



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA EN
CONSTRUCCIONES**

**Evaluación y propuesta de mejoramiento del sistema de
riego en las comunidades de Villastana, San José,
Morasloma, Lluchín y Hermano Miguel, pertenecientes al
cantón Nabón.**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:
INGENIERO CIVIL CON ÉNFASIS EN GERENCIA DE
CONSTRUCCIONES**

Autores:

DANIEL FALCONI LLANGARI.

DANIEL GUTIÉRREZ PAUCAR

Director:

JOSUÉ BERNARDO LARRIVA VÁSQUEZ

Cuenca – Ecuador

2019

DEDICATORIA

Quiero dedicar el presente trabajo a mi familia, principalmente a mis padres, Rafael y Greta por su amor, sacrificio y esfuerzo, quienes siempre me brindaron su apoyo incondicional, por darme el estudio; para poder obtener una carrera para mi futuro y por no dejar de creer en mi capacidad. Me siento tan orgullosos de tener a los mejor padres.

A mis hermanos David y Javier por estar siempre presentes, con consejos y palabras que me llenaron de motivación para seguir adelante.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todos mis amigos, por animarme y estar siempre a mi lado en todos los momentos de toda mi carrera universitaria y a lo largo de mi vida.

Daniel Falconi

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado principalmente a mis padres Raúl Gutiérrez y Rosa Paucar, quienes con su apoyo y amor incondicional me impulsaron a cumplir esta importante meta académica, brindándome su amor, cariño y apoyo.

A mis hermanos Byron y Esteban, quienes siempre estuvieron a mi lado acompañándome a lo largo de mi vida y carrera universitaria.

Finalmente, a todos mis amigos quienes me apoyaron a lo largo de la culminación de esta etapa académica.

Daniel Gutiérrez

AGRADECIMIENTO

A mi familia por haberme dado la oportunidad de formarme y haber sido el apoyo durante todo este tiempo. Sin embargo, se merecen el reconocimiento especial mi Padre y mi Madre que con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar mi carrera universitaria.

De igual manera a mis hermanos que con su ejemplo inspiraron y motivaron a conseguir las metas que me propuse durante este tiempo.

Agradezco a todos los docentes que a lo largo de mi carrera ayudaron a mi formación como profesional y como persona.

Daniel Falconi

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres Raúl y Rosa, quienes me brindaron su apoyo incondicional, y supieron guiarme a lo largo de mi formación académica y personal, ya que sin su apoyo hubiera sido imposible cumplir este sueño.

De igual manera a mis hermanos Byron y Esteban, quienes siempre estuvieron a mi lado apoyándome, para cumplir con mis metas trazadas.

Al ingeniero Josué Larriva, por guiarnos a lo largo de la elaboración de este proyecto, a los ingenieros Belén Arévalo y Javier Fernández de Córdova, por formar parte en este proyecto de grado.

Quiero agradecer a la Universidad del Azuay y a su plantilla de docentes quienes, con su sabiduría y conocimientos, supieron guiarme tanto personal como académicamente.

Daniel Gutiérrez

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
AGRADECIMIENTO	v
INDICE DE TABLAS	x
INDICE DE FIGURAS	xiii
INDICE DE ANEXOS	xvi
RESUMEN	xvii
ABSTRACT.....	xviii
INTRODUCCIÓN	1
Problemática.....	3
Pregunta de investigación	3
Objetivo general	3
Objetivos específicos	3
Alcances	4
ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO	4
Estado del arte	4
Marco teórico	5
Método de riego superficial o por gravedad	5
Riego por inundación (distribución mediante canales abiertos).....	5
Balance hídrico	6
Topografía	6
Curvas de Nivel	6
Perfil.....	6
SENAGUA (Secretaría Nacional del Agua)	6
FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura)	7

CAPÍTULO 1	8
LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DEL SECTOR EN ESTUDIO	8
1.1. Descripción general de la zona	8
1.2. Ubicación geográfica y vías de acceso	11
1.3. Metodología para recolección de información: población beneficiada, ficha sistema de riego, ficha catastral	12
1.3.1. Metodología para la realización de las encuestas.....	12
1.4. Población beneficiada	13
1.4.1. Análisis de resultados: censo poblacional	13
1.5. Ficha catastral para sistemas de riego.....	17
1.5.1. Análisis de resultados: ficha de riego	18
1.5.1.1. Datos generales de los predios	18
1.5.1.2. Riego.....	23
1.5.1.2.1. Análisis de resultados: período de riego	23
1.5.1.2.2. Análisis de resultados: presencia de reservorio privado y eficiencia de caudal.	28
1.5.2. Ficha catastral	32
1.5.2.1. Análisis de resultados: área total, área cultivada y número de predios registrados.	32
1.5.2.2. Análisis de resultados: cultivos predominantes	34
1.6. Actividad económica.....	39
1.6.1. Análisis de resultados: área cultivada.....	40
1.6.2. Resumen resultados obtenidos mediante el cuestionario en los cinco sectores de estudio	43
1.6.3. Cultivos en el último año	44
1.6.4. Valor económico del cultivo.....	44
1.6.4.1. Análisis de resultados: valor económico del cultivo.....	45
1.7. Aspectos culturales y económicos	48
1.7.1. Aspectos culturales	48
1.8. Topografía	50
1.8.1. Levantamiento topográfico.....	50
1.8.2. Equipos y herramientas.....	51
1.8.3. Equipos y herramientas complementarias	51
1.8.4. Metodología del procedimiento	51

1.8.5.	Punto inicial para el levantamiento topográfico-Inicio captación canal principal.....	53
1.8.6.	Reservorios principales: Lluchín, Villastana, San José, Morasloma ..	53
1.8.7.	Canales que conforman el sistema de riego	55
1.8.8.	Fallas topográficas	56
1.9.	Franjas topográficas	62
1.10.	Emplazamiento y nivelación	62
1.11.	Levantamiento catastral.....	62
CAPÍTULO 2		64
TOMA DE CAUDALES Y ADJUDICACIONES DE AGUA EN LAS ZONAS DE ESTUDIO		64
2.1.	Determinación de caudales	64
2.1.1.	Toma de velocidades y determinación de caudales: tramo captación – divisor de caudales	66
2.1.2.	Toma de velocidades y determinación de caudales: tramo Villastana – San José – Morasloma	71
2.1.3.	Toma de velocidades y determinación de caudales: tramo Hermano Miguel – La Cruz – Membrillo	74
2.2.	Adjudicaciones de agua	77
2.2.1.	Caudal adjudicado por la SENAGUA.....	77
2.2.2.	Medición de caudales aportados por las fuentes al tramo principal del sistema de riego	80
CAPÍTULO 3		82
EVALUACIÓN DEL SISTEMA EXISTENTE		82
3.1.	Fugas y filtraciones “conducción principal”	82
3.2.	Análisis del caudal disponible con aforos en el sistema de riego	85
3.2.1.	Caudal disponible canales sistema de riego	85
3.3.	Variación de caudales	86
3.3.1.	Variación de caudales: tramo captación – divisor de caudales	86
3.3.2.	Variación de caudales: tramo Villastana – San José – Morasloma.....	89
3.3.3.	Variación de caudales: tramo Hermano Miguel – La Cruz – Membrillo... ..	90

3.4.	Comportamiento del caudal	91
3.5.	Análisis del caudal disponible y caudal requerido “balance hídrico”	94
3.5.1.	Estimación del balance hídrico para el sistema de riego “Patadel”	94
3.5.1.1.	Área de estudio sistema de riego	94
3.5.1.2.	Datos precipitación y temperatura	96
3.5.1.3.	Metodología estimación de caudales	99
a.	Estimación de caudal disponible en el área de captación	99
b.	Caudal requerido	102
3.5.1.4.	Resultados obtenidos	103
a.	Balance hídrico.....	103
CAPÍTULO 4	.....	111
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	.....	111
Conclusiones	.....	111
Ficha de riego.....	.....	111
Topografía.....	.....	111
Caudal disponible .....	.....	111
Caudal requerido.....	.....	112
Factores que afectan el funcionamiento del sistema de riego “Patadel: .....	.....	113
Recomendaciones.....	.....	113
Repartición del caudal .....	.....	113
Mejoramiento del sistema.....	.....	113
Datos disponibles para la elaboración del balance hídrico .....	.....	114
BIBLIOGRAFÍA.....	.....	115
ANEXOS.....	.....	118

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Población Villastana	13
Tabla 1.2 Población San José.....	14
Tabla 1.3 Población Morasloma	14
Tabla 1.4 Población Lluchín	15
Tabla 1.5 Población Hermano Miguel	16
Tabla 1.6 Población final	16
Tabla 1.7 Predios y uso de suelo - Villastana	18
Tabla 1.8 Predios y uso de suelo - San José.....	19
Tabla 1.9 Predios y uso de suelo - Morasloma	20
Tabla 1.10 Predios y uso de suelo - Lluchín	21
Tabla 1.11 Predios y uso de suelo - Hermano Miguel	22
Tabla 1.12 Turnos - Uso del caudal	24
Tabla 1.13 Período de riego - Villastana.....	24
Tabla 1.14 Período de riego - San José.....	25
Tabla 1.15 Período de riego - Morasloma.....	26
Tabla 1.16 Período de riego - Lluchín	26
Tabla 1.17 Período de riego - Hermano Miguel	27
Tabla 1.18 Reservorio y eficiencia del caudal - Villastana.....	28
Tabla 1.19 Reservorio y eficiencia del caudal - San José.....	29
Tabla 1.20 Reservorio y eficiencia del caudal - Morasloma.....	30
Tabla 1.21 Reservorio y eficiencia del caudal - Lluchín	30
Tabla 1.22 Reservorio y eficiencia del caudal - Hermano Miguel	31
Tabla 1.23 Áreas total, de cultivo y número de predios - Villastana	32
Tabla 1.24 Área total, de cultivo y número de predios - San José.....	33
Tabla 1.25 Área total, de cultivo y número de predios - Morasloma.....	33
Tabla 1.26 Área total, de cultivo y número de predios -Lluchín	33
Tabla 1.27 Áreas total, de cultivo y número de predios - Hermano Miguel.....	34
Tabla 1.28 Porcentaje y tipo de cultivo - Villastana	34
Tabla 1.29 Porcentaje y tipo de cultivo - San José	35
Tabla 1.30 Porcentaje y tipo de cultivo - Morasloma	36
Tabla 1.31 Porcentaje y tipo de cultivo - Lluchín.....	37
Tabla 1.32 Porcentaje y tipo de cultivo - Hermano Miguel.....	38
Tabla 1.33 Área cultivada – Villastana	40
Tabla 1.34 Área cultivada – San José	40
Tabla 1.35 Área cultivada – Morasloma	41
Tabla 1.36 Área cultivada – Lluchín.....	42
Tabla 1.37 Área cultivada – Hermano Miguel.....	42
Tabla 1.38 Cuadro de resumen: número de habitantes, número de predios, área cultivada.	43
Tabla 1.39 Cultivos predominantes - calendario de siembra y cosecha	44
Tabla 1.40 Valor económico del cultivo - Villastana	45

Tabla 1.41 Valor económico del cultivo – San José	45
Tabla 1.42 Valor económico del cultivo – Morasloma.....	46
Tabla 1.43 Valor económico del cultivo – Lluchín.....	47
Tabla 1.44 Valor económico del cultivo – Hermano Miguel.....	47
Tabla 1.45 Problema Topográfico 1.....	57
Tabla 1.46 Problema Topográfico 2.....	57
Tabla 1.47 Problema Topográfico 3.....	58
Tabla 1.48 Problema Topográfico 4.....	58
Tabla 1.49 Problema Topográfico 5.....	59
Tabla 1.50 Problema Topográfico 6.....	59
Tabla 1.51 Problema Topográfico 7.....	60
Tabla 1.52 Problema Topográfico 8.....	60
Tabla 1.53 Problema Topográfico 9.....	61
Tabla 1.54 Problema Topográfico 10.....	61
Tabla 2.1 Velocidades y caudal tramo captación – divisor de caudales: Punto 1.....	66
Tabla 2.2 Velocidades y caudal tramo captación – divisor de caudales: Punto 2.....	67
Tabla 2.3 Velocidades y caudal tramo captación – divisor de caudales: Punto 3.....	68
Tabla 2.4 Velocidades y caudal tramo captación – divisor de caudales: Punto 4.....	68
Tabla 2.5 Velocidades y caudal tramo captación – divisor de caudales: Punto 5.....	69
Tabla 2.6 Velocidades y caudal tramo captación – divisor de caudales: Punto 6.....	70
Tabla 2.7 Velocidades y caudal tramo captación – divisor de caudales: Punto 7.....	70
Tabla 2.8 Velocidades y caudal tramo Villastana – San José - Morasloma: Punto 1	71
Tabla 2.9 Velocidades y caudal tramo Villastana – San José - Morasloma: Punto 2	72
Tabla 2.10 Velocidades y caudal tramo Villastana – San José - Morasloma: Punto 3	73
Tabla 2.11 Velocidades y caudal tramo Villastana – San José - Morasloma: Punto 4	73
Tabla 2.12 Velocidades y caudal tramo Hermano Miguel – La Cruz – Membrillo:	
Punto 1	74
Tabla 2.13 Velocidades y caudal tramo Hermano Miguel – La Cruz – Membrillo:	
Punto 2	75
Tabla 2.14 Velocidades y caudal tramo Hermano Miguel – La Cruz – Membrillo:	
Punto 3	76
Tabla 2.15 Velocidades y caudal tramo Hermano Miguel – La Cruz – Membrillo:	
Punto 4	76
Tabla 2.16 Ubicación de las fuentes y coordenadas tomadas en el campo.....	79
Tabla 2.17 Actualización datos fuentes adjudicadas.....	80
Tabla 3.1 Caudal canal principal.....	85
Tabla 3.2 Caudal canal: Villastana-San José-Morasloma.....	86
Tabla 3.3 Caudal canal: Hermano Miguel-La Cruz-Membrillo.....	86
Tabla 3.4 Variación de caudal tramo captación – divisor de caudales: Puntos 1- 2..	86
Tabla 3.5 Variación de caudal tramo captación – divisor de caudales: Puntos 2- 3..	87
Tabla 3.6 Variación de caudal tramo captación – divisor de caudales: Puntos 3- 4..	87
Tabla 3.7 Variación de caudal tramo captación – divisor de caudales: Puntos 4- 5..	88

