



## **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 11, cantón Guano.**

**DANNY IVÁN GUILCAPI BALDEON**

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**

**AGOSTO - 2023**

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Danny Iván Guilcapi Baldeón, declaro que el presente Trabajo de Titulación modalidad Tesis, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este proyecto de investigación de maestría.

---

**DANNY IVÁN GUILCAPI BALDEON**

C.I. 0603941923

© 2023, **Danny Iván Guilcapi Baldeón**

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 11, cantón Guano” de responsabilidad del Ingeniero Danny Iván Guilcapi Baldeón, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de 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. Daniel Arturo Román Robalino, Mgtr.

**DIRECTOR**



Firmado electrónicamente por:  
DANIEL ARTURO  
ROMAN ROBALINO

Ing. Susana Monserrat Zurita Polo, M.Sc.

**MIEMBRO**



Firmado electrónicamente por:  
SUSANA MONSERRAT  
ZURITA POLO

Ing. Vicente Javier Parra León, M.Sc.

**MIEMBRO**



Firmado electrónicamente por:  
VICENTE JAVIER  
PARRA LEON

Riobamba, agosto 2023

## **DEDICATORIA**

A Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y su mano de fidelidad y amor han estado conmigo hasta el día de hoy. A mi hija que es el mejor regalo que haya podido recibir de parte de Dios. Eres mi mayor tesoro y también la fuente más pura de mi inspiración; por eso quiero agradecerte cada momento de felicidad con el que colmas mi vida. Te doy las gracias, hija mía, por darle sentido a mi vida y permitirme ser cada día mejor padre junto a ti. A mi esposa porque en el camino encuentras personas que iluminan tu vida, que con su apoyo alcanzas de mejor manera tus metas, a través de sus consejos, de su amor, y paciencia me ayudo a concluir esta meta. A mi madre, mi heroína de capa larga, quien con su fortaleza, sabiduría y amor incondicional me ha guiado en cada paso de mi vida; a mi padre querido, quien, aunque no está físicamente presente, sus enseñanzas siguen guiándome día a día. Finalmente quiero dedicar esta tesis mi hermano, que con sus consejos me ha ayudado a afrontar los retos que se me han presentado a lo largo de mi vida, y a mi hermana por su cariño y apoyo incondicional siempre.

## **AGRADECIMIENTO**

Al finalizar este trabajo quiero utilizar este espacio para agradecer a Dios por todas sus bendiciones, a mi madre, hermanos que han sabido darme su ejemplo de trabajo y honradez y a mi esposa Lesly por su apoyo y paciencia en este proyecto de estudio.

A través de estas líneas también quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que con su soporte científico y humano han colaborado en la realización de este trabajo de investigación.

Le agradezco muy profundamente a mi director de tesis Ing. Daniel Román Robalino, M.Sc. por su dedicación y paciencia, sin sus palabras y correcciones precisas no hubiese podido lograr llegar a esta instancia tan anhelada, de igual manera a la Ing. Susana Monserrat Zurita, M.Sc. y al Ing. Javier Vicente Parra, M.Sc. gracias por su guía y todos sus consejos, los llevaré grabados para siempre en la memoria en mi futuro profesional.

Agradezco también a los miembros de la comunidad de los Chingazos Bajo por su colaboración e interés en este trabajo.

Finalmente quiero agradecer a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, directivos y profesores en especial al Ing. Juan León Ruiz, PhD. (+) por la creación y organización del programa de Maestría en Riegos.

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN .....	xv
SUMMARY .....	xvi

### CAPÍTULO I

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Planteamiento del problema .....</b>	<b>1</b>
<i>1.1.1 Situación actual del problema .....</i>	<i>1</i>
<i>1.1.2 Formulación del problema .....</i>	<i>2</i>
<i>1.1.3 Preguntas por resolver .....</i>	<i>2</i>
<b>1.2 Justificación.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Objetivos.....</b>	<b>3</b>
<i>1.3.1 General .....</i>	<i>3</i>
<i>1.3.2 Específicos.....</i>	<i>3</i>
<b>1.4 Hipótesis .....</b>	<b>3</b>

### CAPÍTULO II

<b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Bases teóricas .....</b>	<b>4</b>
<i>2.1.1 Riego.....</i>	<i>4</i>
<i>2.1.1.1 Métodos de riego .....</i>	<i>5</i>
<i>2.1.1.2 Selección del método de riego .....</i>	<i>5</i>
<i>2.1.2 Diseño Agronómico.....</i>	<i>5</i>
<b>2.2 Marco conceptual .....</b>	<b>6</b>
<i>2.2.1 Estudios base.....</i>	<i>6</i>
<i>2.2.1.1 Topografía .....</i>	<i>6</i>
<i>2.2.1.2 Catastro .....</i>	<i>6</i>
<i>2.2.1.3 Derechos de agua .....</i>	<i>6</i>
<i>2.2.2 Estudios complementarios .....</i>	<i>6</i>
<i>2.2.2.1 Aforos.....</i>	<i>6</i>
<i>2.2.2.2 Análisis de agua.....</i>	<i>6</i>

2.2.2.3	<i>Análisis químico de suelos</i> .....	6
<b>2.2.3</b>	<b><i>Diseño agronómico</i></b> .....	<b>7</b>
2.2.3.1	<i>Patrón de cultivos</i> .....	7
2.2.3.2	<i>Capacidad de Campo</i> .....	7
2.2.3.3	<i>Punto de Marchitez Permanente</i> .....	7
2.2.3.4	<i>Densidad aparente</i> .....	7
2.2.3.5	<i>Agua disponible</i> .....	7
2.2.3.6	<i>Lámina neta</i> .....	7
2.2.3.7	<i>Velocidad de infiltración.</i> .....	8
2.2.3.8	<i>Precipitación.</i> .....	8
2.2.3.9	<i>Evapotranspiración (ET<sub>o</sub>).</i> .....	8
2.2.3.10	<i>Balance hídrico.</i> .....	8
2.2.3.11	<i>Coefficiente de cultivo (K<sub>c</sub>).</i> .....	8
2.2.3.12	<i>Evapotranspiración de cultivo (ET<sub>c</sub>)</i> .....	9
2.2.3.13	<i>Emisor</i> .....	9
<b>2.2.4</b>	<b><i>Estudio social</i></b> .....	<b>9</b>
<b>2.2.5</b>	<b><i>Estudio Agroeconómico</i></b> .....	<b>9</b>
2.2.5.1	<i>Producción agrícola</i> .....	9
2.2.5.2	<i>Rendimiento</i> .....	9
2.2.5.3	<i>Utilidades brutas</i> .....	9
2.2.5.4	<i>Utilidades netas</i> .....	10
<b>2.2.6</b>	<b><i>Estudio financiero</i></b> .....	<b>10</b>
2.2.6.1	<i>Valor Actual Neto (VAN)</i> .....	10
2.2.6.2	<i>Tasa Interna de Retorno (TIR)</i> .....	10
2.2.6.3	<i>Relación Beneficio Costo</i> .....	10
2.2.6.4	<i>Período de Recuperación de la Inversión (PRI)</i> .....	10
2.2.7	<i>Diseño hidráulico parcelario</i> .....	10

### **CAPÍTULO III**

<b>3.</b>	<b>METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>11</b>
<b>3.1</b>	<b>Caracterización del área en estudio</b> .....	<b>11</b>
<b>3.1.1</b>	<b><i>Ubicación política</i></b> .....	<b>11</b>
<b>3.1.2</b>	<b><i>Ubicación geográfica</i></b> .....	<b>11</b>



<b>3.2</b>	<b>Metodología</b> .....	<b>12</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Estudios base</b> .....	<b>12</b>
3.2.1.1	<i>Levantamiento topográfico</i> .....	12
3.2.1.2	<i>Actualización y validación de catastro</i> .....	12
3.2.1.3	<i>Análisis de los derechos de agua</i> .....	12
<b>3.2.2</b>	<b>Estudios complementarios</b> .....	<b>13</b>
3.2.2.1	<i>Aforos</i> .....	13
3.2.2.2	<i>Análisis de agua</i> .....	13
3.2.2.3	<i>Análisis químico del suelo</i> .....	13
<b>3.2.3</b>	<b>Diseño agronómico</b> .....	<b>13</b>
3.2.3.1	<i>Patrón de cultivos</i> .....	13
3.2.3.2	<i>Láminas netas</i> .....	14
3.2.3.3	<i>Velocidad de Infiltración</i> .....	17
3.2.3.4	<i>Necesidades totales</i> .....	18
3.2.3.5	<i>Método de riego, tipo de material y emisor</i> .....	21
3.2.4	<i>Estudio social</i> .....	21
3.2.5	<i>Estudio agroeconómico</i> .....	22
3.2.6	<i>Estudio financiero</i> .....	23
3.2.7	<i>Diseño hidráulico de red parcelaria</i> .....	23
3.2.7.1	<i>Turnados de riego</i> .....	23
3.2.7.2	<i>Presupuesto</i> .....	24
3.2.7.3	<i>Especificaciones técnicas</i> .....	24

## **CAPÍTULO IV**

<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>25</b>
<b>4.1</b>	<b>Estudios base</b> .....	<b>25</b>
4.1.1	<i>Levantamiento topográfico</i> .....	25
4.1.2	<i>Actualización y validación de catastro</i> .....	26
4.1.3	<i>Análisis de los derechos de agua</i> .....	29
<b>4.2</b>	<b>Estudios complementarios</b> .....	<b>29</b>
4.2.1	<i>Aforos</i> .....	29
4.2.2	<i>Análisis de agua</i> .....	29
4.2.3	<i>Análisis químico del suelo</i> .....	31

<b>4.3</b>	<b>Diseño Agronómico.....</b>	<b>33</b>
<b>4.3.1</b>	<b><i>Patrón de cultivos .....</i></b>	<b>33</b>
<b>4.3.2</b>	<b><i>Láminas brutas .....</i></b>	<b>33</b>
4.3.2.1	<i>Capacidad e Campo (CC) y Punto de Marchitez Permanente (PMP).....</i>	33
4.3.2.2	<i>Densidad aparente .....</i>	34
4.3.2.3	<i>Agua disponible .....</i>	34
4.3.2.4	<i>Lámina de agua aprovechable (LAA).....</i>	35
4.3.2.5	<i>Lámina neta (LN).....</i>	35
4.3.2.6	<i>Lámina bruta (LB) .....</i>	36
<b>4.3.3</b>	<b><i>Infiltración .....</i></b>	<b>36</b>
<b>4.3.4</b>	<b><i>Necesidades totales .....</i></b>	<b>36</b>
4.3.4.1	<i>Cédula de cultivos .....</i>	36
4.3.4.2	<i>Precipitación efectiva .....</i>	37
4.3.4.3	<i>Evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>).....</i>	39
4.3.4.4	<i>Balance hídrico.....</i>	40
4.3.4.5	<i>Coefficiente de cultivo (K<sub>c</sub>) .....</i>	41
4.3.4.6	<i>Evapotranspiración de cultivo (ET<sub>c</sub>) .....</i>	41
4.3.4.7	<i>Necesidad neta (N<sub>n</sub>) .....</i>	42
4.3.4.8	<i>Necesidad total (N<sub>t</sub>).....</i>	43
<b>4.3.5</b>	<b><i>Método de riego, tipo de material y emisor .....</i></b>	<b>43</b>
4.3.5.1	<i>Método de riego .....</i>	43
4.3.5.2	<i>Tipo de material.....</i>	43
4.3.5.3	<i>Emisor.....</i>	43
<b>4.4</b>	<b>Estudio social.....</b>	<b>45</b>
<b>4.4.1</b>	<b><i>Población.....</i></b>	<b>46</b>
<b>4.4.2</b>	<b><i>Principales actividades económicas y fuentes de ingreso familiar .....</i></b>	<b>46</b>
<b>4.4.3</b>	<b><i>Migración .....</i></b>	<b>48</b>
<b>4.4.4</b>	<b><i>Hábitat y Vivienda .....</i></b>	<b>48</b>
<b>4.4.5</b>	<b><i>Servicios básicos .....</i></b>	<b>48</b>
<b>4.5</b>	<b>Estudio agroeconómico .....</b>	<b>49</b>
<b>4.5.1</b>	<b><i>Sistemas de producción agrícola situación actual .....</i></b>	<b>49</b>
4.5.1.1	<i>Cédula de cultivos situación actual.....</i>	49
4.5.1.2	<i>Productividad y producción situación actual.....</i>	49
4.5.1.3	<i>Costos de producción agrícola situación actual .....</i>	50

4.5.1.4	<i>Utilidad agrícola bruta y neta situación actual</i> .....	51
<b>4.5.2</b>	<b>Sistemas de producción agrícola situación futura</b> .....	<b>51</b>
4.5.2.1	<i>Cédula de cultivos situación futura</i> .....	51
4.5.2.2	<i>Productividad y producción situación futura</i> .....	52
4.5.2.3	<i>Costos de producción agrícola situación futura</i> .....	52
4.5.2.4	<i>Utilidad agrícola bruta y neta situación futura</i> .....	53
<b>4.6</b>	<b>Estudio financiero</b> .....	<b>53</b>
<b>4.7</b>	<b>Diseño hidráulico parcelario</b> .....	<b>56</b>
4.7.1	<i>Turnados de riego</i> .....	57
<b>4.8</b>	<b>Presupuesto y especificaciones técnicas</b> .....	<b>57</b>

## **CAPÍTULO V**

<b>5.</b>	<b>PROPUESTA</b> .....	<b>59</b>
-----------	------------------------	-----------

	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>61</b>
--	---------------------------	-----------

	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>62</b>
--	------------------------------	-----------

## **GLOSARIO**

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-3:</b>	Estaciones meteorológicas utilizadas para el estudio .....	19
<b>Tabla 1-4:</b>	Catastro del módulo 11.....	26
<b>Tabla 2-4:</b>	Resultado análisis de aguas .....	30
<b>Tabla 3-4:</b>	Resultado análisis químico de suelos .....	32
<b>Tabla 4-4:</b>	Resultado capacidad de campo y punto de marchitez permanente .....	34
<b>Tabla 5-4:</b>	Densidad aparente del módulo 11 .....	34
<b>Tabla 6-4:</b>	Capacidad de Campo, Punto de Marchitez Permanente y Agua disponible del módulo 11.....	35
<b>Tabla 7-4:</b>	Enraizamiento de los cultivos del módulo 11.....	35
<b>Tabla 8-4:</b>	Lámina bruta del módulo 11. ....	36
<b>Tabla 9-4:</b>	Cédula de cultivos del módulo 11 .....	37
<b>Tabla 10-4:</b>	Precipitación real y efectiva (60%) estación Pungales (M0243), Riobamba Aeropuerto (M057) e Interpolación IDW.....	38
<b>Tabla 11-4:</b>	Evapotranspiración (ETo) de la estación Pungales (M0243), Riobamba-Aeropuerto (M0057) e Interpolación con método IDW.....	39
<b>Tabla 12-4:</b>	Balance hídrico del cultivo de maíz .....	40
<b>Tabla 13-4:</b>	Coefficiente de cultivo (Kc) del módulo 11. ....	41
<b>Tabla 14-4:</b>	Evapotranspiración del cultivo (ETc) del módulo 11.....	42
<b>Tabla 15-4:</b>	Necesidad Neta (Nn) del módulo 11 .....	42
<b>Tabla 16-4:</b>	Características del emisor.....	44
<b>Tabla 17-4:</b>	Servicios básicos del cantón Guano y del módulo 11 .....	49
<b>Tabla 18-4:</b>	Productividad y producción situación actual del módulo 11.....	50
<b>Tabla 19-4:</b>	Costos de producción situación actual del módulo 11 .....	50
<b>Tabla 20-4:</b>	Utilidad agrícola bruta y neta sin proyecto del módulo 11 .....	51
<b>Tabla 21-4:</b>	Cédula de cultivos situación futura del módulo 11 .....	52
<b>Tabla 22-4:</b>	Productividad y producción situación futura del módulo 11.....	52
<b>Tabla 23-4:</b>	Costos de producción situación futura del módulo 11 .....	53
<b>Tabla 24-4:</b>	Utilidad agrícola bruta y neta situación futura del módulo 11 .....	53
<b>Tabla 25-4:</b>	Depreciación de los componentes del sistema .....	54
<b>Tabla 26-4:</b>	Indicadores financieros del módulo 11 .....	55
<b>Tabla 27-4:</b>	Presupuesto del módulo 11.....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-3:</b>	Mapa de ubicación del módulo 11, proyecto Los Chingazos.....	11
<b>Figura 2-3:</b>	Metodología para determinar capacidad de campo (CC) y el punto de marchitez permanente (PMP) en el suelo.....	14
<b>Figura 3-3:</b>	Metodología para determinar densidad aparente.....	15
<b>Figura 4-3:</b>	Metodología para calcular la velocidad básica de infiltración .....	18
<b>Figura 5-3:</b>	Levantamiento de información social .....	22
<b>Figura 6-3:</b>	Levantamiento de información productiva.....	22
<b>Figura 1-4:</b>	Levantamiento topográfico proyecto de riego Los Chingazos.....	25
<b>Figura 2-4:</b>	Resumen Catastro módulo 11.....	28
<b>Figura 3-4:</b>	Catastro módulo 11 .....	28
<b>Figura 4-4:</b>	Principales contaminantes del agua.....	31
<b>Figura 5-4:</b>	Resultado análisis de suelo.....	32
<b>Figura 6-4:</b>	Porcentaje de capacidad de campo y punto de marchitez permanente.....	33
<b>Figura 7-4:</b>	Cédula de cultivos .....	37
<b>Figura 8-4:</b>	Precipitación efectiva (60%) de la estación Pungales (M0243), Riobamba Aeropuerto (M0057) e Interpolación IDW.....	39
<b>Figura 9-4:</b>	Miniwobbler-boquilla #6.....	44
<b>Figura 10-4:</b>	Simulación del miniwobbler a 6 x 6 m.....	45
<b>Figura 11-4:</b>	Grupo etéreo del módulo 11 .....	46
<b>Figura 12-4:</b>	Relación de dependencia laboral del módulo 11.....	47
<b>Figura 13-4:</b>	Salarios de la población del módulo 11.....	48
<b>Figura 14-4:</b>	Diseño parcelario módulo 11 .....	57

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

<b>ANEXO A:</b>	TOPOGRAFÍA
<b>ANEXO B:</b>	CATASTRO
<b>ANEXO C:</b>	PLANOS CAUDALES
<b>ANEXO D:</b>	ANÁLISIS DE AGUA
<b>ANEXO E:</b>	ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELO
<b>ANEXO F:</b>	LÁMINA BRUTA
<b>ANEXO G:</b>	VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN
<b>ANEXO H:</b>	EVAPOTRANSPIRACIÓN (ETO) Y PRECIPITACIÓN
<b>ANEXO I:</b>	NECESIDAD TOTAL
<b>ANEXO J:</b>	DISEÑO AGRONÓMICO
<b>ANEXO K:</b>	SISTEMATIZACIÓN DE ENCUESTAS
<b>ANEXO L:</b>	ESTUDIO AGROECONÓMICO
<b>ANEXO M:</b>	DISEÑO PARCELARIO
<b>ANEXO N:</b>	TURNOS DE RIEGO
<b>ANEXO O:</b>	PRESUPUESTO PARCELARIO
<b>ANEXO P:</b>	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

## RESUMEN

El objetivo del estudio fue elaborar el diseño agronómico, hidráulico parcelario y sus componentes en el módulo 11. La zona en estudio tiene 39.34 ha netas de riego con 92 representantes de familias (52 hombres y 40 mujeres). Los cultivos presentes en la zona fueron maíz, alfalfa, limón y tuna con un enraizamiento efectivo de 60 cm, con una lámina neta de 18.13 mm, la eficiencia del método por mini aspersion fue de 85% resultando una lámina bruta de 21.33mm. La necesidad hídrica fue de 3.02 mm día<sup>-1</sup>, con un caudal ficticio continuo de 0.35 L s<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>. El emisor seleccionado en base a un consenso y zona agroecológica fue un mini wobbler a un distanciamiento de 6 m entre mini aspersores y 6 m entre líneas, el consumo es de 0.07 L s<sup>-1</sup> con intervalos de operación entre 10 a 17 m.c.a., el tiempo de operación por cada emisor fue de 3 horas con 7 días entre intervalos. Para el diseño hidráulico parcelario se trabajó con velocidades promedio entre 0.6 y 3 m s<sup>-1</sup> y pérdidas de carga con base a la ecuación de Hazem-Williams. Los diámetros y grosor de tuberías estuvieron en función de los caudales, presiones y velocidades. El estudio definió incorporar un cultivo que genere rentabilidad para justificar la tecnificación de riego, en este sentido, la propuesta con proyecto promovió la implementación del limón, alcanzando una utilidad por familia de US\$ 1023 en el año, versus una utilidad de US\$ 241 sin proyecto. El estudio demostró una rentabilidad positiva con los indicadores VAN 165178, TIR 23.13%, B/C 1.23 y PRI 6.01 años. Las inversiones en el proyecto fueron las siguientes: el sistema parcelario con US\$ 244602.48, por hectárea con US\$ 6217.65 y por familia con US\$ 2658.72.

**PALABRAS CLAVE:** RIEGO, AGRONOMÍA, LÁMINA NETA, INFILTRACIÓN, REQUERIMIENTO HÍDRICO, CAUDAL, MINI ASPERSOR



08-08-2023

0091-DBRA-UPT-IPEC-2023

## SUMMARY

The aim of this study was to develop the agronomic and hydraulic plot design and its components in module 11. The area under study has 39.34 ha net irrigated with 92 family representatives (52 men and 40 women). The crops present in the area were corn, alfalfa, lemon and tuna with an effective rooting of 60 cm, with a net sheet of 18.13 mm, the efficiency of the mini-spray method was 85%, giving as a result a gross sheet of 21, 33mm. The water requirement was 3.02 mm day<sup>-1</sup>, with a fictitious continuous flow of 0.35 L s<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>. The emitter selected based on a consensus and agroecological zone was a mini wobbler at a distance of 6 m between mini sprinklers and 6 m between lines, the consumption is 0.07 L s<sup>-1</sup> with operating intervals between 10 to 17 m.c.a., the operation time for each issuer was 3 hours with 7 days between intervals. For the plot hydraulic design, it was worked with average speeds between 0.6 and 3 m s<sup>-1</sup> and head losses based on the Hazem-Williams equation. The diameters and thickness of the covers were a function of the flows, pressures and speeds. This study incorporated a crop that generates profitability to justify irrigation technification, in this sense, the proposal with the project promoted the implementation of lemon, reaching a profit per family of US\$1023 in the ye, versus a profit of US\$241. no project. The study showed a positive profitability with the indicators VAN 165178, IRR 23.13%, B/C 1.23 and PRI 6.01 years. The investments in the project were the following: the parcel system with US\$244,602.48, per hectare with US\$6,217.65 and per family with US\$2,658.72.

**KEY WORDS:** IRRIGATION, AGRONOMY, NET PLATE, INFILTRATION, WATER REQUIREMENT, FLOW, MINI SPRINKLER



## **CAPÍTULO I**

### **1. INTRODUCCIÓN**

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

La falta de diseños de riego tecnificado en la localidad de los Chingazos fue el problema álgido que impidió la gestión hídrica, lo que generó en el sector a tener: Agricultura de secano, bajos rendimientos de los cultivos, compra de tanqueros para suplir la ausencia de agua, migración elevada, abandono de terrenos y reducidos ingresos económicos.

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

Un primer aspecto que se consideró fue la falta de acceso al agua que tiene la comunidad de los Chingazos, el factor determinante para que esto suceda fue la ausencia de gestión por parte de los dirigentes y la ausencia de diseños que presionen a las autoridades de turno. Sin embargo, este conflicto de acceso al agua no es una problemática local, un ejemplo de esto ocurre en Tarija-Bolivia, las grandes empresas vinícolas acaparan el agua y no permiten el desarrollo de los pequeños agricultores (Boelens, 2011).

Un ejemplo a nivel local, se menciona el de la acequia Tabacundo, cuyo conflicto se originó en las relaciones de poder que tienen las florícolas con los pequeños regantes. Estas florícolas, gozan de concesiones abundantes, lo que impide el uso y acceso de agua de riego para los agricultores. Es así que, se han originado luchas que hasta la actualidad se vienen generando por el control y acceso al agua (Larrea, 2006).

Otro ejemplo en el Ecuador, es que los grandes ingenios azucareros y las bananeras acumulan los derechos de agua (75% de los derechos formales), al igual que las florícolas en las montañas, de esta forma privan del recurso a los agricultores, sustrayendo sus medios de subsistencia y generando inequidad en la zona (Breilh, 2007).

En el caso particular de los Chingazos, según el MAG (2020), la pobreza es notoria, es así que, el ingreso familiar mensual es de US\$ 312, menor al sueldo básico del Ecuador que es de US\$ 450. El acceso al agua es un factor determinante para que la pobreza se agudice, en vista de ello, los terrenos son improductivos y la agricultura no es una fuente de ingreso económico en la localidad.

Cabe indicar que, el proyecto se ubica en el cantón Guano (Latitud: 1°37'7" S; Longitud: 78°34'9" O), tiene una cédula de cultivos promisoría, la misma que puede potenciarse al momento de plantear una tecnificación de riego, los cultivos presentes en la localidad son: alfalfa, limón, maíz y tuna.

La presente propuesta se basó en plantear un diseño agronómico que será la base para estructurar un diseño hidráulico, los mismos que sirvan como herramienta de gestión para presionar a las autoridades de turno e implementar infraestructura que permita a la comunidad de Los Chingazos el acceso al agua de riego. Además, el planteamiento no solo se canalizó a generar un proyecto de riego por inundación, sino que, se exteriorizó a formular una tecnificación de riego, en donde la eficiencia de uso de agua pase de 30% a un 85% con riego por aspersión (Calvache, 2012).

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

La falta de diseños como se indicó anteriormente es el problema central que identifica a la localidad de Los Chingazos, en este sentido, la propuesta de este trabajo y la formulación del problema, se encamina a responder la siguiente pregunta. ¿Cómo elaborar un diseño agronómico en el módulo 11?

### ***1.1.3 Preguntas por resolver***

- ¿Por qué elaborar los estudios base y complementarios en el módulo 11?
- ¿Cómo elaborar un diseño agronómico para el módulo?
- ¿Cómo elaborar el estudio agroeconómico en el módulo 11?

## **1.2 Justificación**

Este proyecto se realizó con la finalidad de tener un documento base (diseño agronómico) que permita desarrollar un diseño hidráulico a nivel del módulo 11. Además, la comunidad contará con una herramienta para gestionar recursos e implementar la infraestructura de riego. Cabe indicar que, la premisa principal de un estudio de riego tecnificado es optimizar el recurso hídrico, en este sentido, la propuesta con mini aspersión aumentará la eficiencia de riego de 30 al 85%.

En el contexto económico, la idea de plasmar riego tecnificado es la de incrementar los ingresos económicos de la localidad es así que, con la construcción del proyecto la comunidad tendrá nuevas oportunidades de desarrollo, disminuir la migración, trabajar los terrenos y reducir la pobreza.

Para finalizar, un elemento esencial para tecnificar los campos es el aumento de la productividad y la producción de los cultivos por hectárea, en tal virtud, en la localidad de Los Chingazos se pretende incrementar estos componentes a través de un correcto diseño agronómico que se traduce a un diseño hidráulico.

### **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, módulo 11, cantón Guano.

#### **1.3.2 Específicos**

- Recopilar información en campo para la elaboración de los estudios base y complementarios en el diseño de un sistema de riego.
- Elaborar un diseño agronómico en el área de investigación para implementar un sistema de riego.
- Elaborar un estudio agroeconómico bajo los escenarios sin proyecto y con proyecto para determinar los indicadores financieros.

### **1.4 Hipótesis**

- **Alternativa:** El diseño agronómico contribuye en la gestión y eficiencia en el manejo del agua de riego parcelario.
- **Nula:** El diseño agronómico no contribuye en la gestión y eficiencia en el manejo del agua de riego parcelario.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

En primer lugar, resultó importante mencionar a la escasez de agua como una problemática a nivel mundial. En tal virtud, según Allen (2006), menciona que alrededor de 1.600 millones de personas se enfrentan a la escasez “económica” de agua, lo cual significa que, aunque haya disponibilidad física de la misma, carecen de infraestructura necesaria para accederla. Además, en el Ecuador como en muchos lugares alrededor del mundo, el limitado acceso al agua no es consecuencia únicamente de factores naturales y climáticos, sino principalmente de aquellos concernientes con las relaciones de poder socioeconómicas y políticas que entran en juego entre los usuarios que comparten el recurso en un territorio hídrico determinado (Budds, 2018).

De manera particular, en la zona de los Chingazos la escasez de agua es marcada, es así que, el MAG (2020), indica que, a causa de la absoluta falta de recursos hídricos y la acentuada aridez del clima, los terrenos sin cultivo ocupan la mayoría de la superficie del área, generando una zona donde la agricultura de secano es una lotería. A más de mencionada escasez, el acceso al agua es un factor limitante de índole política, que impide el desarrollo en los Chingazos.

#### **2.1 Bases teóricas**

##### **2.1.1 Riego**

El concepto de riego según González (2007), es la aplicación artificial de agua en el suelo con la finalidad de suministrar a los cultivos la humedad necesaria para su desarrollo. El riego como actividad debe asegurar lo siguiente:

- Dotar la cantidad suficiente de agua para el crecimiento de los cultivos.
- Evitar pérdidas de agua por escorrentías.
- Mejorar la eficiencia de uso de agua.
- Garantizar las cosechas frente a sequías.
- Diluir las sales presentes en el suelo.

### 2.1.1.1 Métodos de riego

Los métodos de riego se clasifican del siguiente modo:

- Riego Superficial: Es la distribución del agua con el sistema de riego a nivel de superficie, depende totalmente de la naturaleza del caudal y la pendiente del terreno, sirve solo para terrenos totalmente nivelados, sin pendientes (Sabando y Molina, 2013).
- Riego por aspersión: Este método tiene la particularidad de simular la lluvia, por medio de dispositivos denominados aspersores (Fuentes, 1999). El riego por aspersión es práctico en la mayoría de los cultivos y puede cubrir la totalidad del área regada, es decir, es idóneo para pastos y para cultivos en asociación. (Barahona y Ramírez, 2016). La eficiencia de este método alcanza entre los 75 a 85% (Calvache, 2012).
- Riego localizado: Este método consiste en aplicar el agua de manera localizada a la raíz de los cultivos, son considerados de alta frecuencia por sus intervalos cortos de riego (Baca, 2021). Además, la eficiencia de los mismos alcanza un 90% y cada emisor (gotero) irriga un volumen de suelo que se denomina bulbo húmedo (Baca, 2021).

### 2.1.1.2 Selección del método de riego

La selección del método de riego según Carrazón (2007), debe considerar los siguientes parámetros:

- Cultivo a implementarse.
- Topografía, forma y tamaño del terreno.
- Beneficio/costo del cultivo a implementarse
- Disponibilidad de agua.
- Calidad de agua para riego.

### 2.1.2 Diseño Agronómico

El diseño agronómico para un sistema de riego, constituye la base para el dimensionamiento de tuberías de acuerdo al requerimiento hídrico de un cultivo o varios cultivos (Tarjuelo, 2017). Además, el diseño agronómico debe responder lo siguiente: emisor a utilizar, los distanciamientos planteados en campo de este emisor, el tiempo de operación de los emisores y los intervalos de riego (Fuentes, 1999). Cabe indicar que, una mala formulación del diseño agronómico puede traer consecuencias técnicas adversas al sistema de riego, por tal razón, se recomienda a más de adoptar un criterio técnico, socializar con el cliente o la comunidad el emisor a implementarse (GAD Tungurahua, 2017).

## **2.2 Marco conceptual**

### **2.2.1 Estudios base**

#### *2.2.1.1 Topografía*

Se refiere a la descripción o representación de un lugar con todos sus elementos; relieve, vegetación, poblamiento, cultivos, aunque corrientemente se le dé un sentido refiriéndose exclusivamente al relieve, e incluso como sinónimo de éste (BCN, 2021).

#### *2.2.1.2 Catastro*

El catastro constituye el registro alfanumérico de información de regantes, superficies de predios, límites de predios y cultivos existentes (SENAGUA, 2014).

#### *2.2.1.3 Derechos de agua*

Denominado también autorizaciones de Uso y Aprovechamiento del Agua son los documentos que facultan a una persona natural o jurídica el consumo del agua desde ríos, humedales, quebradas, lagunas, pozos, lluvia y otros (SENAGUA, 2014).

### **2.2.2 Estudios complementarios**

#### *2.2.2.1 Aforos*

Los aforos de caudal consisten en determinar la cantidad de agua que atraviesa una sección de un cuerpo de agua en un instante de tiempo dado (SENAGUA, 2014).

#### *2.2.2.2 Análisis de agua*

Es un proceso químico en el que se extrae una muestra del líquido a analizar. A partir de esa muestra, se determinará su calidad (EMAPA, 2020).

#### *2.2.2.3 Análisis químico de suelos*

Es un proceso mediante el cual, permite determinar los contenidos de macro y micronutrientes de interés agrícola (INIAP, 2021).

### **2.2.3 Diseño agronómico**

#### *2.2.3.1 Patrón de cultivos*

Se refiere a la cantidad de cultivos expuestos por superficie o porcentaje en una zona determinada o en una parcela en específico (Hurtado, 2020). Además, el patrón de cultivos es la base para calcular las demandas de riego y el estudio agroeconómico (Carrere, 2014).

#### *2.2.3.2 Capacidad de Campo*

Representa la condición de almacenamiento máximo de agua en suelo, que ocurre después de haber drenado el agua contenida en los macroporos, por acción de la gravedad. Expresado en % o kg/kg (Baca, 2021).

#### *2.2.3.3 Punto de Marchitez Permanente*

Es la capacidad mínima de almacenamiento de agua de un suelo, ocurre cuando las plantas se marchitan por causa de la deficiencia hídrica y no recupera su turbidez (Baca, 2021).

#### *2.2.3.4 Densidad aparente*

Es el peso seco de un suelo dividido el volumen imperturbado de ese suelo (León, 2021). Cabe mencionar que, volumen imperturbado se refiere al que ocupa en el suelo sin ser modificado, es decir, manteniendo su porosidad (León, 2021).

#### *2.2.3.5 Agua disponible*

El concepto de agua disponible se denota porque, no toda el agua que se encuentra en el suelo es tomada por los pelos absorbentes de las plantas (Carrere, 2014). Además, es necesario conocer la cantidad de agua máxima de agua que existe en el suelo disponible para los cultivos (Cadena, 2017). Así mismo, el agua disponible es el porcentaje de humedad del suelo que está a disposición para las plantas, dicho en otras palabras, es la diferencia ente la capacidad de campo y el punto de marchitez (Cadena, 2017).

