,20	-2,01
<b>Jun</b>	96,38	3,21	67	0,96	92,92	3,10	24,20	0,81	-68,72	-2,29
<b>Jul</b>	95,30	3,07	75	0,84	79,83	2,58	20,06	0,65	-59,77	-1,93
<b>Ago</b>	108,06	3,49	83	0,66	71,31	2,30	12,96	0,42	-58,35	-1,88
<b>Sep</b>	112,13	3,74	92	0,40	44,72	1,49	18,19	0,61	-26,53	-0,88
<b>Oct</b>	118,53	3,82	100	0,11	13,32	0,43	23,47	0,76	10,15	0,33

**ANEXO P: BALANCE HÍDRICO LIMÓN**

Mes	Demanda Hídrica (lm <sup>-2</sup> )						Oferta Hídrica (lm <sup>-2</sup> )		BH (mmmes <sup>-1</sup> )	BH (mmdía <sup>-1</sup> )
	ETP (mmmes <sup>-1</sup> )	ETP (mmdía <sup>-1</sup> )	%DC	Kc	ETR (mmmes <sup>-1</sup> )	ETR (mmdía <sup>-1</sup> )	P 60% (mmmes <sup>-1</sup> )	P 60% (mmdía <sup>-1</sup> )		
<b>Nov</b>	124,67	4,16	8	0,32	39,35	1,31	25,16	0,84	-14,19	-0,47
<b>Dic</b>	115,32	3,72	16	0,57	65,36	2,11	15,58	0,50	-49,78	-1,61
<b>Ene</b>	131,08	4,23	25	0,79	103,30	3,33	19,34	0,62	-83,96	-2,71
<b>Feb</b>	93,77	3,35	33	0,93	87,24	3,12	26,47	0,95	-60,77	-2,17
<b>Mar</b>	115,89	3,74	41	1,02	118,39	3,82	36,23	1,17	-82,16	-2,65
<b>Abr</b>	103,24	3,44	50	1,06	109,72	3,66	44,01	1,47	-65,71	-2,19
<b>May</b>	103,96	3,35	58	1,05	108,65	3,50	46,45	1,50	-62,20	-2,01
<b>Jun</b>	96,38	3,21	67	0,96	92,92	3,10	24,20	0,81	-68,72	-2,29
<b>Jul</b>	95,30	3,07	75	0,84	79,83	2,58	20,06	0,65	-59,77	-1,93
<b>Ago</b>	108,06	3,49	83	0,66	71,31	2,30	12,96	0,42	-58,35	-1,88
<b>Sep</b>	112,13	3,74	92	0,40	44,72	1,49	18,19	0,61	-26,53	-0,88
<b>Oct</b>	118,53	3,82	100	0,11	13,32	0,43	23,47	0,76	10,15	0,33

**ANEXO Q: BALANCE HÍDRICO MORA**

Mes	Demanda Hídrica (lm <sup>-2</sup> )						Oferta Hídrica (lm <sup>-2</sup> )		BH (mmmes <sup>-1</sup> )	BH (mmdía <sup>-1</sup> )
	ETP (mmmes <sup>-1</sup> )	ETP (mmdía <sup>-1</sup> )	%DC	Kc	ETR (mmmes <sup>-1</sup> )	ETR (mmdía <sup>-1</sup> )	P 60% (mmmes <sup>-1</sup> )	P 60% (mmdía <sup>-1</sup> )		
<b>Nov</b>	124,67	4,16	8	0,32	39,35	1,31	25,16	0,84	-14,19	-0,47
<b>Dic</b>	115,32	3,72	16	0,57	65,36	2,11	15,58	0,50	-49,78	-1,61
<b>Ene</b>	131,08	4,23	25	0,79	103,30	3,33	19,34	0,62	-83,96	-2,71
<b>Feb</b>	93,77	3,35	33	0,93	87,24	3,12	26,47	0,95	-60,77	-2,17
<b>Mar</b>	115,89	3,74	41	1,02	118,39	3,82	36,23	1,17	-82,16	-2,65
<b>Abr</b>	103,24	3,44	50	1,06	109,72	3,66	44,01	1,47	-65,71	-2,19
<b>May</b>	103,96	3,35	58	1,05	108,65	3,50	46,45	1,50	-62,20	-2,01
<b>Jun</b>	96,38	3,21	67	0,96	92,92	3,10	24,20	0,81	-68,72	-2,29
<b>Jul</b>	95,30	3,07	75	0,84	79,83	2,58	20,06	0,65	-59,77	-1,93
<b>Ago</b>	108,06	3,49	83	0,66	71,31	2,30	12,96	0,42	-58,35	-1,88
<b>Sep</b>	112,13	3,74	92	0,40	44,72	1,49	18,19	0,61	-26,53	-0,88
<b>Oct</b>	118,53	3,82	100	0,11	13,32	0,43	23,47	0,76	10,15	0,33

**ANEXO R: BALANCE HÍDRICO TUNA**

Mes	Demanda Hídrica (lm <sup>-2</sup> )						Oferta Hídrica (lm <sup>-2</sup> )		BH (mmmes <sup>-1</sup> )	BH (mmdía <sup>-1</sup> )
	ETP (mmmes <sup>-1</sup> )	ETP (mmdía <sup>-1</sup> )	%DC	Kc	ETR (mmmes <sup>-1</sup> )	ETR (mmdía <sup>-1</sup> )	P 60% (mmmes <sup>-1</sup> )	P 60% (mmdía <sup>-1</sup> )		
<b>Nov</b>	124,67	4,16	8	0,32	39,35	1,31	25,16	0,84	-14,19	-0,47
<b>Dic</b>	115,32	3,72	16	0,57	65,36	2,11	15,58	0,50	-49,78	-1,61
<b>Ene</b>	131,08	4,23	25	0,79	103,30	3,33	19,34	0,62	-83,96	-2,71
<b>Feb</b>	93,77	3,35	33	0,93	87,24	3,12	26,47	0,95	-60,77	-2,17
<b>Mar</b>	115,89	3,74	41	1,02	118,39	3,82	36,23	1,17	-82,16	-2,65
<b>Abr</b>	103,24	3,44	50	1,06	109,72	3,66	44,01	1,47	-65,71	-2,19
<b>May</b>	103,96	3,35	58	1,05	108,65	3,50	46,45	1,50	-62,20	-2,01
<b>Jun</b>	96,38	3,21	67	0,96	92,92	3,10	24,20	0,81	-68,72	-2,29
<b>Jul</b>	95,30	3,07	75	0,84	79,83	2,58	20,06	0,65	-59,77	-1,93
<b>Ago</b>	108,06	3,49	83	0,66	71,31	2,30	12,96	0,42	-58,35	-1,88
<b>Sep</b>	112,13	3,74	92	0,40	44,72	1,49	18,19	0,61	-26,53	-0,88
<b>Oct</b>	118,53	3,82	100	0,11	13,32	0,43	23,47	0,76	10,15	0,33