Tabla 3.8 Variación de caudal tramo captación – divisor de caudales: Puntos 5- 6..	88
Tabla 3.9 Variación de caudal tramo captación – divisor de caudales: Puntos 6- 7..	88
Tabla 3.10 Variación de caudal Villastana – San José - Morasloma: Puntos 1- 2.....	89
Tabla 3.11 Variación de caudal Villastana – San José – Morasloma: Puntos 2- 3....	89
Tabla 3.12 Variación de caudal Villastana – San José – Morasloma: Puntos 3- 4....	90
Tabla 3.13 Variación de caudal Hermano Miguel – La Cruz – Membrillo: Puntos 1- 2	90
Tabla 3.14 Variación de caudal Hermano Miguel – La Cruz – Membrillo: Puntos 2- 3	91
Tabla 3.15 Variación de caudal Hermano Miguel – La Cruz – Membrillo: Puntos 3- 4	91
Tabla 3.16 Estaciones meteorológicas utilizadas en el cálculo del balance hídrico (datos mensuales).....	97
Tabla 3.17 Tasa de lapso de temperatura (Tlr) máxima, mínima y media (Córdova et al. 2016).....	98
Tabla 3.18 Coeficientes de cultivo utilizados para calcular la ET en los predios del sistema de riego.....	102
Tabla 3.19 Caudal promedio diario generado en el área de captación.....	105
Tabla 3.20 Volumen de agua (m ³) disponible por precipitación por predios y requerido por las coberturas en el área del sistema de riego.....	107
Tabla 3.21 Cobertura de la demanda de agua de los cultivos en el área de predios (los valores hacen referencia a los valores de la tabla 91 en cuanto al déficit/exceso total en porcentaje).	107
Tabla 3.22 Volumen de agua disponible para riego y cobertura del sistema.....	108
Tabla 3.23 Caudales disponibles y requeridos por área de cultivo	109
Tabla 3.24 Caudal (lt/s) disponible y requerido por el sistema de riego.....	109
Tabla 3.25 Caudal requerido según el área regable de cada comunidad en (l/s)	110

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Mapa ubicación del cantón Nabón	9
Figura 1.2. Mapa parroquias del cantón Nabón	10
Figura 1.3. Población Villastana	14
Figura 1.4. Población San José	14
Figura 1.5. Población Morasloma	15
Figura 1.6. Población Lluchín	15
Figura 1.7. Población Hermano Miguel	16
Figura 1.8. Población total	17
Figura 1.9. Población total (%)	17
Figura 1.10. Uso de suelo - Villastana	19
Figura 1.11. Uso de suelo – San José.....	20
Figura 1.12. Uso de suelo – Morasloma	21
Figura 1.13. Uso de suelo – Lluchín	22
Figura 1.14. Uso de suelo – Hermano Miguel	23
Figura 1.15. Período de riego – Villastana.....	25
Figura 1.16. Período de riego – San José.....	25
Figura 1.17. Período de riego – Morasloma.....	26
Figura 1.18. Período de riego – Lluchín	27
Figura 1.19. Período de riego – Hermano Miguel	27
Figura 1.20. Reservorio y eficiencia del caudal – Villastana.....	28
Figura 1.21. Reservorio y eficiencia del caudal – San José.....	29
Figura 1.22. Reservorio y eficiencia del caudal – Morasloma.....	30
Figura 1.23. Reservorio y eficiencia del caudal – Lluchín	31
Figura 1.24. Reservorio y eficiencia del caudal	31
Figura 1.25. Porcentaje y tipo de Cultivo – Villastana	35
Figura 1.26. Porcentaje y tipo de cultivo – San José	36
Figura 1.27. Porcentaje y tipo de cultivo – Morasloma	37
Figura 1.28. Porcentaje y tipo de cultivo – Lluchín.....	38
Figura 1.29. Porcentaje y tipo de cultivo – Hermano Miguel.....	39
Figura 1.30. Área cultivada – Villastana.....	40
Figura 1.31. Área cultivada – San José.....	41
Figura 1.32. Área cultivada – Morasloma.....	41
Figura 1.33. Área cultivada – Lluchín	42
Figura 1.34. Área cultivada – Hermano Miguel	43
Figura 1.35. Valor económico del cultivo – Villastana	45
Figura 1.36. Valor económico del cultivo – San José.....	46
Figura 1.37. Valor económico del cultivo – Morasloma	46
Figura 1.38. Valor económico del cultivo – Lluchín	47
Figura 1.39. Valor económico del cultivo – Hermano Miguel	48
Figura 1.40. Indicadores económicos cantón Nabón	49
Figura 1.41. Población ocupada por rama de actividad	50

Figura 1.42. Imagen estación total TRIMBLE M3	52
Figura 1.43. Imagen GPS eTrex.....	52
Figura 1.44. Captación canal principal	53
Figura 1.45. Foto reservorio Lluchín	53
Figura 1.46. Foto reservorio Villastana	54
Figura 1.47. Foto reservorio San José.....	54
Figura 1.48. Foto reservorio Morasloma	54
Figura 1.49. Foto reservorio Hermano Miguel	55
Figura 1.50. Foto canal de hormigón con compuerta.....	55
Figura 1.51. Foto canal revestido con hormigón	56
Figura 1.52. Foto canal sistema de riego.....	56
Figura 1.53. Foto reservorio de agua potable.....	63
Figura 1.54. Foto vías de acceso entre comunidades	63
Figura 2.1. Imagen medidor de flujo electromagnético modelo 801	64
Figura 2.2. Toma de velocidades en campo	65
Figura 2.3. Toma de velocidades en campo	65
Figura 2.4. Imagen quebrada Azhanga #1 y vertientes Azhanga #2-#4	77
Figura 2.5. Imagen Q. Garo #1 y V. Garo #2.....	77
Figura 2.6. Imagen V. Quillocachi #1 y #2.....	78
Figura 2.7. V. Churuguayco.....	78
Figura 2.8. V. Piñan	78
Figura 2.9. V. Artezana	79
Figura 3.1. Foto conexión ilícita	83
Figura 3.2. Foto filtración canal principal.....	83
Figura 3.3. Foto Filtración canal principal.....	83
Figura 3.4. Foto filtración canal principal.....	84
Figura 3.5. Foto conexión ilícita	84
Figura 3.6. Foto conexión ilícita	84
Figura 3.7. Foto fuga de caudal.....	85
Figura 3.8. Comportamiento caudal - canal principal.....	92
Figura 3.9. Comportamiento caudal canal Villastana - San José – Morasloma.....	92
Figura 3.10. Comportamiento caudal canal Hermano Miguel - La Cruz – Membrillo	93
Figura 3.11. Foto canal sin caudal	93
Figura 3.12. Foto canal sin caudal	94
Figura 3.13. Ubicación del área de estudio y del área de aporte del recurso hídrico y localización de las estaciones climatológicas utilizadas en la estimación del balance hídrico	96
Figura 3.14. Precipitación promedio mensual (2002-2011) estimada (interpolación IDW) en el área de aporte y medida en el área de predios (estación M0420).	96
Figura 3.15. Temperatura promedio mensual (2008-2011) extrapolada para el área de aporte y predios.	98
Figura 3.16. Evapotranspiración promedio mensual (2008-2011) en el área de aporte y predios.	103

Figura 3.17. Balance hídrico (P-ET) en el área de aporte de agua del sistema de riego.....	104
Figura 3.18. Balance hídrico (P-ET) en el área de captación y en los predios para los diferentes tipos de cobertura.	106

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Lista usuarios comunidades: Villastana, San José, Morasloma, Lluchín, Hermano Miguel	118
Anexo 2. Modelo Ficha recolección de datos: Censo, sistema de riego, ficha catastral.	122
Anexo 3. Valores de precipitación acumulada mensual 2002-2011 en la estación M0420.	124
Anexo 4. Valores de temperatura máxima, mínima y media mensual de las estaciones utilizadas en el estudio.	125
Anexo 5. Fichas catastrales comunidades: Villastana, San José, Morasloma, Lluchín, Hermano Miguel.	
Anexo 6. Tabulación encuestas comunidades: Villastana, San José, Morasloma, Lluchín, Hermano Miguel.	
Anexo 7. Plano catastral sectores: Villastana, San José, Morasloma, Lluchín, Hermano Miguel.	
Anexo 8. Tabulación de encuestas	
Anexo 9. Planos Canales Planta	
Anexo 10. Abscisado y perfiles de la canal	

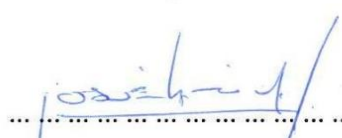
RESUMEN

Evaluación y propuesta de mejoramiento del sistema de riego en las Comunidades de Villastana, San José, Morasloma, Lluchín y Hermano Miguel, pertenecientes al Cantón Nabón.

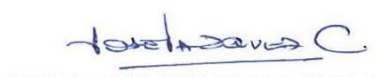
RESUMEN

En este proyecto se realizó la evaluación del funcionamiento del sistema de riego “Patadel” para los subsistemas que abastecen a las comunidades Villastana, San José, Morasloma, Lluchín y Hermano Miguel; para lo cual se realizó un levantamiento topográfico del canal principal y de los lotes pertenecientes a las comunidades del sistema. Se determinó el caudal existente mediante aforos en diferentes puntos del canal, y se determinó los caudales necesarios a partir de encuestas sobre la valoración de usos de suelo y cultivos, y posteriormente se elaboraron los planos catastrales y perfiles del área de estudio. Finalmente se determinaron áreas de riego, caudales requerido y disponibles mediante un balance hídrico, a partir del cual se recomienda una propuesta de mejoramiento.

Palabras clave: balance hídrico, caudales, evaluación, levantamiento topográfico, riego.


.....
Josué Bernardo Larriva Vásquez

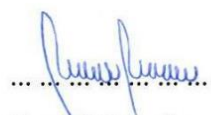
Director del Trabajo de Titulación


.....
José Fernando Vázquez Calero

Coordinador de Escuela


.....
Daniel Fernando Gutiérrez Paucar

Autor


.....
Daniel Francisco Falconi Llangari

Autor

ABSTRACT**Evaluation and proposal to improve the irrigation system in the communities of Villastana, San José, Morasloma, Lluchín and Hermano Miguel in Nabón .****ABSTRACT**

In this project, the operation evaluation of the "Patadel" irrigation system was carried out for the subsystems that supply the communities of Villastana, San José, Morasloma, Lluchín and Hermano Miguel. A topographic survey of the main channel and the lots belonging to the communities of the system was carried out. The existing flow was determined by gauging in different points of the channel and the necessary flows were determined from surveys on the valuation of crops and land use. Subsequently, cadastral plans and profiles of the study area were prepared. Finally, irrigation areas, required flows and available flows were determined through a water balance, from which a proposal for improvement was recommended.

Keywords: water balance, flows, evaluation, topographic survey, irrigation.



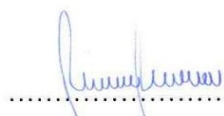
Josué Bernardo Larriva Vásquez

Thesis Director

José Fernando Vázquez Calero

Faculty Coordinator

Daniel Fernando Gutiérrez Paucar

Author
Escuela Superior Politécnica
de Chimborazo
AZUAY
Dpto. Idiomas

Daniel Francisco Falconi Llangari

Author
Translated by
Ing. Paúl Arpi

Trabajo de titulación

Falconi Llangari Daniel Francisco, Gutiérrez Paucar Daniel Fernando.

Ing. Josué Bernardo Larriva Vásquez MSc.

Enero, 2019

Evaluación y propuesta de mejoramiento del sistema de riego en las comunidades de Villastana, San José, Morasloma, Lluchín y Hermano Miguel pertenecientes al cantón Nabón.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto está encaminado a evaluar el sistema de riego denominado “Patadel”, para identificar sus problemas de funcionamiento y proponer una solución efectiva que permita servir de una mejor manera a las necesidades de las comunidades beneficiadas; con el desempeño actual del sistema no se alcanza una cobertura total para las necesidades de riego requeridas por los usuarios.

Este sistema beneficia a 10 sectores actualmente y cuenta con la autorización de varias fuentes por parte de la SENAGUA para la obtención del caudal que transporta; el sistema cuenta con una adjudicación de caudal igual a 60 l/s destinados para riego.

Como características importantes del sistema de riego se puede resaltar su funcionamiento por inundación o gravedad, la longitud de la conducción que sirve a los sectores que se benefician del sistema es de aproximadamente 48km, de los cuales 12 km se miden desde la captación hasta la división de caudales, la red esta construida por canales de tierra y tramos de hormigón.

El número de beneficiarios del sistema es de alrededor de 300 familias, que suman una población aproximada de 1000 habitantes, distribuidos en los 10 sectores pertenecientes al sistema.

Este proyecto es de gran importancia debido a que la principal fuente de ingresos para la población de estos sectores proviene de las actividades agrícolas y ganaderas, además su nivel de ingresos es muy limitado y al no contar con un sistema eficiente el nivel de productividad se ve seriamente afectado.

En este documento se realiza el estudio para cinco de las diez comunidades beneficiadas; siendo las cinco comunidades restantes evaluadas por otro grupo de trabajo.

Las comunidades de Villastana, San José, Morasloma, Lluchin y Hermano Miguel, cuentan con poca área de terreno cultivable bajo riego, debido al mal funcionamiento del sistema actual.

En este proyecto se abarcara una primera fase que comprende la evaluación del sistema, una propuesta de mejoramiento, recomendaciones, conclusiones y resultados en base al levantamiento de información en el área de estudio.

A continuación un segundo grupo llevará a cargo el desarrollo de la segunda etapa que consistirá en el abordaje definitivo de la solución al problema de funcionamiento del sistema.

Para el desarrollo de este estudio se llevará a cabo la socialización con los representantes de cada una de las comunidades mediante reuniones con miembros de la Prefectura del Azuay. Se recepcarán los puntos de vista de los usuarios del sistema, posteriormente se procederá a realizar la recolección de información, misma que abarcará el levantamiento topográfico para determinar las áreas de riego y las longitudes reales de las canales de conducción; se elaborará una ficha de censo para determinar la población actual; se medirán los caudales con la implementación de un medidor electromagnético y se determinará el caudal existente para abastecer al sistema mediante un balance hídrico de la cuenca de aporte. Una vez recolectada toda la información necesaria se evaluará el funcionamiento del sistema y se propondrá una alternativa para su mejoramiento.