#### *2.2.3.6 Lámina neta*

La lámina neta es toda el agua de la que puede extraer un cultivo en un suelo (León, 2021).

#### *2.2.3.7 Velocidad de infiltración.*

Es la velocidad con la que el agua se incorpora al suelo sin producir anegamiento o encharcamiento (González, 2007).

#### *2.2.3.8 Precipitación.*

La precipitación, es agua liberada desde las nubes en forma de lluvia, aguanieve, nieve o granizo. Es el principal proceso por el cual el agua retorna a la Tierra. La mayor parte de la precipitación cae como lluvia y se mide en mm/día (Baca, 2021).

#### *2.2.3.9 Evapotranspiración (ET<sub>o</sub>).*

Hace referencia al paso de agua desde la cubierta vegetal a la atmósfera (Tarjuelo, 2017). Define el proceso de evapotranspiración desde una cubierta vegetal como la pérdida total de agua de dicha superficie bajo forma de vapor a través de la evaporación directa desde la superficie del suelo y evaporación del agua interceptada por las plantas y transpirada hacia la atmósfera, en un intervalo de tiempo dado (Tarjuelo, 2017).

#### *2.2.3.10 Balance hídrico.*

Uno de los métodos más extendidos para la programación del riego es el balance hídrico, lo que implica la determinación de todas las entradas y salidas de agua. En todo momento, se debe conocer el agua que queda en el suelo a disposición del cultivo para que no descienda por debajo de un umbral de humedad prefijado en función del objetivo perseguido con la programación del riego (Calvache, 2012).

#### *2.2.3.11 Coeficiente de cultivo (K<sub>c</sub>).*

Está en función de algunos factores, principalmente de las características del cultivo, de las fechas de siembra o plantación, del ritmo de crecimiento y desarrollo del cultivo y la duración del ciclo agronómico. Además, depende de las condiciones climáticas, de la disponibilidad de agua en el suelo, del estado sanitario del cultivo y de las técnicas culturales aplicadas (Baca, 2021).



### *2.2.3.12 Evapotranspiración de cultivo (ETc)*

Es el resultado del producto de la evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) por el coeficiente de cultivo (K<sub>c</sub>) (Fuentes, 1999).

### *2.2.3.13 Emisor*

Son todos los dispositivos de salida de caudal que están en relación al método de riego, en este caso pueden ser aspersores, goteros y micro aspersores (Cadena, 2017).

## **2.2.4 Estudio social**

Un diagnóstico y caracterización de las variables de una población es el punto de partida para formular y justificar los proyectos (Hurtado, 2020). Además, una necesidad básica marcada promueve o estimula a las entidades financieras a desarrollar proyectos comunitarios, por tal razón, es importante realizar un estudio social (GAD Tungurahua, 2017).

## **2.2.5 Estudio Agroeconómico**

### *2.2.5.1 Producción agrícola*

Es la cantidad de producto en bruto (sin clasificar) obtenido por unidad de análisis y por unidad de tiempo. La unidad de análisis puede ser una familia, una comunidad campesina, un distrito, una provincia, región o país. La producción se calcula multiplicando el rendimiento de los cultivos por la superficie cultivada (Hurtado, 2020).

### *2.2.5.2 Rendimiento*

Es un concepto agronómico que indica la cantidad de producto físico obtenido por unidad de superficie y por unidad de tiempo. El producto físico puede ser expresado en kilogramos o toneladas y la unidad de superficie en hectáreas (Cadena, 2017).

### *2.2.5.3 Utilidades brutas*

Es el ingreso de capital producto de la venta en el mercado, sin restar los costos de producción (Hurtado, 2020).

#### *2.2.5.4 Utilidades netas*

Indica la ganancia representada por la diferencia del ingreso bruto y los costos de producción (Hurtado, 2020).

### **2.2.6 Estudio financiero**

#### *2.2.6.1 Valor Actual Neto (VAN)*

El valor actual neto (VAN) es la diferencia entre el dinero que ingresa al proyecto y el monto que se invierte en el mismo; su objetivo es conocer si este proyecto da realmente beneficios (Vega, 2021).

#### *2.2.6.2 Tasa Interna de Retorno (TIR)*

Es la tasa de interés o rentabilidad que genera un proyecto y se encarga de medir la rentabilidad de una inversión (Vega, 2021).

#### *2.2.6.3 Relación Beneficio Costo*

La relación beneficio-costos es una herramienta financiera que compara el costo de un producto versus el beneficio que esta entrega para evaluar de forma efectiva la mejor decisión a tomar en términos de compra (Vega, 2021).

#### *2.2.6.4 Período de Recuperación de la Inversión (PRI)*

El período de recuperación de la inversión (PRI) es el tercer criterio más utilizado para evaluar financieramente y tiene como objeto medir el tiempo de recuperación del capital que se invirtió en un proyecto determinado (Vega, 2021).

### **2.2.7 Diseño hidráulico parcelario**

El diseño hidráulico parcelario comprende el cálculo de las variables hidráulicas para distribuir el agua desde una toma de agua al inicio del lote hasta el punto crítico (último emisor) ubicado en la parte final del mismo (Pizarro, 1996). Las variables a tomar en cuenta en un diseño son: pérdidas de carga, velocidad de agua, diámetro de tubería, presiones y caudales de operación (Baca, 2021).

## CAPÍTULO III

### 3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

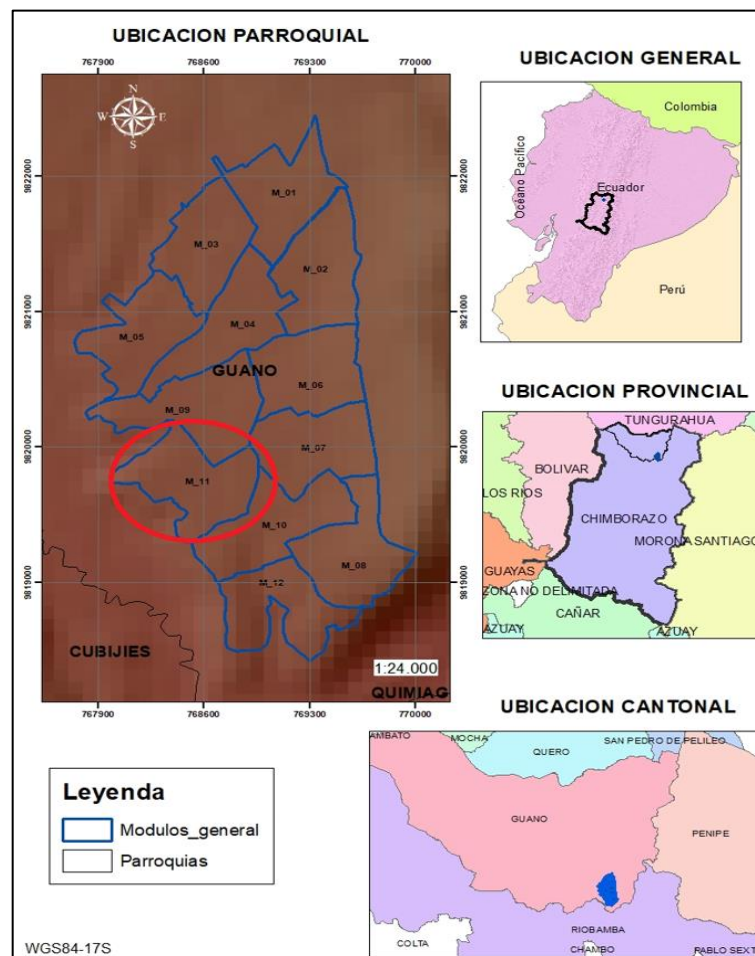
#### 3.1 Caracterización del área en estudio

##### 3.1.1 Ubicación política

El proyecto de riego sector Los Chingazos se localiza en la provincia de Chimborazo, cantón Guano, parroquia la Matriz.

##### 3.1.2 Ubicación geográfica

El proyecto se localiza en la Latitud:  $1^{\circ}37'8''$  S y Longitud:  $78^{\circ}34'38''$  O.



**Figura 1-3.** Mapa de ubicación del módulo 11, proyecto Los Chingazos.  
Realizado por: Guilcapi Baldeon, Danny, 2023

## **3.2 Metodología**

### **3.2.1 Estudios base**

#### *3.2.1.1 Levantamiento topográfico*

El levantamiento topográfico en el sector de los Chingazos se trabajó de la siguiente manera:

- Se ubicaron de manera distribuida 55 puntos para control, de estos, 4 fueron de metal y 51 se construyeron con hormigón.
- Como complemento del levantamiento topográfico se obtuvo la fotografía aérea, para la creación de la misma se utilizó el software UAS Master para la planificación del vuelo a una distancia de muestra del suelo menor o igual a 10 cm. Cabe indicar que, para realizar el vuelo se tomó en cuenta las condiciones climáticas, las mismas que tenían que ser favorables. Además, al momento de generar la fotografía aérea, la misma creó una nube de puntos, a través de esta se obtuvieron las curvas de nivel a cada metro. Los formatos finales de este proceso fueron CAD y GIS.

#### *3.2.1.2 Actualización y validación de catastro*

Para la actualización y validación catastral, se trabajó de la siguiente manera:

- Se utilizó la ortofotografía y el catastro del GAD Municipal de Guano como base del trabajo.
- La referencia principal para la actualización fueron las vías, límites de terreno, infraestructura, canchas, y otros. Además, se realizaron visitas personalizadas a los lotes para corroborar la información de la ortofotografía.
- Se trabajó en campo con el acompañamiento de los dueños de los predios y un plano general para confirmar la información.
- El producto final, a más de tener un plano actualizado fue generar un documento con la siguiente información: Código del predio, nombres del dueño, área total y área neta para riego.

#### *3.2.1.3 Análisis de los derechos de agua*

Para analizar los derechos de agua se realizó una comparación de la oferta versus la demanda. En el caso de la oferta, se consideró la adjudicación otorgada por el GAD Chimborazo y la demanda fue producto del diseño agronómico (necesidad hídrica) expuesto en este trabajo. Con estos datos,

se realizó un balance para observar si la cantidad de agua adjudicada es suficiente para abastecer el requerimiento hídrico de la localidad.

### **3.2.2 Estudios complementarios**

#### **3.2.2.1 Aforos**

Los aforos como parte de los estudios complementarios no fueron realizados por disposición del GAD Chimborazo, quienes tienen la rectoría de la infraestructura principal, sin embargo, mencionada institución proporcionó los planos de Los Chingazos y los caudales de uso para cada una de las localidades Alto y Bajo.

#### **3.2.2.2 Análisis de agua**

En lo concerniente a, las tomas de muestras de agua, las mismas fueron obtenidas con base a la NTE INEN 2169:2013. Los puntos de toma fueron los siguientes:

- Salida del sifón sobre el río Guano (Latitud: 1°35'44" S y Longitud: 78°37'02" O).
- Comunidad de Chingazo Alto (Latitud: 1°36'16" S y Longitud: 78°34'45" O).
- Comunidad de Chingazo Bajo (Latitud: 1°37'13" S y Longitud: 78°34'35" O).

Cabe indicar que, de los datos obtenidos se trabajó con un promedio para realizar las recomendaciones referentes a riego.

#### **3.2.2.3 Análisis químico del suelo**

La metodología de trabajo para el análisis químico del suelo fue la siguiente:

- Se dividió al módulo 11 en tres zonas (Alta, media y baja).
- Con la ayuda de un barreno, en cada una de estas zonas se realizó un submuestreo (5).
- Se mezclaron las submuestras y se obtuvo una general de aproximadamente un kilogramo.
- La muestra se etiquetó y se la envió al laboratorio para su análisis.

### **3.2.3 Diseño agronómico**

#### **3.2.3.1 Patrón de cultivos**

Para obtener el patrón de cultivos la metodología fue la siguiente:

- Se trabajó con grupos focales y se encuestó a 30 (método números mínimos) agricultores del módulo 11.
- Las encuestas para esta variable se encaminaron a obtener información de área total del terreno, cultivo, superficie del cultivo y área en descanso.
- La superficie obtenida en las encuestas se extrapoló al área total del módulo 11.
- Los valores se procesaron en una hoja de cálculo y se generaron los cuadros con la cédula de cultivo, área y porcentaje.

### 3.2.3.2 Láminas netas

#### 3.2.3.2.1 Capacidad de campo (CC) y Punto de Marchitez Permanente

Para determinar la Capacidad de campo (CC) y Punto de Marchitez Permanente (PMP), se utilizó el cálculo gravimétrico de la siguiente manera:

- Se niveló en el suelo un área de 1 x 1 m, previa a esta labor con un azadón se separó toda la maleza en los primeros centímetros del suelo.
- Con el azadón se formó un cubo de unos 10 centímetros.
- Se colocó agua en el cubo hasta saturar el suelo.
- Se cubrió con un plástico (aprox. 2.5 x 2.5 m) para evitar la evaporación y la lluvia.
- Después de 48 horas, se retiró el plástico y se sacaron muestras a 30 cm. Las muestras (20 g) se obtuvieron con un barreno.
- Para finalizar, las muestras se identificaron en las zonas de estudio alta, media y baja.



**Figura 2-3:** Metodología para determinar capacidad de campo (CC) y el punto de marchitez permanente (PMP) en el suelo.

**Realizado por:** Guilcapi Baldeón, Danny, 2023

### 3.2.3.2.2 *Densidad aparente*

La metodología para calcular la densidad aparente fue la siguiente:

- El muestreo se realizó en las zonas alta, media y baja.
- Con una azadilla se separó la maleza de un cuadrante de suelo de 50 x 50 cm. El área de este cuadrante se niveló (nivel de carpintero).
- Una vez limpia y nivelada el área, con una pala pequeña se dibujó un cuadrado de 20 x 20 centímetros y se extrajo el suelo hasta alcanzar unos 30 centímetros de altura. El suelo extraído se colocó en una funda de plástico.
- El pequeño orificio cavado se cubrió con plástico y se llenó con agua con la ayuda de un recipiente graduado hasta que el nivel enrasó.
- Se sustrajo y se pesó el total del suelo producto de la excavación, seguido a esto, se extrajo una muestra pequeña y se envió al laboratorio, en donde se obtuvieron el peso total del suelo y el peso del suelo seco.



**Figura 3-3:** Metodología para determinar densidad aparente

**Realizado por:** Guilcapi Baldeon, Danny, 2023

### 3.2.3.2.3 *Agua disponible en el suelo*

El agua disponible, según Fuentes (1999), es la totalidad de la misma que un cultivo puede extraer del suelo y se expresa con la siguiente ecuación [1]:

$$AD = \text{Porcentaje (\% de CC)} - \text{Porcentaje (\% de PMP)} \quad [1]$$

Dónde:

- AD= Agua disponible en el suelo
- % de CC = Porcentaje de contenido de Humedad a Capacidad de Campo
- % de PMP = Porcentaje de contenido de Humedad a Punto de Marchitez Permanente

#### 3.2.3.2.4 Lámina de agua aprovechable (LA)

El cálculo de la lámina de agua aprovechable, según León (2021), se realizó con la siguiente ecuación [2]:

$$LA = AD * DA * r \quad [2]$$

Dónde:

- LA = Lámina de Agua Aprovechable.
- AD = Agua disponible en el suelo
- DA = Densidad aparente (g mL<sup>-1</sup>)
- r = Profundidad de enraizamiento (cm)

#### 3.2.3.2.5 Lámina neta

Para el cálculo de la lámina neta, según Baca (2021), se obtuvo con la siguiente ecuación [3]:

$$LN = LA * f \quad [3]$$

Dónde:

- LN = Lámina neta.
- LA = Lámina de agua aprovechable.
- f = factor de secamiento.

#### 3.2.3.2.6 Lámina bruta

La lámina bruta, según León (2021), se calculó con la siguiente ecuación [4]:

$$LB = LN/Ef \quad [4]$$

Dónde:

- LB = Lámina bruta.
- LN = Lámina neta.
- Ef = Eficiencia del método de riego.



### 3.2.3.3 Velocidad de Infiltración

Para el cálculo de la velocidad de infiltración, el método utilizado fue el Infiltrómetro de doble anillo, para lo cual se siguieron los siguientes pasos:

- Se identificaron los sitios para colocar los anillos, los mismos que fueron introducidos a una profundidad de 15 cm. con la ayuda de un martillo de goma.
- Se nivelaron los cilindros con la ayuda de un nivel de carpintero.
- Se colocó agua en el cilindro externo hasta alcanzar unos 5 a 10 cm.
- Se colocó una funda plástica en el cilindro interno para evitar el impacto del agua en la superficie.
- Se llenó con agua hasta una altura de 20 cm. y se procedió a romper la funda plástica.
- Se registró en una libreta de campo el tiempo en el que indicó el inicio del nivel del agua.
- Los datos se obtuvieron con lapsos de tiempo de 1 min, después cada 3, 5, 10, 15, 30 y 60 min.
- En algunos casos el nivel del agua llegó al borde, para lo cual se anotó el tiempo de recarga y posterior a esto se colocó el agua hasta el límite nuevamente.
- Los valores de infiltración se obtuvieron de las zonas alta, media y baja.

Para el cálculo de la velocidad de infiltración, se trabajó con la ecuación [5] de Kostiaikov (1932), la misma que se indica a continuación:

$$I = K * t^n \quad [5]$$

Dónde:

- I = velocidad de infiltración (cm h<sup>-1</sup>).
- K = parámetro que representa la velocidad de infiltración cuando el tiempo es 1 min.
- t = tiempo acumulado de infiltración (min).
- n = parámetro que indica la forma en que la velocidad de infiltración se reduce con el tiempo.



**Figura 4-3:** Metodología para calcular la velocidad básica de infiltración

**Realizado por:** Guilcapi Baldeon, Danny, 2023

#### 3.2.3.4 *Necesidades totales*

El cálculo de las necesidades totales se tienen las siguientes variables:

##### 3.2.3.4.1 *Cédula de cultivos*

La cédula de cultivos al igual que el patrón, se detalla con especificidad en la metodología del capítulo Patrón de cultivos, numeral 3.2.3.1.

##### 3.2.3.4.2 *Precipitación*

Los datos de precipitación se obtuvieron con la ayuda de dos estaciones meteorológicas ubicadas en Riobamba y Pungales (Tabla 1-3).

**Tabla 1-3:** Estaciones meteorológicas utilizadas para el estudio

Estación	Código	Distancia a la zona de estudio (m)	Coordenadas	
			Latitud	Longitud
Riobamba-Aeropuerto	M057	7695	1°39'09" S	78°39'07" O
Pungales	M243	3500	1°35'09" S	78°34'07" O

**Realizado por:** Guilcapi Baldeon, Danny, 2023

La precipitación se calculó de la siguiente manera:

- Los datos extraídos de las estaciones meteorológicas se procesaron en una hoja de cálculo.
- Los datos del historial obtenidos de las estaciones M057 y M243 fueron de 19 y 17 años, respectivamente.
- La información se procesó con el CROPWAT 8.0 de la FAO a una probabilidad del 60%.
- Los datos de las dos estaciones se interpolaron en el software GIS con el uso de la herramienta IDW (Distancia Inversa Ponderada).
- El resultado de esta interpolación fue el utilizado para los demás cálculos.

#### 3.2.3.4.3 *Evapotranspiración de referencia (Eto)*

La metodología para el cálculo de la Evapotranspiración de referencia fue la siguiente:

- Se obtuvieron los datos de las estaciones meteorológicas antes mencionadas, los mismos que fueron: horas sol, velocidad del viento, humedad relativa y temperatura máxima y mínima.
- Los datos se vaciaron en una hoja de cálculo Excel.
- El historial de datos fue de 26 y 25 años para las estaciones M057 y M243, respectivamente.
- La información meteorológica se procesó con el software CROPWAT 8.0-FAO bajo el método de Penman-Monteith.
- Los resultados de la Eto de las dos estaciones, se interpolaron con la herramienta GIS mediante el método IDW, antes mencionado.
- El resultado de esta interpolación fue el utilizado para los demás cálculos.

#### 3.2.3.4.4 *Balance hídrico*

Para analizar el balance hídrico se realizó una diferencia entre la precipitación (entradas) y la evapotranspiración de referencia (salidas). Cabe mencionar que, al realizar este balance se puede determinar cuál mes es el más crítico y en base a ese tener una referencia para el diseño agronómico e hidráulico.

#### 3.2.3.4.5 *Coefficiente de cultivo (Kc)*

Para determinar el coeficiente de cultivo, se trabajó con la metodología de Hargraves (1983), esta ecuación tiene relación directa entre el ciclo de cultivo (fenología) y los meses de siembra/cosecha (ecuación [7]):

$$Kc = 0.01335 + 0.04099 C - 0.00040 C^2 \quad [7]$$

C = Está en relación con el ciclo de cultivo, los días desde la siembra hasta la cosecha dividido para 365.

#### 3.2.3.4.6 *Evapotranspiración del cultivo (Etc)*

La evapotranspiración del cultivo se calculó con la ecuación [8] (Allen, 2006):

$$ETc = ETo * Kc \quad [8]$$

Dónde:

- ETc = Evapotranspiración de cultivo.
- ETo = Evapotranspiración de referencia.
- Kc = Coeficiente de cultivo.

#### 3.2.3.4.7 *Necesidad neta*

La necesidad neta, según León (2021), se calculó con la ecuación [9]:

$$Nn = ETc - P \quad [9]$$

Donde:

- Nn = Necesidad neta.
- ETc = Evapotranspiración del cultivo.
- P = Precipitación.

#### 3.2.3.4.8 *Necesidades totales*

Las necesidades, según Baca (2021), se calculó con la ecuación [10].

$$N_t = N_n / E_f \quad [10]$$

Dónde:

- $N_t$  = Necesidad total.
- $N_n$  = Necesidad neta.
- $E_f$  = Eficiencia del método de riego.
- 

#### 3.2.3.5 *Método de riego, tipo de material y emisor*

La selección del método, tipo de material y emisor en la zona de los Chingazos, según Vega (2020), considera los siguientes aspectos:

- Geometría y topografía de la parcela.
- Zona agroecológica de la localidad.
- Tipo y condiciones de cultivo.
- Disponibilidad y calidad de agua.
- Mano de obra disponible.
- El costo de administración, operación y mantenimiento del sistema.

#### 3.2.4 *Estudio social*

El estudio social inició con el levantamiento de información, para esto se utilizaron encuestas con la aplicación KOBO a través de dispositivos móviles y con la ayuda de estudiantes de pregrado de la ESPOCH (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo) (Figura 5-3). La población a encuestarse, se determinó bajo la ecuación de población finita, según Hurtado (2020), con la ecuación [11].

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q} \quad [11]$$

Dónde:

- $N$  = Total de la población (572).
- $Z$  = 1.96 al cuadrado (seguridad es del 95%).

- $p$  = proporción esperada (en este caso  $5\% = 0.05$ ).
- $q = 1 - p$  (en este caso  $1 - 0.05 = 0.95$ ).
- $e$  = precisión (5%).
- $n = 231$  encuestas / 12 módulos = 19.25 aprox. = 20 encuestas.



**Figura 5-3:** Levantamiento de información social

**Realizado por:** Guilcapi Baldeon, Danny, 2023

### 3.2.5 *Estudio agroeconómico*

El estudio agroeconómico se definió bajo dos propuestas, la primera hace referencia a una situación actual o sin riego y la segunda bajo el escenario de riego tecnificado. Se trabajó con la metodología de grupos focales y levantamiento de información en territorio (Figura 6-3). Además, las variables de rendimiento, ingresos y egresos propios de los cultivos de la localidad se recopilaron bajo la metodología expuesta de grupos focales complementado con entrevistas. Por otro lado, la información obtenida se tabuló en una hoja de cálculo y posterior se sistematizó para obtener las utilidades y el flujo de caja que sirvió para el estudio financiero.



**Figura 6-3:** Levantamiento de información productiva

**Realizado por:** Guilcapi Baldeon, Danny, 2023

### **3.2.6 Estudio financiero**

El estudio financiero es el complemento de la parte económica, para esto se utilizó el flujo de caja elaborado en el estudio agroeconómico, mencionado flujo 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, para ingresos las utilidades agrícolas fueron la premisa orientadora de esta variable.

Cabe indicar que, los indicadores financieros que se calcularon fueron, la Tasa Interna de Retorno (TIR), El Valor Actual Neto (VAN), La Relación Beneficio-Costo (B/C) y el Período de Retorno de la Inversión (PRI).

### **3.2.7 Diseño hidráulico de red parcelaria**

El diseño hidráulico a nivel de parcela debe responder a una demanda agronómica con base a un emisor escogido, este emisor debe ser producto de la socialización en campo y a la vez demostrar criterios técnicos propios del diseñador (Pizarro, 1996).

Cabe mencionar que, según Pizarro (1996), existen parámetros hidráulicos que son la base para un buen diseño, los mismos que se detallan a continuación:

- Caudales de demanda (10% de variación entre puntos críticos).
- Velocidades de tubería múltiple entre 0.5 - 2.5 m s<sup>-1</sup>.
- Presiones de funcionamiento (20% de variación entre puntos críticos) y pérdidas de carga (Hazem-Williams).
- Los diámetros y grosor de tuberías están en función de los caudales, presiones y velocidades.
- El software que se utilizará para el diseño parcelario será el IRRICAD V.20. Además, la metodología de diseño será lote por lote.

#### **3.2.7.1 Turnados de riego**

Los turnos de riego fueron establecidos bajo la condición de operación del reservorio de 12 horas, además, se consideró el caudal del sector y el número de aspersores simultáneos que pueden operar. Para finalizar, se estimaron las cotas para ubicar los terrenos y los hidrantes que operarán en un mismo turno.

### *3.2.7.2 Presupuesto*

Para realizar el presupuesto, fue importante cuantificar los materiales, es decir, se conoció con exactitud de cada uno de los lotes, cuantos codos, tees, bujes, aspersores y otros. Además, las cantidades, APU's y utilidades se utilizaron para el cálculo de presupuesto.

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

Para el cálculo de volúmenes de obra se utilizó el reporte de softwares y el conteo manual en hoja de cálculo formato excel.

#### *3.2.7.2.2 Análisis de precios unitarios (APU's)*

El análisis de precios unitarios se calculó de la siguiente manera:

- Se utilizó el software Punís V.10. (documento .xlsx)
- Además, las bases de pago, procesos constructivos y mediciones se conciliaron con las cantidades de obra y APU's.
- La Contraloría General del Estado actualizó los costos de mano de obra, los mismos que sirvieron para el cálculo. Por otro lado, los precios de equipos y materiales se obtuvieron con base a las proformas de casas comerciales.

#### *3.2.7.3 Especificaciones técnicas*

Las especificaciones técnicas se elaboraron a detalle y rubro por rubro de acuerdo a la NEC2015, ACI-318-14 y Norma Técnica Ecuatoriana INEN-ISO 18091.



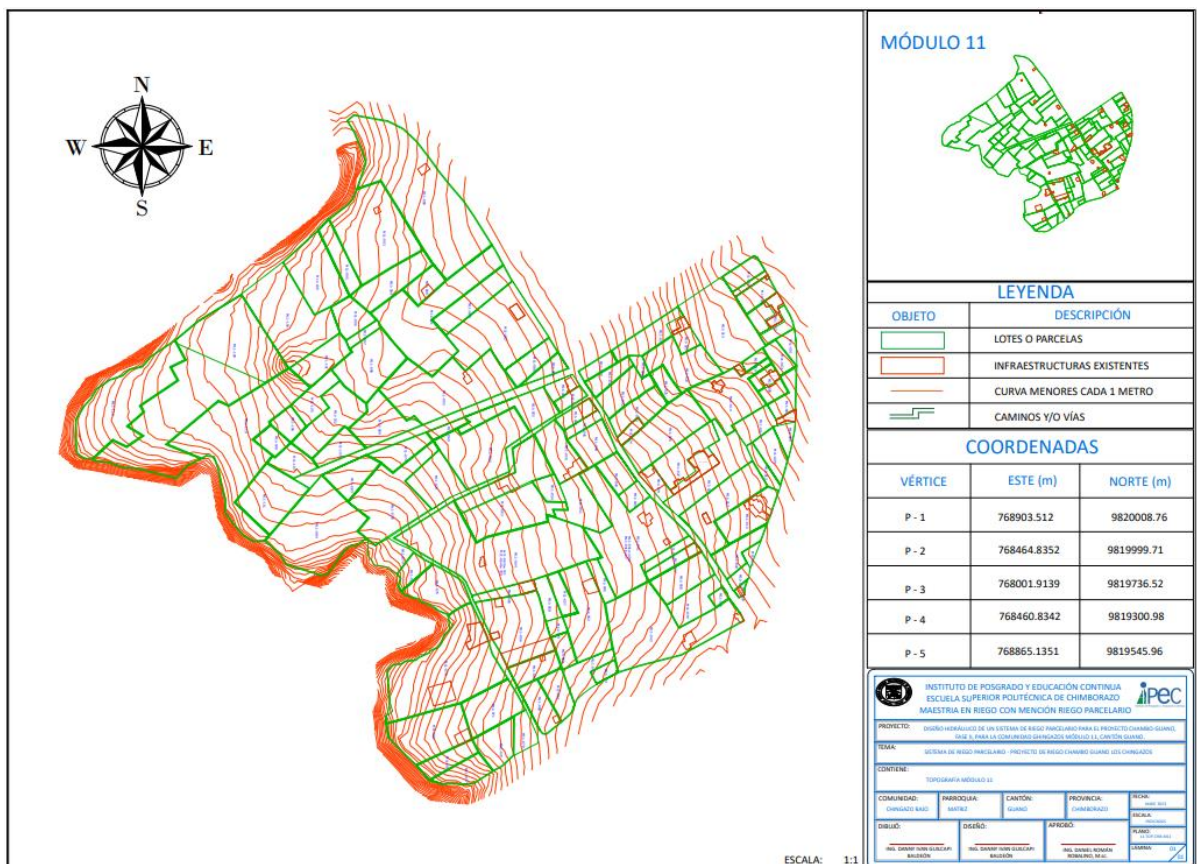
## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Estudios base

##### 4.1.1 Levantamiento topográfico

La totalidad del área incluyendo Chingazo Alto y Bajo fue de 491.28 ha. Cabe mencionar que, el proyecto se dividió en 12 módulos con características de superficie similares, para el caso particular de este estudio, el Módulo 11 se encuentra entre los 2665 a 2617 msnm. Además, el área bruta fue de 41.97 ha y el área neta de 39.34 ha (Anexo A) (Figura 1-4). Cabe mencionar que, según GAD Tungurahua (2017), los proyectos de riego colectivo tecnificado tienen una división en módulos hasta máximo 50 ha, en este sentido, optar por 12 módulos para todo el proyecto de Los Chingazos, está dentro de un criterio técnico aceptado.



**Figura 1-4:** Levantamiento topográfico proyecto de riego Los Chingazos.

Realizado por: Guilcapi Baldeon, Danny, 2023

#### 4.1.2 Actualización y validación de catastro

El resultado de la actualización catastral para el módulo 11 definió lo siguiente: Existen 112 lotes, pertenecientes a 92 familias con una tenencia de tierra de 0.43 ha familia<sup>-1</sup>. Además, el área bruta fue de 41.97 ha con 39.34 ha netas para riego (Tabla 1-4). Para más detalle de lo expuesto se adjunta el Anexo B. Cabe mencionar que, la tenencia de tierra para el módulo 11 según el INIAP (2021), es baja, es decir, en la localidad existe un minifundio marcado, en donde, la agricultura familiar campesina es la que prevalece.