**ANEXO S: BALANCE HÍDRICO GUARANGO**

Mes	Demanda Hídrica (lm <sup>-2</sup> )						Oferta Hídrica (lm <sup>-2</sup> )		BH (mmmes <sup>-1</sup> )	BH (mmdía <sup>-1</sup> )
	ETP (mmmes <sup>-1</sup> )	ETP (mmdía <sup>-1</sup> )	%DC	Kc	ETR (mmmes <sup>-1</sup> )	ETR (mmdía <sup>-1</sup> )	P 60% (mmmes <sup>-1</sup> )	P 60% (mmdía <sup>-1</sup> )		
<b>Nov</b>	124,67	4,16	8	0,32	39,35	1,31	25,16	0,84	-14,19	-0,47
<b>Dic</b>	115,32	3,72	16	0,57	65,36	2,11	15,58	0,50	-49,78	-1,61
<b>Ene</b>	131,08	4,23	25	0,79	103,30	3,33	19,34	0,62	-83,96	-2,71
<b>Feb</b>	93,77	3,35	33	0,93	87,24	3,12	26,47	0,95	-60,77	-2,17
<b>Mar</b>	115,89	3,74	41	1,02	118,39	3,82	36,23	1,17	-82,16	-2,65
<b>Abr</b>	103,24	3,44	50	1,06	109,72	3,66	44,01	1,47	-65,71	-2,19
<b>May</b>	103,96	3,35	58	1,05	108,65	3,50	46,45	1,50	-62,20	-2,01
<b>Jun</b>	96,38	3,21	67	0,96	92,92	3,10	24,20	0,81	-68,72	-2,29
<b>Jul</b>	95,30	3,07	75	0,84	79,83	2,58	20,06	0,65	-59,77	-1,93
<b>Ago</b>	108,06	3,49	83	0,66	71,31	2,30	12,96	0,42	-58,35	-1,88
<b>Sep</b>	112,13	3,74	92	0,40	44,72	1,49	18,19	0,61	-26,53	-0,88
<b>Oct</b>	118,53	3,82	100	0,11	13,32	0,43	23,47	0,76	10,15	0,33

**ANEXO T: NECESIDADES NETAS**

<b>Cultivo</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>
<b>Maíz</b>	1.63	3.01	3.87	2.32	1.30	-1.08	0.00	1.10	2.26	3.29	3.04	1.77
<b>Fresa</b>	0.47	1.61	2.71	2.17	2.65	2.19	2.01	2.29	1.93	1.88	0.88	-0.33
<b>Alfalfa</b>	0.47	1.61	2.71	2.17	2.65	2.19	2.01	2.29	1.93	1.88	0.88	-0.33
<b>Limón</b>	0.47	1.61	2.71	2.17	2.65	2.19	2.01	2.29	1.93	1.88	0.88	-0.33
<b>Mora</b>	0.47	1.61	2.71	2.17	2.65	2.19	2.01	2.29	1.93	1.88	0.88	-0.33
<b>Tuna</b>	0.47	2.71	2.71	2.17	2.65	2.19	2.01	2.29	1.93	1.88	0.88	-0.33
<b>Guarango</b>	0.47	2.17	2.71	2.17	2.65	2.19	2.01	2.29	1.93	1.88	0.88	-0.33
<b>Chocho</b>	1.29	2.65	3.77	2.58	2.21	0.59	-1.12	0.00	0.97	2.61	3.28	3.24

**ANEXO U: NECESIDADES TOTALES**

<b>Cultivo</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>
<b>Maíz</b>	1.92	3.54	4.55	2.32	1.30	-1.08	0.00	1.10	2.26	3.29	3.58	2.08
<b>Fresa</b>	0.55	1.89	3.19	2.55	3.12	2.58	2.36	2.69	2.27	2.21	1.04	-0.33
<b>Alfalfa</b>	0.55	1.89	3.19	2.55	3.12	2.58	2.36	2.69	2.27	2.21	1.04	-0.33
<b>Limón</b>	0.55	1.89	3.19	2.55	3.12	2.58	2.36	2.69	2.27	2.21	1.04	-0.33
<b>Mora</b>	0.55	1.89	3.19	2.55	3.12	2.58	2.36	2.69	2.27	2.21	1.04	-0.33
<b>Tuna</b>	0.55	3.19	3.19	2.55	3.12	2.58	2.36	2.69	2.27	2.21	1.04	-0.39
<b>Guarango</b>	0.55	2.55	3.19	2.55	3.12	2.58	2.36	2.69	2.27	2.21	1.04	-0.39
<b>Chocho</b>	1.52	3.12	4.43	3.03	2.60	0.69	-1.32	0.00	1.15	3.08	3.86	3.81

**ANEXO V: CAUDAL FICTICIO CONTINUO**

<b>MESES</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>
<b>Nn media ponderada (mm/día)</b>	0.64	1.99	2.58	2.21	2.48	1.74	1.64	2.05	1.92	2.08	1.24	0.07
<b>Caudal ficticio continuo (l/s/ha)</b>	0.07	0.23	0.30	0.26	0.29	0.20	0.19	0.24	0.22	0.24	0.14	0.01