Finalmente se presentarán los resultados, conclusiones y recomendaciones generales que derivaron de todo el proceso de realización del trabajo, las cuales tienen como fin dar solución a los problemas encontrados. Este estudio servirá como base y complemento para la siguiente etapa del proyecto de mejoramiento del sistema de riego.

Problemática

La problemática se fundamenta en que el sistema de riego actual no presenta el funcionamiento requerido para las necesidades de los usuarios, el agua de las fuentes que lo abastecen es desperdiciada en cantidades importantes.

El método de riego para estas comunidades es realizado por inundación; debido a que este sistema fue construido hace más de 30 años y la falta de mantenimiento ha propiciado su deterioro, provocando de esta manera la presencia de fallas importantes y un desempeño ineficiente.

El sector de estudio es realizado en una zona rural, con una población que en su mayoría es de muy bajos recursos, con una alta tasa de desempleo, que ocasiona migración en busca de mejores oportunidades.

La poca área de terreno cultivable bajo riego se ve afectada por la ineficiencia en el funcionamiento del sistema utilizado, causando de esta manera que no se aproveche el área de riego disponible en su totalidad; por estas razones el estudio realizado tiene como fin optimizar el funcionamiento del sistema para que de esta manera las áreas productivas sean aprovechadas.

Pregunta de investigación

¿Cuáles son los factores que influyen para el funcionamiento del sistema de riego en los sectores de Villastana, San José, Morasloma, Lluchín y Hermano Miguel pertenecientes al cantón Nabón?

Objetivo general

Evaluar el funcionamiento del sistema de las comunidades Villastana, San José, Morasloma, Lluchín y Hermano Miguel.

Objetivos específicos

- Levantar información de campo, área de riego y longitud real de los canales de conducción con la utilización de equipo topográfico y aforos en puntos estratégicos de la conducción.
- Determinar caudales y necesidades de riego en las zonas de estudio.

- Evaluar los tramos con problemas hidráulicos y aquellos que presenten dificultades desde el punto de vista físico.
- Elaborar un diagnóstico del sistema de riego en base a los resultados obtenidos en campo.

Alcances

Mediante la topografía realizada se espera obtener características precisas del lugar donde se emplazará la propuesta para el mejoramiento del sistema de riego; con los resultados obtenidos del balance hídrico y la medición de caudales que circulan por las canales principales se obtendrá el caudal real con el cual cuenta el sistema para posteriormente proponer una alternativa para su mejoramiento.

Se presentarán planos de los levantamientos topográficos; mismos que serán geo referenciados, contarán con curvas de nivel y perfiles del terreno.

Finalmente se presentará un informe que incluirá los resultados obtenidos con la evaluación y con las respectivas recomendaciones para mejorar el funcionamiento del sistema

ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO

Estado del arte

Se han analizado fuentes de autores a nivel nacional e internacional en cuanto a la evaluación y mejoramiento de sistemas de riego por inundación o gravedad para cultivos.

Este trabajo tiene como referencia una investigación realizada en Argentina en la cual se realiza el mejoramiento del sistema de riego en el sector Entre Ríos, perteneciente a la provincia de Catamarca, en la ciudad de Santa María; donde utilizan el método de riego por gravedad, con el fin de aumentar la cantidad y calidad de la producción zonal y de esta manera incrementar el ingreso de los productores (Duarte, 2013).

Otro referente para el desarrollo del presente trabajo es la tesis de Ramos y Báez (2013); en la cual se realizó el diseño y construcción de un sistema de riego por aspersión en una parcela demostrativa en el cantón Cevallos, perteneciente a la

provincia de Chimborazo. Con dicha tesis se obtuvieron resultados muy positivos como ahorro de agua, reducción de pérdidas por filtración, evaporación, desbordamiento en la conducción y distribución del agua. Por esta razón dicha tesis es un referente muy importante para este proyecto, debido a que las zonas de estudio tienen características similares en cuanto a topografía y problemas de funcionamiento.

Los trabajos antes citados son referentes importantes para llevar a cabo este trabajo, debido a que brindan una guía para encontrar una solución al problema de funcionamiento en el sistema de riego.

Marco teórico

La Ingeniería Civil tiene un fuerte componente organizativo que logra su aplicación en la administración del ambiente urbano principalmente, y frecuentemente rural; no solo en lo referente a la construcción, sino también, al mantenimiento, control y operación de lo construido, así como en la planificación en la vida humana en el ambiente diseñado desde la ingeniería civil (Giordani & Leone, 2015).

Método de riego superficial o por gravedad

Es el método de riego más antiguo conocido, y el que más se ha extendido por el mundo. La tendencia mundial es incrementar su uso debido a las ventajas que presenta principalmente para países con menor desarrollo y recursos disponibles. Es un método que abarca técnicas en las cuales el agua cubre la superficie del terreno y se infiltra en dirección vertical (inundación, bandas, etc.) y técnicas en las cuales el agua se va infiltrando principalmente en dirección lateral, según escurre por una parte de la superficie del suelo (surcos abiertos y cerrados) (Fontova & Garcia, 2001).

Riego por inundación (distribución mediante canales abiertos)

Es la técnica más económica dentro del riego superficial. Consiste en añadir una cantidad de agua determinada en un área de terreno. El terreno debe tener la pendiente en la dirección en la cual se dirige el agua, ésta es transportada mediante canales abiertos que son generalmente construidos por el hombre, estos pueden o no ser revestidos o impermeabilizados para evitar pérdidas por filtraciones.

El agua es transportada únicamente por gravedad, por lo tanto, depende principalmente de la topografía del terreno, es decir de la pendiente de los canales.

Balance hídrico

El estudio del balance hídrico en hidrología se basa en el principio de conservación de masas. Este establece que, para cualquier volumen arbitrario y durante cualquier período de tiempo, la diferencia entre las entradas y salidas estará condicionada por la variación del volumen de agua almacenada. En general la técnica de balance hídrico implica mediciones de ambos aspectos, almacenamientos y flujos del agua (España/UNESCO, 1971).

Topografía

Considerando lo descrito en Gámez (2015) la topografía tiene como finalidad la medición de extensiones de tierra tomando los datos para representarlos gráficamente en un plano a escala, indicando sus formas y accidentes, además de la determinación de distancias horizontales y verticales entre los puntos.

Curvas de Nivel

Según Gámez (2015) es una línea dibujada en un mapa o plano, la cual une todos los puntos que tienen la misma altura o elevación con respecto a una plano de referencia, mismo que puede ser arbitrario o el nivel medio del mar.

Perfil

Es una línea determinada por la intersección del terreno con un vertical. Para el trazado de un camino, tubería, canal, etc., se requieren las elevaciones en cada estación completa, en los vértices, en los puntos que cambia la inclinación del terreno (pendiente) y en puntos críticos como caminos alcantarillas, etc (Gámez, 2015).

SENAGUA (Secretaría Nacional del Agua)

Funge como autoridad única del agua y rectora de la gestión de los Recursos Hídricos en el Ecuador.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura)

Fue fundada en 1945, es un organismo cuyo principal objetivo es apoyar de manera eficiente el mandato de lograr un mundo en el que impere la seguridad alimentaria elevando los niveles de nutrición, mejorando la productividad agrícola, las condiciones de la población rural, y contribuyendo a la expansión de la economía mundial.

Este organismo se centra principalmente en productos y maquinaria, agrícola, forestal y pesquera, así como en los servicios relacionados con los estudios técnicos, la construcción y las actividades de difusión de información (FAO O. d., 2018).

CAPÍTULO 1

LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DEL SECTOR EN ESTUDIO

1.1. Descripción general de la zona

El sistema de riego para las comunidades de Villastana, San José, Morasloma, Lluchín, Hermano Miguel, La Cruz, Membrillo, Patadel, Salocota y Trancapata está ubicado en el cantón Nabón, que se encuentra a 69 Km de la ciudad de Cuenca, está a una altitud de 3000 m.s.n.m.; el área del cantón es de 668.2 Km²; el clima que predomina en la zona es frío y su temperatura oscila entre los 8 y 20 °C. Se encuentra conectado por la vía Panamericana que va desde Cuenca a Loja, limita:

- Al norte con Sigsig y Girón.
- Al sur con Oña y la provincia de Loja.
- Al este con las provincias de Morona Santiago y Zamora Chinchipe.
- Al oeste con Santa Isabel.
- Al suroeste con la provincia de Loja.

(GAD Municipal Nabón, 2015)

En la Figura 1.1 se muestran los límites del cantón Nabón.

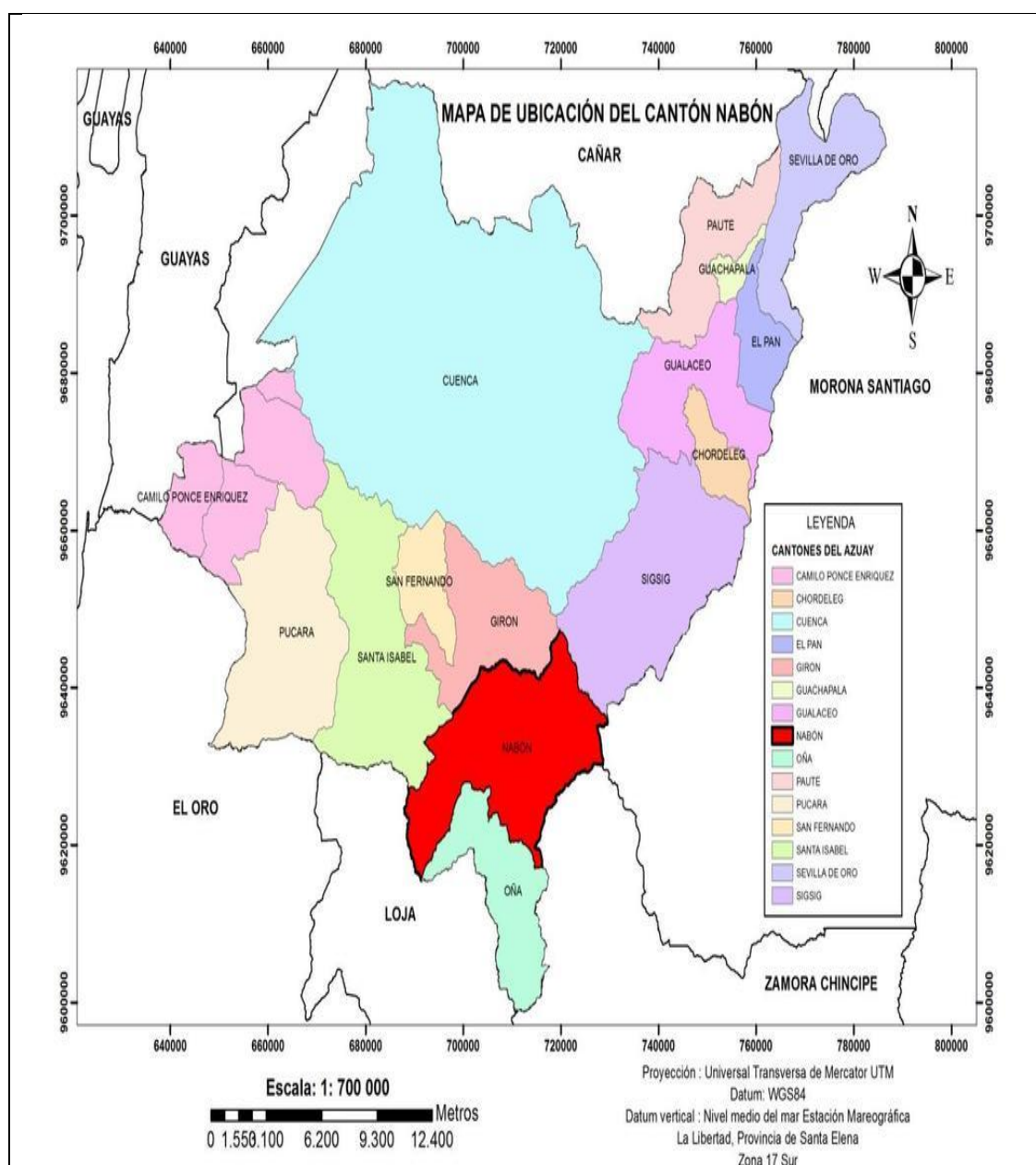


Figura 1.1. Mapa ubicación del cantón Nabón

Fuente: (SanMartín & Sánchez, 2014)

El cantón Nabón está formado por la parroquia Nabón (cabecera cantonal) que a su vez abarca territorio indígena formado por las comunas jurídicas: Shiña, Chunazana, Morasloma y Puca; por tres parroquias rurales: Cochapata, Las Nieves y El Progreso (GAD Municipal Nabón, 2015).

En la Figura 1.2 se muestran las parroquias que conforman el cantón Nabón.