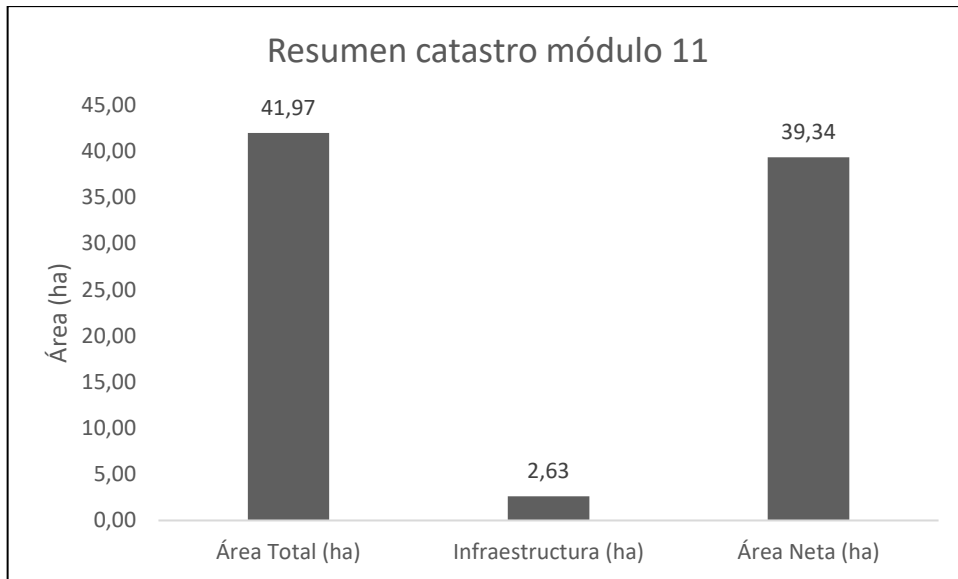
**Tabla 1-4:** Catastro del módulo 11

Código	Propietario	Área Total (ha)	Infraestructura (ha)	Área Neta (ha)
M11-001	ROSA ELVIRA GUANANGA MOYON	0.0701	0.0000	0.0701
M11-002	SEGUNDO FRANCISCO SAYGUA ADRIANO	0.2593	0.0568	0.2025
M11-003	JULIO CESAR CAJO PILCO	0.1099	0.0000	0.1099
M11-004	MEATRIS CAJO MAYGUA	0.1421	0.0000	0.1421
M11-005	ANGEL RODRIGO CAJO QUISPILLO	0.1101	0.0258	0.0843
M11-006	ANGEL ASQUI LLONGO	0.1460	0.0026	0.1435
M11-007	ESCUELA	0.1748	0.1748	0.0000
M11-008	CAEMELINA CAJO	0.1585	0.0342	0.1244
M11-009	DANIEL GUANANGA CENTENO	0.1860	0.0000	0.1860
M11-010	WILSON CAJO CHAUCA	0.0688	0.0120	0.0568
M11-011	PEDRO PABLO CAJO MAYGUA	0.1710	0.0000	0.1710
M11-012	HEREDEROS DE JOSE LARA	0.0898	0.0000	0.0898
M11-013	ESTADIO	0.7942	0.7942	0.0000
M11-014	MIGUEL PILCO	0.5477	0.0178	0.5298
M11-015	HEREDEROS DE ANTONIO CAJO CANDO	0.3308	0.0487	0.2821
M11-016	BOLIVAR CHAUCA CAJO	0.0358	0.0000	0.0358
M11-017	HEREDEROS PEDRO GUANANGA CENTENO	0.5638	0.0096	0.5542
M11-018	ANTONIO ASSQUI SAYGUA	0.2060	0.0000	0.2060
M11-019	HUMBERTO OROZCO USCA	0.0572	0.0000	0.0572
M11-020	CEMIRA LEMA LARA	0.0227	0.0000	0.0227
M11-021	MERCEDES GUANANGA	0.0775	0.0000	0.0775
M11-022	REINALDO GUANANGA CRIOLLO	0.4216	0.0000	0.4216
M11-023	YESENIA RIOS HARO	0.4494	0.0000	0.4494
M11-024	ANGEL MARÍA ASQUI LLONGO	0.2982	0.0237	0.2745
M11-025	HEREDEROS DE ANGEL CAJO	0.1042	0.0000	0.1042
M11-026	MANUEL GUANANDA ASQUI	0.5899	0.0000	0.5899
M11-027	JUAN GUANANGA ASQUI	0.4563	0.1161	0.3402
M11-028	RUFINO ROGELIO CHAUCA CRIOLLO	0.0414	0.0000	0.0414
M11-029	FLOR GUANANGA ADRIANO	0.1004	0.0496	0.0508
M11-030	LUIS ASQUI AMBI	0.0944	0.0000	0.0944
M11-031	HEREDEROS DE JORGE ASQUI PAGUAY	0.1386	0.0000	0.1386
M11-032	JORGE ISAC PONCE	0.2666	0.0000	0.2666
M11-033	LEOPOLDO CHAUCA PILCO	0.2397	0.0000	0.2397
M11-034	ANGEL FIDEL GUANANGA ASQUI	0.0524	0.0524	0.0000
M11-035	JOSE ANTONIO ASQUI AMBI	0.0441	0.0000	0.0441
M11-036	LUIS LEMA AREVALO	0.0866	0.0000	0.0866
M11-037	MARTHA LUISA LEMA LARA	0.1153	0.0271	0.0882
M11-038	HEREDEROS DE JOSE AREVALO	0.3095	0.0000	0.3095
M11-039	ANGEL CRISTOBAL ASQUI AMBI	0.2468	0.0000	0.2468
M11-040	HEREDEROS MANUEL CAJO	0.0905	0.0000	0.0905
M11-041	JOSE FARES	1.1373	0.0288	1.1086
M11-042	SEGUNDO GUANANGA MOYON	1.1711	0.0359	1.1352
M11-043	ENRIQUETA AREVALO MATA	0.1706	0.0000	0.1706
M11-044	JOSE MOYON PARREÑO	0.2517	0.0000	0.2517
M11-045	ANTONIO GUAMAN ZATA	0.0675	0.0000	0.0675
M11-046	HEREDEROS DE JOSE MATA	0.0943	0.0000	0.0943
M11-047	CELLANO AREVALO	0.1109	0.0417	0.0691
M11-048	LUZ LARA	0.0777	0.0000	0.0777
M11-049	SONIA ESCUDERO AMBI	0.0912	0.0177	0.0735
M11-050	RICARDO AMBI	0.3069	0.0452	0.2617
M11-051	ROSA LEMA ERAZO	0.3148	0.0000	0.3148
M11-052	ANGEL BOLIVAR LEMA LARA	0.5968	0.0310	0.5658
M11-053	LEOPOLDO CHAUCA PILCO	0.2034	0.0000	0.2034
M11-054	HECTOR CHAUCA PILCO	0.0666	0.0000	0.0666
M11-055	TARQUINO LARA MATA	0.3426	0.0000	0.3426
M11-056	HUGO PILCO GUAMAN	0.0996	0.0000	0.0996
M11-057	ANGELICA GUIJARRO TOLEDO	0.1186	0.0000	0.1186
M11-058	JUAN GUIJARRO TOLEDO	0.1193	0.0000	0.1193
M11-059	HEREDEROS DE JUAN LARA AREVALO	0.0509	0.0000	0.0509
M11-060	HEREDEROS DE JUAN LARA AREVALO	0.1070	0.0000	0.1070
M11-061	JAVIER OÑATE	0.1932	0.0000	0.1932
M11-062	HEREDEROS DE JOSE LARA LARA	0.7503	0.0000	0.7503

Código	Propietario	Área Total (ha)	Infraestructura (ha)	Área Neta (ha)
M11-063	HECTOR MATA AMBI	1.0093	0.0443	0.9650
M11-064	HUGO PILCO GUAMAN	1.7435	0.0085	1.7350
M11-065	HEREDEROS JUAN LARA	0.1061	0.0309	0.0752
M11-066	VICENTE GUAMAN GUANANGA	0.7047	0.1598	0.5449
M11-067	MARIO RIOS HARO	0.1882	0.0050	0.1832
M11-068	ERLINDA AMAGUAYA	0.2165	0.0074	0.2091
M11-069	AMERICO CASTAÑEDA OROZCO	0.0692	0.0000	0.0692
M11-070	SEGUNDO CASTAÑEDA SAMANIEGO	0.1358	0.0000	0.1358
M11-071	HEREDEROS ALBERTO SAMANIEGO	0.3860	0.0000	0.3860
M11-072	MARIA CASTAÑEDA	0.2519	0.0000	0.2519
M11-073	HEREDEROS SEGUNDO ERAZO	0.3326	0.0000	0.3326
M11-074	HEREDEROS RAMON PAGUAY	0.2047	0.0000	0.2047
M11-075	OSWALDO LARA	0.3654	0.0000	0.3654
M11-076	GUILLERMINA LARA LARA	1.3591	0.1269	1.2323
M11-077	ADAN CASTAÑEDA	0.1951	0.0000	0.1951
M11-078	HEREDEROS ROSENDO LARA	0.7696	0.0000	0.7696
M11-079	ANTONIO AMBI AMBI	0.1802	0.0000	0.1802
M11-080	MARIA PALANCA AMBI AMBI	0.1174	0.0000	0.1174
M11-081	DORILA AREVALO	0.5874	0.0312	0.5562
M11-082	SEGUNDO MANUEL GUANANGA CRIOLLO	0.1857	0.0000	0.1857
M11-083	DORINA AREVALO	0.2367	0.0000	0.2367
M11-084	HEREDEROS ANGEL AREVALO	1.0513	0.0000	1.0513
M11-085	HEREDEROS DE AMADOR HIDALGO	0.0978	0.0000	0.0978
M11-086	ROSA OLIVIA LLONGO	0.1976	0.0000	0.1976
M11-087	ANGELA PIEDAD OROZCO CASTAÑEDA	0.9270	0.0237	0.9033
M11-088	HEREDEROS DE ALCIDES RODRIGO AREVALO CASTAÑEDA	0.3188	0.0000	0.3188
M11-089	JOSE LEMA VIZUETE	1.8060	0.0135	1.7925
M11-090	TEMIXTOCLES VIZUETE TOLEDO	0.1544	0.0177	0.1367
M11-091	MARCIA YOLANDA LLONGO	1.0349	0.0000	1.0349
M11-092	ROGELIO DE AMADOR HIDALGO	1.0336	0.0114	1.0222
M11-093	HEREDEROS DE VIDAL VIZUETE	0.9894	0.0059	0.9836
M11-094	ANGELA TARJELIA OROZCO ZAMANIEGO	0.3608	0.0000	0.3608
M11-095	SALVADOR LEMA PILCO	0.2019	0.0000	0.2019
M11-096	JORGE NAPOLEON AREVALO	0.2064	0.0000	0.2064
M11-097	HEREDEROS DE ROSAURA VIZUETE	0.0562	0.0000	0.0562
M11-098	HEREDEROS DE EXEQUIEL PILCO	0.5402	0.0000	0.5402
M11-099	ALCINA CASTAÑEDA	0.3668	0.0000	0.3668
M11-100	JAIME LARA AREVALO	0.5414	0.0000	0.5414
M11-101	HEREDEROS DE ROSA OROZCO	0.2733	0.0000	0.2733
M11-102	ANGELA CORINA LLONGO	0.4506	0.0000	0.4506
M11-103	HEREDEROS IGNACIO OROZCO	0.1833	0.0000	0.1833
M11-104	ASUNCION OROZCO GUIJARRO	0.9066	0.0000	0.9066
M11-105	FAUSTO LARA VIZUETE	0.2048	0.0000	0.2048
M11-106	GLORIA VIZUETE LEMA	0.1310	0.0000	0.1310
M11-107	EXEQUIEL PILCO	0.1771	0.0000	0.1771
M11-108	JOSE MANUEL PILCO	0.1128	0.0000	0.1128
M11-109	MATEO OROZCO GUIJARRO	2.3854	0.0000	2.3854
M11-110	HEREDEROS DE GERARDO LLONGO	1.4777	0.0000	1.4777
M11-111	CEMENTERIO	0.5023	0.5023	0.0000
M11-112	RAFAEL OROZCO GUIJARRO	1.0247	0.0000	1.0247
TOTAL		41.97	2.63	39.34

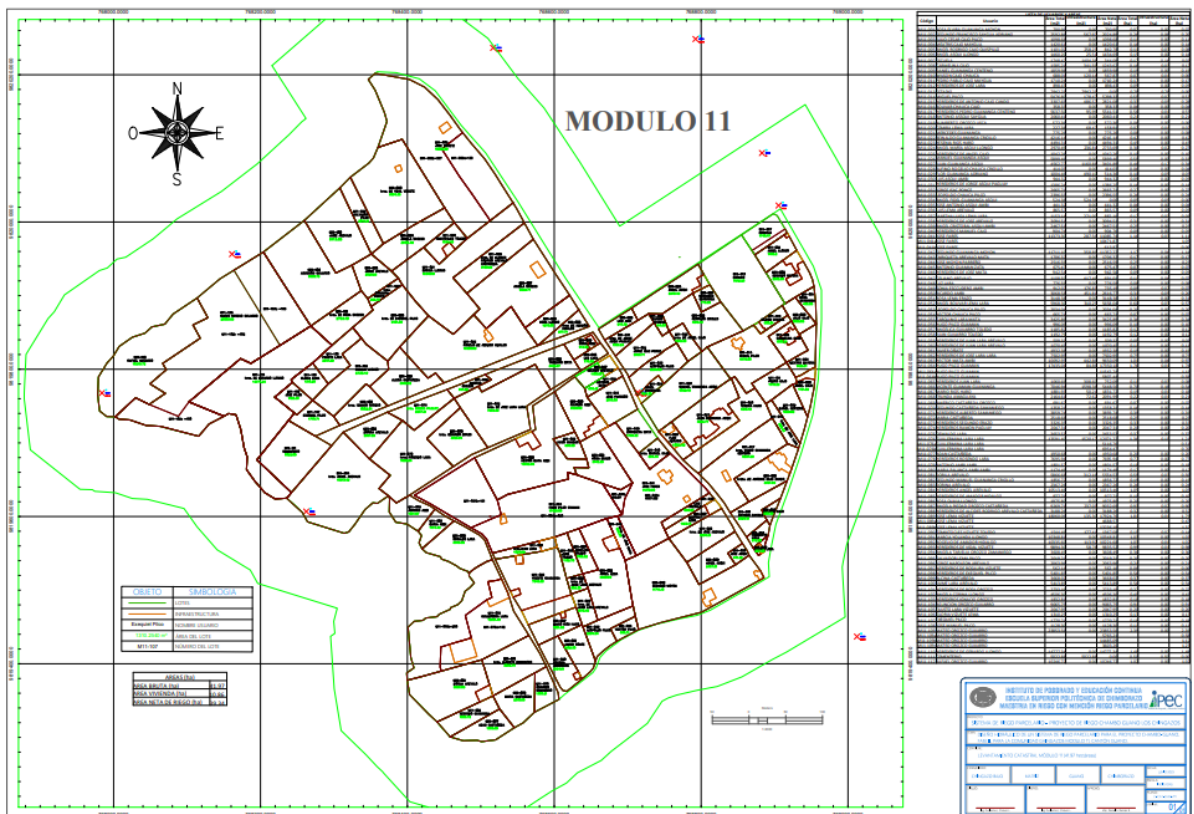
**Realizado por:** Guilcapi Baldeon, Danny, 2023

Por otro lado, se pudo observar que la infraestructura alcanzó un valor de 2.63 ha, es decir, del área bruta se redujo un 6% aproximadamente para dar un área neta para riego de 39.34 ha (Figura 2-4). Cabe señalar que, en los proyectos de riego tecnificado, según Calvache (2012), menciona que se puede reducir hasta un 10% de la superficie total por la presencia de casas y otras construcciones.



**Figura 2-4:** Resumen Catastro módulo 11.

**Realizado por:** Guilcapi Baldeon, Danny, 2023



**Figura 3-4:** Catastro módulo 11

**Realizado por:** Guilcapi Baldeon, Danny, 2023

### **4.1.3 Análisis de los derechos de agua**

El análisis de los derechos de agua tiene relación directa con la cantidad de caudal disponible (autorización de uso) y la superficie irrigable de la localidad. En tal virtud, el módulo 11, como se definió en el capítulo anterior el área neta de riego es de 39.94 ha con una autorización de 104 L s<sup>-1</sup> de caudal permanente para regar un aproximado de 264 ha, pertenecientes a los módulos 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12 de Chingazo Bajo.

El caudal disponible para el módulo 11 es un aproximado de 16 L s<sup>-1</sup>, el estudio demanda un caudal ficticio continuo de 0.35 L s<sup>-1</sup>ha<sup>-1</sup> (diseño agronómico). Es decir, con este caudal se podría irrigar 45.71 ha, superando las 39.94 ha netas. Los derechos alcanzan para irrigar todo el módulo 11 y se puede proponer un calendario de riego y un diseño fijo para irrigar la totalidad de los lotes.

## **4.2 Estudios complementarios**

### **4.2.1 Aforos**

El primer punto de aforo para la toma de Chingazo Alto a la salida del sifón fue de 460 L s<sup>-1</sup> y el y para la toma de Chingazo Bajo el caudal fue de 104 L s<sup>-1</sup> (Anexo C).

### **4.2.2 Análisis de agua**

Los resultados del análisis de agua mostraron que los límites de permisibilidad de todos los elementos están dentro del rango, es decir, no afectarían al momento de intervenir con una tecnificación de riego (Tabla 3-4). Para más detalle de los resultados referirse al Anexo D.

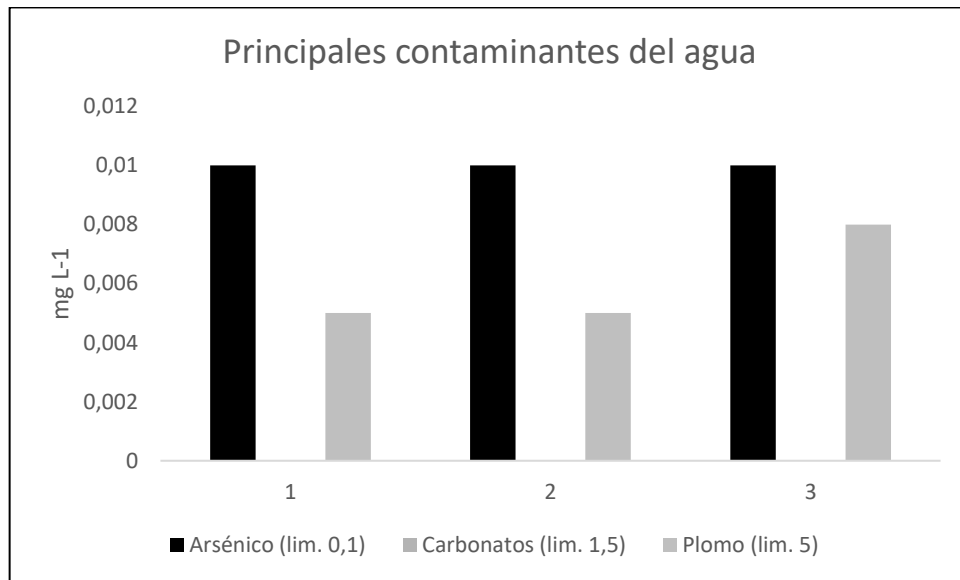
**Tabla 2-4. Resultado análisis de aguas**

Ensayo	Unidad	Resultados			Promedio	Método	Valor Límite Permisible
		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3			
Grasas y Aceites	Presencia/Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	PE-AL-72 Método de referencia: NA	Ausencia
Coliformes fecales	NMP 100ml <sup>-1</sup>	350	<1.8	<1.8	117,87	PE/AL/24 Standard Methods Ed.23.2017	1000
Fluor	mg L <sup>-1</sup>	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	Espectrofotometría UV-Vis	1.0
Huevos de parásitos	Presencia/Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Observación microscópica	Ausencia
Materia flotante	Presencia/Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	PE/AL/31 NMX-AA-006-SCFI-2000	Ausencia
Mercurio	mg L <sup>-1</sup>	<0.001	<0.001	1	1	PE/AL/10 EPA 3015 A, Rev. 1 2007 PE-AL-41 Standard Methods Ed.23.20174500 NO2 B	0.001
Nitritos	mg L <sup>-1</sup>	0.46	<0.04	0.2	0,23	Standard Methods, Ed. 23. 2017, 4500-O G EPA	0.5
Oxígeno disuelto	mg L <sup>-1</sup>	1.26	2.31	2.25	1,94	PE/AL/03 Standard Methods Ed.23.2017 4500 H+B	3
Potencial hidrógeno	unidades de pH	7.58	7.66	7.73	7,66	PE/AL/25 Standard Methods Ed.23.2017 4500 E SO4	6_9
Sulfatos	mg L <sup>-1</sup>	12	11	0	11,07	Volumétrico	250
Carbonatos	mg L <sup>-1</sup>	0	0	0	0	PE/AL/19 Standard Methods Ed.23.2017 4500 Cl-G	-
Cloro residual	mg L <sup>-1</sup>	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	-
Aluminio	mg L <sup>-1</sup>	0.33	0.2	7.81	2,78	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	5
Arsénico	mg L <sup>-1</sup>	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0.1
Berilio	mg L <sup>-1</sup>	<0.006	<0.006	6	6	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0.1
Boro	mg L <sup>-1</sup>	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0.75
Cadmio	mg L <sup>-1</sup>	<0.000	<0.000	<0.00	<0.00	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0.05
Cobalto	mg L <sup>-1</sup>	8	8	08	08	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0.01
Cobre	mg L <sup>-1</sup>	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0.01
Cobre	mg L <sup>-1</sup>	<0.006	<0.006	0.023	0,01	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0.2
Cromo	mg L <sup>-1</sup>	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0.1
Hierro	mg L <sup>-1</sup>	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0.1
Hierro	mg L <sup>-1</sup>	0.31	0.22	3.06	1,20	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	5
Litio	mg L <sup>-1</sup>	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	2.5
Magnesio	mg L <sup>-1</sup>	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	-
Magnesio	mg L <sup>-1</sup>	2.23	2.38	2.66	2,42	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	-
Manganeso	mg L <sup>-1</sup>	0.007	0.010	0.11	0,04	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0.2
Molibdeno	mg L <sup>-1</sup>	<0.003	<0.003	<0.00	<0.00	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0.01
Molibdeno	mg L <sup>-1</sup>	<0.003	<0.003	3	3	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0.01
Niquel	mg L <sup>-1</sup>	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0.2
Niquel	mg L <sup>-1</sup>	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0.2
Plomo	mg L <sup>-1</sup>	<0.005	<0.005	0.008	0,01	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	5
Selenio	mg L <sup>-1</sup>	<0.005	<0.005	0.008	0,01	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	5
Selenio	mg L <sup>-1</sup>	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0.02
Selenio	mg L <sup>-1</sup>	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0.02
Vanadio	mg L <sup>-1</sup>	<0.006	<0.011	1	1	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0.1
Zinc	mg L <sup>-1</sup>	<0.006	<0.011	1	1	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0.1
Zinc	mg L <sup>-1</sup>	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	2

Fuente: Laboratorio LABCESTTA

Realizado por: Guilcapi Baldeon, Danny, 2023

Es importante mencionar que, en un proyecto de riego tecnificado los contaminantes que pueden causar inconvenientes en el sistema son los carbonatos, además, los metales pesados como arsénico y plomo son cancerígenos para el ser humano (MAG 2020). En este sentido, se analizó la presencia de estos y se pudo observar la baja prevalencia o ausencia de los mismos. Según el MAG (2020), los límites permisibles para proyectos de riego son para arsénico  $0.1 \text{ mg L}^{-1}$ , para plomo  $5 \text{ mg L}^{-1}$  y para carbonatos  $1.5 \text{ mg L}^{-1}$  (Figura 4-4).



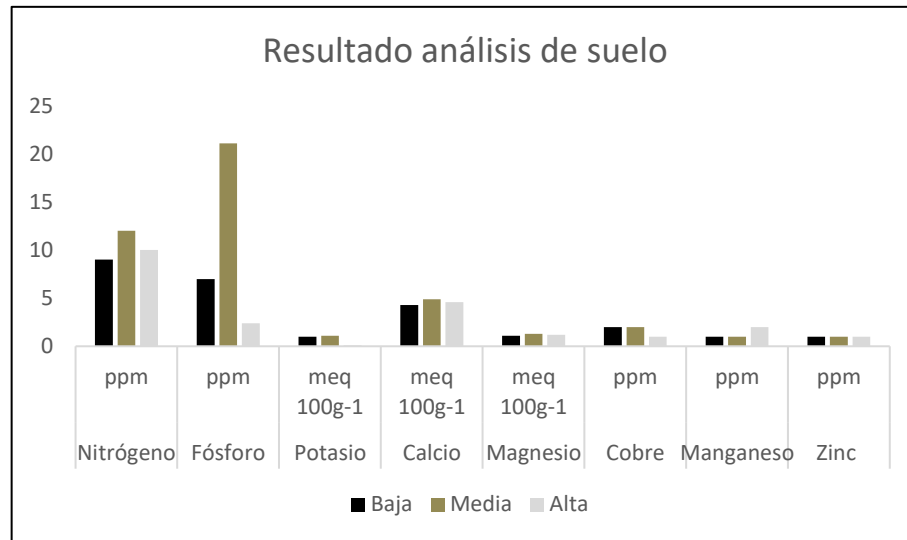
**Figura 4-4:** Principales contaminantes del agua.  
Realizado por: Guilcapi Baldeon, Danny, 2023

#### 4.2.3 Análisis químico del suelo

El promedio del análisis químico de los suelos para las tres zonas de estudio, indicaron valores bajos para nitrógeno y fósforo, mientras que, para potasio el valor fue alto; esto referente a los macroelementos (Tabla 4-4). Las repercusiones para los niveles de nitrógeno y fósforo, pueden generarse por clorosis generalizada y por coloraciones moradas en las hojas, respectivamente (INIAP, 2021). En lo concerniente a potasio, la presencia en altas cantidades coadyuvará a ser transportador de iones, desde la raíz a todas las estructuras de las plantas (Bertsch, 1986).

En referencia a los microelementos, en la localidad se apreció que tanto el magnesio como el calcio están presentes en cantidades altas, la incidencia en la producción de estos elementos puede ser determinante, debido a que, el calcio ayuda a formar los pectatos que actúan como una barrera ante los fitopatógenos, mientras que el magnesio es la base estructural de la clorofila para la fotosíntesis (Kass, 1996) (Figura 11-4).

Para concluir, la materia orgánica, según Kass (1996), el módulo 11 tuvo un contenido bajo de la misma, debido a que su porcentaje es menor a 3%, lo que repercute directamente en aspectos productivos como falta de desarrollo de los cultivos y bajos rendimientos (INIAP, 2021). Además, si no se enmienda este contenido de materia orgánica, la capacidad del suelo en almacenar humedad puede verse afectada y provocar pérdidas de agua por infiltración (Bertsch, 1986) (Anexo E).



**Figura 5-4:** Resultado análisis de suelo.

Realizado por: Guilcapi Baldeon, Danny, 2023

**Tabla 3-4:** Resultado análisis químico de suelos

Elemento	Método	Unidad	Resultados por zonas			Promedio	Valores
			Baja	Media	Alta		
Nitrógeno	Kjeldahl	ppm	9	12	10	10,33	Bajo
Fósforo	Olsen modificado	ppm	7	21,1	2,4	10,17	Bajo
Potasio	Acetato de amonio	meq 100g <sup>-1</sup>	1	1,1	0,09	0,73	Alto
Calcio	Acetato de amonio	meq 100g <sup>-1</sup>	4,3	4,9	4,6	4,60	Alto
Magnesio	Acetato de amonio	meq 100g <sup>-1</sup>	1,1	1,3	1,2	1,20	Alto
Cobre	Olsen modificado	ppm	2	2	1	1,67	Bajo
Manganeso	Olsen modificado	ppm	1	1	2	1,33	Bajo
Zinc	Olsen modificado	ppm	1	1	1	1,00	Bajo
pH	H <sub>2</sub> O 1:2,5		7,87	7,95	7,41	7,74	
Materia Orgánica	W-B	%	1,87	2,98	1,34	2,06	Bajo
Conductividad eléctrica	H <sub>2</sub> O 1:2,5	umhos cm <sup>-1</sup>	0,06	0,08	0,08	0,07	no salino

Fuente: Laboratorio Total Chem

Realizado por: Guilcapi Baldeon, Danny, 2023



### 4.3 Diseño Agronómico

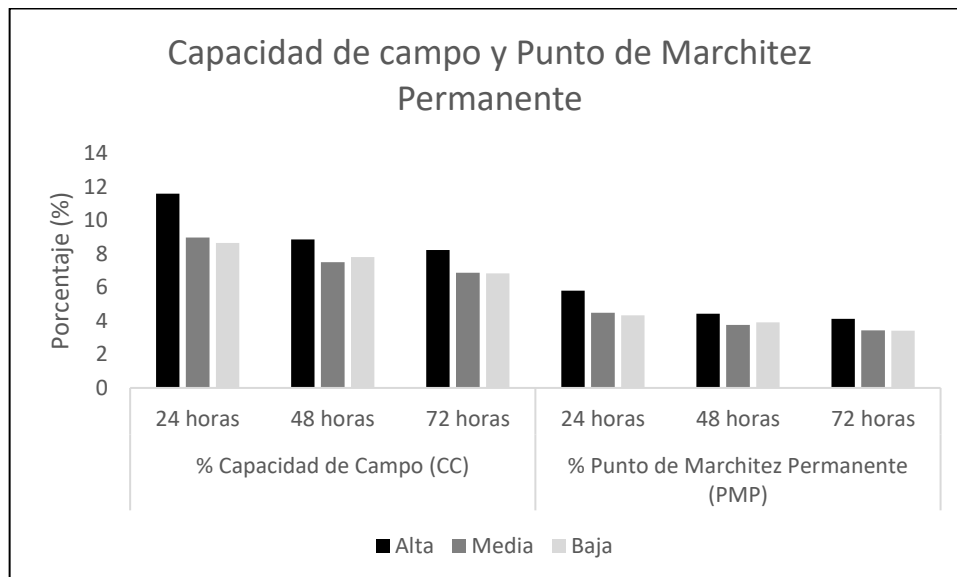
#### 4.3.1 Patrón de cultivos

Los cultivos que formaron parte del módulo 11 fueron los siguientes: maíz con 7.2 ha, seguido de la alfalfa con 4.6 ha, además, se tiene al limón y tuna con una reducida superficie de 3.0 y 0.8 ha, respectivamente.

#### 4.3.2 Láminas brutas

##### 4.3.2.1 Capacidad e Campo (CC) y Punto de Marchitez Permanente (PMP)

El módulo 11 presentó valores de capacidad de campo, en conformidad a la textura de los suelos, para el caso de las tres zonas fueron franco arenosos (Anexo E). Es así que, para la zona alta, media y baja los valores de porcentajes promedios estuvieron en el orden de 9.55, 7.78 y 7.75, respectivamente; corroborando con lo expuesto por Bertsch (1986), quien manifiesta que, los suelos de textura arenosa alcanzan valores de capacidad de campo hasta 9.93%, mientras que, Cadena (2017), indica que suelos franco arenosos llegan hasta un 9% de capacidad de campo (Figura 6-4). Cabe mencionar que, el punto de marchitez permanente está considerado con el 50% de la capacidad de campo (Tabla 4-4).



**Figura 6-4:** Porcentaje de capacidad de campo y punto de marchitez permanente

Realizado por: Guilcapi Baldeon, Danny, 2023

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

Zonas	% Capacidad de Campo (CC)			Promedio	% Punto de Marchitez Permanente (PMP)			Promedio
	24 horas	48 horas	72 horas		24 horas	48 horas	72 horas	
	Alta	11.58	8.85		8.22	9.55	5.79	
Medi a	8.97	7.50	6.87	7.78	4.49	3.75	3.44	3.89
Baja	8.63	7.80	6.82	7.75	4.32	3.90	3.41	3.88

Realizado por: Guilcapi Baldeon, Danny, 2023

#### 4.3.2.2 Densidad aparente

Los resultados de densidad aparente en el módulo 11, estuvieron en el orden de 1.40, 1.37 y 1.41 g mL<sup>-1</sup> para las zonas alta, media y baja, respectivamente (Tabla 5-4). En este sentido, los valores guardan relación directa con la textura del suelo (franco arenosa). Cabe indicar que, Kass (1996), indica que los suelos livianos tienen rangos de densidad aparente entre 1.38 a 1.60 g mL<sup>-1</sup>. Por otro lado, Calvache (2012), manifiesta que la densidad aparente en los suelos franco arenosos están entre los 1.4 a 1.6 g mL<sup>-1</sup>.

**Tabla 5-4:** Densidad aparente del módulo 11

Variable	Zonas		
	Alta	Media	Baja
Peso fresco total muestra (g)	11885	11628	11597
Peso fresco submuestra (g)	1970	1982	1870
Peso seco submuestra (g)	1943	1962	1820
Volumen de agua en el pozo (mL)	8400	8400	8000
Peso seco total muestra (g)	11722.11	11510.66	11286.92
Densidad aparente (g mL <sup>-1</sup> )	1.40	1.37	1.41

Realizado por: Guilcapi Baldeon, Danny, 2023

#### 4.3.2.3 Agua disponible

Los rangos de humedad gravimétrica para suelos franco arenosos según Baca (2021), oscilan en el rango de 3.80 a 6.00%, para el caso particular del módulo 11 y considerando las zonas altas, media y baja los valores fueron 4.78, 3.89 y 3.88%, corroborando los resultados con lo expuesto por el autor (Tabla 7-4). Por otro lado, y para afirmar los resultados Cadena (2017), manifiesta que, en suelos livianos los rangos de humedad gravimétrica están entre 4 y 6%.

**Tabla 6-4:** Capacidad de Campo, Punto de Marchitez Permanente y Agua disponible del módulo 11.

Zona	Textura	CC	PMP	Agua Disponible
		----- (%) -----		
Alta	Franco arenosa	9.55	4.78	4.78
Media	Franco arenosa	7.78	3.89	3.89
Baja	Franco arenosa	7.75	3.88	3.88

CC = Capacidad de Campo

PMP = Punto de Marchitez Permanente

**Realizado por:** Guilcapi Baldeon, Danny, 2023

#### 4.3.2.4 Lámina de agua aprovechable (LAA)

Los valores de lámina de agua aprovechable del módulo 11 para las zonas alta, media y baja estuvieron en el orden de 39.98, 31.98 y 32.80 mm, respectivamente (Tabla 8-4), corroborando lo expuesto por el INIAP (2021), quien indica que, en suelos arenosos la lámina de agua aprovechable puede alcanzar hasta 40 mm. Por otro lado, es importante mencionar que, una de las variables necesarias para calcular la (LAA) es el enraizamiento efectivo de los cultivos, para el caso particular del módulo 11 se consideró para el maíz 30 cm, alfalfa 80 cm, limón 90 cm y para la tuna 40 cm, obteniendo un promedio de 60 cm (Tabla 7-4).

**Tabla 7-4:** Enraizamiento de los cultivos del módulo 11

Cultivo	Enraizamiento (r)
cm	
Maíz	30
Alfalfa	80
Limón	90
Tuna	40
Promedio	60

#### 4.3.2.5 Lámina neta (LN)

Los valores de lámina neta, tienen que ver con el factor de agotamiento o denominado también factor de secado, para el presente estudio se consideró un factor de 52%, el mismo que tiene relación directa con lo expuesto por León (2021), quién indica que para el cultivo de frutales en general se puede considerar un factor de secado de 0.50. Además, según Fuentes (1999), indica que, los frutales incluyendo los cítricos tienen un factor de secado de 0.40 y 0.60. En este sentido, los resultados del módulo 11 para las zonas alta, media y baja fueron 20.79, 16.63 y 17.06 mm, con un promedio de 18.13 mm (Tabla 7-4).

#### 4.3.2.6 Lámina bruta (LB)

Los resultados de lámina bruta dependieron de la eficiencia del método de riego a implementarse, para el caso particular del módulo 11, la propuesta se enlazó con una miniaspersión, cuya eficiencia de aplicación alcanzó un 85% (Calvache, 2012). En tal virtud, los valores para el módulo 11 en las tres zonas alta, media y baja fueron de 24.46, 19.57, 20.07 mm con un promedio de 21.33 mm (Tabla 8-4). Para mayor referencia de los cálculos expuestos en este capítulo referirse al Anexo F.

**Tabla 8-4:** Lámina bruta del módulo 11.

Zona	da	r	f	LAA	LN	Ef.	LB
	g mL <sup>-1</sup>	cm		-----mm-----		%	Mm
Alta	1.40	60	0.52	39.98	20.79	0.85	24.46
Media	1.37	60	0.52	31.98	16.63	0.85	19.57
Baja	1.41	60	0.52	32.80	17.06	0.85	20.07
Promedio	1.39	60	0.52	34.86	18.13	0.85	21.33

da = Densidad aparente

r = Profundidad de enraizamiento

f = Factor de secado

LAA = Lámina de Agua Aprovechable

LN = Lámina Neta

Ef. = Eficiencia de riego

LB = Lámina Bruta

**Realizado por:** Guilcapi Baldeon, Danny, 2023

#### 4.3.3 Infiltración

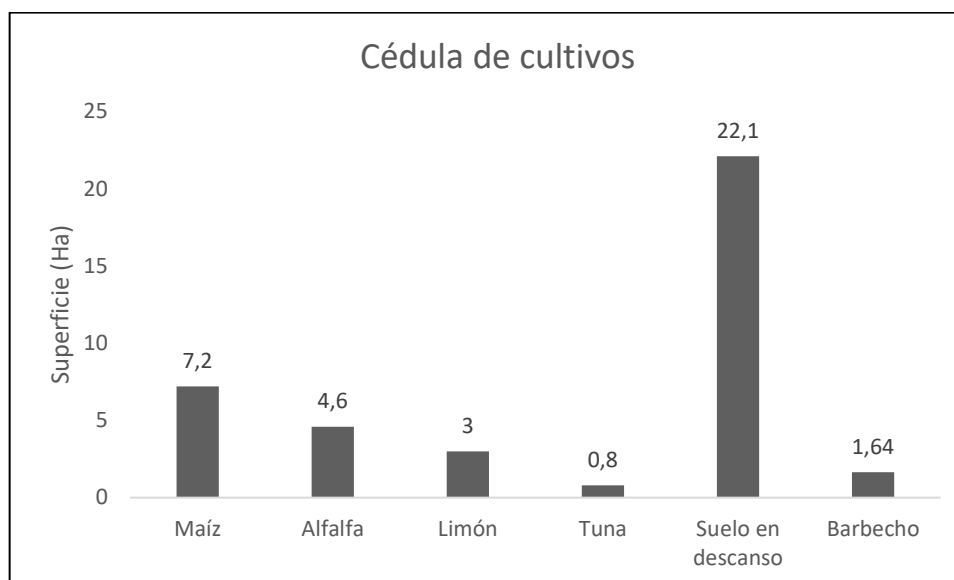
La velocidad básica de infiltración para suelos de textura liviana, como son los francos arenosos, según Cadena (2017), superan los 50 mm h<sup>-1</sup>. Además, según Calvache (2012), sostiene el mismo criterio que, en suelos livianos la velocidad básica de infiltración es mayor al dato mencionado. En este sentido, los valores para el módulo 11 en las zonas alta, media y baja fueron de 114.36, 94.08, 117.91 mm h<sup>-1</sup>, respectivamente, con un promedio de 108.78 mm h<sup>-1</sup> (Anexo G).