**ANEXO W: PRECIPITACIÓN HORARIA DEL ASPERSOR**

<b>Diámetro húmedo</b>	11	m
<b>Separación entre aspersores calculada</b>	5.5	m
<b>Separación entre aspersores corregida</b>	6	m
<b>Separación entre laterales</b>	6	m
<b>Precipitación horaria del aspersor (P hr)</b>	6.94	mm/h

## ANEXO X: DISEÑO DE RIEGO A NIVEL MODULAR

Frecuencia de riego corregida (Frc)	7	días
Ciclo de riego	7	
Lámina de agua rápidamente aprovechable corregida (LARAc)	18.06	mm
Lámina de riego corregida (Lrc)	21.25	mm
Dosis bruta	212.47	m <sup>3</sup> /ha
Horas de riego por turno	3.06	h
Horas de riego por turno asumidas al diseño	3	h
Turnos de riego por día	4.0	turnos/día
Turnos por día asumido en diseño	4	turnos/día
Tiempo de riego por día	12.0	h
Horas por ciclo de riego	84.0	h/ciclo
Turnos por ciclo	28.0	tr/ciclo
Superficie regada por turno (Sr/tr)	<b>1.295</b>	ha/tr
Superficie regada por Día (Sr/día)	5.18	ha/día
Dosis bruta por turno	275.2	m <sup>3</sup> /turno
Dosis bruta por día	1100.9	m <sup>3</sup> /día
Dosis bruta por ciclo	7706.3	m <sup>3</sup> /ciclo
Caudal por turno	91.74	m <sup>3</sup> /hora
<b>Caudal de diseño modular</b>	<b>25.5</b>	lt/s
Caudal característico real (ajustado a los turnos de riego y ciclo de riego)	<b>0.703</b>	lt/s/ha
Caudal característico real (ajustado a los turnos de riego y ciclo de riego)	<b>0.35</b>	lt/s/ha

**ANEXO Y: COSTO DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA DE MAÍZ**

<b>Rubro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
<b>Labores culturales</b>				
Deshierba 1	jornal	2.00	\$ 12.00	\$ 24.00
Deshierba 2	jornal	2.00	\$ 12.00	\$ 24.00
Control Fitosanitario 1	jornal	1.00	\$ 12.00	\$ 12.00
Control Fitosanitario 2	jornal	1.00	\$ 12.00	\$ 12.00
Aporque 1	jornal	3.00	\$ 12.00	\$ 36.00
Control de Malezas	jornal	1.00	\$ 12.00	\$ 12.00
<b>Total, rubro</b>				\$ 120.00
<b>FERTILIZACIÓN</b>				
Abono orgánico	kg	6,700.00	\$ 0.06	\$ 372.22
Mano de obra	jornal	2.00	\$ 12.00	\$ 24.00
<b>Total, rubro</b>				\$ 396.22
<b>CONTROL FITOSANITARIO</b>				
<b>Insecticidas</b>				
Kañon	cc	1000	\$ 0.01	\$ 10.00
<b>Fungicidas</b>				
Daconil 720	cc	1000	\$ 0.01	\$ 12.00
<b>Total, rubro</b>				\$ 22.00
<b>COSECHA</b>				
Lonas	u	50	\$ 0.30	\$ 15.00
Mano de obra (cosecha)	jornal	2.00	\$ 12.00	\$ 24.00
Transporte	flete	1.00	\$ 12.00	\$ 12.00
<b>Total, rubro</b>				\$ 51.00
<b>TOTAL, COSTOS POR Ha</b>				589.22
<b>BALANCE DE INVERSIÓN INICIAL</b>				
<b>Rubro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
<b>PREPARACION DEL TERRENO</b>				
Rastra	horas	3	\$ 15.00	\$ 45.00
Huachado	horas	2	\$ 15.00	\$ 30.00
<b>Total, del rubro</b>				\$ 75.00
<b>SIEMBRA</b>				
Semilla	lb	80	\$ 3.00	\$ 240.00
Mano de obra	jornal	3	\$ 12.00	\$ 36.00
<b>Total, del rubro</b>				\$ 276.00
<b>TOTAL, DEL COSTO POR Ha</b>				\$ 351.00
<b>BALANCE DE EQUIPOS Y MATERIALES</b>				
<b>Rubro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
<b>LABORES CULTURALES Y COSECHA</b>				
Azadón	unidad	2	\$ 14.00	\$ 28.00
Bomba de fumigar	unidad	1	\$ 50.00	\$ 50.00
<b>Total, del rubro</b>				\$ 78.00
<b>TOTAL, DEL COSTO POR Ha</b>				\$ 78.00
<b>RESUMEN COSTOS</b>				
	<b>Sin proyecto</b>	<b>Con proyecto</b>	<b>Comprobación</b>	
Mano de obra	\$ 204.00	\$ 224.40		
Otros	\$ 814.22	\$ 814.22		
<b>Total</b>	<b>\$ 1,018.22</b>	<b>\$ 1,038.62</b>	\$	1,018.22