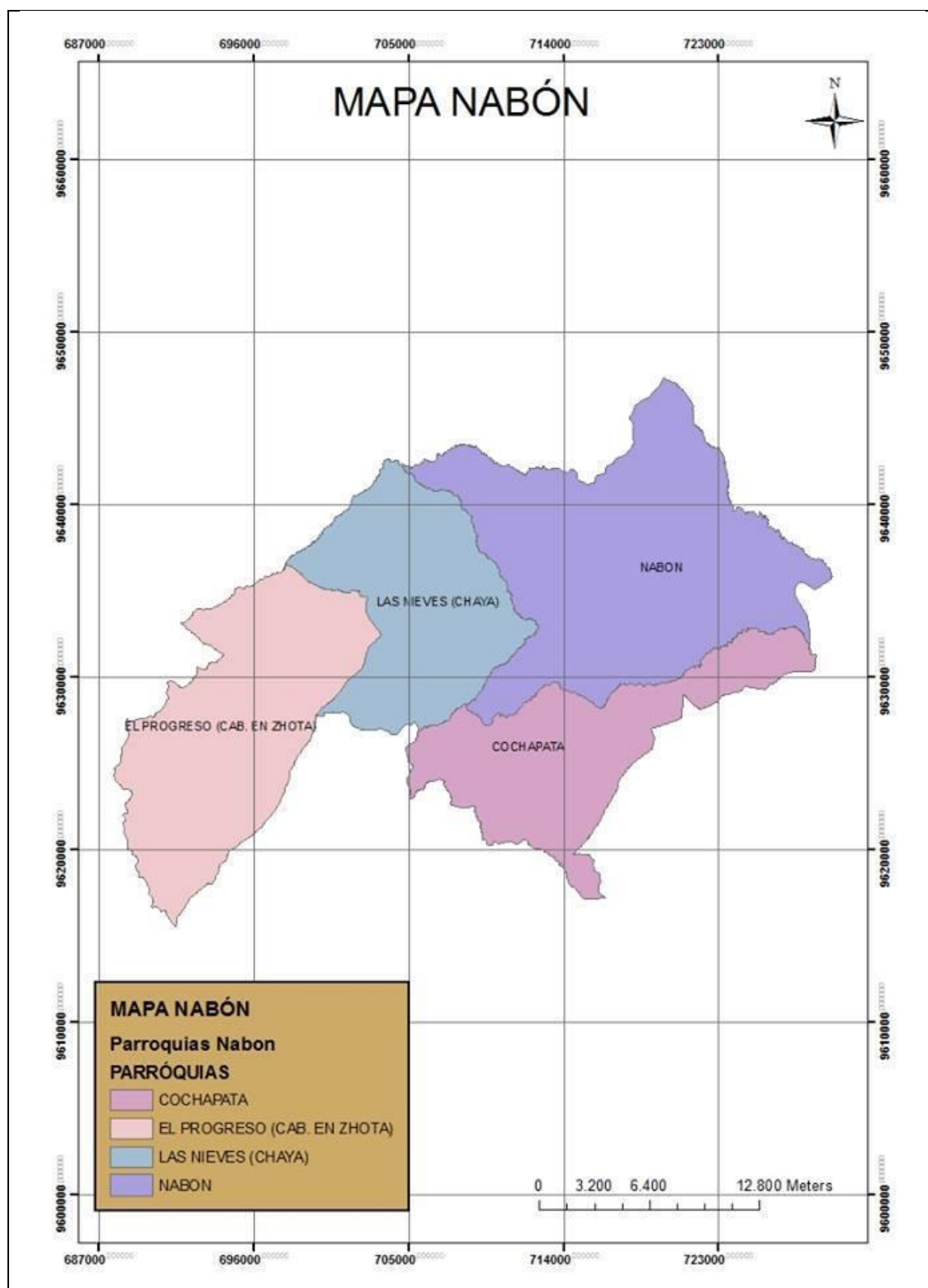


Figura 1.2. Mapa parroquias del cantón Nabón

Fuente: (Parra & Mendieta, 2016)

1.2. Ubicación geográfica y vías de acceso

Las comunidades de Villastana, San José, Morasloma, Lluchín y Hermano Miguel, se encuentran ubicadas en la parroquia Nabón (cabecera cantonal) y geográficamente se encuentran en las coordenadas WGS84.

- Villastana: Longitud 720480; Latitud 9632328.
- San José: Longitud 719347; Latitud 9633502.
- Morasloma: Longitud 717459; Latitud 9634377.
- Lluchín: Longitud 718204; Latitud 9635762.
- Hermano Miguel: Longitud 719479; Latitud 9632363.

Su conexión física se lo puede hacer mediante los siguientes anillos viales hasta la cabecera cantonal y luego tomar las vías que comunican las comunidades.

Cuenca – Nabón: Panamericana Cuenca – Loja (69 Km).

Nabón – Comunidades: Las vías de acceso están directamente conectadas a la vía Principal: La Ramada – Nabón.

Vía 1 (Lluchín): 2.708 Km.

Vía 2 (Morasloma): 2.774 Km.

Vía 3 (San José): 5.296 Km.

Vía 4 (Villastana): 6.20 Km.

Vía 5 (Hermano Miguel): 1.420 Km.

Una de las características geográficas del cantón es la dispersión de su territorio, lo que impide un fácil acceso a las diferentes comunidades y dificulta la comunicación entre ellas, por lo tanto, las vías que conectan las comunidades entre sí y con la vía principal son en su totalidad vías sin asfaltar que se encuentran en un estado regular de material suelto; tienen un ancho promedio de 4 m, no cuentan con veredas ni bordillos.

Anexo 7. Plano catastral sectores: Villastana, San José, Morasloma, Lluchín, Hermano Miguel.

1.3. Metodología para recolección de información: población beneficiada, ficha sistema de riego, ficha catastral

Para la realización de las encuestas se elaboró un cuestionario que consta de tres partes

- Ficha de censo poblacional.
- Ficha para sistema de riego.
- Ficha catastral.

La primera parte del cuestionario tiene la finalidad de recolectar información básica sobre el número de habitantes que se benefician del sistema de riego, es decir cuántos hombres y mujeres habitan en los diferentes sectores.

La segunda parte comprende preguntas referentes al número de predios que tiene cada usuario, el uso que le dan al suelo, el tipo de cultivo predominante, mes de siembra y cosecha del producto, el valor económico que le significa a cada socio y las características del método de riego que emplean en sus terrenos.

Finalmente, una tercera parte que consta de una ficha que fue otorgada por representantes del área de riego de la Prefectura del Azuay, misma que consta de un gráfico con coordenadas (UTM) de cada terreno, ubicación, altitud y cultivos presentes en el sitio.

1.3.1. Metodología para la realización de las encuestas

Para la elaboración del cuestionario se consideraron parámetros establecidos en el manual para estructuración de encuestas agrícolas presentado por la FAO, del cual se tomaron las siguientes consideraciones:

- Producción total de los productos agrícolas más importantes; superficies cultivadas.
- Distribución de los terrenos empleados para cultivo y ganado.
- Número y porcentaje de las explotaciones que producen los usuarios.
- Dimensiones de las explotaciones.
- Número de parcelas dirigidas a cada tipo de uso ya sea este agrícola, ganadero, mixto (agrícola, ganadero, vivienda) y no cultivable.
- Calendario agrícola: épocas anuales de cosecha y siembra.

- Valor comercial o importancia del producto cultivado.

(FAO, 1996, pp. 20-21).

Además, se adicionaron consideraciones relacionadas con el sistema de riego.

- Períodos y métodos empleados para riego.
- Calidad del servicio.

Montero et al (2015).

1.4. Población beneficiada

Con el fin de recabar información necesaria para la realización del proyecto se elaboró una encuesta dirigida tanto a los socios activos del proyecto como a las personas interesadas en formar parte del mismo, cumpliendo con el requisito de constar con el visto bueno del directorio de las comunidades.

El censo poblacional abarca los cinco sectores de estudio, los datos recolectados se presentan identificando cada uno de los sectores, el número de hombres y mujeres que habitan en las comunidades.

1.4.1. Análisis de resultados: censo poblacional

A continuación, se muestra el detalle de figuras y gráficos utilizados para el análisis de la información obtenida de las encuestas.

➤ Población: Villastana

Detalles de la población de la comunidad Villastana se muestran en la Tabla 1.1 y Figura 1.3, respectivamente.

Tabla 1.1.
Población Villastana

POBLACIÓN	Hab	%
HOMBRES	24	46.15
MUJERES	28	53.85

Fuente: Autores

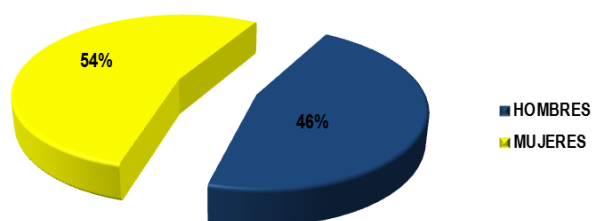


Figura 1.3. Población Villastana

Fuente: Autores

➤ **Población: San José**

Detalles de la población de la comunidad San José se muestran en la Tabla 1.2 y Figura 1.4, respectivamente.

Tabla 1.2
Población San José

POBLACIÓN	Hab	%
HOMBRES	44	54.32
MUJERES	37	45.68

Fuente: Autores

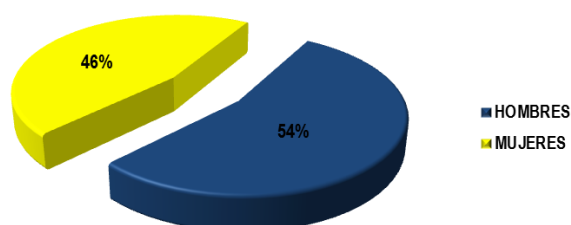


Figura 1.4. Población San José

Fuente: Autores

➤ **Población: Morasloma**

Detalles de la población de la comunidad Morasloma se muestran en la Tabla 1.3 y Figura 1.5, respectivamente.

Tabla 1.3
Población Morasloma

POBLACIÓN	Hab	%
HOMBRES	49	61.25
MUJERES	31	38.75

Fuente: Autores

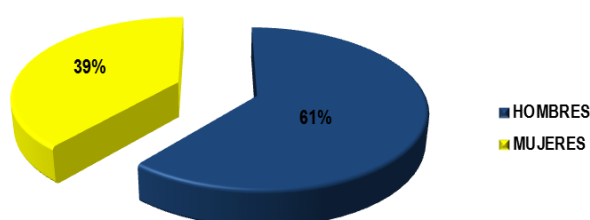


Figura 1.5. Población Morasloma

Fuente: Autores

➤ Población: Lluchín

Detalles de la población de la comunidad Lluchín se muestran en la Tabla 1.4 y Figura 1.6, respectivamente.

Tabla 1.4
Población Lluchín

POBLACIÓN	Hab	%
HOMBRES	21	61.76
MUJERES	13	38.24

Fuente: Autores

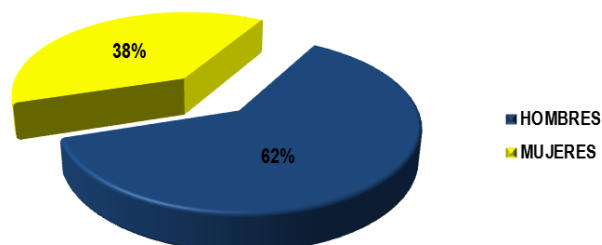


Figura 1.6. Población Lluchín

Fuente: Autores

➤ Población: Hermano Miguel

Detalles de la población de la comunidad Hermano Miguel se muestran en la Tabla 1.5 y Figura 1.7, respectivamente.

Tabla 1.5
Población Hermano Miguel

POBLACIÓN	Hab	%
HOMBRES	79	49.38
MUJERES	81	50.63

Fuente: Autores

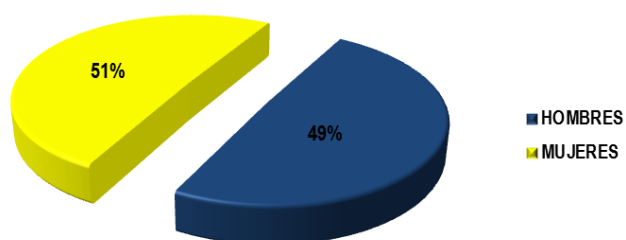


Figura 1.7. Población Hermano Miguel

Fuente: Autores

➤ Población total

Detalles de la población total se muestran en la Tabla 1.6 y Figura 1.8, respectivamente.

Tabla 1.6
Población final

SECTORES	HOMBRES	MUJERES
VILLASTANA	24	28
HERMANO MIGUEL	79	81
SAN JOSE	44	37
MORASLOMA	49	31
LLUCHÍN	21	13
TOTAL (hab)	217	190
	407	

Fuente: Autores

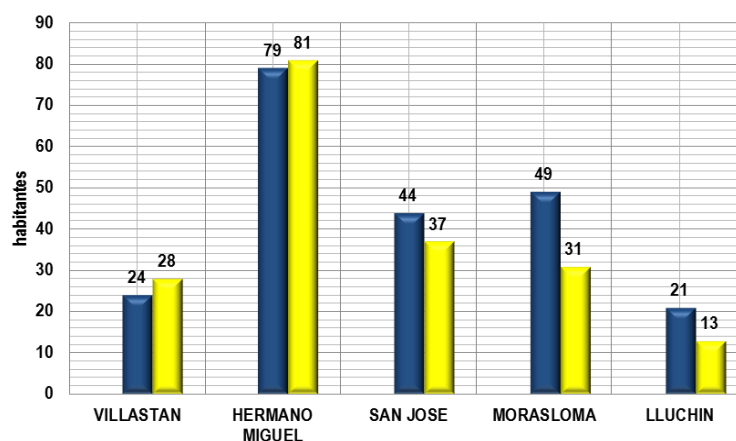


Figura 1.8. Población total

Fuente: Autores

En la Figura 1.8 se aprecia que la comunidad Hermano Miguel es la más poblada y la que cuenta con el mayor número de hombres y mujeres sumando en total 160 habitantes; mientras que la menos poblada es la comunidad de Lluichín con 34 habitantes.

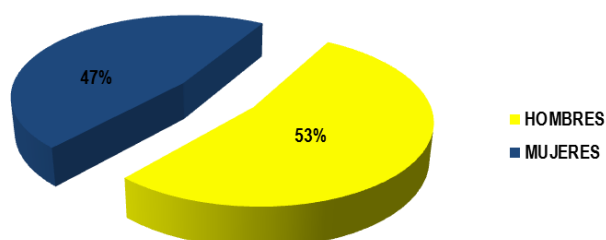


Figura 1.9. Población total (%)

Fuente: Autores

Como se indica en la Tabla 1.6 y Figura 1.9, respectivamente; del censo poblacional se obtuvo que en las cinco comunidades censadas exista un total de 407 habitantes, de los cuales el 47 % son mujeres y el 53 % son hombres.

1.5. Ficha catastral para sistemas de riego

En este punto se recabó información necesaria para la evaluación del funcionamiento del sistema, el uso del suelo, el número de predios, el valor económico obtenido de los cultivos cosechados, el calendario de siembra y cosecha de cultivos predominantes, el nivel y calidad de servicio del sistema de riego.

Además, la ficha catastral de cada lote registrado durante el levantamiento topográfico.

1.5.1. Análisis de resultados: ficha de riego

Se presenta el resultado de los ítems referentes al uso de suelo y sistema de riego, así como la eficiencia de este último.

1.5.1.1. Datos generales de los predios

En este ítem se presentan los resultados referentes al número de predios que tiene cada usuario en el sector donde se realizó la encuesta. Analizando las siguientes opciones como posibles respuestas para el uso de sus predios:

- Agrícola: destinado al cultivo de granos, hortalizas, frutas y legumbres.
- Ganadería: destinado al cultivo de hierba y pasto.
- Mixta: lotes con uso agrícola, ganadero y/o vivienda.
- Vivienda: lotes de uso exclusivo para casas.
- No cultivable: abarca lotes no cultivados, ya sea por falta de trabajado o por no ser aptos para albergar alguna clase de cultivo.