#### 4.3.4 Necesidades totales

##### 4.3.4.1 Cédula de cultivos

La cédula en el módulo 11, se conformó por los cultivos de mayor predominancia, es así que, el maíz alcanzó un 18.30%, la alfalfa un 11.69%, el limón 7.63% y la tuna con 2.03% del área neta

para riego (39.34 ha). Además, el suelo en descanso tuvo el mayor porcentaje con 56.18% y los residuos de cosecha o barbecho tuvieron un 4.17% (Tabla 10-4). Cabe mencionar que, al analizar la cédula de cultivos se observó claramente la falta de agua que tiene el sector, por ende, la mayor cantidad de suelo en descanso (Figura 7-4).



**Figura 7-4:** Cédula de cultivos

Realizado por: Guilcapi Baldeon, Danny, 2023

**Tabla 9-4:** Cédula de cultivos del módulo 11

Descripción	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Maíz	7.20	18.30
Alfalfa	4.60	11.69
Limón	3.00	7.63
Tuna	0.80	2.03
Suelo en descanso	22.10	56.18
Barbecho	1.64	4.17
Total	39.34	100.00

Realizado por: Guilcapi Baldeon, Danny, 2023

#### 4.3.4.2 Precipitación efectiva

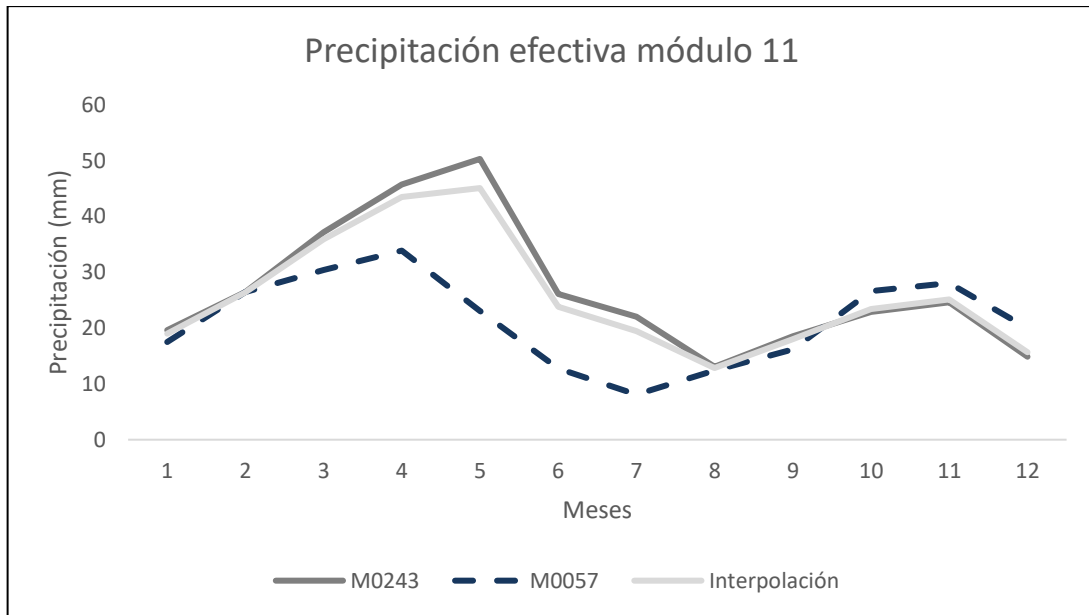
Los datos anuales obtenidos de precipitación efectiva al 60% de probabilidad de ocurrencia para la estación Pungales (M0243) y Riobamba Aeropuerto (M057) estuvieron entre 255.60 y 321.66 mm anuales. La interpolación lanzó un valor de 308.42 mm (Tabla 10-4). Cabe recalcar que, según el INIAP (2021), los lugares en donde la precipitación no excede de los 500 mm son considerados como secos. Para más detalle del cálculo referirse al Anexo H.

**Tabla 10-4:** Precipitación real y efectiva (60%) estación Pungales (M0243), Riobamba Aeropuerto (M057) e Interpolación IDW

Mes	Estación M0243		Estación M0057		Interpolación IDW	
	Precipitación real	Precipitación efectiva (60%)	Precipitación real	Precipitación efectiva (60%)	Precipitación real	Precipitación efectiva (60%)
-----mm-----						
Enero	32.70	19.62	29.20	17.52	31.65	18.99
Febrero	44.10	26.46	44.10	26.46	43.98	26.39
Marzo	62.00	37.20	50.70	30.42	59.93	35.96
Abril	76.30	45.78	56.50	33.90	72.52	43.51
Mayo	83.90	50.34	38.50	23.10	75.20	45.12
Junio	43.50	26.10	21.30	12.78	39.68	23.81
Julio	36.80	22.08	13.50	8.10	32.48	19.49
Agosto	21.80	13.08	20.70	12.42	21.42	12.85
Septiembre	30.90	18.54	27.00	16.20	30.08	18.05
Octubre	38.20	22.92	44.40	26.64	39.03	23.42
Noviembre	41.10	24.66	46.80	28.08	41.93	25.16
Diciembre	24.80	14.88	33.30	19.98	26.12	15.67
Total	536.10	321.66	426.00	255.60	514.02	308.42

**Realizado por:** Guilcapi Baldeon, Danny, 2023

Los meses de mayor precipitación fueron abril y mayo, y los meses críticos fueron junio y julio (Figura 8-4). Cabe mencionar que, un diseño de riego tiene que garantizar el agua para los meses más críticos, es así que, para los siguientes cálculos se debe considerar los meses indicados para suplir la necesidad hídrica.



**Figura 8-4:** Precipitación efectiva (60%) de la estación Pungales (M0243), Riobamba Aeropuerto (M0057) e Interpolación IDW.

Realizado por: Guilcapi Baldeon, Danny, 2023

#### 4.3.4.3 Evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>)

La evapotranspiración de referencia para la estación Pungales fue de 1288.20 mm, mientras que, para la estación Riobamba Aeropuerto el valor fue de 1495.77 mm en el año. La interpolación de estas dos estaciones proporcionó un valor de 1323.46 mm anuales (Tabla 11-4). Cabe mencionar que, el MAG (2020), indica que para la estación Riobamba “La Granja” el dato de ET<sub>o</sub> fue de 1429.30 mm y en conformidad a la estación San Gerardo bajo el método de tanque clase “A” la ET<sub>o</sub> es de 1566.10 mm.

**Tabla 11-4:** Evapotranspiración (ET<sub>o</sub>) de la estación Pungales (M0243), Riobamba-Aeropuerto (M0057) e Interpolación con método IDW

Mes	Estación		Interpolación IDW
	M0243	M0057	
----- mm -----			
Enero	129.84	138.35	131.28
Febrero	89.70	117.95	94.61
Marzo	114.06	126.85	116.16
Abril	100.50	119.26	103.72
Mayo	102.17	114.44	104.19
Junio	94.36	108.22	96.13
Julio	91.82	115.71	96.08
Agosto	104.79	127.30	108.67
Septiembre	110.01	124.63	112.52

Octubre	116.07	133.02	119.02
Noviembre	123.15	133.62	124.96
Diciembre	111.73	136.42	116.12
<b>Total</b>	<b>1288.20</b>	<b>1495.77</b>	<b>1323.46</b>

**Realizado por:** Guilcapi Baldeon, Danny, 2023

#### 4.3.4.4 Balance hídrico

El balance hídrico se determinó para cada uno de los cultivos presentes en la cédula, para el caso particular del módulo 11, los valores negativos por cada uno de los meses indicaron que existió mayor pérdida que ganancia, es decir, existió mayor evapotranspiración que precipitación. Cabe indicar que, el mes de inicio del balance hídrico representó el inicio de la siembra, en este sentido, para cultivos de ciclo corto se podría manejar hasta dos cosechas en el año, mientras que, los cultivos perennes tienen una ocupación total en todo el año (Tabla 12-4).

**Tabla 12-4:** Balance hídrico del cultivo de maíz

Mes	Demanda Hídrica					Oferta Hídrica		BH	
	ET <sub>o</sub>	ET <sub>c</sub>	DC	K <sub>c</sub>	ET <sub>c</sub>	Prec.	Prec. Efec		
	mm	día	%		mm	mm día <sup>-1</sup>	mm	mm día <sup>-1</sup>	-----mm-----
Oct	119.02	3.8	17	0.59	70.77	2.3	23.42	0.76	-47.3
Nov	124.96	4.2	34	0.94	118.04	3.9	25.16	0.84	-92.9
Dic	116.12	3.7	51	1.06	123.49	4.0	15.67	0.51	-107.8
Ene	131.28	4.2	66	0.98	128.17	4.1	18.99	0.61	-109.2
Feb	94.61	3.4	83	0.66	62.44	2.2	26.39	0.94	-36.0
Mar	116.16	3.7	100	0.11	13.05	0.4	35.96	1.16	22.9
Abr	702.15				515.94		145.59		-370.4
May	104.19	3.4	17	0.59	61.95	2.0	45.12	1.46	-16.8
Jun	96.13	3.2	34	0.94	90.81	3.0	23.81	0.79	-67.0
Jul	96.08	3.1	51	1.06	102.18	3.3	19.49	0.63	-82.7
Ago	108.67	3.5	66	0.98	106.09	3.4	12.85	0.41	-93.2
Sep	112.52	3.8	83	0.66	74.25	2.5	18.05	0.60	-56.2

ET<sub>o</sub> = Evapotranspiración de referencia

DC = Días cosecha

K<sub>c</sub> = Coeficiente de cultivo

ET<sub>c</sub> = Evapotranspiración de cultivo

Prec = Precipitación

BH = Balance hídrico

**Realizado por:** Guilcapi Baldeon, Danny, 2023



#### 4.3.4.5 Coeficiente de cultivo (*Kc*)

En cuanto a los valores de *Kc* en los cultivos del módulo 11, los mismos se diferenciaron de acuerdo al ciclo, esto quiere decir que, para los cultivos de ciclo corto va a depender de la fecha de siembra y si se establece una segunda siembra; mientras que, para los cultivos de ciclo perenne el *Kc* es similar para todos. Esta particularidad de los *Kc* se dió por el hecho que se trabajó con la metodología expuesta por Hargraves; en este sentido, los valores de *Kc* para el maíz iniciaron en 0.59 y culminaron en 0.11 en un intervalo de 6 meses. Mientras que, para los cultivos como alfalfa, limón y tuna el *Kc* inicial fue de 0.11 y el final fue de 0.4 en un lapso de un año (Tabla 13-4).

Es importante mencionar que, según Baca (2021), indicó que un *Kc* inicial para el cultivo de maíz fue de 0.12. Además, según Cadena (2017), los valores de *Kc* para cultivos perennes son cambiantes, es decir, cada cultivo tiene su propio dato en conformidad al estado fenológico, por citar un ejemplo para el caso de aguacate, este tiene valores entre 0.3 hasta 1.05, mientras que, el limón tiene valores que oscilan entre 0.25 y 1.15.

**Tabla 13-4:** Coeficiente de cultivo (*Kc*) del módulo 11.

Cultivo	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Maíz	0.59	0.94	1.06	0.98	0.66	0.11	0.00	0.59	0.94	1.06	0.98	0.66
Alfalfa	0.11	0.32	0.57	0.79	0.93	1.02	1.06	1.05	0.96	0.84	0.66	0.40
Limón	0.11	0.32	0.57	0.79	0.93	1.02	1.06	1.05	0.96	0.84	0.66	0.40
Tuna	0.11	0.32	0.57	0.79	0.93	1.02	1.06	1.05	0.96	0.84	0.66	0.40

**Realizado por:** Guilcapi Baldeón, Danny, 2023

#### 4.3.4.6 Evapotranspiración de cultivo (*ETc*)

La evapotranspiración de cultivo en el módulo 11, se argumentó en los dos tipos de cultivos dispuestos en la localidad, los de ciclo corto y los perennes. Para el caso de ciclo corto estuvo presente el maíz, el mismo que percibe pérdidas en un rango de 13.05 mm (pérdida mínima) hasta 128.17 mm (pérdidas máximas). Por otro lado, los cultivos perennes experimentaron un mismo valor de evapotranspiración, durante todo el año, siendo la mínima 13.37 mm y la máxima 118.66 mm (Tabla 14-4). Cabe mencionar que, los meses de mayor pérdida para el maíz fueron diciembre y enero, mientras que, para los cultivos perennes fueron marzo y abril.

**Tabla 14-4:** Evapotranspiración del cultivo (ETc) del módulo 11

ETc (Evapotranspiración de cultivo)												
Cultivo	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
-----mm-----												
Maíz	70.77	118.04	123.49	128.17	62.44	13.05	0.00	61.95	90.81	102.18	106.09	74.25
Alfalfa	13.37	39.45	65.82	103.46	88.03	118.66	110.24	108.90	92.68	80.48	71.71	44.88
Limón	13.37	39.45	65.82	103.46	88.03	118.66	110.24	108.90	92.68	80.48	71.71	44.88
Tuna	13.37	39.45	65.82	103.46	88.03	118.66	110.24	108.90	92.68	80.48	71.71	44.88

**Realizado por:** Guilcapi Baldeon, Danny, 2023

#### 4.3.4.7 Necesidad neta (Nn)

El resultado de la necesidad neta tomó en cuenta el cultivo y el mes de mayor demanda, considerando la superficie del cultivo establecido para generar una media ponderada. Es así que, el mes de mayor demanda resultó enero con valores para maíz de 3.52, alfalfa, limón y tuna con 2.72 mm día<sup>-1</sup>. La media ponderada fue de 2.55 mm día<sup>-1</sup> con 0.30 L s<sup>-1</sup>ha<sup>-1</sup> de caudal ficticio continuo (Tabla 15-4).

**Tabla 15-4:** Necesidad Neta (Nn) del módulo 11

Necesidad Total (Nt)													
Cultivo	Superficie	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Ha		-----mm día <sup>-1</sup> -----											
---													
Maíz	7.20	-	-	-	-	-	0.74	0.00	-	-	-	-	-
		1.53	3.10	3.48	3.52	1.29			0.54	2.23	2.67	3.01	1.87
Alfalfa	4.60	0.32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			0.48	1.62	2.72	2.20	2.67	2.22	2.06	2.30	1.97	1.90	0.89
Limón	3.00	0.32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			0.48	1.62	2.72	2.20	2.67	2.22	2.06	2.30	1.97	1.90	0.89
Tuna	0.80	0.32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			0.48	1.62	2.72	2.20	2.67	2.22	2.06	2.30	1.97	1.90	0.89
Total	15.60												
Media ponderada (mm día <sup>-1</sup> )		0,38	1,44	2,08	2,55	1,31	0,56	0,72	0,90	1,78	1,85	1,98	1,04
Caudal ficticio continuo (L s <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup> )		0,04	0,17	0,24	0,30	0,15	0,06	0,08	0,10	0,21	0,21	0,23	0,12

**Realizado por:** Guilcapi Baldeón, Danny, 2023

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

El valor de la necesidad total tuvo relación directa con la eficiencia del método. En tal virtud, para el caso específico del módulo 11, el valor de esta variable fue de 3.00 mm día<sup>-1</sup> con un caudal ficticio continuo de 0.35 L s<sup>-1</sup>ha<sup>-1</sup>, el mismo que indicó lo siguiente, se requiere 0.35 L s<sup>-1</sup> durante 24 h en 1 ha para satisfacer el requerimiento hídrico (Anexo I).

#### **4.3.5 Método de riego, tipo de material y emisor**

##### *4.3.5.1 Método de riego*

En primer lugar, se indicó que el método de riego se relaciona directamente con el cultivo que se propone para una situación futura, para este caso y se detallará en capítulos posteriores, existe un consenso de trabajar con un proyecto de limón Meyer con la comunidad. En este sentido, se tiene como argumento la zona agroecológica. Según el MAG (2020), indica que el módulo 11 de la zona de Chingazos es apta para cultivos permanentes.

En segundo lugar, se analizó que la localidad tiene una vocación productiva enfocada a la agricultura familiar campesina, por tal razón, se planteó la propuesta de trabajar con cultivos asociados, es decir, limón más alfalfa o a su vez limón más hortalizas. En tal virtud, se propuso un método de riego que resuelva estas necesidades, dicho método es una miniaspersión con caudales menores a 300 L h<sup>-1</sup>.

##### *4.3.5.2 Tipo de material*

En lo concerniente, al tipo de material se llegó a un consenso que se trabajará con tubería PVC enterrada, con accesorios cuya conexión sea el pegamento. Además, el tipo de material sostendrá los timbrajes comerciales que se manejan en mercado, estos son de 0.63 a 0.80 MPa para tuberías de diámetros menores en parcela (63, 50, 40, 32 mm). Mientras que, para los parantes la tubería será de 1.25 MPa con diámetro de 20mm.

##### *4.3.5.3 Emisor*

La propuesta de emisor tuvo un sustento técnico y social. En lo referente a la parte técnica los argumentos se expusieron anteriormente con la zona agroecológica y el establecimiento de cultivos mixtos. Mientras que, para la propuesta social a más del consenso en la localidad se estimó la disponibilidad del emisor y la boquilla en el mercado; por tal razón, el emisor

seleccionado fue un miniwobbler boquilla dorada # 6 de la empresa Senninger (procedencia americana) (Figura 9-4).

Cabe mencionar que, este emisor propuesto tiene diámetros de alcance a 0.46 m de parante entre 10.1 y 11.3 m a una presión de operación de 10.3 m.c.a. a 17.2 m.c.a., respectivamente (Tabla 16-4). Además, este emisor tiene un ángulo medio que facilita los riegos subfoliares ideales para asociación de cultivos (frutales más hortalizas).

**Tabla 16-4:** Características del emisor

Boquilla #6 - Dorada (2.38 mm)			
Descripción	Presión de operación (bar)		
	1.03	1.38	1.72
Caudal (L.h <sup>-1</sup> )	216	250	284
Diámetro a 0.46 m de altura (m)	10.1	11.0	11.3
Diámetro a 0.91 m de altura (m)	12.0	12.8	12.8

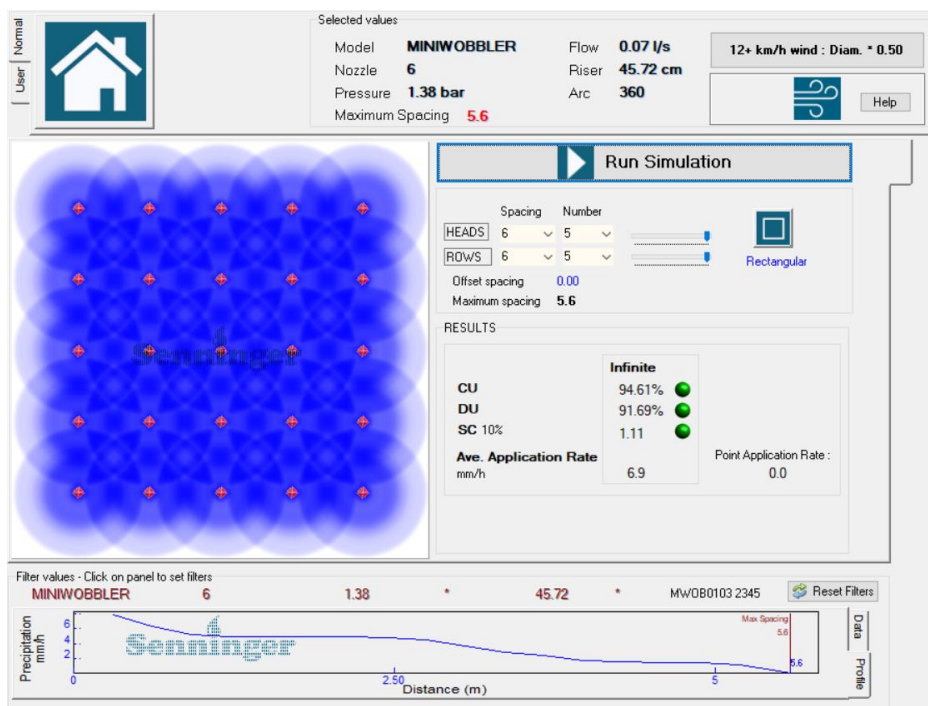
**Realizado por:** Guilcapi Baldeón, Danny, 2023



**Figura 9-4:** Miniwobbler-boquilla #6

**Fuente:** Senninger

Por otro lado, el caudal del emisor a una presión promedio de operación (13.8 m.c.a.) fue de 250 L h<sup>-1</sup>, los distanciamientos de acuerdo a una simulación y considerando la velocidad del viento de las estaciones meteorológicas (6 m.s<sup>-1</sup>) fueron de 6 m entre filas y 6 m entre mini aspersores. Cabe recalcar que, la simulación dio como resultado un coeficiente de uniformidad (CU) de 94.61% (Figura 10-4), según Calvache (2012), para el método por aspersión se acepta un CU superior al 80%.



**Figura 10-4:** Simulación del miniwobbler a 6 x 6 m

**Fuente:** Senninger

**Realizado por:** Guilcapi Baldeon, Danny, 2023

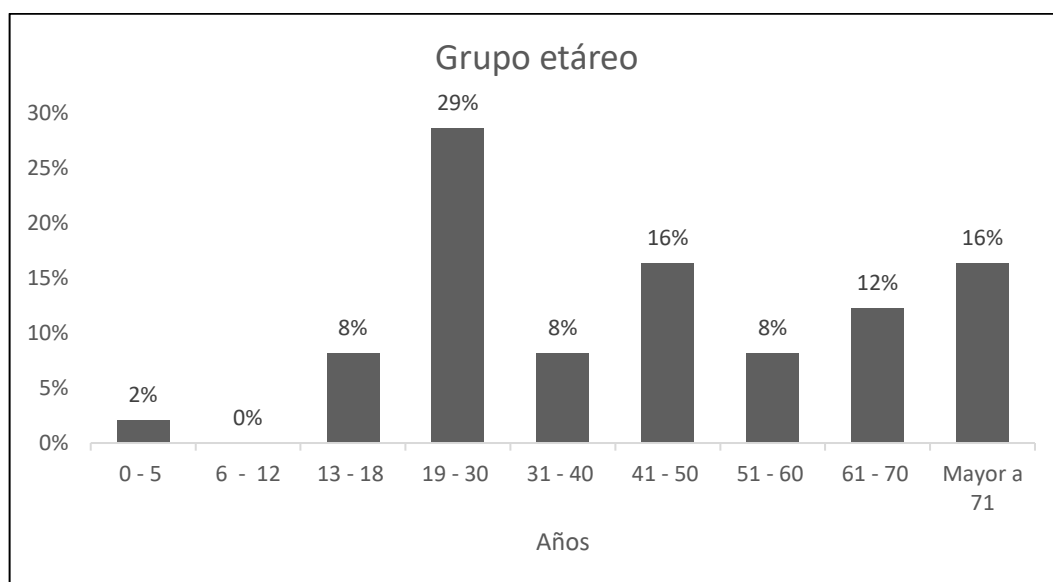
Los cálculos finales presentes en el Anexo J, definieron una precipitación horaria del emisor de  $6.94 \text{ mm h}^{-1}$ , mientras que la lámina de riego corregida fue de  $21.16 \text{ mm}$ , con estos datos se estimó un riego de 3 horas con intervalos de 7 días para cubrir el requerimiento hídrico de la zona. Cabe mencionar que, el sistema colectivo operará 12 horas con 4 turnos de riego al día, con un aproximado de  $1.40 \text{ ha/turno}$  y con una cobertura de  $5.62 \text{ ha}$  diarias de riego.

#### 4.4 Estudio social

El diagnóstico social en el módulo 11, indicó las características básicas de la población en estudio, la misma que se beneficiará con la implementación de riego tecnificado. En este capítulo, se detalló desde lo macro a lo micro, para esto se tomaron datos de referencia del cantón Guano y se aterrizó al módulo 11 (Anexo K). Además, en este acápite se detallaron las fuentes de ingreso, así como los servicios básicos que esta localidad posee. Cabe mencionar que, los indicadores sociales constituyen la base para la gestión presupuestaria de los proyectos (Hurtado, 2020), en tal sentido, se indican las siguientes variables:

#### 4.4.1 Población

En lo referente a, la población según el GAD Guano (2019), el cantón tiene 42851 habitantes, con una población rural de 35093 habitantes, de los cuales 16770 (48%) son hombres y 18323 (52%) mujeres. En el módulo 11 existen 92 usuarios, de las cuales existen 52 hombres (56%) y 40 mujeres (44%). Cabe mencionar que, dentro de la población el grupo etáreo define las perspectivas de la misma, porque en un futuro cercano son quienes mantendrán la economía del sector, en este sentido, la mayor población en el módulo 11 ocupan las edades entre 19 y 30 años. Sin embargo, existe una población longeva que ocupa un 16% que son los mayores a 71 años, además, los habitantes entre los 41 a 70 años tienen un porcentaje acumulado del 36% (Figura 11-4). Estos datos confirman que, existe un alto porcentaje de población adulta mayor en la localidad y que el proyecto de tecnificación debe enfocarse a mantener el porcentaje de población joven en la localidad.



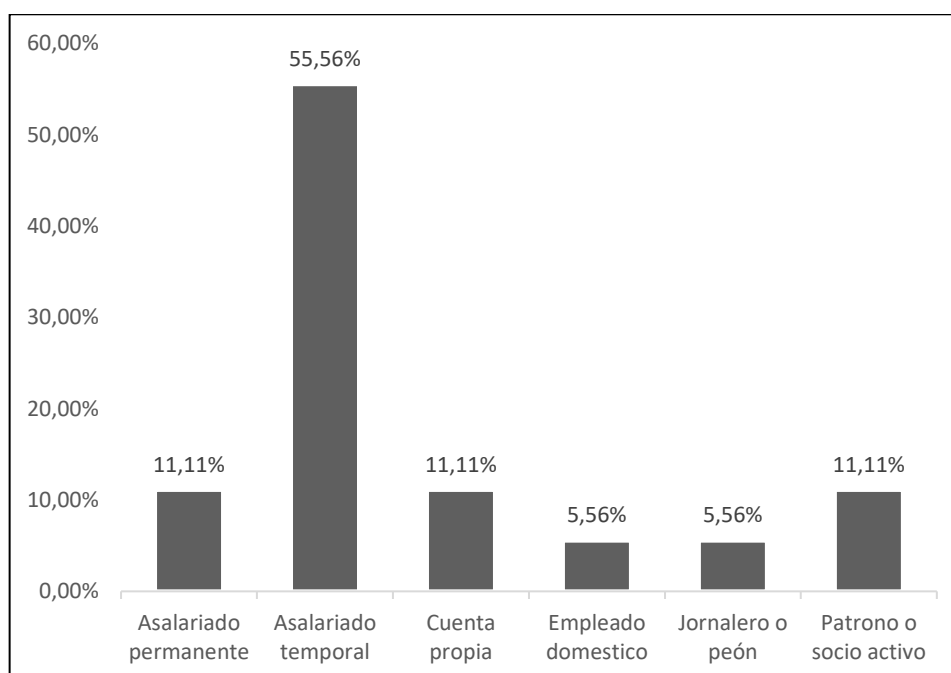
**Figura 11-4:** Grupo etáreo del módulo 11

**Realizado por:** Guilcapi Baldeón, Danny, 2023

#### 4.4.2 Principales actividades económicas y fuentes de ingreso familiar

Según el GAD Guano (2019), indica que, las actividades económicas del cantón están distribuidas en sectores, primario, secundario y terciario. En lo referente al sector primario se destaca la agricultura con el 44%, en el eje secundario están presentes las manufactureras con el 15% y el 10% pertenece al comercio.

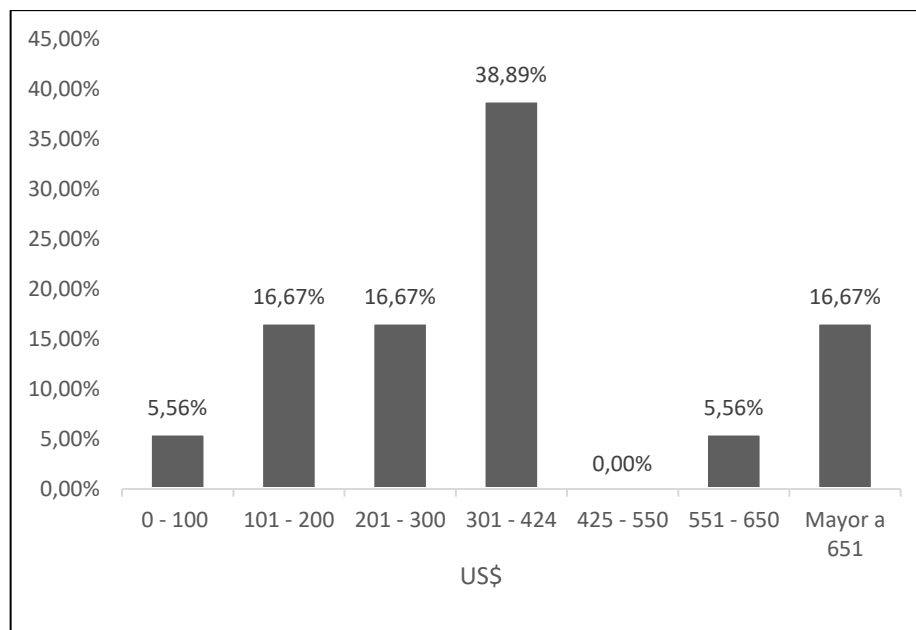
Con respecto al módulo 11, se identificó que dentro de su jurisdicción no se maneja ninguno de los ejes enunciados anteriormente, sin embargo, existe un potencial agrícola productivo promisorio, una vez que llegue el agua. En el tema de ingresos familiares, se pudo observar que la mayoría de la población trabaja bajo relación de dependencia, en una modalidad de asalariado temporal (56%), esta modalidad no brinda seguridad ni estabilidad laboral. Además, existe un pequeño porcentaje que disponen su jornada laboral bajo cuenta propia (11%), empleado doméstico y jornalero con el 6% (Figura 18-4). Para finalizar, el 11% está bajo una modalidad de asalariado permanente, esto indica que, los pobladores de la localidad no tienen una estabilidad laboral que garantice un trabajo digno.



**Figura 12-4:** Relación de dependencia laboral del módulo 11.

**Realizado por:** Guilcapi Baldeon, Danny, 2023

En lo concerniente a, los salarios los mayores ingresos están en el rango de US\$ 301 a 424 (39%). Los ingresos que superan los US\$ 551 tienen un porcentaje del 22% (Figura 13-4). En su mayoría la población del módulo 11 tiene un ingreso menor al sueldo básico del Ecuador (US\$ 450). En cuanto a, las ayudas y bonos una sola persona recibió dinero de familiares que se encuentran fuera del país, esta subvención fue entre US\$ 100 a 200. Además, 7 personas accedieron a bonos del estado.



**Figura 13-4:** Salarios de la población del módulo 11

Realizado por: Guilcapi Baldeón, Danny, 2023

#### 4.4.3 Migración

En el módulo 11, existe un 37% de la población que sale fuera de su provincia por motivos de trabajo, dentro de este porcentaje el 42% lo hace de mensualmente, las ciudades donde la mayoría busca nuevas oportunidades son: Riobamba, Quito, Guayaquil, Puyo, Ambato y Milagro. Cabe mencionar que, aunque dentro del módulo no se han identificado casos de migración fuera del país, según el GAD Guano (2019), de 392 personas el 57% migraron a España, otro 21% a Estados Unidos y un 7% a Italia.

#### 4.4.4 Hábitat y Vivienda

Es evidente que el hábitat y vivienda son indicadores fehacientes del grado de desarrollo que existe en una localidad, en este sentido, a nivel del cantón Guano de 4497 viviendas el 40% viven en condiciones aceptables con materiales prevalentes como piso, pared y techo. En el módulo 11, el 52% vive en una casa con ladrillo o bloque, el resto se diferencia con materiales como el tapial.

#### 4.4.5 Servicios básicos

En un contexto de servicios básicos, el cantón Guano tiene complicaciones en la cobertura de los mismos, el agua potable en el cantón no llega al 60%, mientras que, el alcantarillado alcanza un 50% (Tabla 17-4). Cabe indicar que, en el módulo 11, no existe agua potable, el agua de consumo



lo hacen mediante agua entubada (52%), la luz eléctrica está destinada para un 62% de la población y el alcantarillado está también ausente. Para finalizar un 62% elimina las excretas con pozo séptico (Tabla 17-4).

**Tabla 17-4:** Servicios básicos del cantón Guano y del módulo 11

Servicios Básicos	Cantón Guano (%)	Módulo 11 (%)
Agua Potable	58	52 (entubada)
Luz eléctrica	93	62
Alcantarillado	50	62

**Fuente:** Municipio de Guano

**Realizado por:** Guilcapi Baldeón, Danny, 2023

## 4.5 Estudio agroeconómico

### 4.5.1 *Sistemas de producción agrícola situación actual*

El estudio agroeconómico hizo referencia a los sistemas y dinámicas productivas que se desarrollan de manera particular en el módulo 11, en este sentido, se puede distinguir que en esta localidad existe una agricultura precaria con indicadores productivos bajos. La agricultura no distingue un enfoque de carácter intensivo o extensivo, sin embargo, debido a la agricultura de secano y a la compra de agua en tanqueros, se evidencia una tendencia semi intensiva y de autoconsumo. En este capítulo se evidenció la comparación de una situación actual (sin proyecto) y una propuesta futura (con proyecto) con un cultivo que resulta promisorio a nivel de mercados que es el limón (Anexo L).