**ANEXO Z: COSTO DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA DE FRESA**

Rubro	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
<b>Labores Culturales</b>				
Podas	jornal	10.00	\$ 12.00	\$ 120.00
Control Fitosanitario 1 (Fungicidas)	jornal	6.00	\$ 12.00	\$ 72.00
Control Fitosanitario 2 (Insecticidas)	jornal	6.00	\$ 12.00	\$ 72.00
Riego	jornal	1.00	\$ 15.00	\$ 15.00
Tanquero	unidad	24.00	\$ 12.00	\$ 288.00
<b>Total, Rubro</b>				<b>\$ 567.00</b>
<b>Desinfección de suelo</b>				
Terraclor	g	1.00	\$ 8.00	\$ 8.00
Engeo	l	1.00	\$ 10.00	\$ 10.00
Mano de obra	jornal	1.00	\$ 12.00	\$ 12.00
<b>Fertilización</b>				
<b>Edáfica</b>				
Abono orgánico	Kg	20,000.00	\$ 0.07	\$ 1,400.00
Mano de obra	jornal	6.00	\$ 12.00	\$ 72.00
<b>Fertirriego</b>				
Hakaphos	kg	100.00	\$ 2.00	\$ 200.00
Nitrato de amonio	Kg	100.00	\$ 1.20	\$ 120.00
Ácido Fosfórico	l	50.00	\$ 1.35	\$ 67.50
<b>Total, Rubro</b>				<b>\$ 1,881.50</b>
<b>Control Fitosanitario</b>				
Fungicidas				
Skipper	kg	1.11	\$ 40.00	\$ 44.44
Insecticidas				
Kañón Plus	l	500.00	\$ 0.02	\$ 9.90
<b>Total, Rubro</b>				<b>\$ 54.34</b>
<b>Cosecha</b>				
Baldes	u	100	\$ 0.80	\$ 80.00
Mano de obra (cosecha)	jornal	50.00	\$ 12.00	\$ 600.00
Transporte	flete	1	\$ 15.00	\$ 15.00
<b>Total, Rubro</b>				<b>\$ 695.00</b>
<b>Total, costo por hectárea</b>				<b>\$ 3,197.84</b>
<b>BALANCE DE INVERSIÓN INICIAL</b>				
Rubro	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
<b>Preparación del terreno</b>				
Elaboración de camas	jornal	15.00	\$ 12.00	\$ 180.00
Rastrado	jornal	0.00	\$ 12.00	\$ -
Acolchado	rollo	12.00	180.00	\$ 2,160.00
Sistema de riego	unidad	1.00	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00
<b>Total, Rubro</b>				<b>\$ 5,340.00</b>
<b>Siembra</b>				
Plantas	unidad	16,667	\$ 0.25	\$ 4,166.75
Mano de obra	jornal	6	\$ 12.00	\$ 72.00
<b>Total, Rubro</b>				<b>\$ 4,238.75</b>
<b>Total, Costo por hectárea</b>				<b>\$ 9,578.75</b>
<b>BALANCE DE EQUIPOS Y MATERIALES</b>				
Rubro	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
<b>Labores culturales y cosecha</b>				
Sistema de riego	unidad	1	5000	\$ 5,000.00
Azadón	unidad	2	\$ 10.00	\$ 20.00
Bomba de fumigar	unidad	1	\$ 30.00	\$ 30.00
<b>Total, Rubro</b>				<b>\$ 5,050.00</b>
<b>Total, Costo por hectárea</b>				<b>\$ 5,050.00</b>
<b>Resumen Costos</b>		<b>Sin Proyecto</b>	<b>Con Proyecto</b>	<b>Comprobación</b>
Mano de obra		\$ 1,215.00	\$ 1,275.75	<b>\$ 17,826.59</b>
Otros		\$ 16,611.59	\$ 17,442.17	
<b>Total</b>		<b>\$17,826.59</b>	<b>\$ 18,717.92</b>	

**ANEXO AA: COSTOS DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA DE LA ALFALFA**

<b>Rubro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor Total</b>
<b>Labores Culturales</b>				
Control de Malezas	jornal	8	12.00	96.00
<b>Total, Rubro</b>				<b>96</b>
<b>Fertilización</b>				
Abono Orgánico	kg	4500	0.06	250.00
Mano de obra	jornal	2	12.00	24.00
<b>Total, Rubro</b>				<b>274</b>
<b>Control Fitosanitario</b>				
Insecticidas	cc	1000	\$ 0.02	\$ 20.00
Fungicidas	cc	1000	\$ 0.01	\$ 10.00
<b>Total, Rubro</b>				<b>\$ 30.00</b>
<b>Cosecha</b>				
Mano de obra (cosecha)	jornal	6	12	72
<b>Total, Rubro</b>				<b>72</b>
<b>Total, costo por hectárea</b>				<b>\$ 472.00</b>
<b>BALANCE DE INVERSIÓN INICIAL</b>				
<b>Rubro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
<b>Preparación del terreno</b>				
Arado	jornal	2	12	24
Rastrado	jornal	2	12	24
Huachado	jornal	2	12	24
<b>Total, Rubro</b>				<b>72</b>
<b>Siembra</b>				
Semilla	lb	60	10	600
Mano de obra	jornal	6	12	72
<b>Total, Rubro</b>				<b>672</b>
<b>Total, costo por hectárea</b>				<b>744</b>
<b>Resumen Costos</b>	<b>Sin Proyecto</b>	<b>Con Proyecto</b>	<b>Comprobación</b>	
Mano de obra	336.00	369.60	\$	<b>1,216.00</b>
Otros	880.00	880.00		
<b>Total</b>	<b>1216.00</b>	<b>1249.60</b>		