➤ Número de predios y uso de suelo – Villastana

Detalles del número de predios y uso de suelo en la comunidad Villastana se muestran en la Tabla 1.7 y Figura 1.10, respectivamente.

Tabla 1.7

Predios y uso de suelo - Villastana

USO DE PREDIOS	# LOTES	%
AGRÍCOLA	13	26.00
GANADERÍA	14	28.00
MIXTA	18	36.00
VIVIENDA	1	2.00
NO CULTIVABLE	4	8.00
TOTAL	50	

Fuente: Autores

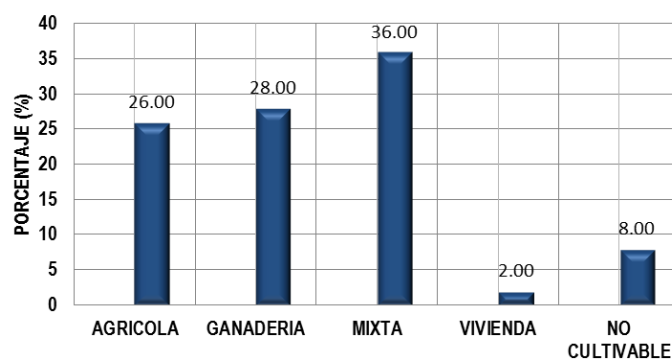


Figura 1.10. Uso de suelo - Villastana

Fuente: Autores

Como se indica en la Figura 1.10 en Villastana, predomina el número de lotes con uso mixto presentando un total de 36 %, mientras que el porcentaje de terrenos no cultivados es de 8 % y el menor porcentaje es utilizado únicamente para vivienda con 2 %.

Por lo tanto, la mayor cantidad de predios se encuentran cultivados, encontrándose sin requerimiento de riego únicamente el 8 % de los lotes registrados.

➤ **Número de predios y uso de suelo – San José**

Detalles del número de predios y uso de suelo en la comunidad San José se muestran en la Tabla 1.8 y Figura 1.11, respectivamente.

Tabla 1.8

Predios y uso de suelo - San José

USO DE PREDIOS	# LOTES	%
AGRÍCOLA	8	11.76
GANADERÍA	17	25.00
MIXTA	32	47.06
VIVIENDA	5	7.35
NO CULTIVABLE	6	8.82
TOTAL	68	

Fuente: Autores

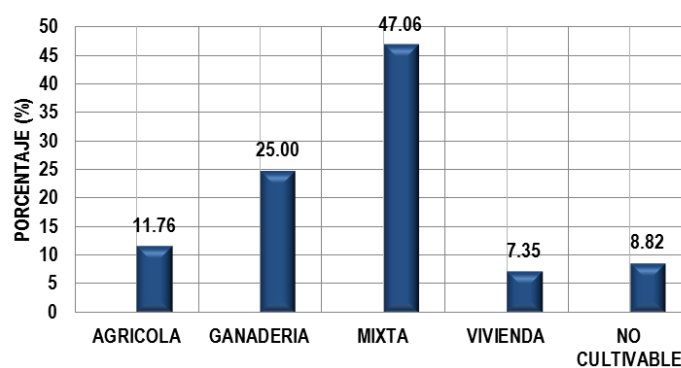


Figura 1.11. Uso de suelo – San José

Fuente: Autores

Como se indica en la Figura 1.11 en el sector San José, predominan los terrenos de uso mixto con un 47.06 %, terrenos no cultivados con 8.82 % y de uso exclusivo para vivienda un porcentaje de 7.35 %.

Cerca de la mitad del área levantada es de uso mixto, mientras que únicamente el 8.82 % del área no requiere el uso del sistema de riego.

➤ Número de predios y uso de suelo – Morasloma

Detalles del número de predios y uso de suelo en la comunidad Morasloma se muestran en la Tabla 1.9 y Figura 1.12, respectivamente.

Tabla 1.9

Predios y uso de suelo - Morasloma

USO DE PREDIOS	# LOTES	%
AGRÍCOLA	23	30.26
GANADERÍA	13	17.11
MIXTA	21	27.63
VIVIENDA	11	14.47
NO CULTIVABLE	8	10.53
TOTAL	76	

Fuente: Autores

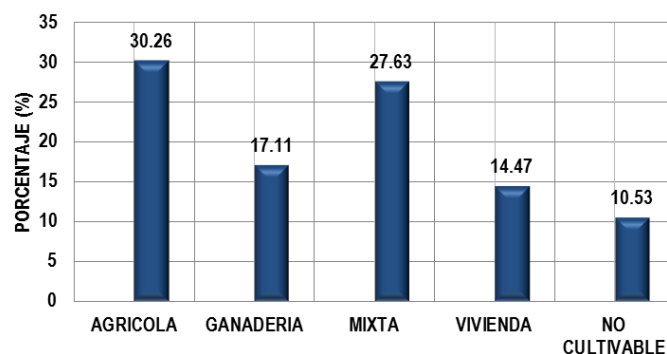


Figura 1.12. Uso de suelo – Morasloma

Fuente: Autores

Como se indica en la Figura 1.12 en el sector Morasloma, predomina el uso de suelo agrícola con 30.26 % mientras que el porcentaje de terrenos no cultivados es de 10.53 % y el porcentaje de terrenos exclusivamente empleados para vivienda es de 14.47 %.

El área que no requiere riego es de 10.53 % del área levantada, por lo tanto, esta es un área considerable de terreno que se encuentra sin producir ningún cultivo.

➤ Número de predios y uso de suelo – Lluchín

Detalles del número de predios y uso de suelo en la comunidad Lluchín se muestran en la Tabla 1.10 y Figura 1.13, respectivamente.

Tabla 1.10

Predios y uso de suelo - Lluchín

USO DE PREDIOS	# LOTES	%
AGRÍCOLA	4	21.05
GANADERÍA	2	10.53
MIXTA	6	31.58
VIVIENDA	1	5.26
NO CULTIVABLE	6	31.58
TOTAL	19	

Fuente: Autores

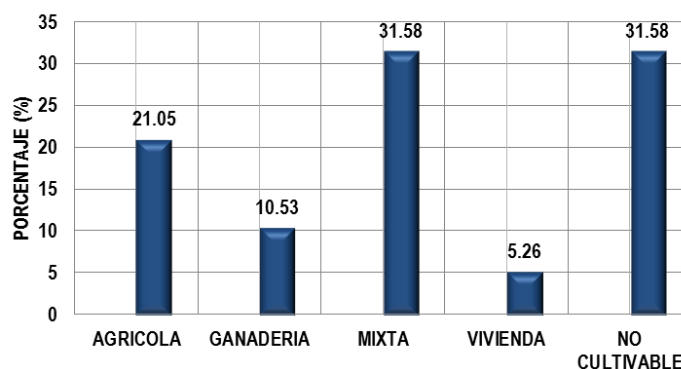


Figura 1.13. Uso de suelo – Lluchín

Fuente: Autores

Como se muestra en la Figura 1.13, en este caso el porcentaje de terrenos de uso mixto es igual al porcentaje de terrenos no cultivado con un 31.58 %, y el porcentaje de terrenos de uso exclusivo para vivienda es de únicamente el 5.26 %.

Lluchín es el único de los cinco sectores de estudio que no cuenta con sistema de canales de riego, únicamente emplea un sistema de tuberías, por esta razón se observa un porcentaje tan alto de terrenos sin cultivar.

➤ **Número de predios y uso de suelo – Hermano Miguel**

Detalles del número de predios y uso de suelo en la comunidad Hermano Miguel se muestran en la Tabla 1.11 y Figura 1.14, respectivamente.

Tabla 1.11

Predios y uso de suelo - Hermano Miguel

USO DE PREDIOS	# LOTES	%
AGRÍCOLA	71	48.63
GANADERÍA	27	18.49
MIXTA	28	19.18
VIVIENDA	11	7.53
NO CULTIVABLE	9	6.16
TOTAL	146	

Fuente: Autores

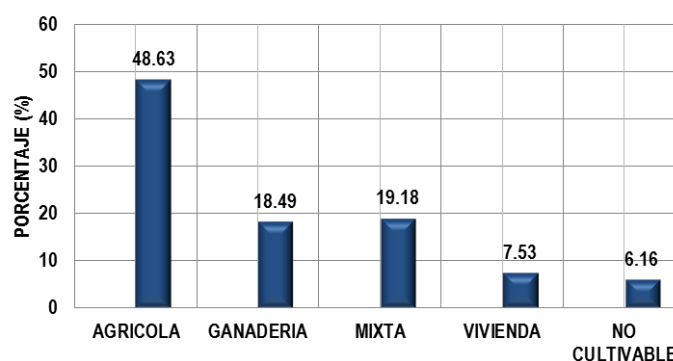


Figura 1.14. Uso de suelo – Hermano Miguel

Fuente: Autores

Como se indica en la Figura 1.14 en el sector Hermano Miguel, predomina el uso de suelo agrícola con un porcentaje de 48.63 %, mientras que el porcentaje de lotes no cultivados es de únicamente 6.16 %, y de uso exclusivo para vivienda 7.53 %.

El porcentaje de uso agrícola es cercano a la mitad de los terrenos levantados, lo que indica que un alto porcentaje del área regable es trabajada.

1.5.1.2. Riego

Se presentan resultados referentes a la calidad del servicio en el sistema de riego y el aprovechamiento que le da cada usuario a la cantidad de agua que recibe, por turno.

Los resultados hacen referencia a los siguientes puntos:

- Período de riego: presentado en días y horas, con valores máximos y mínimos, por usuario.
- Presencia de reservorio privado: presencia de reservorio propio dentro de los predios levantados.
- Caudal: es o no suficiente el caudal recibido.

1.5.1.2.1. Análisis de resultados: período de riego

En cuanto a la utilización del caudal transportado por las canales del sistema, los usuarios cuentan con un calendario de uso, designado por el directorio y ejecutado por un representante de cada comunidad.

Los turnos asignados a cada una de las comunidades se presentan en la Tabla 1.12.

Tabla 1.12

Turnos - Uso del caudal

Comunidad	Turno
Villastana	Viernes y Sábado
San José	Lunes y Martes
Morasloma	Viernes y Sábado
Lluchín	Sin Turno
Hermano Miguel	Viernes y Sábado

Fuente: Autores

Los turnos son respetados en medida de lo posible, debido a la falta de control del flujo del caudal, los sectores más cercanos al reservorio general del sistema y al divisor de caudales son los más beneficiados y los que cuentan con un flujo más constante de caudal para sus predios, mientras que los sectores menos beneficiados son los que se encuentra al final de las líneas de conducción de los canales como en Morasloma y Lluchín principalmente.

➤ **Período de riego – Villastana.**

Detalles sobre el período de riego en la comunidad Villastana se presentan en la Tabla 1.13 y Figura 1.15, respectivamente.

Tabla 1.13

Período de riego - Villastana

PERÍODO DE RIEGO	
Max. Horas	16
Min. Horas	2
Max. Días	8
Min. Días	1
Prom. Horas	7.97
Prom. Días	7.77

Fuente: Autores

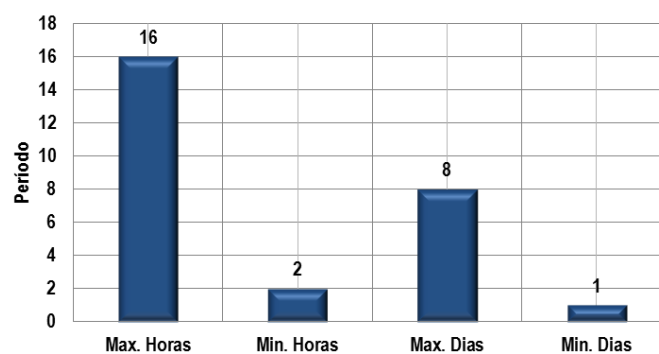


Figura 1.15. Período de riego – Villastana

Fuente: Autores

En Villastana el período de riego más largo es semanal y el más corto es de un día, con un promedio de riego de 7.97 horas por turno.

➤ Período de riego – San José

Detalles sobre el período de riego en la comunidad San José se presentan en la Tabla 1.14 y Figura 1.16, respectivamente.

Tabla 1.14

Período de riego - San José

PERÍODO DE RIEGO	
Max. Horas	24
Min. Horas	2
Max. Días	15
Min. Días	1
Prom. Horas	7.93
Prom. Días	9.05

Fuente: Autores

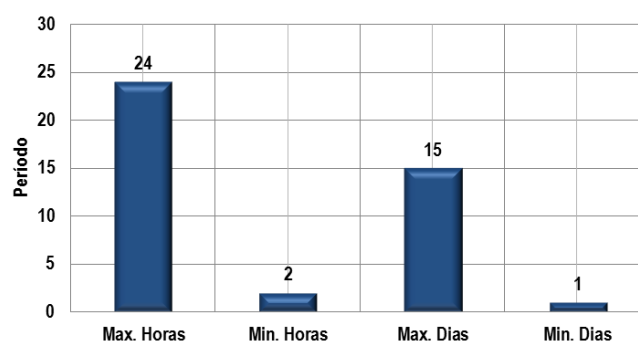


Figura 1.16. Período de riego – San José

Fuente: Autores

En San José el período de riego más largo es cada dos semanas y el mínimo de un día, con un promedio de riego de 7.93 horas por turno.

➤ **Período de riego – Morasloma**

Detalles sobre el período de riego en la comunidad Morasloma se presentan en la Tabla 1.15 y Figura 1.17, respectivamente.

Tabla 1.15

Período de riego - Morasloma

PERÍODO DE RIEGO	
Max. Horas	16
Min. Horas	2
Max. Días	15
Min. Días	1
Prom. Horas	6.79
Prom. Días	7.79

Fuente: Autores

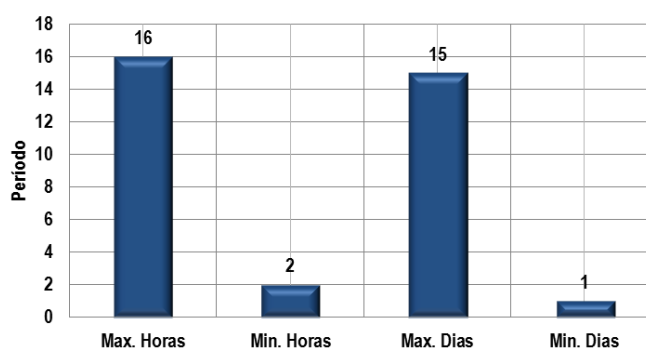


Figura 1.17. Período de riego – Morasloma

Fuente: Autores

En Morasloma el período de riego más largo es cada dos semanas y el más corto de un día, con un promedio de riego de 6.79 horas.