#### 4.5.1.1 *Cédula de cultivos situación actual*

El detalle de este tema se describió en el acápite 4.3.4.1. Cédula de cultivos

#### 4.5.1.2 *Productividad y producción situación actual*

La productividad de los cultivos presentes en el módulo 11, a simple vista se vislumbra que fueron bajos, las razones se han detallado en el capítulo de la problemática, sin embargo, se evidencia la falta de agua en el sector. Cabe indicar que, la productividad de los cultivos en zonas aledañas supera en cierto número a los del módulo 11, es así que, según el INIAP (2021) la alfalfa alcanza valores de 16 Mg ha<sup>-1</sup> con 4 cortes en el año, mientras que, el MAG (2020), indica que en el cantón Guano el maíz obtiene una productividad de 1.87 Mg ha<sup>-1</sup> en un ciclo de 6 meses. La producción

tiene relación directa con el área cultivada para el caso del maíz se tiene 8.28 Mg, la alfalfa 186.30 Mg, el limón 24.04 Mg y la tuna con 4.87 Mg (Tabla 18-4).

**Tabla 18-4:** Productividad y producción situación actual del módulo 11

Cultivo	Área cultivada	Productividad	Cosechas en el año	Producción
	Ha	Mg ha <sup>-1</sup>	No	Mg
Maíz	7.20	1.15	1.00	8.28
Alfalfa	4.60	13.50	3.00	186.30
Limón	3.00	0.15	52.00	24.04
Tuna	0.80	0.47	13.00	4.87
Descanso	22.10			
Barbecho	1.64			
<b>Total</b>	<b>39.34</b>			

Mg = Megagramos (1 Mg = 1000 kg)

**Realizado por:** Guilcapi Baldeón, Danny, 2023

#### 4.5.1.3 Costos de producción agrícola situación actual

Los costos de producción de los cuatro cultivos analizados tuvieron una connotación baja, es obvio que, si no existe agua y a la vez existe una productividad incipiente los costos se encaminan en descenso. En este sentido, los costos de producción por hectárea para los cultivos de maíz, alfalfa, limón y tuna fueron de 846.61, 777.78, 1956.69 y 849.16 US\$, respectivamente (Tabla 19-4). Es importante comparar estos costos con otras localidades, es así que, el costo de producción del maíz en la provincia de Tungurahua es de 1.500 US\$ ha<sup>-1</sup> (GAD Tungurahua, 2016). Mientras que, en el cantón Guano la tuna alcanza un costo aproximado de 1.000 US\$ ha<sup>-1</sup> (MAG, 2020).

**Tabla 19-4:** Costos de producción situación actual del módulo 11

Cultivo	Área cultivada	Costo Unitario	Costo Total
	Ha	US\$ ha <sup>-1</sup>	US\$
Maíz	7.20	846.61	6095.56
Alfalfa	4.60	777.78	3577.78
Limón	3.00	1956.69	5870.06
Tuna	0.80	849.16	679.32
<b>Total</b>			<b>16222.72</b>

**Realizado por:** Guilcapi Baldeón, Danny, 2023

#### 4.5.1.4 Utilidad agrícola bruta y neta situación actual

La utilidad neta en el ámbito del módulo 11 se expuso en US\$ 22138.98 (Tabla 20-4), en este sentido, el ingreso familiar (92) fue de US\$ 240.64 anual, debajo del sueldo básico del Ecuador (US\$ 450). Este indicador demostró lo ineficiente que es la agricultura por la falta de acceso al agua, sin embargo, los cultivos que generaron mayor utilidad son la alfalfa con US\$ 13189.22, el limón con US\$ 6149.03 y la tuna con 2800.72 (Tabla 20-4). Para el caso del maíz la utilidad fue negativa, esto explica, que la intervención de este cultivo fue más para autoconsumo. Cabe recalcar que, el limón es un cultivo que en la localidad tiene una buena aceptación, además, agroecológicamente está adaptado y su utilidad a nivel de hectárea bordea los US\$ 2.000, lo que conlleva a tener una alternativa para proponer en un escenario futuro.

**Tabla 20-4:** Utilidad agrícola bruta y neta sin proyecto del módulo 11

Cultivo	Producción	Precio del producto	Utilidad Bruta	Costo Total	Utilidad Neta
	Mg	US\$ Mg <sup>-1</sup>	US\$	US\$	US\$
Maíz	8.28	480.00	3974.40	6095.56	-2121.16
Alfalfa	186.30	90.00	16767.00	3577.78	13189.22
Limón	24.04	500.00	12019.09	5870.06	6149.03
Tuna	4.87	715.00	3480.05	679.32	2800.72
Total			36240.54	16222.72	22138.98

Mg = Megagramos (1 Mg = 1000 kg)

Realizado por: Guilcapi Baldeón, Danny, 2023

#### 4.5.2 Sistemas de producción agrícola situación futura

##### 4.5.2.1 Cédula de cultivos situación futura

La cédula de cultivos en situación futura o bajo el escenario con proyecto, tuvo un argumento de zona agroecológica para proponer un cultivo, en este caso se mencionó en capítulos anteriores que el limón en asociación con alfalfa o con hortalizas, resultó una propuesta viable para el proyecto, por tal razón, el suelo en descanso y en barbecho pasó a ser parte de este planteamiento. Por otro lado, se mantuvo como parte de un escenario conservador los cultivos como maíz, alfalfa y tuna. En tal virtud, la cédula de cultivos bajo los argumentos señalados es la siguiente.

**Tabla 21-4:** Cédula de cultivos situación futura del módulo 11

Cultivo	Área cultivada (ha)
Maíz	7.20
Alfalfa	4.60
Limón	26.74
Tuna	0.80
Total	39.34

**Realizado por:** Guilcapi Baldeón, Danny, 2023

#### 4.5.2.2 Productividad y producción situación futura

La productividad en situación futura tuvo un sustento referente a la tecnificación de riego, según Tarjuelo (2017), los cultivos en presencia de riego tecnificado superan en rendimientos hasta un 40% en comparación con inundación. Es así que, en el módulo 11, a través de la tecnificación existirá agua permanente e intervalos idóneos para que los cultivos incrementen su productividad. Es importante mencionar al limón como propuesta prometedora, en tal virtud, se estimó un incremento de 0.15 a 0.18 Mg ha<sup>-1</sup> (Tabla 22-4), considerando que en la provincia de Tungurahua en el cantón Patate la productividad de este cultivo alcanza los 0.26 Mg ha<sup>-1</sup>.

**Tabla 22-4:** Productividad y producción situación futura del módulo 11

Cultivo	Área cultivada	Productividad	Cosechas en el año		Producción (Mg)
	ha		Mg ha <sup>-1</sup>	No	Mg
Maíz	7.20	2.50	1.00		18.00
Alfalfa	4.60	18.00	3.00		248.40
Limón	26.74	0.18	52.00		250.29
Tuna	0.80	0.50	13.00		5.20
Total	39.34				

Mg = Megagramos (1 Mg = 1000 kg)

**Realizado por:** Guilcapi Baldeón, Danny, 2023

#### 4.5.2.3 Costos de producción agrícola situación futura

Los costos de producción a nivel de proyecto o situación futura englobaron una serie de actividades anexas a la tecnificación, por ejemplo, en el caso del limón se utilizará menos mano de obra para el riego, pero aumentará la mano de obra para podas o cosechas por el incremento de la superficie cultivada, en este sentido, el supuesto argumentado se traduce en aumentar un 5% en el costo de producción por hectárea en comparación con la situación actual (Tabla 23-4). Cabe indicar que, el GAD Tungurahua (2017), maneja una propuesta agroeconómica con supuestos argumentados con un incremento de los costos de producción por hectárea en situación con

proyecto entre el 5 al 10% en comparación con la situación actual. Por otro lado, la dinámica productiva en situación actual se enfocó a una producción semi intensiva y de autoconsumo, para la situación futura la connotación será una agricultura intensiva destinada para la exportación, en donde la mano de obra familiar y utilización de insumos se aumente en la misma superficie (Cadena, 2017).

**Tabla 23-4:** Costos de producción situación futura del módulo 11

Cultivo	Área cultivada	Costo Unitario	Costo Total
	Ha	US\$ ha <sup>-1</sup>	US\$
Maíz	7.20	875.41	6302.92
Alfalfa	4.60	806.58	3710.26
Limón	26.74	2054.52	54937.87
Tuna	0.80	891.61	713.29
Total	39.34	4628.12	65664.34

**Realizado por:** Guilcapi Baldeon, Danny, 2023

#### 4.5.2.4 Utilidad agrícola bruta y neta situación futura

La utilidad agrícola neta en la situación futura del módulo 11 alcanzó US\$ 94192.86 (Tabla 25-4), esto se tradujo a un ingreso familiar anual de US\$ 1023, es decir, existe un incremento del ingreso familiar del 325%. Estos valores son indicadores que la tecnificación de riego propuesta tiene un objetivo claro de incrementar los ingresos familiares en las comunidades.

**Tabla 24-4:** Utilidad agrícola bruta y neta situación futura del módulo 11

Cultivo	Producción	Precio del producto	Utilidad Bruta	Costo Total	Utilidad Neta
	Mg	US\$ Mg <sup>-1</sup>	US\$	US\$	US\$
Maíz	18.00	480.00	8640.00	6302.92	2337.08
Alfalfa	248.40	90.00	22356.00	3710.26	18645.74
Limón	250.29	500.00	125143.20	54937.87	70205.33
Tuna	5.20	715.00	3718.00	713.29	3004.71
Total			159857.20	65664.34	94192.86

Mg = Megagramos (1 Mg = 1000 kg)

**Realizado por:** Guilcapi Baldeón, Danny, 2023

## 4.6 Estudio financiero

El estudio financiero que se analizó en este capítulo, tuvo que ver con el presupuesto de red parcelaria del módulo 11, en tal virtud, se obtuvo el flujo de caja con los ingresos y egresos agrícolas incrementales. Un factor a considerar, fue la madurez del proyecto, la misma que indicó la máxima utilidad a partir del año tres de implementado el proyecto. Además, los años 1 y 2

tuvieron un desarrollo progresivo hasta que la productividad del proyecto de riego alcance su máximo potencial, en tal virtud, se consideró para el año 1 un 25% del máximo de ingresos y egresos y un 75% para el año 2.

Por otro lado, se indicó el cálculo de la depreciación, en donde, el sistema de riego parcelario tuvo un valor de adquisición de US\$ 244602.48, los años a depreciar fueron 10 y la vida útil fue de 40 años, en este sentido, la depreciación anual fue de US\$ 24460.25 y el valor en libros ascendió a US\$ 171221.74 (Tabla 25-4). Para el sistema parcelario, no se consideró crédito, en tal virtud, el cálculo de amortización no se contempló.

**Tabla 25-4:** Depreciación de los componentes del sistema

Tabla de Depreciación					
Descripción de la partida	Valor de adquisición	Años a depreciar	Vida Útil Real	Depreciación Anual	Valor en libros
Sistema de riego					
Parcelario	244602.48	10	40	\$ 24460.25	\$ 171221.74
Total				\$ 24460.25	
Valor de desecho					\$ 171221.74

**Realizado por:** Guilcapi Baldeón, Danny, 2023

La inversión parcelaria del módulo 11, demostró la viabilidad económica-financiera, al interpretar los resultados se analizó que la Tasa Interna de Retorno (TIR) fue de 23.13%, en comparación al 12% que representa el segundo mejor proyecto o la tasa de descuento que se maneja para los proyectos de riego, según Vega (2021), un TIR superior a la tasa de descuento indica un retorno en el proyecto de inversión. Por otro lado, el Valor Actual Neto (VAN), fue de US\$ 165178, el mismo que indicó el dinero presente en la actualidad una vez que se recuperó la inversión en el período de evaluación de 10 años, según Hurtado (2020), un VAN superior a cero es alentador para la inversión del proyecto. Otro indicador importante fue el beneficio/costo el mismo que, para este proyecto estuvo en 1.23, esto quiere decir que, por cada dólar invertido la ganancia es de 23 centavos. Para finalizar, el período de retorno de la inversión si se financia solo parcelario sería de 6 años (Tabla 26-4).

**Tabla 26-4:** Indicadores financieros del módulo 11

Flujo del proyecto	Años										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos						123616.					
Agrícolas	30904.1	92712.5	123616.	123616.	66	123616.	123616.	123616.	123616.	123616.	123616.
	7	0	66	66		66	66	66	66	66	66
Egresos					(49441.)	(49441.)	(49441.)	(49441.)			
Agrícolas	(12360.41)	(37081.22)	(49441.62)	62)	(49441.62)	62)	62)	62)	(49441.62)	(49441.62)	
Depreciación obra civil	24460	24460	24460	24460	24460	24460	24460	24460	24460	24460	24460
Utilidad antes de impts.	43004	80092	98635	98635	98635	98635	98635	98635	98635	98635	98635
Utilidad neta	43004	80092	98635	98635	98635	98635	98635	98635	98635	98635	98635
Depreciación obra civil	(24460)	(24460)	(24460)	(24460)	(24460)	(24460)	(24460)	(24460)	(24460)	(24460)	(24460)
Inversiones											
Infraestructura			(244602.48)								
Préstamo			-								
Amortización											
Capital de trabajo											
Valor de desecho						171221.74					
<b>Flujo del proyecto</b>	(244602)	18544	55631	74175	74175	74175	74175	74175	74175	74175	245397
<b>TIR</b>	23.13%										
<b>VAN</b>	\$165178										
<b>B/C</b>	1.23										
<b>PRI</b>	6.01										

Realizado por: Guilcapi Baldeon, Danny, 2023

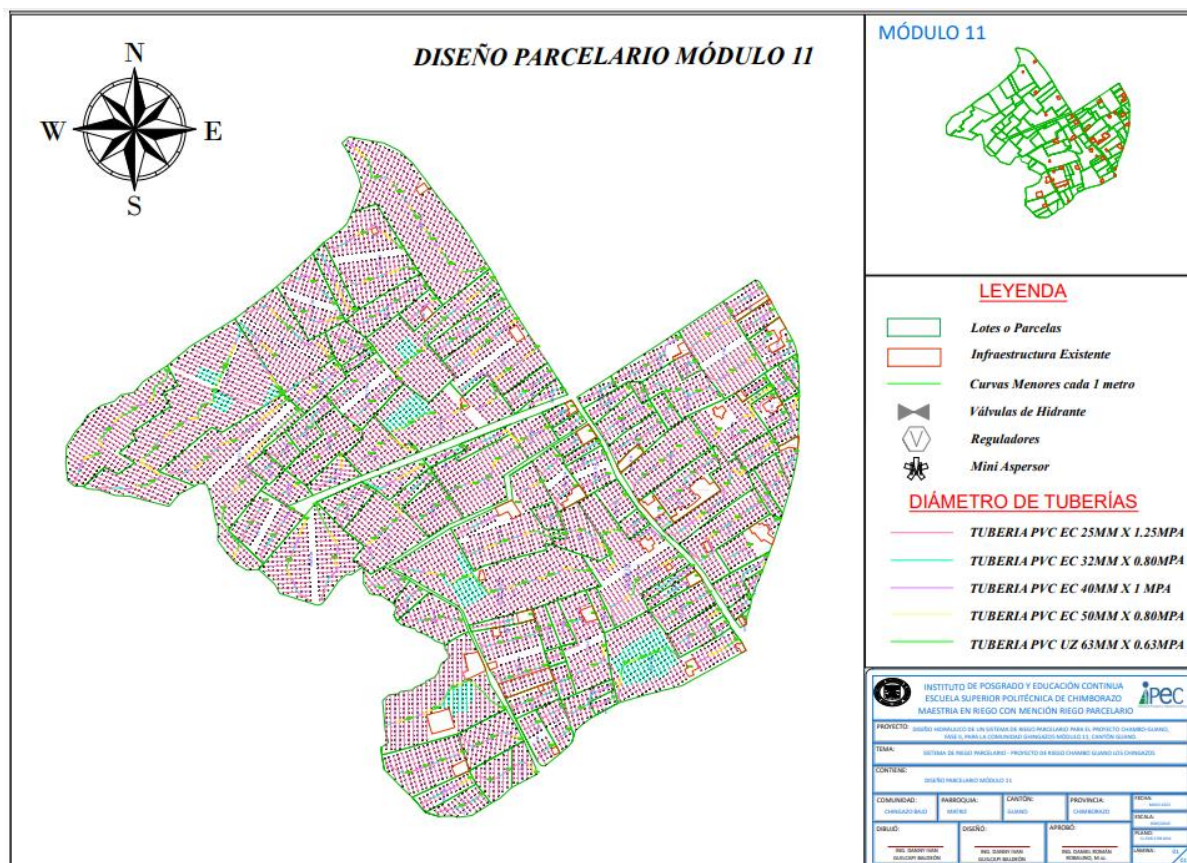
#### 4.7 Diseño hidráulico parcelario

El diseño hidráulico parcelario tuvo una relación directa con el emisor (mini aspersor) escogido, la idea de este diseño fue de mantener las presiones de operación del emisor entre los 10 m.c.a hasta los 17 m.c.a., para esto se propuso trabajar con las válvulas reguladoras en línea a una presión estandarizada de 14 m.c.a. Además, en la cabecera de cada parcela se trabajó con una presión de 30 m.c.a. con la premisa orientadora que, si algún día los regantes desean cambiar de método de riego, el diseño sea flexible.

Por otro lado, la velocidad del agua estuvo en el rango de 0.6 y 3 m s<sup>-1</sup>, corroborando lo expuesto por Pizarro (1996), quien indica que las velocidades en tuberías de polietileno pueden estar entre 0.5 a 3.0 m s<sup>-1</sup>. En lo referente a caudales en los lotes, se diseñó con hidrantes de 1, 1½, 2, 3, 4 y 6” en cabecera de parcela, así mismo, para los bloques de riego las válvulas de control fueron de 1, 1½, 2” con una superficie máxima de 0.30 ha. Los caudales en parcela dependieron del tamaño del lote, en este sentido, los caudales en hidrante considerando una velocidad promedio entre 2 a 2.5 m s<sup>-1</sup> fueron de los 1.5, 4, 6, 9, 13 y 28 L s<sup>-1</sup> (Anexo M).

Cabe indicar que, para los timbrajes de las tuberías, se consideraron los diámetros comerciales los mismos que fueron de 0.63 MPa para tuberías de 63 mm, 0.80 MPa para tuberías de 50 y 32 mm, 1 MPa para tuberías de 40 mm y 1.25 MPa para tuberías de 25 mm, es importante aclarar, las presiones máximas en parcela estuvieron entre 40 a 50 m.c.a., es decir, los timbrajes propuestos son suficientes para evitar roturas.





**Figura 14-4.** Diseño parcelario módulo 11

Realizado por: Guilcapi Baldeon, Danny, 2023

#### 4.7.1 Turnados de riego

Los turnados de riego tuvieron relación directa con el diseño agronómico, el mismo que definió un consumo por emisor de  $0.07 \text{ L s}^{-1}$  a  $6 \times 6 \text{ m}$ , con riegos de 3 horas cada 7 días. Por otro lado, el caudal asignado al módulo fue de  $32.1 \text{ L s}^{-1}$ , lo que dio lugar a una operación simultánea de 459 mini aspersores por turno. Además, se definió una operación del sistema de 12 horas, es decir, existen 4 turnos en el día, empezando a las 6 AM y terminando 6 PM de lunes a domingo (Anexo N).

#### 4.8 Presupuesto y especificaciones técnicas

El presupuesto de este estudio contempló el diseño parcelario, el mismo que abarcó, los bloques de riego con todos sus componentes: hidrantes, redes de tuberías, accesorios y emisores, el costo total fue de US\$ 244602.48, en este sentido, el costo por hectárea fue de US\$ 6217.65 y por familia de US\$ 2658.72. Cabe indicar que, los techos de inversión

de los proyectos de riego estatales sostienen un margen parcelario de US\$ 6500 y por familia el global de un sistema colectivo es de 7000 US\$ (MAG, 2020) (Anexo N). En lo concerniente, a especificaciones técnicas las mismas se definieron con base a lo expuesto en la metodología, para mayor detalle referirse al Anexo P.

**Tabla 27-4:** Presupuesto del módulo 11

Rubro / Descripción	Precio global
Sistema parcelario	244602.48
Total	244602.48
Costo/ha	6217.65
Costo/familia	2658.72

**Realizado por:** Guilcapi Baldeon, Danny, 2023

## **CAPÍTULO V**

### **5. PROPUESTA**

En la comunidad los Chingazos se ha demostrado que la escasez de agua de riego implica un serio problema para este sector por lo que impide el desarrollo productivo y fomenta la migración de sus habitantes buscando una mejor economía para sus familias y dejando nuestros campos con las tierras sin producir. La escasez de conocimiento y de personal técnico calificado, ha ocasionado problemas en la distribución de agua y por ello parcelas improductivas e ineficientes, es decir, se ha impedido que los productores en la Comunidad Chingazos tengan sistemas de riego apropiados para sus cultivos. Asimismo, la carencia de infraestructura de un sistema de riego tecnificado en la zona no permite una equidad social y económica, además de un aprovechamiento del recurso hídrico, lo que reduce la producción agrícola del sector, generando así un déficit en el aprovechamiento de tierras productivas.

Para contribuir a la distribución parcelaria, se hace necesario emprender un proyecto de investigación para identificar el mejor sistema de riego parcelario y de esta forma contribuir a mejorar las condiciones de vida de la comunidad incrementando el uso racional del agua con la propuesta de sistemas de riego con tecnología actual y probada, normalmente presurizados, otorgando solo lo que necesita la planta para evitar la acumulación y arrastre en superficie como ocurre actualmente por los métodos de inundación utilizados lo cual redundaría en un ahorro significativo del recurso.

La presente propuesta se basa en plantear un diseño agronómico que será la base para estructurar un diseño hidráulico, los mismos que sirvan como herramienta de gestión para presionar a las autoridades de turno e implementar infraestructura que permita a la comunidad de Los Chingazos el acceso al agua de riego. El planteamiento no solo se canaliza a generar un proyecto de riego por inundación, sino que, se exterioriza a formular una tecnificación de riego, en donde la eficiencia de uso de agua pase de 30% a un 85% con riego por mini aspersión; ya que la razón principal para tecnificar los campos es el aumento de la productividad y la producción de los cultivos por hectárea en tal virtud, se puede producir más con menos agua.

La aplicación de un diseño agronómico para riego en el módulo 11, de la Comunidad de Chingazos bajo, ubicado en el cantón Guano, tiene la finalidad de mejorar la eficiencia del riego mediante el uso apropiado del agua, al aplicar los requerimientos específicos del recurso hídrico para cada cultivo y así mejorar la productividad, obtener una mayor diversificación de cultivos,

generar empleos y mayores ingresos a las familias campesinas. Además de que se evitaría el uso desproporcionado e inadecuado del agua.

El diseño hidráulico como agronómico para el riego a nivel parcelario beneficiará a la comunidad de los Chingazos, lo que permitirá mayor gestión de la productividad y optimización y aprovechamiento del recurso hídrico, logrando un balance sustentable y sostenible por ende mejora de las condiciones de vida de la población de este sector de la provincia de Chimborazo. Además, el diseño presentado 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, trabajar los terrenos y reducir la pobreza. El estudio definió incorporar un cultivo que genere rentabilidad para justificar la tecnificación de riego, en este sentido, la propuesta con proyecto promueve la implementación del limón, alcanzando un ingreso familiar de US\$ 241 a US\$ 1023 anuales. El presupuesto total del proyecto fue de US\$ 244602.48, la inversión por familia es de US\$ 2658.72 y por hectárea de US\$ 6217.6

## CONCLUSIONES

- La información en campo del módulo 11 definió un área de estudio de 39.34 ha netas de riego con 92 familias, existió un grado de pobreza considerable con situaciones precarias de atención en servicios básicos. El acceso al agua fue el factor limitante para el desarrollo, así como la ausencia de diseños, actualmente existe un caudal suficiente (15 L s-1) para desarrollar un proyecto eficiente. Los suelos son franco arenoso con bajo contenido de materia orgánica, y el agua es apta para riego.
- El diseño agronómico presentado 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, trabajar los terrenos y reducir la pobreza.
- El estudio agroeconómico demandó implementar un cultivo promisorio como en este caso el Limón para generar recursos con tecnificación de riego, al mismo tiempo se espera incrementar un ingreso familiar anual de US\$ 240.64 a US\$ 1023.83. Los indicadores financieros demostraron una viabilidad del proyecto en 10 años de evaluación en este sentido el TIR fue de 23.13%, el VAN de 165178, el B/C de 1.23 y el PRI de 6.01 años.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda a los dirigentes de turno de la Junta de Riego Chambo-Guano utilizar este estudio como herramienta de gestión de presupuesto para acceso al agua. En este sentido, la comunidad podría implementar el proyecto de riego tecnificado y de esa manera incentivar a los jóvenes a permanecer en el campo y evitar las migraciones.
- Se recomienda trabajar de forma asociativa con los agricultores para generar nuevas estrategias de comercialización de productos, a la vez buscar iniciativas de inserción a nuevos mercados; ya que un proyecto de riego debe ir siempre acompañado de estrategias de comercialización porque las inversiones son considerables y por ende seguir con una agricultura incipiente que no genere ganancias tampoco sería factible.
- Se recomienda a las entidades financieras incluir dentro de la cartera de proyectos, el financiamiento del estudio de Los Chingazos, debido a su rentabilidad expuesta en un horizonte de evaluación de 10 años.
- Se recomienda implementar el proyecto siguiendo todas las especificaciones técnicas realizadas en este estudio para garantizar el buen uso del riego para todos los habitantes.

## GLOSARIO

- LÁMINA NETA:** es la cantidad de agua rápidamente aprovechable teniendo en cuenta el nivel de reposición (NR) o porcentaje de agotamiento del agua aprovechable.
- INFILTRACIÓN:** La Infiltración es el proceso de paso del agua a través de la superficie del suelo hacia el interior de la tierra.
- REQUERIMIENTO HIDRICO:** representa el volumen de agua que el cultivo necesita para evitar estrés hídrico.
- CAUDAL:** Volumen de agua que atraviesa una superficie en un tiempo determinado.
- ZONA AGROECOLÓGICA:** Se definen como aquellas que tienen combinaciones similares de clima y características de suelo, y el mismo potencial biofísico para la producción agrícola, presentando un rango específico de limitaciones y potencialidades para el uso de tierras
- DISEÑO HIDRAULICO:** tiene como finalidad definir los diámetros y longitudes de las diferentes tuberías que componen el sistema (regantes, distribuidoras y conducción) bajo un criterio de optimización.
- EMISOR:** son dispositivos encargados de entregar (descargar) el agua al suelo
- AGRICULTURA DE SECANO:** es un método de cultivo en el que se emplea con exclusividad el agua de lluvia, sin intervención del riego artificial implantado
- PARCELA:** Es una extensión de terreno que se encuentra delimitada, pero que forma parte de otra extensión de terreno mayor.
- TIMBRAJE DE TUBERÍA:** Característica mecánica de una tubería relativa a su resistencia a presiones de trabajo y de rotura.
- CULTIVO PROMISORIO:** Son aquellos que tienen potencial de adaptación al cambio climático.

## BIBLIOGRAFÍA

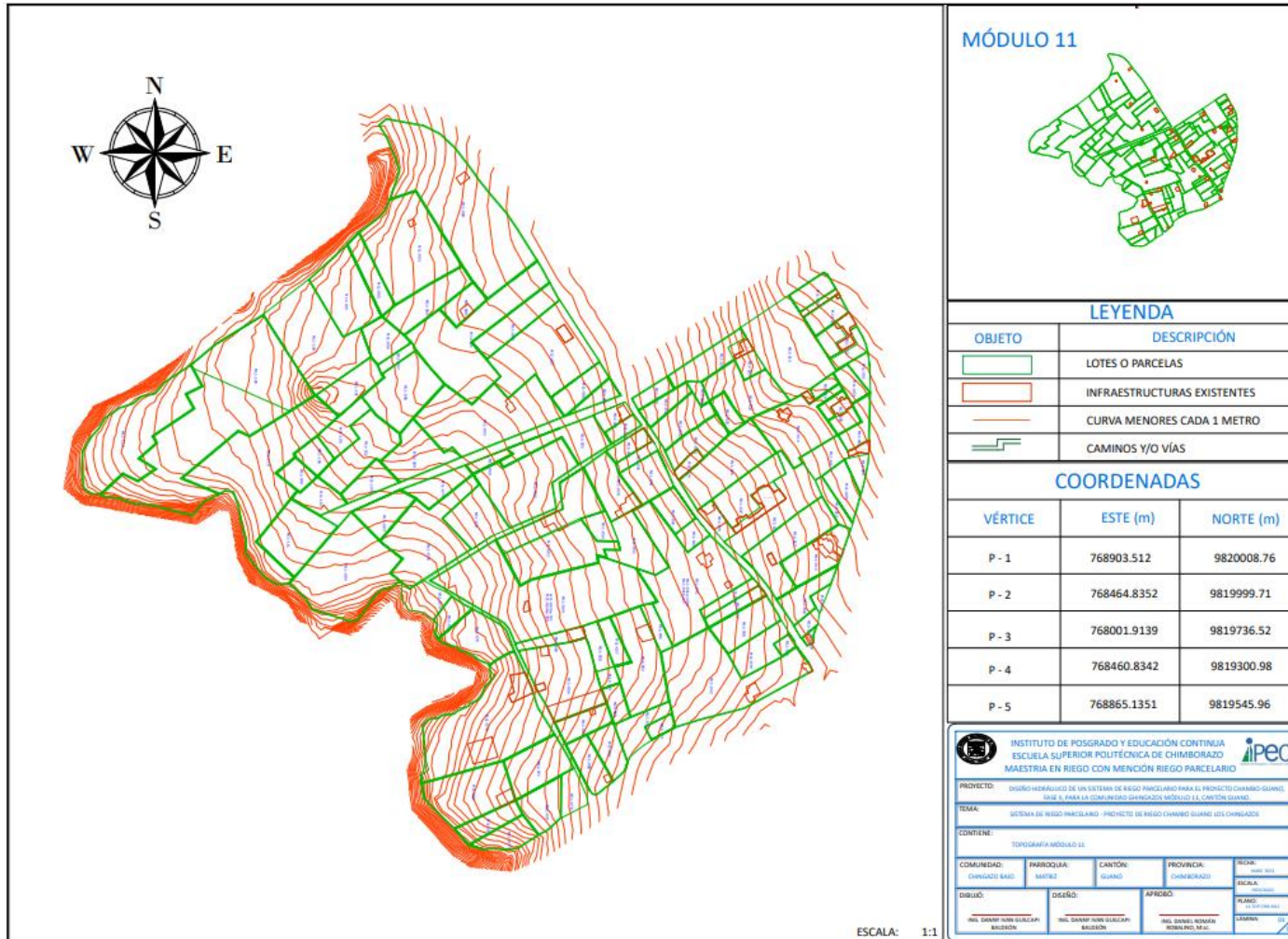
- Allen, R. (2006). *Evapotranspiración de cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Roma: FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura).
- Baca, C. (2021). *Diseño de riego*. Cusco: Universidad San Antonio Abad.
- Barahona, E. & Ramírez, J. (2016). *Diseño y construcción de un prototipo de sistema de riego automatizado para la granja experimental Nono de la UDLA*. Tesis de grado. Universidad de las Américas. Santo Domingo. Recuperado de: <http://200.24.220.94/handle/33000/6179>.
- Bertsch, F. (1986). *Manual para interpretar la fertilidad de los suelos de Costa Rica*. San José: Universidad de Costa Rica.
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (BCN). (2021). *Glosario de términos geográficos*. Recuperado de: [https://www.bcn.cl/siit/glosario/index\\_html#T](https://www.bcn.cl/siit/glosario/index_html#T).
- Boelens, R. (2011). *Justicia hídrica. Acumulación de agua, conflictos y acción social*. Lima: Pontificia Universidad Católica de Perú
- Breilh, J. (2007). *Nuevo modelo de acumulación y agroindustria: las implicaciones ecológicas y epidemiológicas de la floricultura en Ecuador*. Quito: Ciência e Saúde Coletiva.
- Budds, J. (2018) *Justicia Hídrica. Acumulación de Agua, Conflictos y Acción Social. Relaciones sociales de poder*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos.
- Cadena, V. (2017). *Hablemos de riego*. Quito: CONGOPE (Consortio de Gobiernos Provinciales del Ecuador).
- Calvache, M. (2012). *Riego Andino tecnificado*. Quito: Universidad Central del Ecuador
- Carrazón, J. (2007). *Manual práctico para el diseño de sistemas de minirriego*. Roma: FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura).
- Carrere, A. (2014). *Determinación de la demanda de riego en la cuenca alta del río Guayabamba*. Recuperado de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/3020>
- Empresa Municipal de Agua Potable-Ambato (2020). *Análisis de Agua*. Ambato: Empresa Municipal de Agua Potable Ambato, 2020.
- Fuentes, J. (1999). *Técnicas de Riego: Sistemas de Riego en la Agricultura*. 3ra Ed. México DF: Editorial Mundi-Prensa
- Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Guano (2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Guano: Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Guano



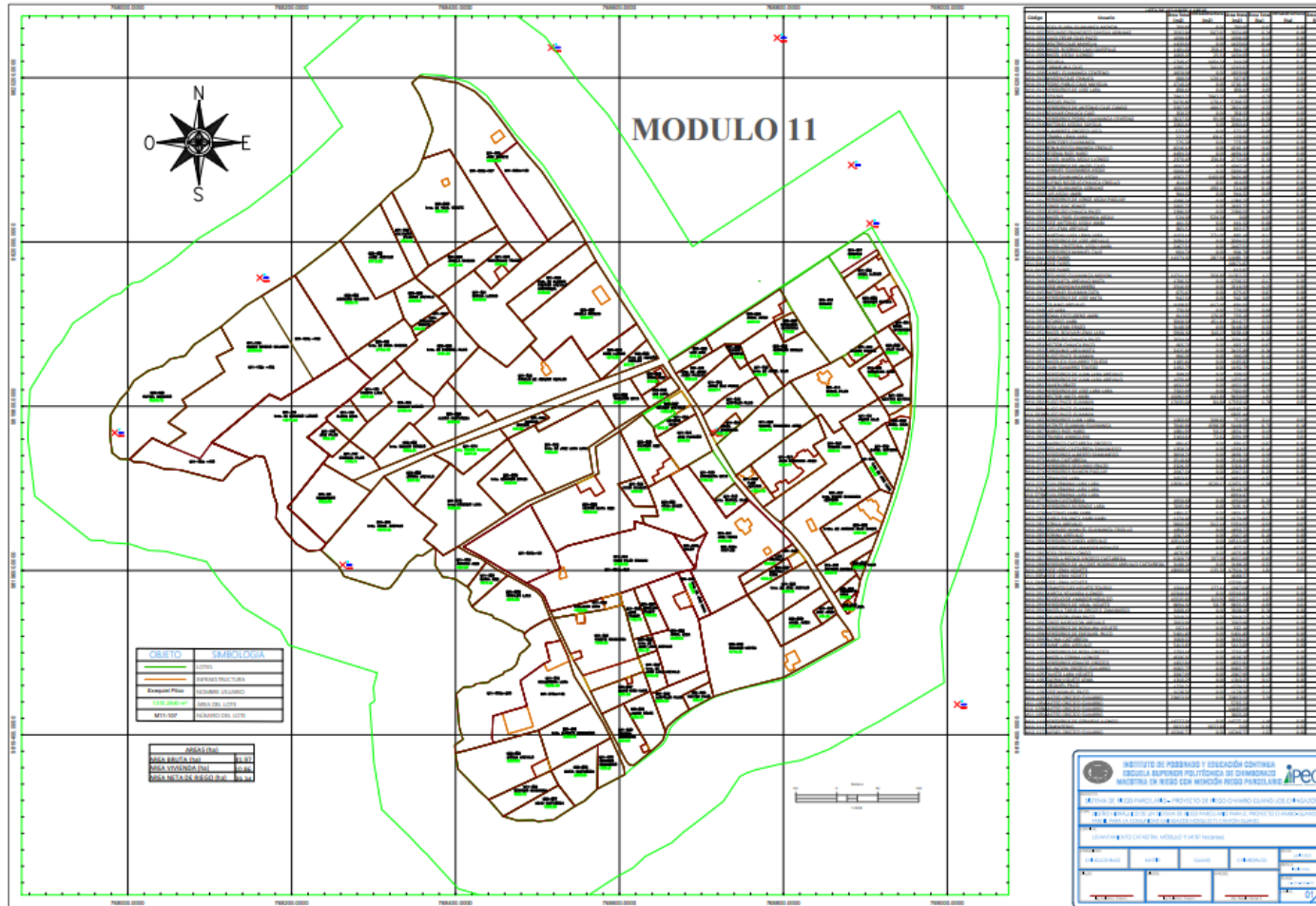
- González, P. (2007). *Introducción al riego y drenaje*. Instituto de Investigaciones del Riego y Drenaje. La Habana.
- Hargreaves, H. (1983). *Discussion of Application of Penman wind function*. Washington DC: ASCE (American Society of Civil Engineers).
- Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua (2017). *Implementación de proyectos de riego colectivo tecnificado*. Ambato: Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua
- Hurtado, F. (2020). *Lo que usted debe recordar al formular un proyecto de desarrollo rural*. 2<sup>da</sup> Ed. Cusco: Editorial Universitaria de la Universidad Nacional de San Antonio Abad.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2021). *Análisis químico y físico en muestras de suelos, plantas y aguas*. Recuperado de: <http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/servicio1/#:~:text=An%C3%A1lisis%20qu%C3%ADmico%20y%20f%C3%ADsico%20de,para%20determinar%20su%20composici%C3%B3n%20qu%C3%ADmica>.
- Kass, D. (1996). *Fertilidad de Suelos*. San José: EUNED.
- Larrea, C. (2006). *Hacia una historia ecológica del Ecuador. Propuesta para un debate*. Corporación Editora Nacional /EcoCiencia. Quito: Universidad Andina Simón Bolívar.
- León, J (2021). *Metodología para determinar los parámetros hídricos de un suelo a campo*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo,
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (2020). *Diagnóstico integral del proyecto de riego Chambo-Guano-Los Chingazos, Fase II, zona 8, cantón Guano, provincia de Chimborazo*. Riobamba: Ministerio de Agricultura y Ganadería
- Pizarro, F. (1996). *Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF) goteo, microaspersión, exudación*. 3ra Ed. Madrid: Mundi-Prensa.
- Sabando, L. & Molina, A. (2013). *Diseño e instalación de un sistema de riego por aspersión en el área de clones del cultivo de cacao (Theobroma cacao L.), en la ESPAM-MFL*. Tesis de pregrado. Escuela superior politécnica agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta, recuperado de: <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/28>
- Secretaría del Agua (2014). *Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua*. Quito: Secretaría del Agua
- Tarjuelo, J. (2017). *El Riego por Aspersión y su Tecnología*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Vega, E. (2020). *Agua en el suelo. Relaciones entre sus fases para la gestión del riego*. Portoviejo: Universidad Técnica de Manabí.
- Vega, L. (2021). *Análisis financiero de proyectos*. Riobamba, Ecuador Escuela Superior Politécnica de Chimborazot.