**ANEXO BB: COSTOS DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA DE LIMÓN**

Rubro	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
<b>Labores Culturales</b>				
Podas	jornal	10.00	\$ 12.00	\$ 120.00
Control Fitosanitario 1 (Fungicidas)	jornal	4.00	\$ 12.00	\$ 48.00
Control de malezas	jornal	4.00	\$ 12.00	\$ 48.00
<b>Total, Rubro</b>				<b>\$ 216.00</b>
<b>Desinfección de suelo</b>				
Terraclor	g	1.00	\$ 8.00	\$ 8.00
Engeo	l	1.00	\$ 10.00	\$ 10.00
Mano de obra	jornal	1.00	\$ 12.00	\$ 12.00
<b>Fertilización</b>				
<b>Edáfica</b>				
Abono orgánico	Kg	1,200.00	\$ 0.07	\$ 84.00
Mano de obra	jornal	4.00	\$ 12.00	\$ 48.00
<b>Foliar</b>				
Newfol k	l	1	\$12.00	\$12.00
<b>Total, Rubro</b>				<b>\$ 174.00</b>
<b>Control Fitosanitario</b>				
Fungicidas				
Azufre micronicado	kg	0.50	\$ 20.00	\$ 10.00
Insecticidas				
Engeo	l	500.00	\$ 0.02	\$ 9.90
<b>Total, Rubro</b>				<b>\$ 19.90</b>
<b>Cosecha</b>				
Sacos	u	7	\$ 0.25	\$ 1.75
Mano de obra (cosecha)	jornal	10.00	\$ 12.00	\$ 120.00
Transporte	flete	1	\$ 15.00	\$ 15.00
<b>Total, Rubro</b>				<b>\$ 136.75</b>
<b>Total, costo por hectárea</b>				<b>\$ 546.65</b>
<b>BALANCE DE INVERSIÓN INICIAL</b>				
Rubro	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
<b>Preparación del terreno</b>				
Ahoyado	jornal	6.00	\$ 12.00	\$ 72.00
Tractor	horas	3.00	\$ 15.00	\$ 45.00
<b>Total, Rubro</b>				<b>\$ 117.00</b>
<b>Siembra</b>				
Plantas	unidad	123	\$ 3.00	\$ 369.00
Mano de obra	jornal	6	\$ 12.00	\$ 72.00
<b>Total, Rubro</b>				<b>\$ 441.00</b>
<b>Total, Costo por hectárea</b>				<b>\$ 558.00</b>
<b>BALANCE DE EQUIPOS Y MATERIALES</b>				
Rubro	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
<b>Labores culturales y cosecha</b>				
Azadón	unidad	2	\$ 10.00	\$ 20.00
Bomba de fumigar	unidad	1	\$ 30.00	\$ 30.00
<b>Total, Rubro</b>				<b>\$ 50.00</b>
<b>Total, Costo por hectárea</b>				<b>\$ 50.00</b>
Resumen Costos	Sin Proyecto	Con Proyecto	Comprobación	
Mano de obra	\$ 540.00	\$ 567.00	\$ 1,154.65	
Otros	\$ 614.65	\$ 645.38		
<b>Total</b>	<b>\$ 1,154.65</b>	<b>\$ 1,212.38</b>		

ANEXO CC: COSTOS DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA DE MORA

Rubro	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
<b>Labores Culturales</b>				
Podas	jornal	12.00	\$ 12.00	\$ 144.00
Control Fitosanitario 1 (Fungicidas)	jornal	4.00	\$ 12.00	\$ 48.00
Control Fitosanitario 2 (Insecticidas)	jornal	4.00	\$ 12.00	\$ 48.00
Riego	jornal	1.00	\$ 15.00	\$ 15.00
Tanquero	unidad	24.00	\$ 12.00	\$ 288.00
<b>Total, Rubro</b>				<b>\$ 543.00</b>
Terraclor	g	1.00	\$ 8.00	\$ 8.00
Engeo	l	1.00	\$ 10.00	\$ 10.00
Mano de obra	jornal	1.00	\$ 12.00	\$ 12.00
<b>Edáfica</b>				
Abono orgánico	Kg	5,000.00	\$ 0.07	\$ 350.00
Mano de obra	jornal	3.00	\$ 12.00	\$ 36.00
<b>Fertirriego</b>				
Hakaphos	kg	100.00	\$ 2.00	\$ 200.00
Nitrato de amonio	Kg	50.00	\$ 1.20	\$ 60.00
Ácido Fosfórico	l	10.00	\$ 1.35	\$ 13.50
<b>Foliar</b>				
Quimifol	kg	1	\$15.00	\$15.00
<b>Total, Rubro</b>				<b>\$ 704.50</b>
<b>Control Fitosanitario</b>				
Fungicidas				
Ridomild	kg	0.50	\$ 40.00	\$ 20.00
Insecticidas				
Zero	l	500.00	\$ 0.02	\$ 9.90
<b>Total, Rubro</b>				<b>\$ 29.90</b>
<b>Cosecha</b>				
Cajas	u	1,200	\$ 0.25	\$ 300.00
Mano de obra (cosecha)	jornal	96.00	\$ 12.00	\$ 1,152.00
Transporte	flete	48	\$ 15.00	\$ 720.00
<b>Total, Rubro</b>				<b>\$ 2,172.00</b>
<b>Total, costo por hectárea</b>				<b>\$ 3,449.40</b>
<b>BALANCE DE INVERSIÓN INICIAL</b>				
Rubro	Unidad	Cantidad	Costo Uni	Costo Total
<b>Preparación del terreno</b>				
Ahoyado	jornal	6.00	\$ 12.00	\$ 72.00
Tractor	horas	3.00	\$ 15.00	\$ 45.00
Alambre	kg	150.00	\$ 1.80	\$ 270.00
Tanquero	unidad	1.00	\$ 24.00	\$ 24.00
Riego	jornal	1.00	\$ 12.00	\$ 12.00
<b>Total, Rubro</b>				<b>\$ 423.00</b>
<b>Siembra</b>				
Plantas	unidad	1,300	\$ 1.60	\$ 2,080.00
Mano de obra	jornal	6	\$ 12.00	\$ 72.00
<b>Total, Rubro</b>				<b>\$ 2,152.00</b>
<b>Total, Costo por hectárea</b>				<b>\$ 2,575.00</b>
<b>BALANCE DE EQUIPOS Y MATERIALES</b>				
Rubro	Unidad	Cantidad	Costo Uni	Costo Total
<b>Labores culturales y cosecha</b>				
Sistema de riego	unidad	1	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00
Azadón	unidad	2	\$ 10.00	\$ 20.00
Bomba de fumigar	unidad	1	\$ 30.00	\$ 30.00
<b>Total, Rubro</b>				<b>\$ 5,050.00</b>
<b>Total, Costo por hectárea</b>				<b>\$ 5,050.00</b>
Resumen Costos	Sin Proyecto	Con Proyecto	Comprobación	
Mano de obra	\$ 1,611.00	\$ 1,691.55	\$	11,074.40
Otros	\$ 9,463.40	\$ 9,936.57		
<b>Total</b>	<b>\$ 11,074.40</b>	<b>\$ 11,628.12</b>		