➤ **Período de riego - Lluchín**

Detalles sobre el período de riego en la comunidad Lluchín se presentan en la Tabla 1.16 y Figura 1.18, respectivamente.

Tabla 1.16

Período de riego - Lluchín

PERÍODO DE RIEGO	
Max. Horas	8
Min. Horas	3
Max. Días	8
Prom. Horas	5.20
Prom. Días	8

Fuente: Autores

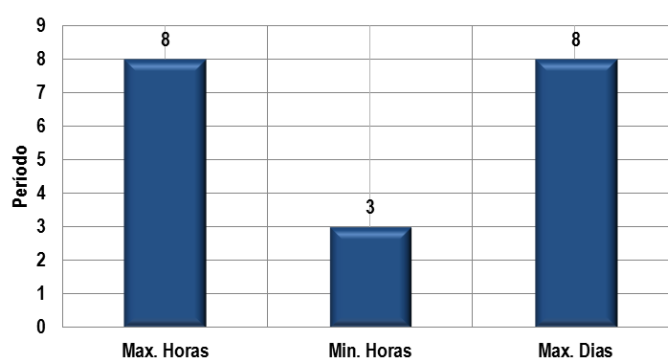


Figura 1.18. Período de riego – Lluchín

Fuente: Autores

En Lluchín el período de riego es semanal, con un promedio de riego de 5.20 horas.

➤ **Período de riego – Hermano Miguel**

Detalles sobre el período de riego en la comunidad Hermano Miguel se presentan en la Tabla 1.17 y Figura 1.19, respectivamente.

Tabla 1.17

Período de riego - Hermano Miguel

PERÍODO DE RIEGO	
Max. Horas	48
Min. Horas	2
Max. Días	15
Min. Días	1
Prom. Horas	9.98
Prom. Días	8.24

Fuente: Autores

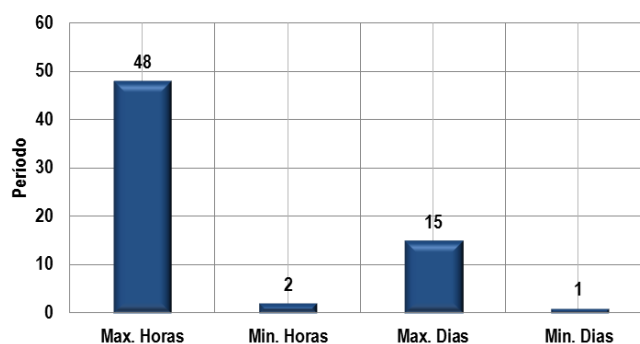


Figura 1.19. Período de riego – Hermano Miguel

Fuente: Autores

El período de riego más largo es cada dos semanas y el más corto es diario, el promedio de riego es de 9.98 horas.

En conclusión, los períodos de riego y el número de horas que cada usuario utiliza el caudal para regar sus cultivos dependen directamente del caudal disponible y del método que emplean para regar, siendo el más efectivo el riego por aspersión, lo que implica que los usuarios que lo utilizan, riegan sus predios por menos tiempo que los usuarios que emplean el método de riego por gravedad.

1.5.1.2.2. Análisis de resultados: presencia de reservorio privado y eficiencia de caudal.

Este ítem muestra el porcentaje de usuarios que cuentan con reservorio privado en alguno de sus lotes y consideran que el caudal actual es suficiente.

➤ Presencia de reservorio privado y eficiencia del caudal – Villastana

Detalles sobre la presencia de reservorios privados y la eficiencia del caudal en la comunidad Villastana se muestran en la Tabla 1.18 y Figura 1.20, respectivamente.

Tabla 1.18

Reservorio y eficiencia del caudal - Villastana

RIEGO	%
RESERVORIO	5.56
C. SUFICIENTE	5.56

Fuente: Autores

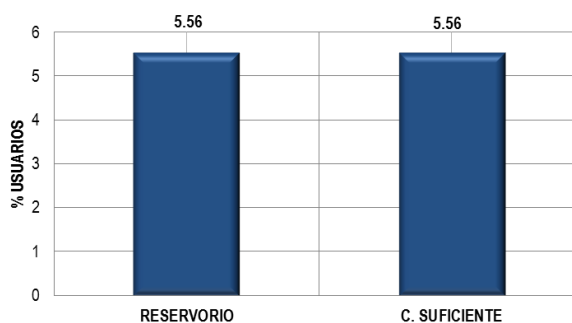


Figura 1.20. Reservorio y eficiencia del caudal – Villastana

Fuente: Autores

En el sector Villastana únicamente el 5.56 % de los usuarios cuentan con reservorio privado y tan solo el 5.56 % de los usuarios considera que el caudal recibido es suficiente.

➤ **Presencia de reservorio privado y eficiencia del caudal – San José**

Detalles sobre la presencia de reservorios privados y la eficiencia del caudal en la comunidad San José se muestran en la Tabla 1.19 y Figura 1.21, respectivamente.

Tabla 1.19

Reservorio y eficiencia del caudal - San José

RIEGO	%
RESERVORIO	2.17
C. SUFICIENTE	15.22

Fuente: Autores

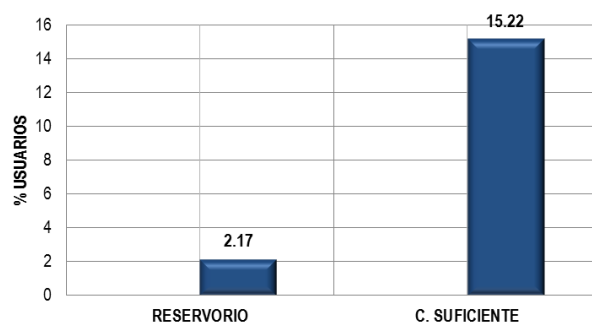


Figura 1.21. Reservorio y eficiencia del caudal – San José

Fuente: Autores

En el sector San José únicamente el 2.17 % de los usuarios cuentan con reservorio privado y el 15.22 % considera que el caudal recibido es suficiente.

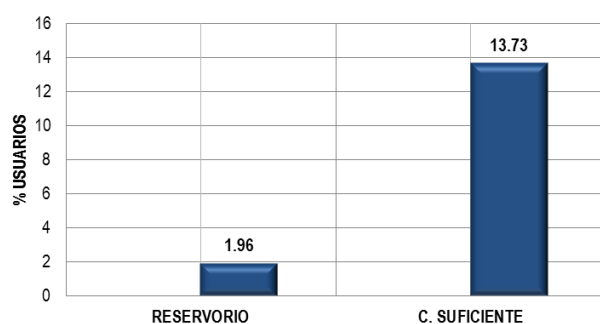
➤ **Presencia de reservorio privado y eficiencia del caudal – Morasloma**

Detalles sobre la presencia de reservorios privados y la eficiencia del caudal en la comunidad Morasloma se muestran en la Tabla 1.20 y Figura 1.22, respectivamente.

Tabla 1.20*Reservorio y eficiencia del caudal - Morasloma*

RIEGO	%
RESERVORIO	1.96
C. SUFICIENTE	13.73

Fuente: Autores

**Figura 1.22.** Reservorio y eficiencia del caudal – Morasloma

Fuente: Autores

En el sector Morasloma solamente el 1.96 % de los usuarios cuentan con reservorio y el 13.73 % consideran que el caudal recibido es suficiente.

➤ Presencia de reservorio y eficiencia del caudal – Lluchín

Detalles sobre la presencia de reservorios privados y la eficiencia del caudal en la comunidad Lluchín se muestran en la Tabla 1.21 y Figura 1.23, respectivamente.

Tabla 1.21*Reservorio y eficiencia del caudal - Lluchín*

RIEGO	%
RESERVORIO	0.00
C. SUFICIENTE	75.00

Fuente: Autores

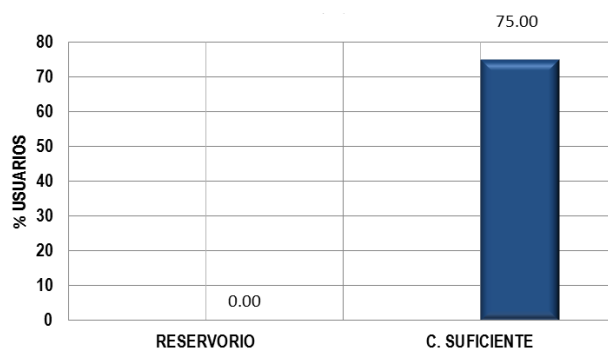


Figura 1.23. Reservorio y eficiencia del caudal – Lluchín

Fuente: Autores

En el sector Lluchín ningún usuario cuenta con reservorio propio, sin embargo, el 75 % considera que el caudal recibido es suficiente.

➤ **Presencia de reservorio y eficiencia del caudal – Hermano Miguel**

Detalles sobre la presencia de reservorios privados y la eficiencia del caudal en la comunidad Hermano Miguel se muestran en la Tabla 1.22 y Figura 1.24, respectivamente.

Tabla 1.22

Reservorio y eficiencia del caudal - Hermano Miguel

RIEGO	%
RESERVORIO	9.52
C. SUFICIENTE	20.24

Fuente: Autores

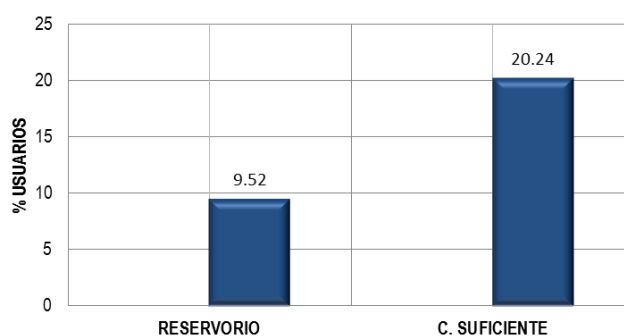


Figura 1.24. Reservorio y eficiencia del caudal

Fuente: Autores

En el sector Hermano Miguel el 9.52 % de los usuarios cuenta con reservorio privado y el 20.24 % considera que el caudal recibido es suficiente.

1.5.2. Ficha catastral

Se presentan los resultados obtenidos con el levantamiento topográfico en la zona de estudio, obteniendo datos de cada predio registrado centrándose en los siguientes puntos:

- Sector: ubicación del predio por comunidad.
- Superficie: área del predio levantado en hectáreas (Ha).
- Nombre: Nombre y apellido del usuario del sistema de riego.
- Altitud: Altitud a la cual se encuentra el predio levantado.
- Gráfico: Imagen del terreno.
- Cuadro de coordenadas (UTM): coordenadas de cada vértice identificado en el terreno.
- Proyección de cultivos: cultivos presentes en cada lote del área de estudio en hectáreas (Ha).

1.5.2.1. Análisis de resultados: área total, área cultivada y número de predios registrados.

➤ Área total, de cultivo y número de predios – Villastana

Detalles sobre área total, área cultivada y número de predios en la comunidad Villastana se muestran en la Tabla 1.23.

Tabla 1.23

Áreas total, de cultivo y número de predios - Villastana

# de Predios	50
Área Cultivada (Ha)	32.26
Área Total (Ha)	71.68

Fuente: Autores

En Villastana se levantó un total de 50 predios, que suman un área de 71.68 Ha, de las cuales se cultiva y riega 32.26 Ha.

➤ Área total, de cultivo y número de predios – San José

Detalles sobre área total, área cultivada y número de predios en la comunidad San José se muestran en la Tabla 1.24.

Tabla 1.24*Área total, de cultivo y número de predios - San José*

# de Predios	68
Área Cultivada (Ha)	32.26
Área Total (Ha)	53.27

Fuente: Autores

En San José se levantó un total de 68 predios, que suman un área de 53.27 Ha, de las cuales se cultiva y riega 32.26 Ha.

➤ **Área total, de cultivo y número de predios – Morasloma**

Detalles sobre área total, área cultivada y número de predios en la comunidad Morasloma se muestran en la Tabla 1.25.

Tabla 1.25*Área total, de cultivo y número de predios - Morasloma*

# de Predios	76
Área Cultivada (Ha)	26.23
Área Total (Ha)	46.09

Fuente: Autores

En Morasloma se levantó un total de 76 predios, que suman un área de 46.09 Ha, de las cuales se cultiva y riega 26.23 Ha.

➤ **Área total, de cultivo y número de predios – Lluchín**

Detalles sobre área total, área cultivada y número de predios en la comunidad Lluchín se muestran en la Tabla 1.26.

Tabla 1.26*Área total, de cultivo y número de predios -Lluchín*

# de Predios	19
Área Cultivada (Ha)	12.65
Área Total (Ha)	39.15

Fuente: Autores

En Lluchín se levantó un total de 19 predios, que suman un área de 39.15 Ha, de las cuales se cultiva y riega 12.65 Ha.

➤ **Área total, de cultivo y número de predios – Hermano Miguel**

Detalles sobre área total, área cultivada y número de predios en la comunidad Hermano Miguel se muestran en la Tabla 1.27.

Tabla 1.27*Áreas total, de cultivo y número de predios - Hermano Miguel*

# de Predios	146
Área Cultivada (Ha)	74.68
Área Total (Ha)	136.33

Fuente: Autores

En Hermano Miguel se levantó un total de 146 predios que suman un área de 136.33 Ha, de las cuales se cultiva y riega 74.68 Ha.

1.5.2.2. Análisis de resultados: cultivos predominantes

Se presentan resultados sobre los cultivos presentes en cada comunidad medidos en hectáreas y porcentaje de terreno. Se analizan cultivos como: potrero, maíz, papas, arvejas, avena, cebada, hortalizas, trigo, habas, porotos, mellocos y otros (alfalfa, frutas, chaparro). Datos obtenidos mediante el cuestionario realizado en los cinco sectores.

➤ Porcentaje y tipo de cultivo – Villastana

Detalles sobre el porcentaje y tipo de cultivos presentes en la comunidad Villastana se muestran en la Tabla 1.28 y Figura 1.25, respectivamente.