## ANEXOS

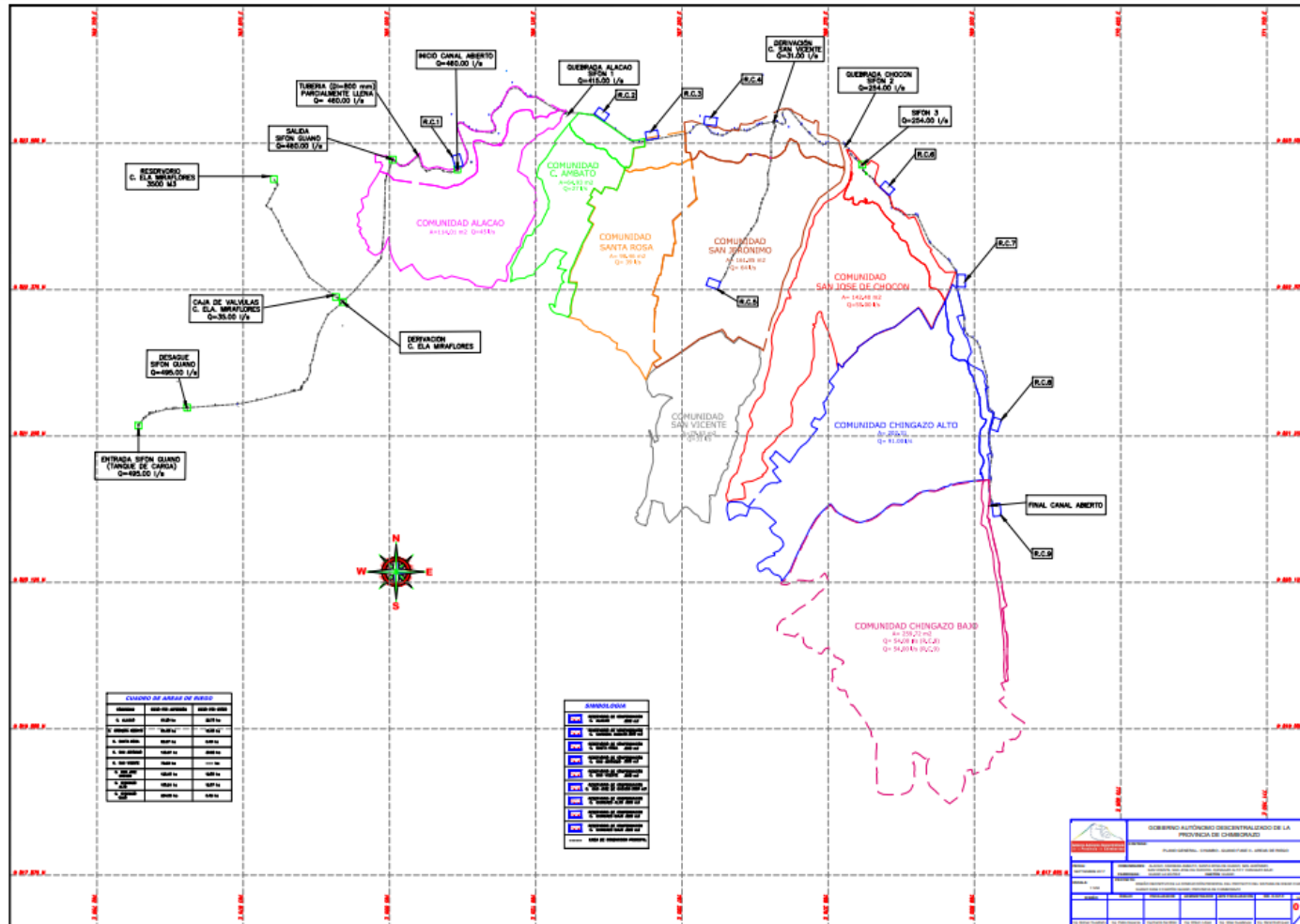
# Anexo A: Topografía



Anexo B: Catastro



# Anexo C: Planos caudales



## Anexo D: Análisis de agua

 <b>LABCESTTA</b> <small>TECNOLOGÍA Y CALIDAD</small>	<b>DEPARTAMENTO: ANALITICALAB</b>	 <b>SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO</b> <small>Accreditación N° SAE LEN 18-034 LABORATORIO DE ENSAYOS</small>
--	---------------------------------------	--

INFORME DE RESULTADOS No: A-532-22

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
NOMBRE CLIENTE:	ING. ANGEL QUISHPI	ATENCIÓN A.	Ing. Angel Quishpi
DIRECCIÓN:	Riobamba-Ecuador	TELÉFONO:	0969654191
TIPO DE MUESTRA:	Agua (Natural)	PUNTO DE TOMA DE MUESTRA:	Salida de cañón sobre el Río Guano
CÓDIGO CLIENTE:	A-1	FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA RESPONSABLE:	NA

### INFORMACIÓN DEL LABORATORIO

TOMA DE MUESTRA REALIZADO POR:	LABCESTTA S.A.	NÚMERO DE MUESTRAS:	01
FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:	15/07/2022 09:06	ANÁLISIS SOLICITADO:	Físico – Químico- Microbiológico
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:	18/07/2022 09:30	FECHA DE ANÁLISIS:	18/07/2022 - 29/07/2022
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME:	29/07/2022	CÓDIGO LABORATORIO:	AL-A-532-22
RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:	Hugo Cuadrado	COORDENADAS:	17M 765090/9823408
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS	T máx.:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C		

### RESULTADOS ANALÍTICOS

ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	MÉTODO /NORMA	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
*Grasas y Aceites	Presencia/ Ausencia	Ausencia	-	PE-AL-72 Método de referencia: NA	Ausencia
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	350	-	PE/AL/24 Standard Methods Ed.23.2017	1000
*Fluor	mg/L	<0,3	-	Espectrofotometría UV- Vis	1,0
*Huevos de parásito	Presencia/ Ausencia	Ausencia	-	Observación microscópica	Ausencia
Materia Flotante	-	Ausencia	-	PE/AL/31 NMX-AA-006-SCFI- 2000	Ausencia
Mercurio	mg/L	<0,001	±21%	PE/AL/10 EPA 3015 A, Rev.1 2007	0,001
Nitritos	mg/L	0,46	±21%	PE-AL-41 Standard Methods Ed.23.20174500 NO2 B	0,5

*Oxígeno Disuelto	mg/L	1,26	-	Standard Methods, Ed. 23. 2017, 4500-O G EPA	3
Potencial Hidrógeno	Unidades de pH	7,58	±0,2	PE/AL/03 Standard Methods Ed.23.2017 4500 H+B	6-9
Sulfatos	mg/L	12	±19%	PE/AL/25 Standard Methods Ed.23.2017 4500 E SO4	250
*Carbonatos	mg/L	0	-	Volumétrico	-
Cloro Residual	mg/L	<0,10	±18%	PE-AL-19 Standard Methods Ed.23.2017 4500 Cl-G	
Aluminio	mg/L	0,33	±20%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	5,0
Arsénico	mg/L	<0,01	±18%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,1
Berilio	mg/L	<0,006	±13%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,1
Boro	mg/L	<0,05	±11%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,75
Cadmio	mg/L	<0,0008	±10%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,05
Cobalto	mg/L	<0,1	±12%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,01
Cobre	mg/L	<0,006	±13%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,2
Cromo	mg/L	<0,01	±23%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,1
Hierro	mg/L	0,31	±14%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	5,0
*Litio	mg/L	<0,05	-	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	2,5
*Magnesio	mg/L	2,23	-	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	-
Manganeso	mg/L	0,007	±14%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,2
Molibdeno	mg/L	<0,003	±23%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,01
Niquel	mg/L	<0,01	±9%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,2
Plomo	mg/L	<0,005	±14%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	5,0

Selenio	mg/L	<0,01	±12%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,02
Vanadio	mg/L	<0,006	±24%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,1
Zinc	mg/L	<0,05	±14%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	2,0

**OBSERVACIONES:**

- Muestra transportada en refrigeración.
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE. Contempla los límites permisibles que se encuentran en la tabla 3 del AM 097 A. Criterios de calidad de aguas para riego agrícola. Del libro VI del TULSMA. Por Solicitud del cliente.
- Los ensayos marcados con una (\*) se encuentran fuera del alcance del SAE.

**AUTORIZACIÓN Y RESPONSABLE DEL INFORME:**



**Ing. Verónica Bravo**  
**DIRECTORA TÉCNICA**



**LABCESTTA**  
TECNOLOGÍA Y CALIDAD  
RUC:0691736210001

**NOTAS:**

- Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
- Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados.
- Las condiciones ambientales no afectan a los resultados de los ensayos analizados.
- LABCESTTA S.A. no se responsabiliza cuando la información proporcionada por el cliente puede afectar la validez de los resultados.
- Cuando se emitan criterios de conformidad y aplique, se tendrá en cuenta el: Instructivo de Regla de decisión para una declaratoria de conformidad IE-AL-26.



	<b>DEPARTAMENTO: ANALITICALAB</b>	 <b>SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO</b> Acreditación N° SAE LEN 18-034 <b>LABORATORIO DE ENSAYOS</b>
---	---------------------------------------	--

**INFORME DE RESULTADOS No: A-533-22**

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
<b>NOMBRE CLIENTE:</b>	ING. ANGEL QUISHPI	<b>ATENCIÓN A:</b>	Ing. Angel Quishpi
<b>DIRECCIÓN:</b>	Riobamba-Ecuador	<b>TELÉFONO:</b>	0969654191
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	Agua (Natural)	<b>PUNTO DE TOMA DE MUESTRA:</b>	Toma de la comunidad Chirgozo Alto
<b>CÓDIGO CLIENTE:</b>	A-2	<b>FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA RESPONSABLE:</b>	NA

**INFORMACIÓN DEL LABORATORIO**

<b>TOMA DE MUESTRA REALIZADO POR:</b>	LABCESTTA S.A.	<b>NÚMERO DE MUESTRAS:</b>	01
<b>FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:</b>	15/07/2022 09:34	<b>ANÁLISIS SOLICITADO:</b>	Físico – Químico- Microbiológico
<b>FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:</b>	18/07/2022 09:30	<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	18/07/2022 - 29/07/2022
<b>FECHA DE EMISIÓN DE INFORME:</b>	29/07/2022	<b>CÓDIGO LABORATORIO:</b>	AL-A-533-22
<b>RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:</b>	Hugo Cuadrado	<b>COORDENADAS:</b>	17M 769351/9822427
<b>CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS</b>	T máx.:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C		

**RESULTADOS ANALÍTICOS**

ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	MÉTODO /NORMA	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
*Grasas y Aceites	Presencia/ Ausencia	Ausencia	-	PE-AL-72 Método de referencia: NA	Ausencia
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	<1,8	-	PE/AL/24 Standard Methods Ed.23.2017	1000
*Fluor	mg/L	<0,3	-	Espectrofotometría UV- Vis	1,0
*Huevos de parásito	Presencia/ Ausencia	Ausencia	-	Observación microscópica	Ausencia
Materia Flotante	-	Ausencia	-	PE/AL/31 NMX-AA-006-SCFI- 2000	Ausencia
Mercurio	mg/L	<0,001	±21%	PE/AL/10 EPA 3015 A, Rev.1 2007	0,001
Nitritos	mg/L	<0,04	±25%	PE-AL-41 Standard Methods Ed.23.20174500 NO2 B	0,5

*Oxígeno Disuelto	mg/L	2,31	-	Standard Methods, Ed. 23. 2017, 4500-O G EPA	3
Potencial Hidrógeno	Unidades de pH	7,66	±0,2	PE/AL/03 Standard Methods Ed.23.2017 4500 H+B	6-9
Sulfatos	mg/L	11	±19%	PE/AL/25 Standard Methods Ed.23.2017 4500 E SO4	250
*Carbonatos	mg/L	0	-	Volumétrico	-
Cloro Residual	mg/L	<0,10	±18%	PE-AL-19 Standard Methods Ed.23.2017 4500 Cl-G	
Aluminio	mg/L	0,20	±20%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	5,0
Arsénico	mg/L	<0,01	±18%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,1
Berilio	mg/L	<0,006	±13%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,1
Boro	mg/L	<0,05	±11%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,75
Cadmio	mg/L	<0,0008	±10%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,05
Cobalto	mg/L	<0,1	±12%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,01
Cobre	mg/L	<0,006	±13%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,2
Cromo	mg/L	<0,01	±23%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,1
Hierro	mg/L	0,22	±14%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	5,0
*Litio	mg/L	<0,05	-	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	2,5
*Magnesio	mg/L	2,38	-	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	-
Manganeso	mg/L	0,010	±14%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,2
Molibdeno	mg/L	<0,003	±23%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,01
Niquel	mg/L	<0,01	±9%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,2
Plomo	mg/L	<0,005	±14%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	5,0

Selenio	mg/L	<0,01	±12%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,02
Vanadio	mg/L	0,011	±24%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,1
Zinc	mg/L	<0,05	±14%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	2,0

**OBSERVACIONES:**

- Muestra transportada en refrigeración.
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE. Contempla los límites permisibles que se encuentran en la tabla 3 del AM 097 A. Criterios de calidad de aguas para riego agrícola. Del libro VI del TULSMA. Por Solicitud del cliente.
- Los ensayos marcados con una (\*) se encuentran fuera del alcance del SAE.

**AUTORIZACIÓN Y RESPONSABLE DEL INFORME:**



Ing. Verónica Bravo  
DIRECTORA TÉCNICA



**LABCESTTA**  
TECNOLOGÍA Y CALIDAD  
RUC:0691736210001

**NOTAS:**

- Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
- Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados.
- Las condiciones ambientales no afectan a los resultados de los ensayos analizados.
- LABCESTTA S.A. no se responsabiliza cuando la información proporcionada por el cliente puede afectar la validez de los resultados.
- Cuando se emitan criterios de conformidad y aplique, se tendrá en cuenta el: Instructivo de Regla de decisión para una declaración de conformidad IE-AL-26.

 <b>LABCESTTA</b> <small>TECNOLOGÍA Y CALIDAD</small>	<b>DEPARTAMENTO:</b> <b>ANALITICALAB</b>	 <b>SERVICIO DE ACREDITACIÓN ECUATORIANO</b> <small>Acreditación N° SAE LEN 18-034</small> <b>LABORATORIO DE ENSAYOS</b>
--	---	--

INFORME DE RESULTADOS No: A-534-22

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
<b>NOMBRE CLIENTE:</b>	ING. ANGEL QUISHPI	<b>ATENCIÓN A:</b>	Ing. Angel Quishpi
<b>DIRECCIÓN:</b>	Riobamba-Ecuador	<b>TELÉFONO:</b>	0969654191
<b>TIPO DE MUESTRA:</b>	Agua (Natural)	<b>PUNTO DE TOMA DE MUESTRA:</b>	Toma de la comunidad Chirgozo Bajo
<b>CÓDIGO CLIENTE:</b>	A-3	<b>FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA RESPONSABLE:</b>	NA

**INFORMACIÓN DEL LABORATORIO**

<b>TOMA DE MUESTRA REALIZADO POR:</b>	LABCESTTA S.A.	<b>NÚMERO DE MUESTRAS:</b>	01
<b>FECHA Y HORA DE TOMA DE MUESTRA:</b>	15/07/2022 10:33	<b>ANÁLISIS SOLICITADO:</b>	Físico – Químico- Microbiológico
<b>FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:</b>	18/07/2022 09:30	<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b>	18/07/2022 - 29/07/2022
<b>FECHA DE EMISIÓN DE INFORME:</b>	29/07/2022	<b>CÓDIGO LABORATORIO:</b>	AL-A-534-22
<b>RESPONSABLE DE LA TOMA DE MUESTRA:</b>	Hugo Cuadrado	<b>COORDENADAS:</b>	17M 769634/9820658
<b>CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS</b>	T máx.:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C		

**RESULTADOS ANALÍTICOS**

ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	MÉTODO /NORMA	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
*Grasas y Aceites	Presencia/ Ausencia	Ausencia	-	PE-AL-72 Método de referencia: NA	Ausencia
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	<1,8	-	PE/AL/24 Standard Methods Ed.23.2017	1000
*Flour	mg/L	<0,3	-	Espectrofotometría UV- Vis	1,0
*Huevos de parásito	Presencia/ Ausencia	Ausencia	-	Observación microscópica	Ausencia
Materia Flotante	-	Ausencia	-	PE/AL/31 NMX-AA-006-SCFI- 2000	Ausencia
Mercurio	mg/L	<0,001	±21%	PE/AL/10 EPA 3015 A, Rev.1 2007	0,001
Nitritos	mg/L	0,20	±21%	PE-AL-41 Standard Methods Ed.23.20174500 NO2 B	0,5

*Oxígeno Disuelto	mg/L	2,25	-	Standard Methods, Ed. 23. 2017, 4500-O G EPA	3
Potencial Hidrógeno	Unidades de pH	7,73	±0,2	PE/AL/03 Standard Methods Ed.23.2017 4500 H+B	6-9
Sulfatos	mg/L	<10,20	±19%	PE/AL/25 Standard Methods Ed.23.2017 4500 E SO4	250
*Carbonatos	mg/L	0	-	Volumétrico	-
Cloro Residual	mg/L	<0,10	±18%	PE-AL-19 Standard Methods Ed.23.2017 4500 Cl-G	
Aluminio	mg/L	7,81	±20%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	5,0
Arsénico	mg/L	<0,01	±18%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,1
Berilio	mg/L	<0,006	±13%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,1
Boro	mg/L	<0,05	±11%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,75
Cadmio	mg/L	<0,0008	±10%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,05
Cobalto	mg/L	<0,1	±12%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,01
Cobre	mg/L	0,023	±13%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,2
Cromo	mg/L	<0,01	±23%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,1
Hierro	mg/L	3,06	±14%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	5,0
*Litio	mg/L	<0,05	-	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	2,5
*Magnesio	mg/L	2,66	-	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	-
Manganeso	mg/L	0,11	±14%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,2
Molibdeno	mg/L	<0,003	±23%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,01
Níquel	mg/L	<0,01	±9%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,2
Plomo	mg/L	0,008	±14%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	5,0

Selenio	mg/L	<0,01	±12%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,02
Vanadio	mg/L	0,011	±24%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	0,1
Zinc	mg/L	<0,05	±14%	PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994	2,0

**OBSERVACIONES:**

- Muestra transportada en refrigeración.
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE. Contempla los límites permisibles que se encuentran en la tabla 3 del AM 097 A. Criterios de calidad de aguas para riego agrícola. Del libro VI del TULSMA. Por Solicitud del cliente.
- Los ensayos marcados con una (\*) se encuentran fuera del alcance del SAE.

**AUTORIZACIÓN Y RESPONSABLE DEL INFORME:**



Ing. Verónica Bravo  
DIRECTORA TÉCNICA



**LABCESTTA**  
TECNOLOGÍA Y CALIDAD  
RUC:0691736210001

**NOTAS:**

- Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
- Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados.
- Las condiciones ambientales no afectan a los resultados de los ensayos analizados.
- LABCESTTA S.A. no se responsabiliza cuando la información proporcionada por el cliente puede afectar la validez de los resultados.
- Cuando se emitan criterios de conformidad y aplique, se tendrá en cuenta el: Instructivo de Regla de decisión para una declaración de conformidad IE-AL-26.

## Anexo E: Análisis químico de suelo



### DATOS DEL CUENTE

GUILCAPI BALDEON DANNY

Cliete: IVAN

Dirección: Riobamba

Teléfono: 0995963598

Provincia: Chimborazo Cantón: Riobamba

### INFORMACION DE LA MUESTRA

Tipo de Muestra: suelo Fecha de ensayo: del 19 de marzo al 5 de abril

Fecha de toma de muestra: 19/3/2022 Dirección de la muestra:

Fecha de recepción en: 19/3/2022 ID. Lab 16,1 2022

Cultivo anterior:

Cultivo actual: maíz

Observaciones:

### RESULTADOS

Id.Cliete	Parametros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
Módulo 11 zona baja	K	Ac.Am	1,00	meq/100g	alto	A.atómica
	Ca	Ac.Am	4,3	meq/100g	alto	A.atómica
	Mg	Ac.Am	1,1	meq/100g	alto	A.atómica
	Cu	Olsen mod.	2,0	ppm	medio	A.atómica
	Mn	Olsen mod.	1,0	ppm	bajo	A.atómica
	Zn	Olsen mod.	1,0	ppm	bajo	A.atómica
	PH	H2O 1:2,5	7,87		Ligeram. Alcalino	Potenciometrico
	M.O.	W-8	1,87	%	bajo	Gravimetrico
	C.E	H2O 1:2,5	0,06	umhos/cm	No salino	Conductimetrico
	Nf asimilable	kjeldahl	9,0	ppm	bajo	Volumétrica
	P	Olsen mod.	7,0	ppm	bajo	Colorimetrico
	Textura	clase textural	franco arenoso	arena % limo % arcilla %	90 8 2	bouyoucus
	Humedad a capacidad de campo	gravimetrico	9,10	%		gravimetrico
	Humedad apunto de marchitez permanente	gravimetrico	5,4	%		gravimetrico
	Densidad real	gravimetrico	1,89	g/cm <sup>3</sup>		gravimetrico
	Densidad aparente	gravimetrico	1,285	g/cm <sup>3</sup>		gravimetrico
	porosidad	calculo	32,01	%		calculo



Ing. Carlos Mayorga  
TOTALCHEM

TotalChem Se responsabiliza unicamente de los análisis mas no de la toma de muestra  
Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basado en el material e información provistos por el

tamizados floquímicos  
análisis de agua potable y residual  
análisis de suelos, análisis de arrienda agrícolas

0980622817


**DATOS DEL CLIENTE**

GUILCAPI BALDEON DANNY

Cliente: IVAN

Direccion: Riobamba

Telefono: 0995963598

Provincia: Chimborazo Canton: Riobamba

**INFORMACION DE LA MUESTRA**

Tipo de Muestra: suelo Fecha de ensayo: del 19 de marzo al 5 de abril

Fecha de toma de muestra: 19/3/2022 Direccion de la muestra:

Fecha de recepcion en: 19/3/2022 ID. Lab 16,1 2022

Cultivo anterior

Cultivo actual: maiz

Observaciones:

**RESULTADOS**

Id. Cliente	Parametros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
Módulo 11 zona media	K	Ac. Am	1,11	meq/100g	alto	A. atómica
	Ca	Ac. Am	4,9	meq/100g	alto	A. atómica
	Mg	Ac. Am	1,3	meq/100g	alto	A. atómica
	Cu	Olsen mod.	2,0	ppm	medio	A. atómica
	Mn	Olsen mod.	1,0	ppm	bajo	A. atómica
	Zn	Olsen mod.	1,0	ppm	bajo	A. atómica
	PH	H2O 1:2,5	7,95		Ligeram. Alcalino	Potenciometrico
	M.O.	W-B	2,98	%	bajo	Gravimetrico
	C.E	H2O 1:2,5	0,08	umhos/cm	No salino	Conductimetrico
	NT asimilable	kjeldahl	12,0	ppm	bajo	Volumentrica
	P	Olsen mod.	21,1	ppm	alto	Colorimetrico
	Textura	clase textural	franco arenoso	arena %	84	bouyoucus
				limo %	14	
				arcilla %	2	
	Humedad a capacidad de campo	gravimetrico	15,58	%		gravimetrico
	Humedad apunto de marchitez permanente	gravimetrico	9,3	%		gravimetrico
	Densidad real	gravimetrico	1,64	g/cm <sup>3</sup>		gravimetrico
Densidad aparente	gravimetrico	1,052	g/cm <sup>3</sup>		gravimetrico	
porosidad	calculo	35,85	%		calculo	




 Ing. Carlos Mayorga  
TOTALCHEM

 TotalChem Se responsabiliza unicamente de los análisis mas no de la toma de muestra  
Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basado en el material e información provistos por el

 tambores floquímicos  
análisis de agua potable y residual  
análisis de suelos, análisis de abono agrícola

0980622817





**DATOS DEL CLIENTE**

**Cliente:** GUILCAPI BALDEON DANNY  
 IVAN  
**Dirección:** Riobamba **Teléfono:** 0995963598  
**Provincia:** Chimborazo **Canton:** Riobamba

**INFORMACION DE LA MUESTRA**

**Tipo de Muestra:** suelo **Fecha de ensayo:** del 19 de marzo al 5 de abril  
**Fecha de toma de muestra:** 19/3/2022 **Dirección de la muestra:**  
**Fecha de recepción en:** 19/3/2022 **ID. Lab** 16,1 2022  
**Cultivo anterior:** **Cultivo actual:** maíz  
**Observaciones:**

**RESULTADOS**

Id. Cliente	Parametros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
Módulo 11 zona alta	K	Ac. Am	0,09	meq/100g	bajo	A.atómica
	Ca	Ac. Am	4,6	meq/100g	alto	A.atómica
	Mg	Ac. Am	1,2	meq/100g	alto	A.atómica
	Cu	Olsen mod.	1,0	ppm	FALSO	A.atómica
	Mn	Olsen mod.	2,0	ppm	bajo	A.atómica
	Zn	Olsen mod.	1,0	ppm	bajo	A.atómica
	PH	H2O 1:2,5	7,41		Prácticamente NEUTRO	Potenciométrico
	M.O.	W-B	1,34	%	bajo	Gravimétrico
	C.E	H2O 1:2,5	0,08	umhos/cm	No salino	Conductimétrico
	Nf asimilable	kjeldahl	10,0	ppm	bajo	Volúmetrica
	P	Olsen mod.	2,4	ppm	bajo	Colorimétrico
	Textura	clase textural	franco arenoso	arena % limo % arcilla %	80 16 4	bouyoucus
	Humedad a capacidad de campo	gravimetrico	16,77	%		gravimetrico
	Humedad a punto de marchitez permanente	gravimetrico	10,0	%		gravimetrico
	Densidad real	gravimetrico	1,48	g/cm³		gravimetrico
	Densidad aparente	gravimetrico	1,027	g/cm³		gravimetrico
porosidad	calculo	30,61	%		calculo	



Ing. Carlos Mayorga  
TOTALCHEM

TotalChem Se responsabiliza unicamente de los análisis mas no de la toma de muestra  
 Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basado en el material e información provistos por el

tamizajes fisicoquímicos  
 análisis de agua potable y residual  
 análisis de suelos, análisis de abono agrícolas

0980622817

## Anexo F: Lámina bruta

### Lámina de Agua Aprovechable

Zona	CC	PMP	Densidad aparente (g/cc)	Enraizamiento (cm)	LAA (mm)
Alta	9,55%	4,78%	1,40	60	39,98
Media	7,78%	3,89%	1,37	60	31,98
Baja	7,75%	3,88%	1,41	60	32,80
Promedio	8,360000%	4,180000%	1,39	60	34,86

Zona	LAA (mm)	f	LN (mm)
Alta	39,98	0,52	20,79
Media	31,98	0,52	16,63
Baja	32,80	0,52	17,06
Promedio	34,86	0,52	18,13

Zona	LN (mm)	Eficiencia riego (%)	LB (mm)
Alta	20,79	0,85	24,46
Media	16,63	0,85	19,57
Baja	17,06	0,85	20,07
Promedio	18,13	0,85	21,33

114,36  
94,08  
117,91  
108,7833333

$$LA = (\%CC - \%PMP) \times da \times r$$

$$LN = LAA \times f$$

$$LB = LN / Ef$$

### Sin proyecto (situación actual)

Cultivos	Enraizamiento (cm)
Maíz	30
Alfalfa	80
Limón	90
Tuna	40
<b>Promedio</b>	60,00

Método de riego	Eficiencia (%)
Mini aspersión	0,85

## Anexo F: Velocidad de Infiltración

### Zona Alta

ANALISIS DE SUELOS - PRUEBA DE INFILTRACION

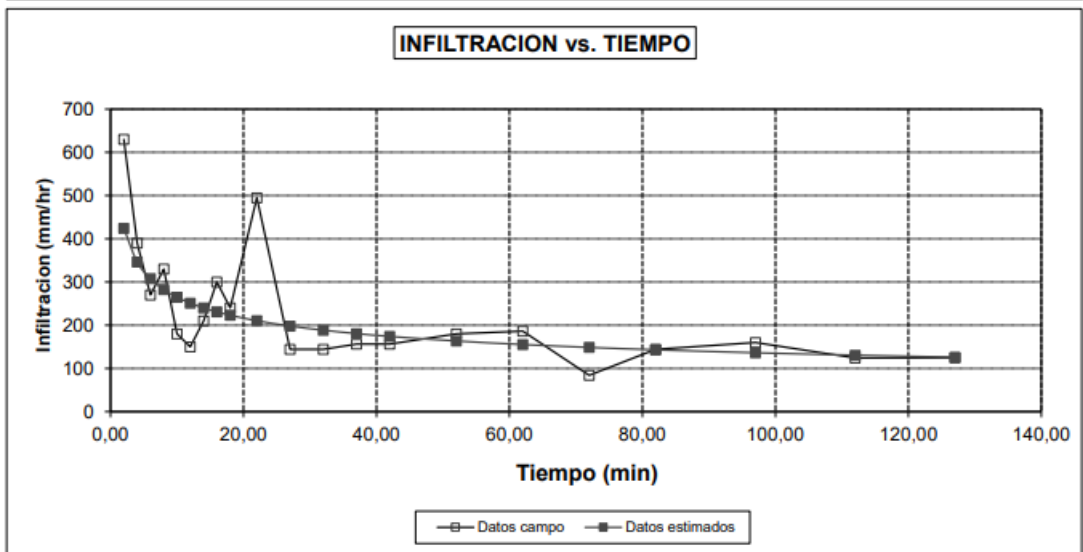
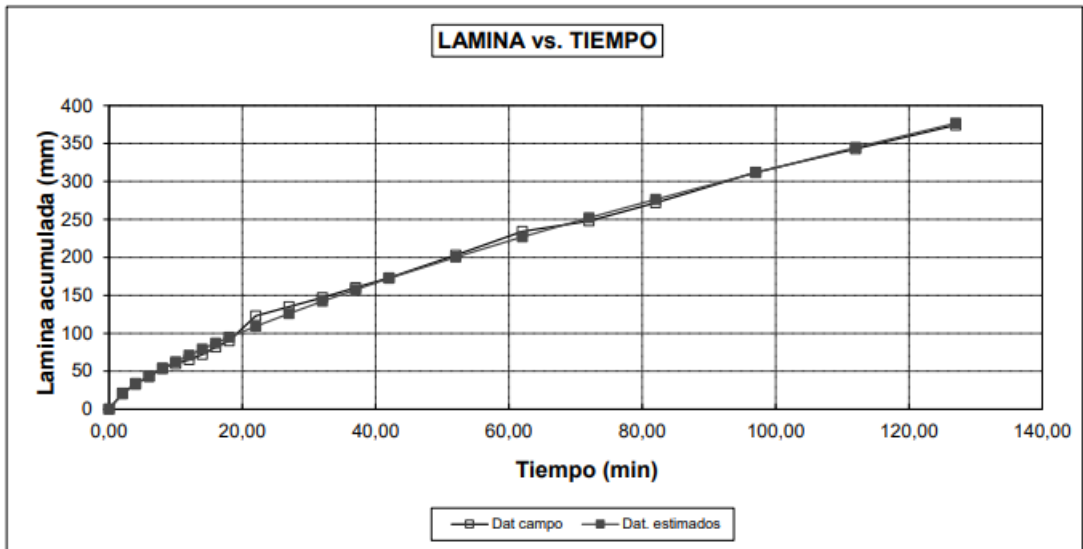
TOMA DE INFORMACION EN CAMPO