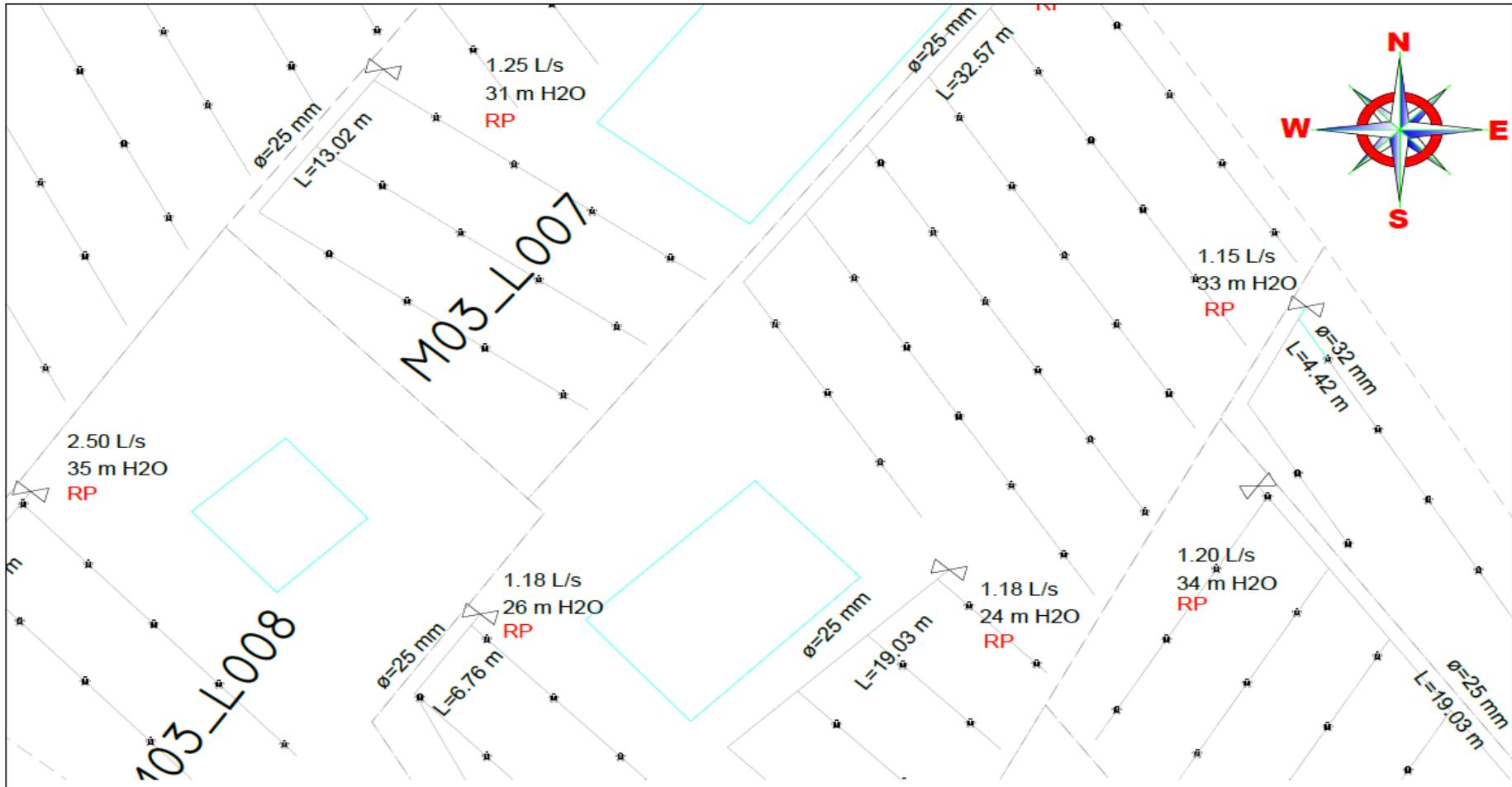


**ANEXO EE: COSTOS DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA DE GUARANGO**

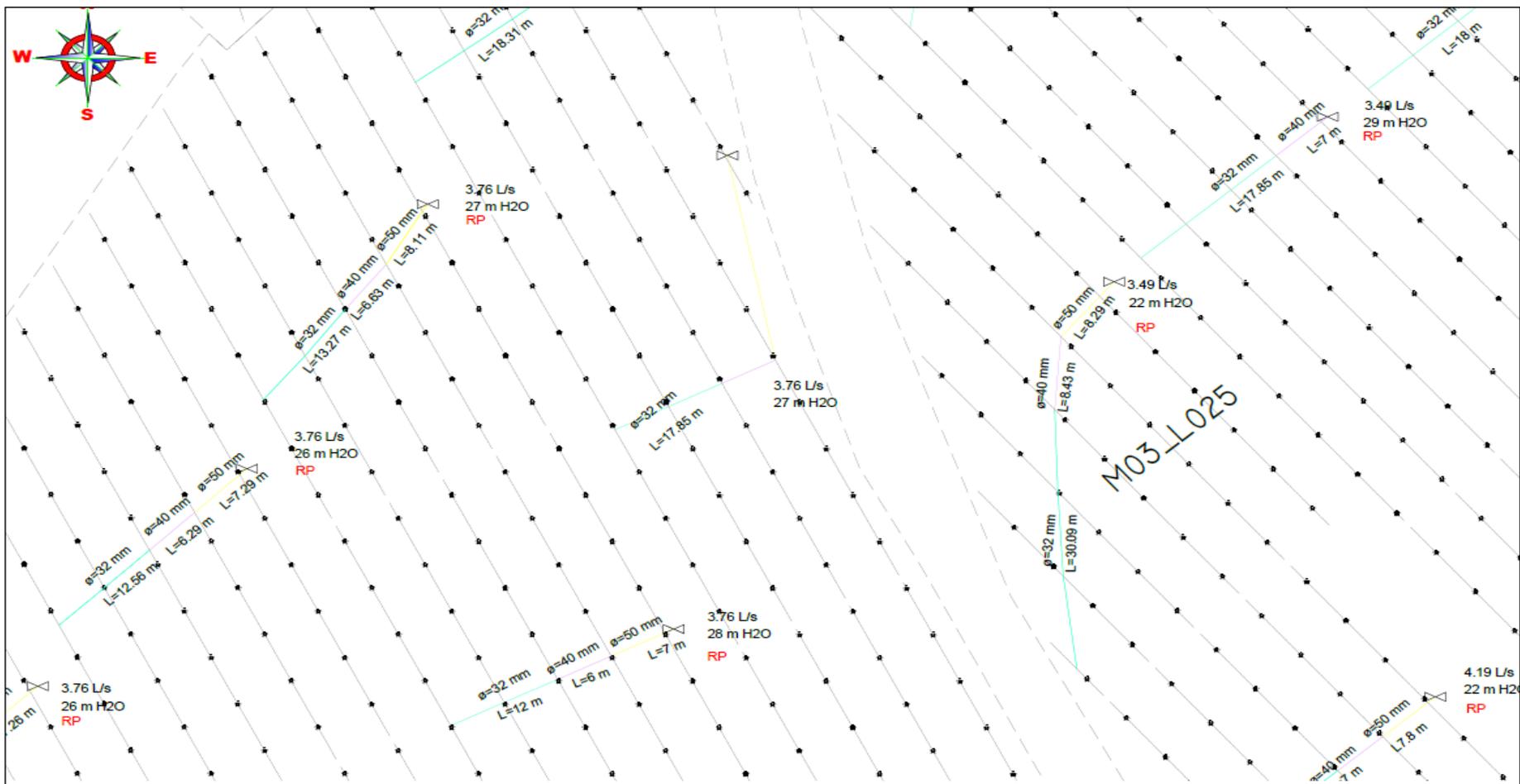
<b>Rubro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
<b>LABORES CULTURALES</b>				
Control de Malezas	jornal	1.00	\$ 12.00	\$ 12.00
<b>Total, rubro</b>				\$ 12.00
<b>FERTILIZACIÓN</b>				
Abono orgánico	kg	320.00	\$ 0.20	\$ 64.00
Mano de obra	jornal	2.00	\$ 12.00	\$ 24.00
<b>Total, rubro</b>				\$ 88.00
<b>CONTROL FITOSANITARIO</b>				
<b>Insecticidas</b>				
Kañon	cc	1000	\$ 0.01	\$ 8.00
<b>Fungicidas</b>				
Daconil 720	cc	1000	\$ 0.01	\$ 12.00
<b>Total, rubro</b>				\$ 20.00
<b>TOTAL, COSTOS POR Ha</b>				120.00
<b>BALANCE DE INVERSIÓN INICIAL</b>				
<b>Rubro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