Tabla 1.28*Porcentaje y tipo de cultivo - Villastana*

CULTIVOS	Ha	%
POTRERO	17.35	53.79
MAÍZ	9.94	30.82
PAPAS	3.665	11.36
OTROS	1.15	3.57
MELLOCOS	0.15	0.47

Fuente: Autores

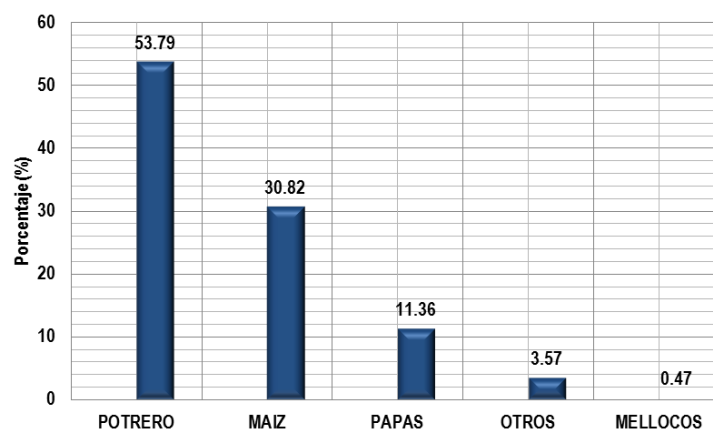


Figura 1.25. Porcentaje y tipo de Cultivo – Villastana

Fuente: Autores

En Villastana el cultivo predominante es potrero con 53.79 %, seguido por maíz con 30.82 % del área cultivada y el de menor presencia es melloco con 0.47 %.

➤ **Porcentaje y tipo de cultivo – San José**

Detalles sobre el porcentaje y tipo de cultivos presentes en la comunidad San José se muestran en la Tabla 1.29 y Figura 1.26, respectivamente.

Tabla 1.29

Porcentaje y tipo de cultivo - San José

CULTIVOS	Ha	%
POTRERO	17.2	53.33
MAÍZ	8.25	25.58
PAPAS	4.525	14.03
TRIGO	0.42	1.30
OTROS	0.13	0.40
CEBADA	1.23	3.81
ARVEJAS	0.05	0.16
HORTALIZAS	0.4	1.24
AVENA	0.05	0.16

Fuente: Autores

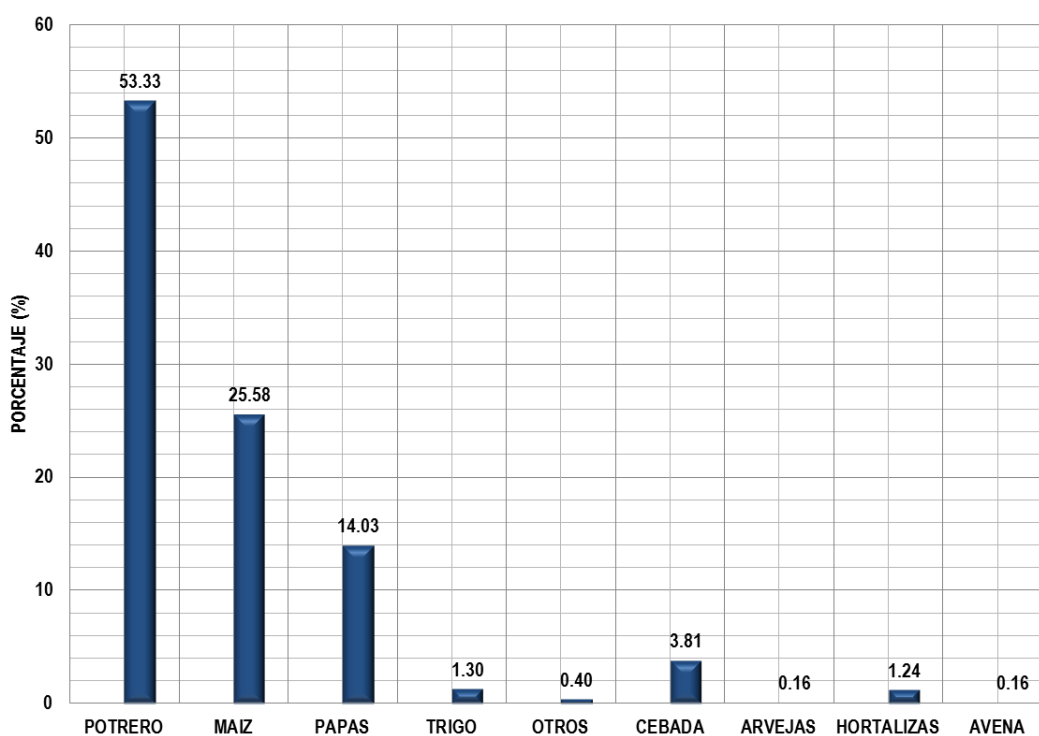


Figura 1.26. Porcentaje y tipo de cultivo – San José

Fuente: Autores

En San José el cultivo predominante es potrero con 53.33 % seguido por maíz con 25.58 % del área cultivada y los de menor presencia son avena y arvejas con 0.16 %.

➤ **Porcentaje y tipo de cultivo – Morasloma**

Detalles sobre el porcentaje y tipo de cultivos presentes en la comunidad Morasloma se muestran en la Tabla 1.30 y Figura 1.27, respectivamente.

Tabla 1.30

Porcentaje y tipo de cultivo - Morasloma

CULTIVOS	Ha	%
POTRERO	8.66	33.02
MAÍZ	7.425	28.31
PAPAS	3.33	12.70
TRIGO	1.4	5.34
OTROS	3.915	14.93
CEBADA	1.2	4.57
HORTALIZAS	0.3	1.14

Fuente: Autores

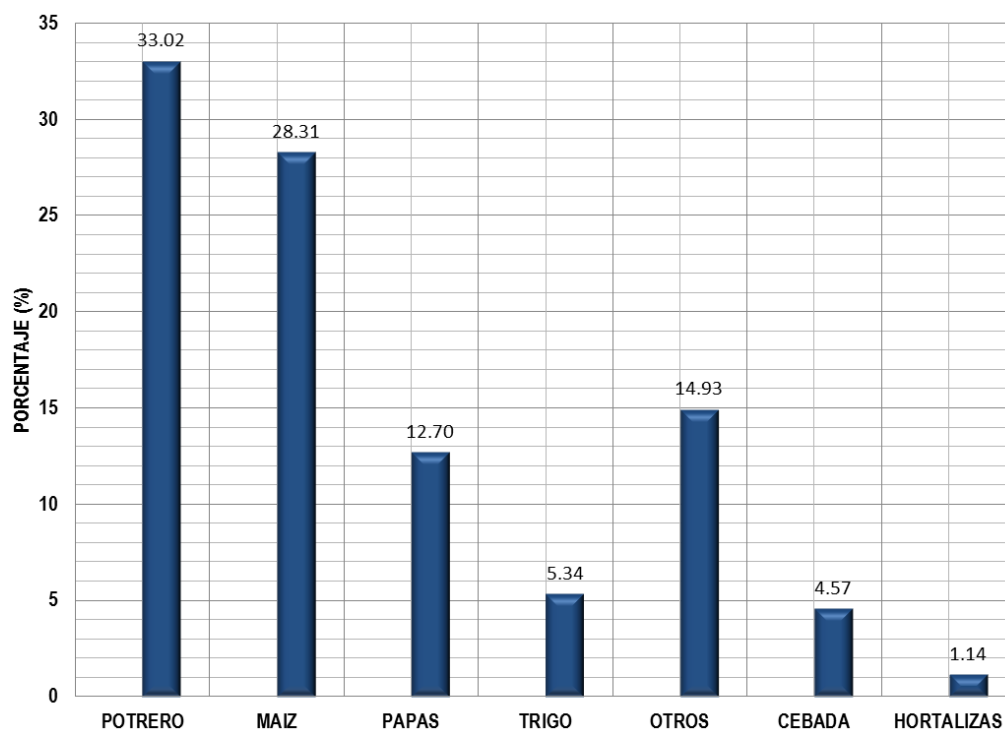


Figura 1.27. Porcentaje y tipo de cultivo – Morasloma

Fuente: Autores

En Morasloma el cultivo predominante es potero con 33.02 % seguido por maíz con 28.31 % del área cultivada y el de menor presencia son hortalizas con 1.14 %.

➤ **Porcentaje y tipo de cultivo – Lluchín**

Detalles sobre el porcentaje y tipo de cultivos presentes en la comunidad Lluchín se muestran en la Tabla 1.31 y Figura 1.28, respectivamente.

Tabla 1.31

Porcentaje y tipo de cultivo - Lluchín

CULTIVOS	Ha	%
POTRERO	6.5	51.38
MAÍZ	3.1	24.51
PAPAS	0.5	3.95
TRIGO	0.25	1.98
ARVEJAS	0.15	1.19
MELLOCOS	0.25	1.98
HABAS	1.5	11.86
AVENA	0.25	1.98
POROTOS	0.15	1.19

Fuente: Autores

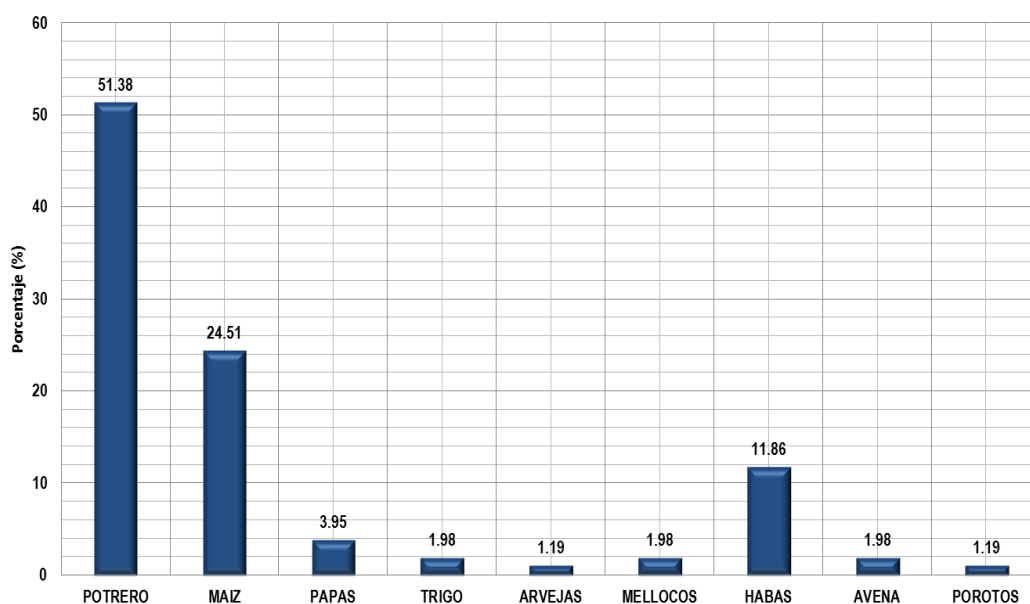


Figura 1.28. Porcentaje y tipo de cultivo – Lluchín

Fuente: Autores

En Lluchín el cultivo predominante es potrero con 51.38 %, seguido por maíz con 24.51 % del área cultivada y los de menor presencia son porotos y arvejas con 1.19%.

➤ **Porcentaje y tipo de cultivo – Hermano Miguel**

Detalles sobre el porcentaje y tipo de cultivos presentes en la comunidad Hermano Miguel se muestran en la Tabla 1.32 y Figura 1.29, respectivamente.

Tabla 1.32

Porcentaje y tipo de cultivo - Hermano Miguel

CULTIVOS	Ha	%
POTRERO	31.625	42.35
MAÍZ	22.2135	29.75
PAPAS	12.5735	16.84
TRIGO	1.93	2.58
OTROS	2.0535	2.75
CEBADA	0.675	0.90
ARVEJAS	0.3	0.40
HORTALIZAS	0.475	0.64
MELLOCOS	1.75	2.34
HABAS	0.35	0.47
AVENA	0.73	0.98

Fuente: Autores

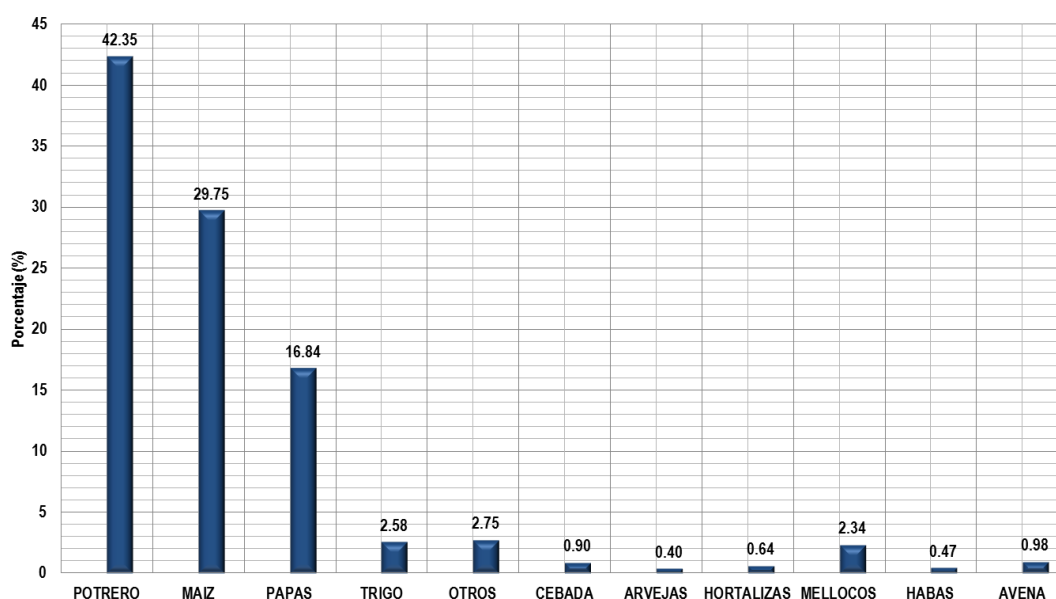


Figura 1.29. Porcentaje y tipo de cultivo – Hermano Miguel

Fuente: Autores

En Hermano Miguel el cultivo predominante es potrero con 42.35 %, seguido por maíz con 29.75 % del área cultivada y el de menor presencia es arveja con 0.40 %.