SITIO DEL ENSAYO: \_\_\_\_\_

PARCELA: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

TIEMPO		LECTURA DE ESCALA		LAMINA		INFILTRACION	
TIEMPO ACUMULADO minutos	INTERVALO DE TIEMPO ENTRE LECTURA (min)	Nivel del agua. (cm)	Nivel de recuperacion del agua (cm)	Lamina infiltrada intervalo de tiempo (mm)	LAMINA ACUMULADA (mm)	VELOCIDAD DE INFILTRACION INSTANTANEA	
A	B= (A <sub>i+1</sub> - A <sub>i</sub> )	C	D	E= (C <sub>i+1</sub> - C <sub>i</sub> ) ó (C <sub>i+1</sub> - D <sub>i</sub> )	F=F <sub>i-1</sub> + E <sub>i</sub>	G = E <sub>i</sub> /B <sub>i</sub>	H = G*60
0,00		28,50		0,00	0,00		
2,00	2	26,40		21,00	21,00	10,500	630,0
4,00	2	25,10		13,00	34,00	6,500	390,0
6,00	2	24,20		9,00	43,00	4,500	270,0
8,00	2	23,10		11,00	54,00	5,500	330,0
10,00	2	22,50		6,00	60,00	3,000	180,0
12,00	2	22,00		5,00	65,00	2,500	150,0
14,00	2	21,30		7,00	72,00	3,500	210,0
16,00	2	20,30		10,00	82,00	5,000	300,0
18,00	2	19,50	30	8,00	90,00	4,000	240,0
22,00	4	26,70		33,00	123,00	8,250	495,0
27,00	5	25,50		12,00	135,00	2,400	144,0
32,00	5	24,30		12,00	147,00	2,400	144,0
37,00	5	23,00		13,00	160,00	2,600	156,0
42,00	5	21,70	30	13,00	173,00	2,600	156,0
52,00	10	27,00		30,00	203,00	3,000	180,0
62,00	10	23,90		31,00	234,00	3,100	186,0
72,00	10	22,50		14,00	248,00	1,400	84,0
82,00	10	20,10	30	24,00	272,00	2,400	144,0
97,00	15	26,00		40,00	312,00	2,667	160,0
112,00	15	22,90		31,00	343,00	2,067	124,0
127,00	15	19,78		31,20	374,20	2,080	124,8



4. VELOCIDAD DE INFILTRACION BASICA (Vib).

$$Vib = ( 176 ) \text{ min} = 1,9061 \text{ mm/min} = 114,36 \text{ mm/hr}$$

## Zona Media

### ANALISIS DE SUELOS - PRUEBA DE INFILTRACION

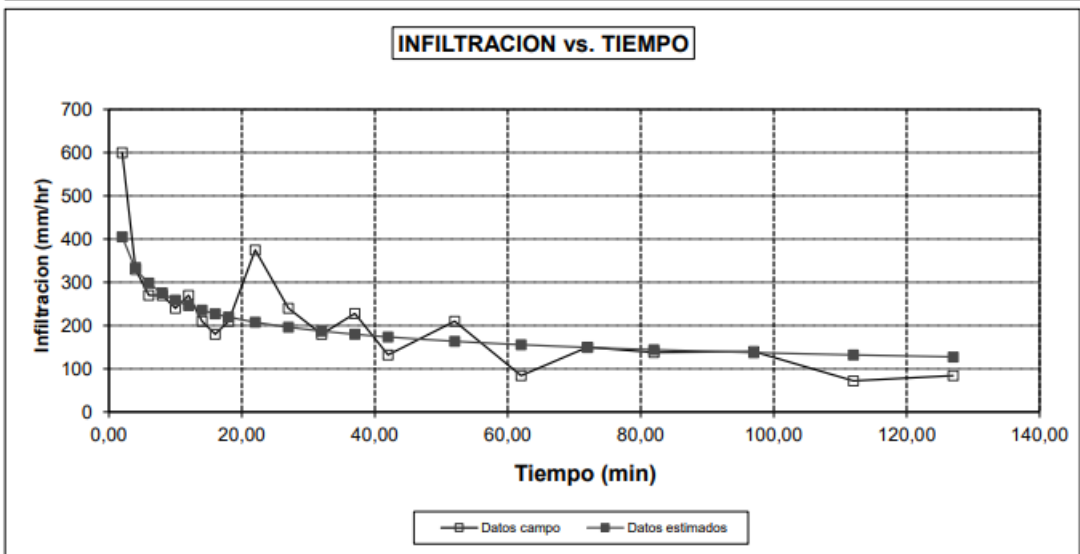
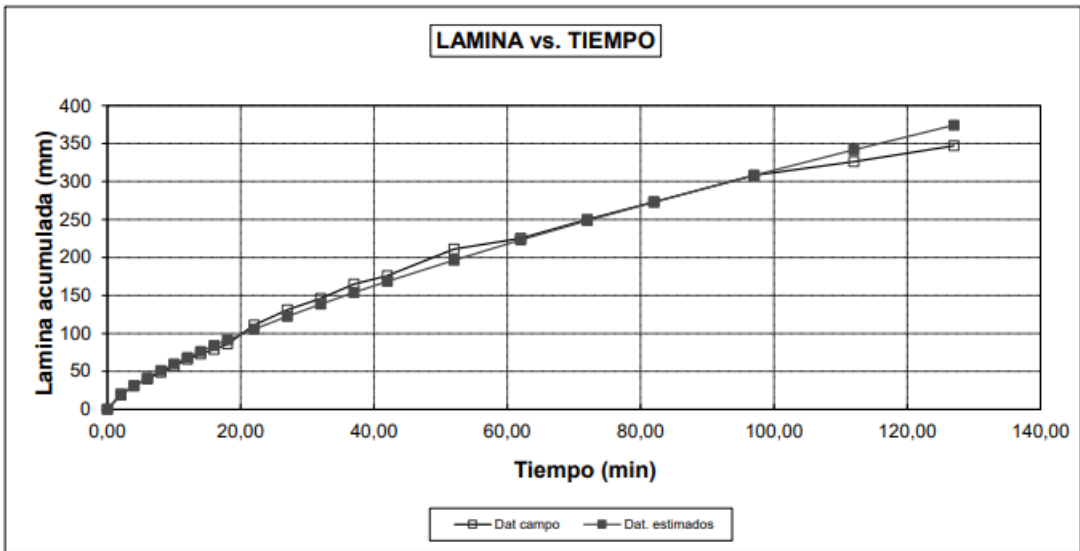
#### TOMA DE INFORMACION EN CAMPO

SITIO DEL ENSAYO: \_\_\_\_\_

PARCELA: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

TIEMPO		LECTURA DE ESCALA		LAMINA		INFILTRACION	
TIEMPO ACUMULADO minutos	INTERVALO DE TIEMPO ENTRE LECTURA (min)	Nivel del agua. (cm)	Nivel de recuperacion del agua (cm)	Lamina infiltrada intervalo de tiempo (mm)	LAMINA ACUMULADA (mm)	VELOCIDAD DE INFILTRACION INSTANTANEA	
						(mm/min)	(mm/hr)
A	B= (A <sub>i+1</sub> - A <sub>i</sub> )	C	D	E= (C <sub>i+1</sub> - C <sub>i</sub> ) ó (C <sub>i+1</sub> - D <sub>i</sub> )	F=F <sub>i-1</sub> + E <sub>i</sub>	G = E <sub>i</sub> /B <sub>i</sub>	H = G*60
0,00		28,50		0,00	0,00		
2,00	2	26,50		20,00	20,00	10,000	600,0
4,00	2	25,40		11,00	31,00	5,500	330,0
6,00	2	24,50		9,00	40,00	4,500	270,0
8,00	2	23,60		9,00	49,00	4,500	270,0
10,00	2	22,80		8,00	57,00	4,000	240,0
12,00	2	21,90		9,00	66,00	4,500	270,0
14,00	2	21,20		7,00	73,00	3,500	210,0
16,00	2	20,60		6,00	79,00	3,000	180,0
18,00	2	19,90	30	7,00	86,00	3,500	210,0
22,00	4	27,50		25,00	111,00	6,250	375,0
27,00	5	25,50		20,00	131,00	4,000	240,0
32,00	5	24,00		15,00	146,00	3,000	180,0
37,00	5	22,10		19,00	165,00	3,800	228,0
42,00	5	21,00	30	11,00	176,00	2,200	132,0
52,00	10	26,50		35,00	211,00	3,500	210,0
62,00	10	25,10		14,00	225,00	1,400	84,0
72,00	10	22,60		25,00	250,00	2,500	150,0
82,00	10	20,30	30	23,00	273,00	2,300	138,0
97,00	15	26,50		35,00	308,00	2,333	140,0
112,00	15	24,70		18,00	326,00	1,200	72,0
127,00	15	22,60		21,00	347,00	1,400	84,0



Vib = ( 168 ) min = 1,9651 mm/min = 117,91 mm/hr

## Zona Baja

### ANALISIS DE SUELOS - PRUEBA DE INFILTRACION

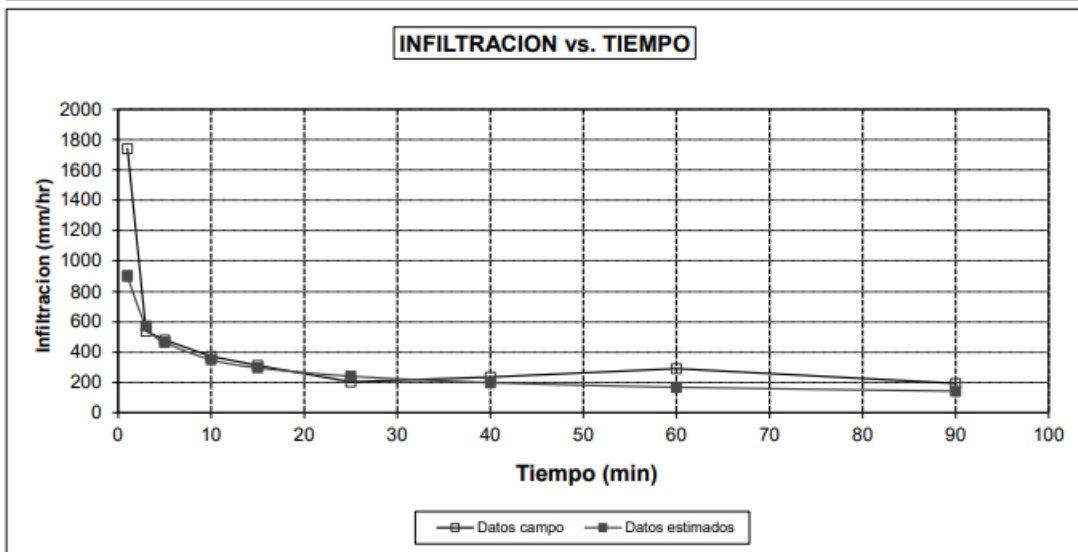
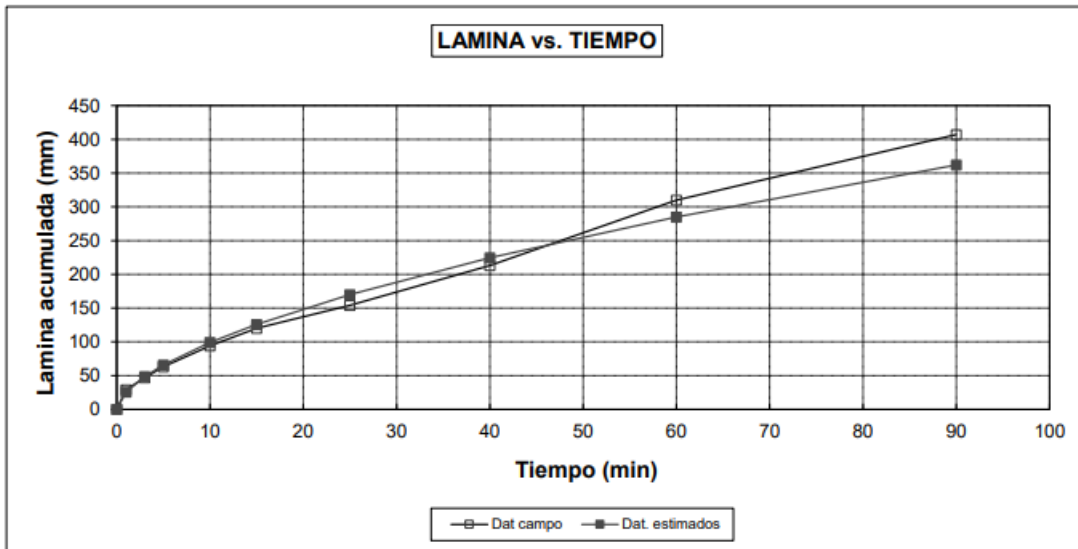
#### TOMA DE INFORMACION EN CAMPO

SITIO DEL ENSAYO: \_\_\_\_\_

PARCELA: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

TIEMPO		LECTURA DE ESCALA		LAMINA		INFILTRACION	
TIEMPO ACUMULADO minutos	INTERVALO DE TIEMPO ENTRE LECTURA (min)	Nivel del agua. (cm)	Nivel de recuperacion del agua (cm)	Lamina infiltrada intervalo de tiempo (mm)	LAMINA ACUMULADA (mm)	VELOCIDAD DE INFILTRACION INSTANTANEA	
A	B= (A <sub>i+1</sub> - A <sub>i</sub> )	C	D	E= (C <sub>i+1</sub> - C <sub>i</sub> ) ó (C <sub>i+1</sub> - D <sub>i</sub> )	F=F <sub>i+1</sub> + E <sub>i</sub>	G = E <sub>i</sub> /B <sub>i</sub>	H = G*60
0		28,50		0,00	0,00		
1,00	1	25,60		29,00	29,00	29,000	1740,0
3,00	2	23,80		18,00	47,00	9,000	540,0
5,00	2	22,20		16,00	63,00	8,000	480,0
10,00	5	19,10		31,00	94,00	6,200	372,0
15,00	5	16,50		26,00	120,00	5,200	312,0
25,00	10	13,10		34,00	154,00	3,400	204,0
40,00	15	7,20	30	59,00	213,00	3,933	236,0
60,00	20	20,30		97,00	310,00	4,850	291,0
90,00	30	10,60		97,00	407,00	3,233	194,0



Reemplazando este tiempo en la ecuacion de infiltracion tenemos:  
 $Vib = ( 247 ) \text{ min} = 1,5681 \text{ mm/min} = 94,08 \text{ mm/hr}$



## Anexo G: Evapotranspiración (Eto) y Precipitación

Country	Ecuador			Station	M0243			
Altitude	2550	m.	Latitude	1.58	°S	Longitude	78.57	°W
Month	Min Temp	Max Temp	Humidity	Wind	Sun	Rad	ETo	
	°C	°C	%	km/day	hours	MJ/m <sup>2</sup> /day	mm/month	
January	9.7	20.8	77	686	9.1	23.1	129.84	
February	10.2	18.6	87	672	8.6	22.9	89.70	
March	10.6	22.6	88	619	8.3	22.6	114.06	
April	10.0	18.9	84	635	8.3	21.7	100.50	
May	10.0	20.5	85	631	8.2	20.3	102.17	
June	9.8	20.3	86	656	8.3	19.7	94.36	
July	8.2	18.4	86	715	8.6	20.4	91.82	
August	8.5	19.9	85	752	9.1	22.3	104.79	
September	9.5	20.6	84	729	9.0	23.2	110.01	
October	8.8	21.6	86	669	9.1	23.6	116.07	
November	10.0	22.7	83	651	9.6	23.9	123.15	
December	11.2	21.8	87	686	9.2	22.9	111.73	
<b>Average</b>	<b>9.7</b>	<b>20.6</b>	<b>85</b>	<b>675</b>	<b>8.8</b>	<b>22.2</b>	<b>1288.20</b>	

Country	Ecuador			Station	M0057			
Altitude	2760	m.	Latitude	1.56	°S	Longitude	78.65	°W
Month	Min Temp	Max Temp	Humidity	Wind	Sun	Rad	ETo	
	°C	°C	%	km/day	hours	MJ/m <sup>2</sup> /day	mm/month	
January	7.7	21.3	71	444	9.1	23.1	138.35	
February	7.9	20.6	74	394	8.6	22.9	117.95	
March	7.9	20.2	74	345	8.3	22.6	126.85	
April	8.2	20.5	75	360	8.3	21.7	119.26	
May	8.0	20.1	76	360	8.2	20.3	114.44	
June	7.0	19.3	74	400	8.3	19.7	108.22	
July	6.1	19.1	72	403	8.6	20.4	115.71	
August	5.8	19.5	70	431	9.1	22.3	127.30	
September	6.4	20.0	74	475	9.0	23.2	124.63	
October	7.3	21.0	74	388	9.1	23.6	133.02	
November	7.2	21.7	72	357	9.6	23.9	133.62	
December	7.6	21.4	71	406	9.2	22.9	136.42	
<b>Average</b>	<b>7.3</b>	<b>20.4</b>	<b>73</b>	<b>397</b>	<b>8.8</b>	<b>22.2</b>	<b>1495.77</b>	

Station M0243

Eff. rain method Fixed percentage

	Rain	Eff rain
	mm	mm
January	32.7	26.2
February	44.1	35.3
March	62.0	49.6
April	76.3	61.0
May	83.9	67.1
June	43.5	34.8
July	36.8	29.4
August	21.8	17.4
September	30.9	24.7
October	38.2	30.6
November	41.1	32.9
December	24.8	19.8
<b>Total</b>	<b>536.1</b>	<b>428.9</b>

Station M0057

Eff. rain method Fixed percentage

	Rain	Eff rain
	mm	mm
January	29.2	23.4
February	44.1	35.3
March	50.7	40.6
April	56.5	45.2
May	38.5	30.8
June	21.3	17.0
July	13.5	10.8
August	20.7	16.6
September	27.0	21.6
October	44.4	35.5
November	46.8	37.4
December	33.3	26.6
<b>Total</b>	<b>426.0</b>	<b>340.8</b>

## Anexo H: Necesidad total

Meses												
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
	119,02	124,96	116,12	131,28	94,61	116,16	103,72	104,19	96,13	96,08	108,67	112,52
KC (Coeficiente de cultivo)												
Cultivo	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Maíz	0,59	0,94	1,06	0,98	0,66	0,11	0,00	0,59	0,94	1,06	0,98	0,66
Alfalfa	0,11	0,32	0,57	0,79	0,93	1,02	1,06	1,05	0,96	0,84	0,66	0,40
Limón	0,11	0,32	0,57	0,79	0,93	1,02	1,06	1,05	0,96	0,84	0,66	0,40
Tuna	0,11	0,32	0,57	0,79	0,93	1,02	1,06	1,05	0,96	0,84	0,66	0,40
Etc (Evapotranspiración de cultivo)												
Cultivo	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Maíz	70,77	118,04	123,49	128,17	62,44	13,05	0,00	61,95	90,81	102,18	106,09	74,25
Alfalfa	13,37	39,45	65,82	103,46	88,03	118,66	110,24	108,90	92,68	80,48	71,71	44,88
Limón	13,37	39,45	65,82	103,46	88,03	118,66	110,24	108,90	92,68	80,48	71,71	44,88
Tuna	13,37	39,45	65,82	103,46	88,03	118,66	110,24	108,90	92,68	80,48	71,71	44,88

Necesidad Neta (mm/día)													
Cultivo	Superficie (Ha)	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Maíz	7,20	-1,53	-3,10	-3,48	-3,52	-1,29	0,74	0,00	-0,54	-2,23	-2,67	-3,01	-1,87
Alfalfa	4,60	0,32	-0,48	-1,62	-2,72	-2,20	-2,67	-2,22	-2,06	-2,30	-1,97	-1,90	-0,89
Limón	3,00	0,32	-0,48	-1,62	-2,72	-2,20	-2,67	-2,22	-2,06	-2,30	-1,97	-1,90	-0,89
Tuna	0,80	0,32	-0,48	-1,62	-2,72	-2,20	-2,67	-2,22	-2,06	-2,30	-1,97	-1,90	-0,89
Total	15,60												
Media ponderada (mm/día)		0,38	1,44	2,08	2,55	1,31	0,56	0,72	0,90	1,78	1,85	1,98	1,04
Caudal ficticio continuo (l/s/ha)		0,040	0,170	0,240	0,300	0,150	0,060	0,080	0,100	0,210	0,210	0,230	0,120

Eficiencia (miniaspersión- 85%)	0,353	l/s/ha	3,00 mm/día
---------------------------------	-------	--------	-------------

## Anexo J: Diseño agronómico

### DISEÑO AGRONOMICO MINIASPERSIÓN Mini Wobbler, ángulo medio

1. DATOS DE CLIMA		General
1.1.	Velocidad del Viento	6 m/s
2. DATOS DE PARCELA		
2.1.	Superficie bajo riego	39,34 ha
3. DATOS DE CULTIVO		
3.1.	Nombre	Varios
3.2.	Fase	Media
3.3.	Profundidad radicular efectiva	600 mm
3.4.	Umbral de riego	52 %
		Mayor demanda de agua
4. DATOS DEL SUELO		
4.1.	Textura	Franco Arenoso
4.2.	Capacidad de campo (Cc)	8,36 % en base a peso seco
4.3.	Punto de marchitez permanente (pmp)	4,18 % en base a peso seco
4.4.	Densidad Aparente (da)	1,39 g/cm <sup>3</sup>
4.5.	Velocidad de Infiltración (Vinf)	108,78 mm/h
4.6.	Profundidad del suelo	1 m
5. DATOS DEL SISTEMA DE RIEGO		
5.1.	Método	Mini aspersión
5.2.	Eficiencia	85 %
5.3.	Modelo del aspersor	miniWobbler
5.4.	Presión de operación	1,4 atm
5.5.	Caudal del aspersor	250 lt/h
5.6.	Diámetro humedo	11 m
5.7.	Máximas horas de operación por día	12 horas
5.8.	Separación entre aspersores calculada	5,5 m
5.9.	Separación entre aspersores corregida	6 m
5.10.	Separación entre laterales	6 m
5.11.	Precipitación horaria del aspersor (P hr)	6,94 mm/h
5.12.	Prescipitación horaria < Velocidad de Infiltración (P hr < Vinf)	Aceptado

Boquilla #6 - Dorada (3/32"),

## 6. CALCULOS DE LÁMINA REGABLE

6.1.	Lámina de agua aprovechable (LAA)	34,86	mm
6.2.	Lámina de agua rápidamente aprovechable (LARA)	18,13	mm
6.3.	Necesidades netas de riego (Nn)	2,55	mm/día
6.4.	Frecuencia de riego (Fr)	7,11	días
6.5.	Lámina de riego (Lr)	21,33	mm
6.6.	Tiempo de riego	3,07	horas

## 7. DISEÑO DE RIEGO AJUSTADO A NIVEL MODULAR

7.1.	Frecuencia de riego corregida (Frc)	7	días
7.2.	Ciclo de riego	7	
7.3.	Lámina de agua rápidamente aprovechable corregida (LARAc)	17,85	mm
7.4.	Lámina de riego corregida (Lrc)	21,00	mm
7.5.	Dosis bruta	210,00	m <sup>3</sup> /ha
7.6.	Horas de riego por turno	3,02	h
7.7.	Horas de riego por turno asumidas al diseño	3	h
7.8.	Turmos de riego por día	4,0	Turmos/día
7.9.	Turmos por día asumido en diseño	4	Turmos/día
7.10.	Tiempo de riego por día	12,0	h
7.11.	Horas por ciclo de riego	84,0	h/ciclo
7.12.	Turmos por ciclo	28,0	tr/ciclo
7.13.	Superficie regada por turno (Sr/tr)	1,405	ha/Tr
7.14.	Superficie regada por Día (Sr/día)	5,62	ha//dia
7.15.	Dosis bruta por turno	295,1	m <sup>3</sup> /turno
7.16.	Dosis bruta por día	1180,2	m <sup>3</sup> /día
7.17.	Dosis bruta por ciclo	8261,4	m <sup>3</sup> /ciclo
7.18.	Caudal por turno	98,35	m <sup>3</sup> /hora
7.19.	<b>Caudal de diseño modular</b>	<b>27,32</b>	lt/s
7.20.	caudal característico real (ajustado a los turnos de riego y ciclo de riego)	<b>0,694</b>	lt/s/ha 12 HORAS
7.20.	caudal característico real (ajustado a los turnos de riego y ciclo de riego)	<b>0,35</b>	lt/s/ha 24 HORAS

### Datos relevantes:

Caudal de diseño:	27,3 lt/s
Superficie regada por turno:	1,41 ha/Tr
Tiempo de riego por turno:	3,00 h

Caudal redondeado para el diseño

25,00 lt/s

valor dado p

## Anexo I: Sistematización de encuestas

start	end	Nombre del encuestador (Nombre y apellido completo)	Fecha de la encuesta	Número de encuesta	Nombre de la comunidad	Número de módulo	Nombre de Informante (Nombre y apellido completo)	¿Pertenece a alguna organización?	¿Cuál es el nombre de la organización?
2022-01-23	2022-01-23	Danny Gulicapi	2022-01-23	1	Chingazo Bajo	Módulo 11	Margarita Natalia Asqui Ambi	Ninguna	Ninguna
2022-01-23	2022-01-23	Danny Gulicapi	2022-01-23	2	Chingazo Bajo	Módulo 11	Maria Cetrina Lema Lara	Ninguna	Ninguna
2022-01-23	2022-01-23	Danny wan Gulicapi Baldeon	2022-01-23	3	Chingazo Bajo	Módulo 11	Rosa Elvira Lema Lara	Ninguna	Ninguna
2022-01-23	2022-01-23	Danny Gulicapi	2022-01-23	4	Chingazo Bajo	Módulo 11	Martha Luisa Lema Lara	Ninguna	Ninguna
2022-01-23	2022-01-23	Danny Gulicapi	2022-01-23	5	Chingazo Bajo	Módulo 11	Wilson Elias Hidalgo Lara	Ninguna	Ninguna
2022-01-23	2022-01-23	Danny Gulicapi	2022-01-23	6	Chingazo Bajo	Módulo 11	Julio Cesar Cajo Pilco	Comunitaria	Sistema del Agua del Taraug
2022-01-23	2022-01-23	Danny Gulicapi	2022-01-23	7	Chingazo Bajo	Módulo 11	Pedro Pablo Cajo Pilco	Ninguna	Ninguna
2022-01-23	2022-01-23	Danny Gulicapi	2022-01-23	8	Chingazo Bajo	Módulo 11	Julio Anibal Guaman Soria	Ninguna	Ninguna
2022-01-23	2022-01-23	Danny Gulicapi	2022-01-23	9	Chingazo Bajo	Módulo 11	Elizabeth Germanía Vilema Vizqueta	Pública	Junta de Agua de Taraug
2022-01-23	2022-01-23	Danny Gulicapi	2022-01-23	10	Chingazo Bajo	Módulo 11	Maria Dolores Vizquete Toledo	Ninguna	Junta de Agua de Ilapo
2022-01-23	2022-01-23	Danny Gulicapi	2022-01-23	11	Chingazo Bajo	Módulo 11	Luz Carmen Longo Castañeda	Ninguna	Ninguna
2022-01-23	2022-01-23	Danny Gulicapi	2022-01-23	12	Chingazo Bajo	Módulo 11	Ana Maria Narea Larate	Ninguna	Ninguna
2022-01-23	2022-01-23	Danny Gulicapi	2022-01-23	13	Chingazo Bajo	Módulo 11	Veronica Elizabeth Tapia Segura	Ninguna	Ninguna
2022-01-23	2022-01-23	Guillermo Javier Chávez López	2022-01-23	2	Chingazo Bajo	Módulo 11	Toledo Lara Juana Benedicta	Ninguna	Ninguna
2022-01-23	2022-01-23	Guillermo Javier Chávez López	2022-01-23	2	Chingazo Bajo	Módulo 11	Rosa Elvira Guananga Moyon	Comunitaria	Chingazo Bajo
2022-01-23	2022-01-23	Guillermo Javier Chávez López	2022-01-23	3	Chingazo Bajo	Módulo 11	Manuel Guananga Arqui	Ninguna	Ninguna
2022-01-23	2022-01-23	Guillermo Javier Chávez López	2022-01-23	4	Chingazo Bajo	Módulo 11	Sebastián Mariffo	Ninguna	Ninguna
2022-01-23	2022-01-23	Guillermo Javier Chávez López	2022-01-23	5	Chingazo Bajo	Módulo 11	Segundo Osvaldo Guananga Moyon	Ninguna	Ninguna
2022-01-23	2022-01-23	Guillermo Javier Chávez López	2022-01-23	6	Chingazo Bajo	Módulo 11	Carren Mercedes Lara Vizqueta	Ninguna	Ninguna
2022-01-23	2022-01-23	Guillermo Javier Chávez López	2022-01-23	7	Chingazo Bajo	Módulo 11	Lara Mata Arturo	Ninguna	Ninguna
2022-01-23	2022-01-23	Guillermo Javier Chávez López	2022-01-23	8	Chingazo Bajo	Módulo 11	Arturo Lara Mata	Ninguna	Ninguna

## Extracto del Anexo K

## Anexo J: Estudio agroeconómico

Flujo del proyecto	Años										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos Agrícolas	30.904,17	92.712,50	123.616,66	123.616,66	123.616,66	123.616,66	123.616,66	123.616,66	123.616,66	123.616,66	123.616,66
Egresos Agrícolas	(12.360,41)	(37.081,22)	(49.441,62)	(49.441,62)	(49.441,62)	(49.441,62)	(49.441,62)	(49.441,62)	(49.441,62)	(49.441,62)	(49.441,62)
Depreciación obra civil	24.460	24.460	24.460	24.460	24.460	24.460	24.460	24.460	24.460	24.460	24.460
Utilidad antes de impts.	43.004	80.092	98.635	98.635	98.635	98.635	98.635	98.635	98.635	98.635	98.635
Utilidad neta	43.004	80.092	98.635	98.635	98.635	98.635	98.635	98.635	98.635	98.635	98.635
Depreciación obra civil	(24.460)	(24.460)	(24.460)	(24.460)	(24.460)	(24.460)	(24.460)	(24.460)	(24.460)	(24.460)	(24.460)
Inversiones											
Infraestructura	(244.602,48)										
Préstamo											
Amortización		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Capital de trabajo											
Valor de desecho											171.221,74
<b>Flujo del proyecto</b>	<b>(244.602)</b>	<b>18.544</b>	<b>55.631</b>	<b>74.175</b>	<b>74.175</b>	<b>74.175</b>	<b>74.175</b>	<b>74.175</b>	<b>74.175</b>	<b>74.175</b>	<b>245.397</b>
TIR	23,13%										
VAN	\$165.178										
	50										

Costo/ha 6217,65  
Costo/flia 2658,72

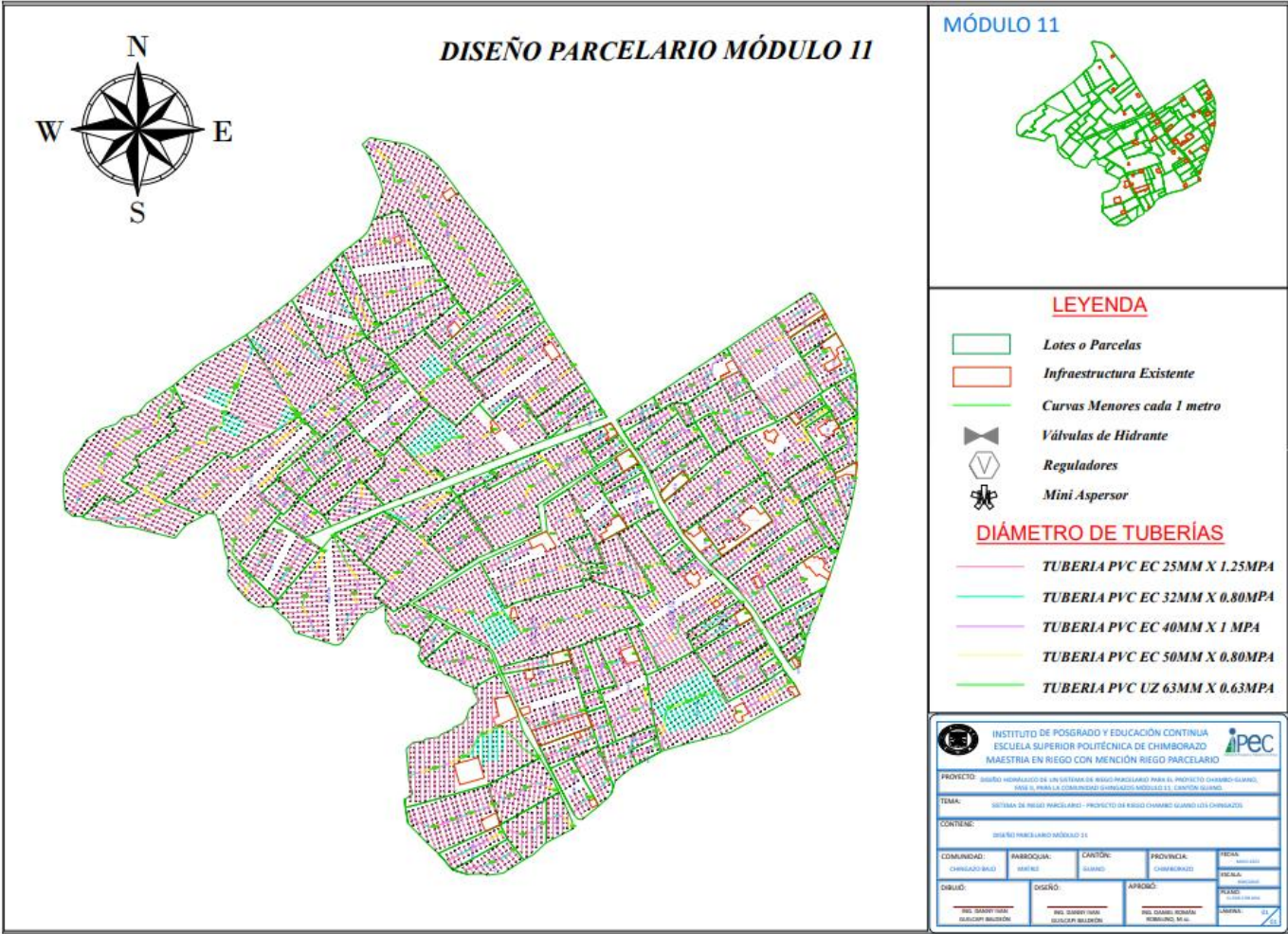
	Años										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos Agrícolas	30.904,17	92.712,50	123.616,66	123.616,66	123.616,66	123.616,66	123.616,66	123.616,66	123.616,66	123.616,66	123.616,66
Total Ingresos	30.904,17	92.712,50	123.616,66	123.616,66	123.616,66	123.616,66	123.616,66	123.616,66	123.616,66	123.616,66	123.616,66
Egresos Agrícolas	(12.360)	(37.081)	(49.442)	(49.442)	(49.442)	(49.442)	(49.442)	(49.442)	(49.442)	(49.442)	(49.442)
Total Egresos	(12.360)	(37.081)	(49.442)	(49.442)	(49.442)	(49.442)	(49.442)	(49.442)	(49.442)	(49.442)	(49.442)
Inversión	(244.602)										