<b>PREPARACION DEL TERRENO</b>				
Rastra	horas	3	\$ 15.00	\$ 45.00
<b>Total, del rubro</b>				\$ 45.00
<b>SIEMBRA</b>				
Plántulas	lb	400	\$ 0.45	\$ 180.00
Mano de obra	jornal	5	\$ 12.00	\$ 60.00
<b>Total, del rubro</b>				\$ 240.00
<b>TOTAL, DEL COSTO POR Ha</b>				\$ 285.00
<b>BALANCE DE EQUIPOS Y MATERIALES</b>				
<b>Rubro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Valor total</b>
<b>LABORES CULTURALES Y COSECHA</b>				
Azadón	unidad	2	\$ 14.00	\$ 28.00
Bomba de fumigar	unidad	1	\$ 50.00	\$ 50.00
<b>Total, del rubro</b>				\$ 78.00
<b>TOTAL, DEL COSTO POR Ha</b>				\$ 78.00
<b>RESUMEN COSTOS</b>		<b>Sin proyecto</b>	<b>Con proyecto</b>	<b>Comprobación</b>
Mano de obra		\$ 96.00	\$ 105.60	
Otros		\$ 387.00	\$ 387.00	
<b>Total</b>		<b>\$ 483.00</b>	<b>\$ 492.60</b>	<b>\$ 483.00</b>

**ANEXO FF: COSTOS DE PRODUCCIÓN POR HECTÁREA DEL CHOCHO**

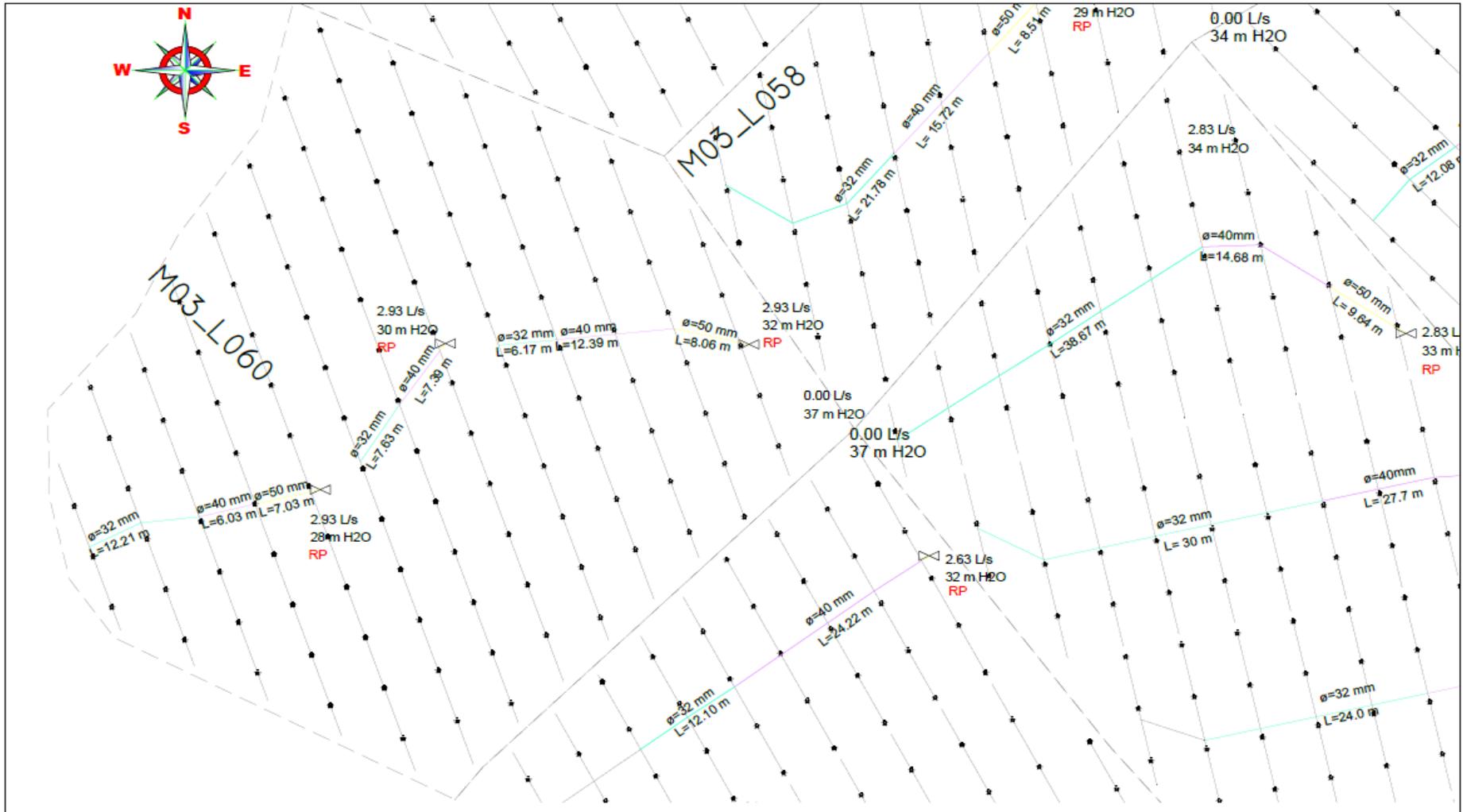
Rubro	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
<b>Labores Culturales</b>				
Control Fitosanitario 1 (Fungicidas)	jornal	4.00	\$ 12.00	\$ 48.00
Deshierba	jornal	14.00	\$ 12.00	\$ 168.00
Aporque	jornal	10.00	\$ 12.00	\$ 120.00
Trilla manual	jornal	5.00	\$ 12.00	\$ 60.00
<b>Total, Rubro</b>				<b>\$ 396.00</b>
<b>Desinfección de semilla</b>				
Vitavax	kg	1.00	\$ 10.00	\$ 10.00
Engeo	l	1.00	\$ 10.00	\$ 10.00
Mano de obra	jornal	1.00	\$ 12.00	\$ 12.00
<b>Fertilización</b>				
<b>Edáfica</b>				
Abono orgánico	Kg	1,000.00	\$ 0.07	\$ 70.00
Mano de obra	jornal	2.00	\$ 12.00	\$ 24.00
<b>Foliar</b>				
Quimifol	kg	1	\$15.00	\$15.00
<b>Total, Rubro</b>				<b>\$ 141.00</b>
<b>Control Fitosanitario</b>				
Fungicidas				
Topsin	kg	0.75	\$ 12.00	\$ 9.00
Insecticidas				
Zero	l	500.00	\$ 0.02	\$ 9.90
<b>Total, Rubro</b>				<b>\$ 18.90</b>
<b>Cosecha</b>				
Costales	u	30	\$ 0.30	\$ 9.00
Mano de obra (cosecha)	jornal	20.00	\$ 12.00	\$ 240.00
Transporte	flete	1	\$ 15.00	\$ 15.00
<b>Total, Rubro</b>				<b>\$ 264.00</b>
<b>Total, costo por hectárea</b>				<b>\$ 819.90</b>
<b>BALANCE DE INVERSIÓN INICIAL</b>				
Rubro	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
<b>Preparación del terreno</b>				
Arada	horas	3.00	\$ 15.00	\$ 45.00
Rastra	horas	3.00	\$ 15.00	\$ 45.00
<b>Total, Rubro</b>				<b>\$ 90.00</b>
<b>Siembra</b>				
Semilla chocha	kg	50	\$ 1.80	\$ 90.00
Mano de obra	jornal	4	\$ 12.00	\$ 48.00
<b>Total, Rubro</b>				<b>\$ 138.00</b>
<b>Total, Costo por hectárea</b>				<b>\$ 228.00</b>
<b>BALANCE DE EQUIPOS Y MATERIALES</b>				
Rubro	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
<b>Labores culturales y cosecha</b>				
Azadón	unidad	2	\$ 10.00	\$ 20.00
Bomba de fumigar	unidad	1	\$ 30.00	\$ 30.00
<b>Total, Rubro</b>				<b>\$ 50.00</b>
<b>Total, Costo por hectárea</b>				<b>\$ 50.00</b>
<b>Resumen Costos</b>				
	<b>Sin Proyecto</b>	<b>Con Proyecto</b>	Comprobación	
Mano de obra	\$ 720.00	\$ 756.00	\$	1,097.90
Otros	\$ 377.90	\$ 396.80		
<b>Total</b>	<b>\$ 1,097.90</b>	<b>\$ 1,152.80</b>		



UNIDADES	DIBUJADO	EDGAR FERNANDO OLEAS BASANTES	ESPOCH ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
m	REVISADO	TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	
ESCALA	FECHA	18/8/2023	Nº DE PLANO
1 : 2	LAMINA / TAREA		ZONA ALTA
DISEÑO HIDRAULICO PARCELARIO DEL MÓDULO 3			



UNIDADES	DIBUJADO	EDGAR FERNANDO OLEAS BASANTES	ESPOCH ESUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
m	REVISADO	TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	
ESCALA	FECHA	18/8/2023	Nº DE PLANO
1 : 2	LAMINA / TAREA		ZONA MEDIA
DISEÑO HIDRAULICO PARCELARIO DEL MÓDULO 3			



UNIDADES	DIBUJADO	EDGAR FERNANDO OLEAS BASANTES	ESPOCH ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
m	REVISADO	TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	
ESCALA	FECHA	18/8/2023	Nº DE PLANO
1 : 2	LAMINA / TAREA		
DISEÑO HIDRAULICO PARCELARIO DEL MÓDULO 3			ZONA BAJA