Tasa de descuento	12,00%
VNA ingresos	591.046,08
VNA egresos	-236.394,32
VNA egresos + inversión	-480.996,80
B/C	1,23

	Período de Retorno de la Inversión										
	Años										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo de caja	18.543,76	55.631,28	74.175,04	74.175,04	74.175,04	74.175,04	74.175,04	74.175,04	74.175,04	74.175,04	245.396,78
factor de descuento	1,12	1,25	1,40	1,57	1,76	1,97	2,21	2,48	2,77	3,11	
flujo descontado (12%)	16.556,93	44.348,92	52.796,33	47.139,58	42.088,91	37.579,38	33.553,02	29.958,05	26.748,26	23.911,19	
flujo descontado acum	16.556,93	60.905,84	113.702,17	160.841,75	202.930,66	240.510,05	274.063,07	304.021,12	330.769,39	354.680,58	

Inversión	244.602
Costo recuperado	240.510,05
Saldo costo	4.092,43
Flujo siguiente	274.063,07
índice CPR/FS	0,015
PRI-años	6,015

Anexo L: Diseño parcelario







## Anexo N: Presupuesto parcelario

OFERENTE: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

PROYECTO: MAESTRIA EN INVESTIGACIÓN EN RIEGOS MENCIÓN RIEGO PARCELARIO 'DISEÑO AGRONÓMICO DE UN SISTEMA DE RIEGO PARCELARIO PARA EL PROYECTO CHAMBO - GUANO, FASE II, PARA LA COMUNIDAD CHINGAZOS, MÓDULO 11, CANTÓN GUANO

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

No.	Rubro / Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio global
<b>MODULO 11</b>					
<b>RED PARCELARIA</b>					
<b>PRELIMINARES</b>					
	Trazo y replanteo de líneas de tubería, ubicación de válvulas, reguladores de presión, filtros, parantes de aspersores	KM	62,36	80,16	4.998,78
	Excavación de zanja con equipo en suelo sin clasificar, incluye rasanteo de piso. 0.80mx0.40m.	M3	19.957,78	2,15	42.909,18
<b>CABALLETE</b>					
	Suministro, Instalación y Prueba de CODO PVC INY EC 32mm X 90° PG	U	80,00	1,25	100,00
	Suministro, Instalación y Prueba de Tubería PVC EC 32 mm x 0.80Mpa	U	20,00	1,25	25,00
	Suministro, Instalación y Prueba de Válvula Plasson 1"	U	20,00	38,44	768,80
	Suministro, Instalación y Prueba de Válvula Reguladora en línea 32 mm 1.4 bar	U	20,00	23,48	469,60
	Suministro, Instalación y Prueba de CODO PVC INY EC 50mm X 90° PG	U	668,00	1,83	1.222,44
	Suministro, Instalación y Prueba de Tubería PVC EC 50 mm x 0.80Mpa	U	167,00	1,91	318,97
	Suministro, Instalación y Prueba de Válvula Plasson 1 1/2"	U	167,00	64,15	10.713,05
	Suministro, Instalación y Prueba de Válvula Reguladora en línea 50 mm 1.4 bar	U	167,00	57,99	9.684,33
	Suministro, Instalación y Prueba de CODO PVC INY EC 63mm X 90° PG	U	268,00	3,01	806,68
	Suministro, Instalación y Prueba de Tubería PVC EC 63 mm x 0.80Mpa	U	67,00	3,24	217,08
	Suministro, Instalación y Prueba de Válvula Plasson 2"	U	67,00	82,50	5.527,50
	Suministro, Instalación y Prueba de Válvula Reguladora en línea 63 mm 1.4 bar	U	67,00	138,51	9.280,17
<b>TUBERÍA</b>					
	Suministro, Instalación y Prueba de Tubería PVC EC 25 mm x1.25Mpa	U	53.251,00	0,84	44.730,84
	Suministro, Instalación y Prueba de Tubería PVC EC 32 mm x 0.8Mpa	U	3.982,00	1,25	4.977,50
	Suministro, Instalación y Prueba de Tubería PVC EC 40 mm x 0.80Mpa	U	2.092,00	1,57	3.284,44
	Suministro, Instalación y Prueba de Tubería PVC EC 50 mm x 0.80Mpa	U	1.822,00	1,91	3.480,02
	Suministro, Instalación y Prueba de Tubería PVC EC 63 mm x 0.63Mpa	U	1.221,00	3,05	3.724,05
<b>TEE RED</b>					
	Suministro, Instalación y Prueba de TEE RED PVC ENSAMBLADA EC 63 A 32mm	U	38,00		
	Suministro, Instalación y Prueba de TEE RED PVC ENSAMBLADA EC 63 A 25mm	U	400,00	4,21	1.684,00
	Suministro, Instalación y Prueba de TEE RED PVC INY EC 32 A 25mm PG	U	608,00	1,77	1.076,16
	Suministro, Instalación y Prueba de TEE RED PVC INY EC 40 A 32mm PG	U	1,00	2,01	2,01
	Suministro, Instalación y Prueba de TEE RED PVC INY EC 40 A 25mm PG	U	751,00	2,51	1.885,01
	Suministro, Instalación y Prueba de TEE RED PVC INY EC 50 A 32mm PG	U	4,00	2,63	10,52
	Suministro, Instalación y Prueba de TEE RED PVC INY EC 50 A 25mm PG	U	589,00	2,72	1.602,08
<b>TEE</b>					
	Suministro, Instalación y Prueba de TEE PVC INY EC 25mm PG	U	477,00	1,25	596,25
	Suministro, Instalación y Prueba de TEE PVC INY EC 32mm PG	U	29,00	1,68	48,72
	Suministro, Instalación y Prueba de TEE PVC INY EC 40mm	U	19,00	2,03	38,57
	Suministro, Instalación y Prueba de TEE PVC INY EC 50mm	U	14,00	2,09	29,26
	Suministro, Instalación y Prueba de TEE PVC INY EC 63mm	U	1,00	3,59	3,59
<b>BUJE</b>					

Suministro, Instalación y Prueba de RED PVC INT LARGO EC 63 A 25mm	U	1,00	4,40	4,40
Suministro, Instalación y Prueba de RED PVC INY LARGO CC 50 A 25mm	U	18,00	2,68	48,24
Suministro, Instalación y Prueba de RED PVC INY LARGO CC 50 A 32mm	U	14,00	1,53	21,42
Suministro, Instalación y Prueba de RED PVC INY LARGO CC 40 A 25mm	U	47,00	1,57	73,79
Suministro, Instalación y Prueba de RED PVC INY LARGO CC 50 A 40mm	U	215,00	2,36	507,40
Suministro, Instalación y Prueba de RED PVC INY BUJE EC 32 A 25mm PG	U	305,00	1,85	564,25
Suministro, Instalación y Prueba de RED PVC INY BUJE EC 40 A 32mm PG	U	189,00	2,54	480,06
Suministro, Instalación y Prueba de RED PVC INY BUJE EC 63 A 50mm	U	67,00	2,68	179,56
<b>CODO</b>				
Suministro, Instalación y Prueba de CODO PVC INY EC 25mm X 90° PG	U	34,00	0,88	29,92
Suministro, Instalación y Prueba de CODO PVC INY EC 32mm X 90° PG	U	24,00	1,25	30,00
Suministro, Instalación y Prueba de CODO PVC INY EC 40mm X 90° PG	U	20,00	0,94	18,80
Suministro, Instalación y Prueba de CODO PVC INY EC 50mm X 90° PG	U	26,00	1,68	43,68
Suministro, Instalación y Prueba de CODO PVC INY EC 63mm X 90° PG	U	23,00	3,01	69,23
<b>ASERSOR</b>				
Suministro, Instalación y Prueba de TEE RED PVC INY EC 25 A 20mm PG	U	6.901,00	1,27	8.764,27
Suministro, Instalación y Prueba de TEE RED PVC INY EC 32 A 20mm PG		341,00	1,77	603,57
Suministro, Instalación y Prueba de CODO PVC INY EC 25mm X 90° PG	U	3.191,00	1,07	3.414,37
Suministro, Instalación y Prueba de RED PVC INY BUJE EC 25 A 20 mm PG	U	10.433,00	1,57	16.379,81
Suministro, Instalación y Prueba de Tubería PVC EC 20 mm x0.8Mpa	U	10.433,00	1,14	11.893,62
Suministro, Instalación y Prueba de ADAPTADOR HEMBRA de 20mm x 1/2"	U	10.433,00	0,79	8.242,07
Suministro, Instalación y Prueba de minisapersor de 1/2"	U	10.433,00	3,74	39.019,42
			<b>TOTAL:</b>	<b>244.602,48</b>

**SON : DOSCIENTOS CUARENTA Y CUATRO MIL SEISCIENTOS DOS DOLARES, 48/100 CENTAVOS**

ING. DANNY GUILCAPI  
OFERENTE

RIOBAMBA, 26 DE MAYO DE 2023

## SISTEMA PARCELARIO

### **1. Trazo y replanteo de líneas de tubería, ubicación de válvulas, reguladores de presión, filtros, parantes de aspersores**

*Referencia presupuestaria: ítem 1*

#### **1.1. Definición**

Se entenderá por este rubro al trazado y replanteo definitivo de las redes de tuberías principales y secundarias, la definición y ubicación de: válvulas reguladoras de presión en línea, laterales de riego y parantes para cada aspersor a instalar dentro de parcela, en concordancia con los listados donde se definen los lotes y los diseños de riego.

Estos listados forman parte de los documentos técnicos de los Pliegos. En el proceso de Trazado y Replanteo Definitivo el contratista deberá definir el trazo y definición de lo antes mencionado al interior de cada parcela, sugiriendo los ajustes en base al diseño parcelario elaborado y/o el cambio según la necesidad de cada parcela, los cuales deberán ser aprobados por la fiscalización en consenso con el equipo de diseño parcelario.

El diseño parcelario constituye una guía para la instalación de sistemas de riego, por lo que podría presentarse el caso en la que el hidrante instalado en parcela no coincida con el sitio en la que el diseño lo contempló. El replanteo deberá considerar la longitud de tubería desde el hidrante hasta el punto en donde inicia el diseño parcelario entregado en los documentos técnicos.

El replanteo de la distribución de redes al interior de parcela, deberá ser aprobado de forma consensuada entre fiscalización, equipo de diseño parcelario y usuarios, como método de respaldo de la instalación definitiva; para lo cual el contratista deberá realizar firmas de aprobación del usuario por cada lote replanteado. El diseño parcelario contempla la colocación de reguladores de presión en línea de acuerdo a un modelamiento hidráulico, sin embargo, la realidad en campo podría indicar variaciones en las presiones de diseño, por lo que el contratista deberá realizar una medición de la presión en hidrante y de esta manera corroborarla colocación de dicho regulador; en el caso en el que la

presión sobrepase a la indicada en el diseño, el replanteo de reguladores deberá sugerir la colocación de uno.

Los diseños parcelarios contemplan la simulación del riego en la parcela, por lo que los mismos se encuentran realizados por bloques de riego que representan un esquema de turnos para la apertura de emisores en función a la capacidad hidráulica permitida; este esquema de turnos se manejará a través de válvulas de apertura y cierre colocados al inicio de cada bloque.

El replanteo de la posición de cada parante de aspersor deberá contemplar el principio del diseño agronómico, en donde los distanciamientos estipulados en el diseño, dotarán de la lámina de riego requerida, para esto, los distanciamientos entre aspersores son 6 m y entre líneas de aspersores 6 metros.

Para el replanteo, el contratista deberá ajustar el número de aspersores por línea de lateral en función a los límites de la parcela, de la infraestructura existente y de lotes vecinos. La adquisición de accesorios y tuberías se la deberá realizar en función al dato obtenido del replanteo.

### **1.2. Especificaciones de los materiales a utilizar**

Para el desarrollo de este trabajo se utilizarán estacas, cualquier referencia fija y el tizado concementina, se pintará en terreno la implantación de las líneas de conducción. No se requerirá de equipo de precisión, porque se utilizarán como referencia los linderos, edificaciones, vías y diseños parcelarios.

### **1.3. Procedimiento constructivo**

El contratista de acuerdo al diseño parcelario realizará el trazado y replanteo definitivo con la participación y consentimiento de los dueños de las parcelas, este trazo deberá ser aprobado por el fiscalizador y el equipo de diseño parcelario. Además, deberá coordinar y planificar con los usuarios y la fiscalización la realización de la excavación de zanjas.

### **1.4. Forma de pago**

La forma de pago para cancelar al Contratista por este trabajo será por metro lineal de replanteo y/o trazo y definición de lo antes mencionado, entendiéndose que dicho precio constituye la compensación total por la dirección técnica, la mano de obra total que signifique el trabajo, equipo, herramientas, materiales e imprevistos necesarios para la ejecución del trabajo.

## **2. Excavación de zanja con equipo en suelo sin clasificar, incluye rasanteo de piso. 0.80mx0.40m.**

*Referencia presupuestaria: ítem 2*

### **2.1. Naturaleza de los trabajos**

Se refiere a la excavación de zanjas en las cuales se colocarán las distintas tuberías principales (distribuidoras) a lo largo de las parcelas de acuerdo lo indique el replanteo (ítem 1) del diseño parcelario para la instalación de los materiales en parcela. El rasanteo de piso se refiere al refine de las excavaciones que deben efectuarse hasta alcanzar las líneas de corte, con la finalidad de que se puedan realizar los trabajos previstos en el piso de las zanjas en donde se colocarán las tuberías.

### **2.2. Materiales a utilizar**

Equipo de excavación para zanjas y estructuras menores a mano en suelo sin clasificar incluye rasanteo de piso.

### **2.3. Procedimiento constructivo**

Las zanjas para la colocación de la tubería principal dentro de parcela (tubería distribuidora), deberán poseer las siguientes características: ancho: 0.40 m; profundidad: 0.80 m; largo: Lo que determine el replanteo (ítem 1).

### **2.4. Forma de pago**

La forma de pago para cancelar al Contratista por este trabajo efectuado será por METRO CÚBICO excavado, según lo establecido en el expediente técnico, entendiéndose que dicho precio constituye la compensación total por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales e imprevistos necesarios para la ejecución del trabajo.

## **3. Suministro, instalación y Prueba de funcionamiento de tubería y accesorios de PVC**

*Referencia presupuestaria: ítem 3, 4, 7, 8, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25,*

*26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45*

### **3.1. Definición**

Se entenderá por suministro e instalación de tuberías y accesorios de polivinilcloruro (PVC) el conjunto de operaciones que deberá ejecutar el Constructor para suministrar y colocar en los lugares que señale el proyecto, que se defina en el replanteo y/o las órdenes del Ingeniero Fiscalizador de la Obra, las tuberías y accesorios que se requieran en la construcción de sistemas de Riego.

### **3.2. Especificaciones**

El suministro e instalación de tuberías y accesorios de PVC comprende las siguientes actividades: el suministro y el transporte de la tubería y accesorios hasta el lugar de su colocación o almacenamiento provisional; las maniobras y acarreo locales que deba hacer el Constructor para distribuirla a lo largo de las zanjas; la operación de bajar la tubería y accesorios a la zanja, los acoples respectivos y la Prueba de funcionamiento de las tuberías y accesorios ya instalados para su aceptación por parte de la Fiscalización.

### **3.3. Suministro de tubería y accesorios**

#### **3.3.1 Fabricación**

Las tuberías y accesorios de policloruro de vinilo (PVC) se fabrican a partir de resinas de PVC, lubricantes, estabilizantes y colorantes, debiendo estar exentas de plastificantes. El proceso de fabricación de los tubos es por extrusión. Los accesorios se obtienen por inyección de la materia prima en moldes metálicos.

- Diámetro nominal. - Es el diámetro exterior del tubo, sin considerar su tolerancia, que servirá de referencia en la identificación de los diversos accesorios y uniones de una instalación.
- Presión nominal. - Es el valor expresado en MPa, que corresponde a la presión interna máxima admisible para uso continuo del tubo transportando agua a 20°C de temperatura.
- Presión de trabajo. - Es el valor expresado en MPa, que corresponde a la presión interna a la que va a ser sometida en obra el tubo considerando las condiciones de empleo y el fluido transportado. El diámetro, presión y espesor de pared nominales de las tuberías de PVC

para presión deben cumplir con lo especificado en la tabla 1 de la Norma INEN 1373 e ISO 4422-3. La tolerancia entre el espesor de pared en un punto cualquiera y el espesor nominal debe ser positiva y su forma de cálculo debe estar de acuerdo con la Norma INEN 1370. Todos los accesorios deben cumplir las Normas INEN y/o ISO; PN 10 mínimo, no se permitirán accesorios termo formados de procedencia desconocida; deben tener marca.

### **3.4. Instalación de tuberías y accesorios**

#### **3.4.1 Generales**

El Constructor proporcionará las tuberías y accesorios de las clases que sean necesarias y que señale el proyecto, incluyendo las uniones que se requieran para su instalación. El ingeniero Fiscalizador de la obra, previa a la instalación deberá inspeccionar las tuberías, uniones y accesorios para cerciorarse de que el material está en buenas condiciones, en caso contrario deberá rechazar todas aquellas piezas que encuentre defectuosas.

El Constructor deberá tomar las precauciones necesarias para que la tubería y los accesorios no sufran daño ni durante el transporte, ni en el sitio de los trabajos, ni en el lugar de almacenamiento. Para manejar la tubería y los accesorios en la carga y en la colocación en la zanja debe emplear equipos y herramientas adecuados que no dañen la tubería ni la golpeen, ni la dejen caer. Cuando no sea posible que la tubería y los accesorios no sean colocados al momento de su entrega, a lo largo de la zanja o instalados directamente, deberán almacenarse en los sitios que autorice el ingeniero Fiscalizador de la obra, en pilas de 2 metros de alto como máximo, separando cada capa de tubería de las siguientes, mediante tablas de 19 a 25 mm. de espesor, separadas entre sí 1.20 metros como máximo.

Previamente a la instalación de la tubería y los accesorios deberán estar limpios de tierra, exceso de pintura, aceite, polvo o cualquier otro material que se encuentre en su interior o en las caras exteriores de los extremos de los tubos que se insertarán en las uniones correspondientes ya que la pega con la que se unirán las tuberías y accesorios, deberá ser colocada en superficies limpias. No



se procederá al tendido de ningún tramo de tuberías en tanto no se encuentren disponibles para ser instalados los accesorios que limiten el tramo correspondiente. Dichos accesorios, válvulas y piezas especiales se instalarán de acuerdo con lo señalado en esta especificación. En la colocación preparatoria para la unión de tuberías y accesorios se observarán las normas siguientes:

- Una vez bajadas a las zanjas deberán ser alineadas y colocadas de acuerdo con los diseños parcelarios del proyecto, procediéndose a continuación a instalar las uniones correspondientes.
- Se tenderá la tubería y accesorios de manera que se apoyen en toda su longitud en el fondo de la excavación previamente preparada de acuerdo con lo señalado en la especificación de excavación de zanjas.
- Los dispositivos mecánicos o de cualquier otra índole utilizados para mover las tuberías y accesorios, deberán estar recubiertos de caucho, yute o lona, a fin de evitar daños en la superficie de las tuberías.
- La tubería deberá ser manejada de tal manera que no se vea sometida a esfuerzos de flexión.
- Al proceder a la instalación de las tuberías y accesorios se deberá tener especial cuidado de que no se penetre en su interior agua, o cualquier otra sustancia que las ensucie en partes interiores de los tubos y uniones, ya que la pega con la que se unirán los materiales, deberá ser colocada en superficies secas y limpias.
- El ingeniero Fiscalizador de la obra comprobará por cualquier método eficiente que tanto en la planta como en perfil la tubería y los accesorios queden instalados con el alineamiento señalado en el proyecto.
- Cuando se presente interrupciones en el trabajo o al final de cada jornada de labores, deberán taparse los extremos abiertos de las tuberías y accesorios cuya instalación no esté terminada, de manera que no puedan penetrar en su interior materias extrañas, tierra, basura, etc. Una vez terminada la unión de la tubería y los accesorios, y previamente a su Prueba de funcionamiento por medio de presión hidrostática, será anclada provisionalmente mediante un relleno

apisonado de tierra en la zona central de cada tubo, dejándose al descubierto las uniones y accesorios para que puedan hacerse las observaciones necesarias en el momento de la Prueba de funcionamiento. Estos rellenos deberán hacerse de acuerdo con lo estipulado en la especificación respectiva.

### **3.4.2 Específicas para las tuberías y accesorios de PVC**

Dada la poca resistencia relativa de la tubería y sus accesorios contra impactos, esfuerzos internos y aplastamientos, es necesario tomar ciertas precauciones durante el transporte y almacenaje. Las pilas de tubería plástica deberán colocarse sobre una base horizontal durante su almacenamiento, formada preferentemente de tablas separadas 2 metros como máximo entre sí. La altura de las pilas no deberá exceder de 1.50 metros. Debe almacenarse la tubería y los accesorios de plástico en los sitios que autorice el ingeniero Fiscalizador de la obra, de preferencia bajo cubierta, o protegidos de la acción directa del sol o recalentamiento. No se deberá colocar ningún objeto pesado sobre la pila de tubos de plástico.

En caso de almacenaje de tubos de distinto diámetro se ubicará en la parte superior. La instalación de la tubería de plástico dado su poco peso y fácil manejabilidad, es un proceso relativamente sencillo. El fondo de la zanja deberá estar completamente libre de material granular duro o piedra. Cuando el fondo de la zanja está compuesto de material conglomerado o roca, se deberá colocar previa a la instalación de la tubería una capa de arena de espesor de 10 cm en todo el ancho de la zanja. El relleno alrededor de la tubería deberá estar completamente libre de piedras, debiéndose emplear tierra blanda o material granular fino.

## **3.5. Limpieza y prueba de funcionamiento**

### **3.5.1 Limpieza**

Esta se realizará mediante lavado a presión. Si no hay hidrantes instalados o válvulas de desagüe, se procederá a instalar tomas de derivación con diámetros adecuados, capaces de que la salida del agua se produzca con una velocidad mínima de 0.50 m/seg. Para evitar en lo posible dificultades en la fase del

lavado se deberán tomar en cuenta las precauciones que se indican en las especificaciones pertinentes a instalación de tuberías y accesorios.

### **3.5.2 Prueba de Funcionamiento**

Estas normas cubren la instalación de sistemas de distribución, líneas de conducción, con todos sus accesorios como: válvulas, hidrantes, y otras instalaciones. Se rellenará la zanja cuidadosamente y utilizando herramientas apropiadas, hasta que quede cubierta la mitad del tubo. Este relleno se hará en capas de 10 cm. bien apisonadas. Luego se continuará el relleno hasta una altura de 30 cm. por encima de la tubería, dejando libres las uniones y accesorios.

Todos los sitios en los cuales haya un cambio brusco de dirección como son: tees, tapones, etc., deberán ser anclados en forma provisional antes de efectuar la Prueba de funcionamiento. Los tramos a probarse serán determinados por la existencia de válvulas para cerrar los circuitos o por la facilidad de instalar tapones provisionales. Se deberá probar longitudes menores a 500 m. Se procurará llenar las tuberías a probarse en forma rápida mediante conexiones y sistemas adecuados.

En la parte más alta del circuito, o de la conducción, en los tapones, al lado de las válvulas se instalará, una válvula para drenar el aire que se halla en la tubería. Se recomienda dejar salir bastante agua para así poder eliminar posibles bolsas de aire. Es importante el que se saque todo el aire que se halle en la tubería, pues su compresibilidad hace que los resultados sean incorrectos. Una vez lleno el circuito se cerrará todas las válvulas que estén abiertas, así como la interconexión a la fuente.

La presión correspondiente será mantenida valiéndose de una bomba de Prueba de funcionamiento por un tiempo no menor de dos horas, en el caso de que en el hidrante no exista la presión necesaria para efectuar las pruebas de funcionamiento. Cada lote será probado con la presión comprendida en el rango mínimo y máximo establecido en el mapa de presiones con el que cuentan los diseños parcelarios, así como las calibraciones de las válvulas hidráulicas de cada parcela.

### **3.6. Forma de pago**

Los trabajos que ejecute el Constructor para el suministro, colocación e instalación de tubería para redes de distribución y líneas de conducción, serán medidos para fines de pago en metros lineales, con aproximación de dos decimales; al efecto, se medirá directamente en las obras las longitudes de tubería colocadas de cada diámetro y tipo, de acuerdo con lo señalado en el proyecto y/o las órdenes por escrito del ingeniero Fiscalizador.

Los trabajos de acarreo, manipuleo y de más formarán parte de la instalación de las tuberías. El Constructor suministrará todos los materiales necesarios que, de acuerdo al proyecto, que se definan en el replanteo y/o las órdenes del ingeniero Fiscalizador de la obra deban ser empleados para la instalación, protección anticorrosiva y catódica, de las redes de distribución y líneas de conducción. El suministro, colocación e instalación de tuberías y accesorios le será pagada al Constructor a los precios unitarios estipulados en el Contrato.

### **4. Suministro, Instalación y Prueba de Válvula de paso oblicua de 1"; 1 ½" y 2"**

*Referencia presupuestaria: ítem 5, 9, 13*

#### **4.1. Naturaleza de los trabajos**

Se refiere al suministro, instalación y prueba de una válvula manual de 1"; 1 ½" y 2" en tubería de llegada de 32, 50 y 63mm, respectivamente. Además, de los accesorios necesarios para la instalación y protección de los hidrantes.

#### **4.2. Materiales a utilizar**

Los materiales que se detallan a continuación, deberán armarse y contener el siguiente equipo, en la dirección del flujo en la tubería o aguas abajo:

Válvula manual plástica de 1"; 1 ½" y 2". La válvula manual será plástica nylon negro (NBR) oblicua de 1"; 1 ½" y 2" (no del tipo bola, no de bronce), con asiento de Vitón, roscada macho BSPT, presión nominal de funcionamiento de 10 atmósferas (PN10). Se utilizará adaptador hembra PVC de 32mm x 1"; 50mm x 1 ½" y 63mm x 2" PN 10. La derivación desde la tubería de llegada, se realizará por medio de un codo de PVC de 32, 50 y 63 mm, respectivamente, se verificará en la instalación la especificación solicitada. y se requerirá un

certificado de origen para garantizar la marca, calidad y procedencia de la misma, Normas ISO14236 y AS/NZ 4129.3

El gasto máximo de la válvula será de 2, 5 y 7,25 l/s, de acuerdo al diámetro. Las pérdidas de carga, que debe cumplir la válvula solicitada, a verificar, será de 0,8 m.c.a para cuando circule 20 m<sup>3</sup>/h, en la válvula.

#### **4.3. Procedimiento constructivo**

Los materiales están conformados principalmente por: cuatro codos PVC 90° de 32, 50 y 63mm PN 10, Tubería PVC 32, 50 y 63mm 0,80 MPa, adaptadores hembra PVC 32mm x 1"; 50mm x 1½" y 63mm x 2" PN 10.

#### **4.4. Forma de pago**

La forma de pago para cancelar al Contratista por este trabajo efectuado será en forma global por UNIDAD instalada, según lo establecido en el expediente técnico, entendiéndose que dicho precio constituye la compensación total por toda la mano de obra, pruebas hidráulicas y de funcionamiento, equipo, herramientas, materiales e imprevistos necesarios para la ejecución del trabajo.

### **5. Suministro, Instalación y Prueba de Válvula Reguladora en línea 32 mm, 50 mm y 63 mm, 1.4 bar**

*Referencia presupuestaria: ítem 6, 10, 14*

#### **5.1. Naturaleza de los trabajos**

Se refiere al suministro, instalación y prueba de funcionamiento de los reguladores de presión en línea de 1" (32 mm), 1½" (50 mm), 2" (63 mm), cuya presión regulada es de 1.4 BAR. Este regulador será colocado en los lugares en donde el diseño parcelario indique. La colocación de los reguladores deberá responder al replanteo realizado del diseño parcelario entregado.

#### **5.2. Materiales a utilizar**

Regulador de presión en línea 1" (32 mm), 1½" (50 mm), 2" (63 mm) de 1.4 BAR que mantenga una presión de salida predeterminada y constante con presiones de entrada variables. Controlan las diferencias de presión que pueden causar que el área de cobertura de un aplicador cambie.

#### **5.3. Características**

- Son 100% probados con agua para garantizar precisión (jamás necesitan ajuste).
- Pérdidas muy bajas por histéresis y fricción.

- Se puede instalar sobre o bajo la tierra.
- Máxima vía de flujo evita el taponamiento.
- Cuerpo a Prueba de funcionamiento de vandalismo.
- Sin partes externas en metal para excelente resistencia a corrosión.
- Se deberá presentar un certificado de garantía de mínimo dos años por regulador en línea.

Presión operativa predeterminada	Máxima presión de Entrada	Rango de caudal	Tamaños de entrada	Rango de caudal	Rango de caudal	Rango de caudal
1,4 bar	5,51 bar	454-4.542 l/h	1"	F NPT*	1"	F NPT*
1,4 bar	6,21 bar	2.271-7.268 l/h	1 ½"	F NPT*	1 ½"	F NPT*
1,4 bar	6,21 bar	4.543-20.441 l/h	2"	F NPT*	2"	F NPT*

\*F NPT (Female- National Pipe Thread): Rosca americana cónica para tubería.

Cada regulador de presión será instalado con accesorios de acople, para el caso particular cada reguladora en línea se instalará con 2 adaptadores macho de PVC 1" x 32 mm, 1 ½" x 50 mm y 2" x 63 mm dependiendo el caso.

#### 5.4. Procedimiento constructivo

El constructor deberá instalar el regulador en línea de 1" en el sitio donde determine el replanteo siguiendo la referencia del diseño parcelario. Para el caso de tubería PVC, en el extremo del tubo se colocará un "Adaptador Macho PVC 32 mm X 1" seguido del regulador en línea y finalmente la colocación de un segundo "Adaptador Macho PVC 32 mm X 1".

Para el caso del regulador en línea de 1 ½", el constructor deberá instalar el regulador en línea de 1 ½" en el sitio donde determine el replanteo siguiendo la referencia del diseño parcelario. Para el caso de tubería PVC, en el extremo del tubo se colocará un "Adaptador Macho PVC 50 mm X 1 ½" seguido del regulador en línea y finalmente la colocación de un segundo "Adaptador Macho PVC 50 mm X 1 ½".

Para finalizar, el regulador en línea de 2", el constructor deberá instalar el regulador en línea de 2" en el sitio donde determine el replanteo siguiendo la

referencia del diseño parcelario. Para el caso de tubería PVC, en el extremo del tubo se colocará un “Adaptador Macho PVC 63 mm X 2” seguido del regulador en línea y finalmente la colocación de un segundo “Adaptador Macho PVC 63 mm X 2”.

Se deberá tener la precaución de instalar el regulador en línea, siguiendo el sentido de dirección de flujo, en algunos casos, éste se encuentra diagramado en el cuerpo del regulador.

### **5.5. Forma de pago**

La forma de pago para cancelar al Contratista por este trabajo efectuado será en forma global por UNIDAD instalada, según lo establecido en el expediente técnico, entendiéndose que dicho precio constituye la compensación total por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales e imprevistos necesarios para la ejecución del trabajo y las Pruebas de funcionamiento.

## **6. Suministro, Instalación y Prueba de miniaspersor de 1/2"**

*Referencia presupuestaria: ítem 46*

### **6.1. Naturaleza de los trabajos**

Se refiere al suministro instalación y prueba de funcionamiento del mini aspersor rotor vertical de baja presión de 1/2" de ángulo medio que será colocado como accesorio final para cada parante de aspersor ubicado en las líneas laterales de riego en el método de riego de aspersión subfoliar.

### **6.2. Materiales a utilizar**

El Mini aspersor rotor vertical de baja presión de 1/2" de ángulo medio. Se deberán presentar los debidos certificados de origen de los aspersores, así como las fichas técnicas emitidas por el fabricante para que cumplan con las siguientes características técnicas:

- Baja pérdida por evaporación.
- Múltiples niveles de alcance, ángulo aproximado: 10°.
- Caudales: 216 a 284 l/h.
- Presiones operativas: 1.03 a 1.72 bar (15 a 25 psi).
- Conexión: 1/2" NPT macho.
- Diámetro de boquillas: 2.38 mm. Garantizada a mantener su

diámetro de orificio correcto por cinco años.

Boquilla #6 - Dorada (2.38 mm)			
Descripción	Presión de operación (bar)		
	1.03	1.38	1.72
Caudal (L.h <sup>-1</sup> )	216	250	284
Diámetro a 0.46 m de altura (m)	10.1	11.0	11.3
Diámetro a 0.91 m de altura (m)	12.0	12.8	12.8

La ficha técnica del mini aspersor y la boquilla se presentará físicamente con las características de las mismas, acompañado de una muestra de un aspersor para verificación de las especificaciones.

### **6.3. Procedimiento constructivo**

El mini aspersor rotor vertical de baja presión de ½” de ángulo medio se colocará roscado a continuación del adaptador hembra (ítem 45), en cada parante de aspersor ubicado en las líneas laterales de riego subfoliar.

### **6.4. Forma de pago**

La forma de pago para cancelar al Contratista por este trabajo efectuado será en forma global por UNIDAD instalada, según lo establecido en el expediente técnico, entendiéndose que dicho precio constituye la compensación total por toda la mano de obra, Pruebas hidráulicas y de funcionamiento, equipo, herramientas, materiales e imprevistos necesarios para la ejecución del trabajo.