Según los datos recolectados en las cinco comunidades el cultivo que predomina es el potrero.

Anexo 8. Tabulación de encuestas

1.6. Actividad económica

El perfil de los encuestados abarca a los usuarios del sistema de riego, por lo tanto, las actividades que realizan para obtener ingresos económicos están relacionadas con labores agrícolas y ganaderas, se presentarán los resultados obtenidos en el censo referentes al porcentaje de suelo trabajado, el valor económico que representa el uso de este, las fechas de siembra y cosecha de los cultivos predominantes.

1.6.1. Análisis de resultados: área cultivada

➤ Área cultivada: Villastana

Detalles sobre el área cultivada en la comunidad Villastana se muestran en la Tabla 1.33 y Figura 1.30, respectivamente.

Tabla 1.33

Área cultivada – Villastana

ÁREA	Ha
SIN CULTIVO	39.42
CULTIVADA	32.26

Fuente: Autores

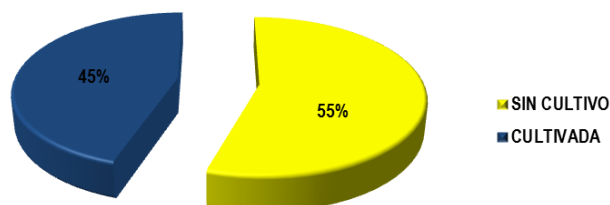


Figura 1.30. Área cultivada – Villastana

Fuente: Autores

La comunidad de Villastana cuenta con el 55 % del área levantada sin ningún tipo de cultivo dejando únicamente un porcentaje de 45 % de área de terreno productiva.

➤ Área cultivada – San José

Detalles sobre el área cultivada en la comunidad San José se muestran en la Tabla 1.34 y Figura 1.31, respectivamente.

Tabla 1.34

Área cultivada – San José

ÁREA	Ha
SIN CULTIVO	21.01
CULTIVADA	32.26

Fuente: Autores

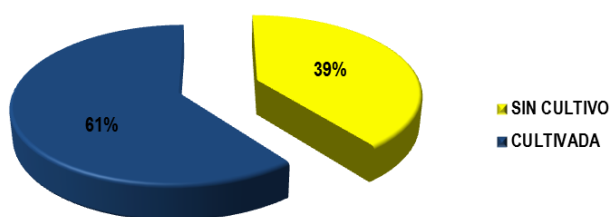


Figura 1.31. Área cultivada – San José

Fuente: Autores

San José cuenta con el 61 % del área levantada con alguna clase de cultivo, lo cual implica que existe una mayor cantidad de predios productivos.

➤ Área cultivada – Morasloma

Detalles sobre el área cultivada en la comunidad Morasloma se muestran en la Tabla 1.35 y Figura 1.32, respectivamente.

Tabla 1.35

Área cultivada – Morasloma

ÁREA	Ha
SIN CULTIVO	19.86
CULTIVADA	26.23

Fuente: Autores

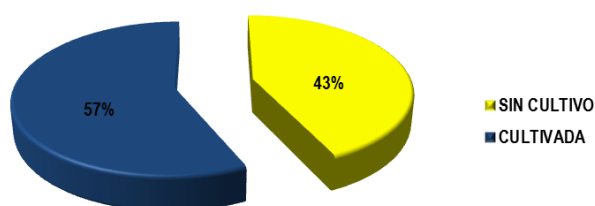


Figura 1.32. Área cultivada – Morasloma

Fuente: Autores

Morasloma tiene un área cultivada del 57 % dejando 43 % de su área sin ninguna clase de cultivo.

➤ Área cultivada – Lluchín

Detalles sobre el área cultivada en la comunidad Lluchín se muestran en la Tabla 1.36 y Figura 1.33, respectivamente.

Tabla 1.36

Área cultivada – Lluchín

ÁREA	Ha
SIN CULTIVO	26.50
CULTIVADA	12.65

Fuente: Autores

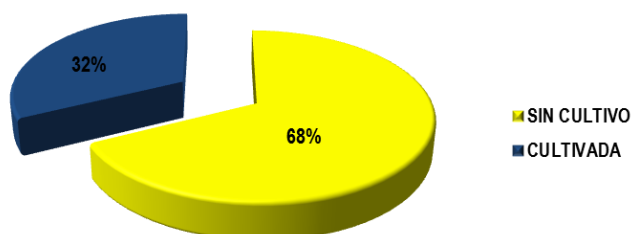


Figura 1.33. Área cultivada – Lluchín

Fuente: Autores

Entre las cinco comunidades registradas Lluchín es la que tiene un mayor porcentaje de terreno sin cultivos un 68 %.

➤ Área cultivada – Hermano Miguel

Detalles sobre el área cultivada en la comunidad Hermano Miguel se muestran en la Tabla 1.37 y Figura 1.34, respectivamente.

Tabla 1.37

Área cultivada – Hermano Miguel

ÁREA	Ha
SIN CULTIVO	136.33
CULTIVADA	74.68

Fuente: Autores

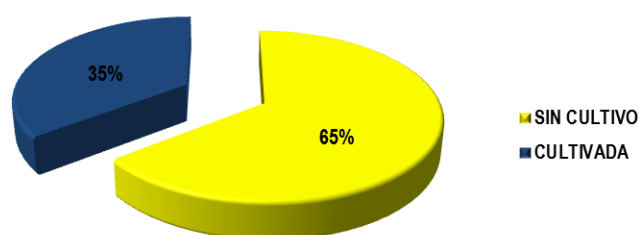


Figura 1.34. Área cultivada – Hermano Miguel

Fuente: Autores

Hermano Miguel cuenta únicamente con el 35 % del área registrada con alguna clase de cultivo.

1.6.2. Resumen resultados obtenidos mediante el cuestionario en los cinco sectores de estudio

En la Tabla 1.38 se presentan los resultados finales obtenidos mediante el cuestionario realizado en los cinco sectores de estudio; en cuanto a la población, número de predios y área cultivada.

Posterior al análisis de los resultados obtenidos se concluye que, considerando las cinco comunidades intervenidas, existe un total de 359 predios registrados, que suman un área cultivada total de 178.0655 hectáreas; además con el censo realizado se concluyó que existe un total de 407 habitantes.

Tabla 1.38

Cuadro de resumen: número de habitantes, número de predios, área cultivada.

SECTORES	HOMBRES	MUJERES	PREDIOS	CULTIVO (Ha)
VILLASTANA	24	28	50	32.2550
HERMANO MIGUEL	79	81	146	74.6755
SAN JOSE	44	37	68	32.2550
MORASLOMA	49	31	76	26.2300
LLUCHÍN	21	13	19	12.6500
TOTAL	217	190	359	178.0655
407				

Fuente: Autores

1.6.3. Cultivos en el último año

En la Tabla 1.39 se presentan detalles sobre los cultivos predominantes, con su respectivo calendario de siembra y cosecha, datos obtenidos mediante el cuestionario realizado a los socios.

Tabla 1.39

Cultivos predominantes - calendario de siembra y cosecha

Cultivos	Mes de Siembra	Mes de Cosecha	Tiempo Cosecha (meses)
POTRERO	Continuo	Continuo	-
MAÍZ	Septiembre	Abril	8
PAPAS	Mayo	Noviembre	7
TRIGO	Marzo	Septiembre	5
CEBADA	Junio	Noviembre	6
ARVEJAS	Junio	Noviembre	6
HORTALIZAS	Continuo	Continuo	-
MELLOCOS	Octubre	Junio	9
HABAS	Septiembre	Noviembre	3
AVENA	Enero	Agosto	8
POROTOS	Febrero	Agosto	7

Fuente: Autores

En la tabla se presentan cultivos que son de siembra continua, es decir no están sujetos a alguna fecha específica para su siembra o cosecha.

1.6.4. Valor económico del cultivo

Las actividades agrícolas y ganaderas desempeñadas por los habitantes de los sectores de estudio representan un valor económico para las familias, dicho valor se muestra en las siguientes tablas y figuras, se observa el porcentaje de usuarios versus las opciones planteadas, analizando tres posibilidades:

- Poco valor económico: lo que significa que los cultivos producidos sirven principalmente para uso familiar y en un porcentaje mínimo para comercialización.
- Autoconsumo y comercialización: implica que un mediano porcentaje del producto obtenido es destinado para generar ingreso mediante la comercialización.
- Alto valor económico: los productos obtenidos le representan al usuario un aporte significativo para la economía familiar, este ítem está relacionado directamente con el uso dado al suelo y el área trabajada de este.

1.6.4.1. Análisis de resultados: valor económico del cultivo

➤ Valor económico del cultivo – sector Villastana

Detalles sobre el valor económico que representan los cultivos en la comunidad Villastana se muestran en la Tabla 1.40 y Figura 1.35, respectivamente.

Tabla 1.40

Valor económico del cultivo - Villastana

VALOR ECONÓMICO	%
POCO VALOR	80.56
CONSUMO/COMERCIO	16.67
ALTO VALOR	0.00

Fuente: Autores

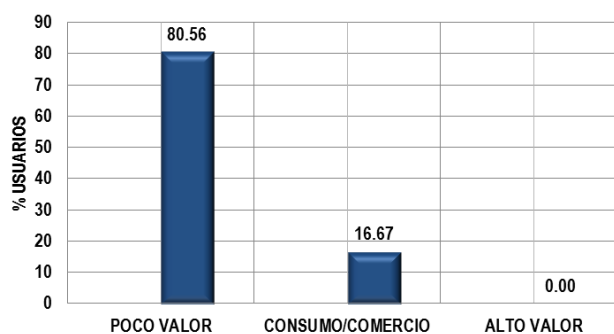


Figura 1.35. Valor económico del cultivo – Villastana

Fuente: Autores

En Villastana predomina la opción “poco valor económico” con 80.56 % de los usuarios.

➤ Valor económico del cultivo – sector San José

Detalles sobre el valor económico que representan los cultivos en la comunidad San José se muestran en la Tabla 1.41 y Figura 1.36, respectivamente.

Tabla 1.41

Valor económico del cultivo – San José

VALOR ECONÓMICO	%
POCO VALOR	89.13
CONSUMO/COMERCIO	10.87
ALTO VALOR	0.00

Fuente: Autores

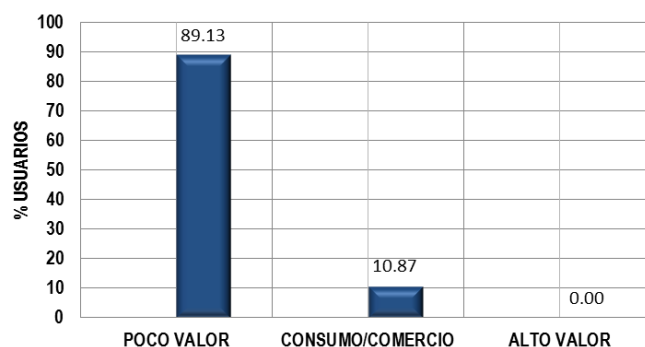


Figura 1.36. Valor económico del cultivo – San José

Fuente: Autores

En San José predomina la opción “poco valor económico” con 89.13 % de los usuarios.

➤ Valor económico del cultivo – sector Morasloma

Detalles sobre el valor económico que representan los cultivos en la comunidad Morasloma se muestran en la Tabla 1.42 y Figura 1.37, respectivamente.

Tabla 1.42

Valor económico del cultivo – Morasloma

VALOR ECONÓMICO	%
POCO VALOR	96.08
CONSUMO/COMERCIO	3.92
ALTO VALOR	0.00

Fuente: Autores

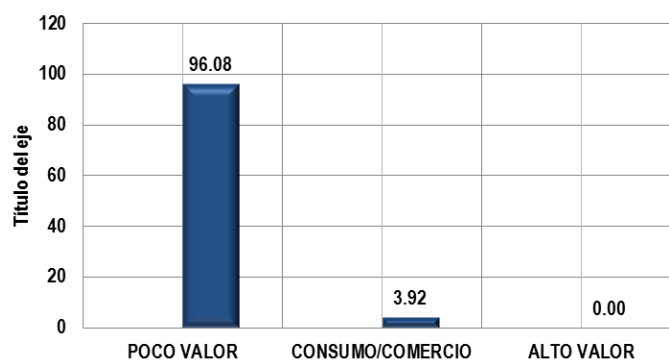


Figura 1.37. Valor económico del cultivo – Morasloma

Fuente: Autores

En Morasloma predomina la opción “poco valor económico” con 96.08 % de los usuarios.

➤ **Valor económico del cultivo – sector Lluchín**

Detalles sobre el valor económico que representan los cultivos en la comunidad Lluchín se muestran en la Tabla 1.43 y Figura 1.38, respectivamente.

Tabla 1.43

Valor económico del cultivo – Lluchín

VALOR ECONÓMICO	%
POCO VALOR	93.75
CONSUMO/COMERCIO	0.00
ALTO VALOR	6.25

Fuente: Autores

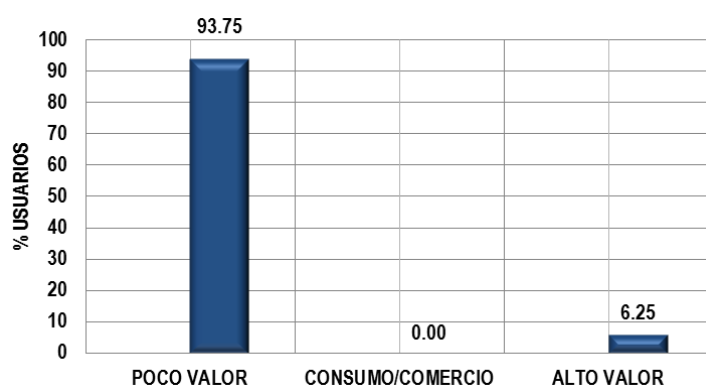


Figura 1.38. Valor económico del cultivo – Lluchín

Fuente: Autores

En Lluchín predomina la opción “poco valor económico” con 93.75 % de los usuarios.

➤ **Valor económico del cultivo – sector Hermano Miguel**

Detalles sobre el valor económico que representan los cultivos en la comunidad Hermano Miguel se muestran en la Tabla 1.44 y Figura 1.39, respectivamente.

Tabla 1.44

Valor económico del cultivo – Hermano Miguel

VALOR ECONÓMICO	%
POCO VALOR	89.29
CONSUMO/COMERCIO	17.86
ALTO VALOR	0.00

Fuente: Autores

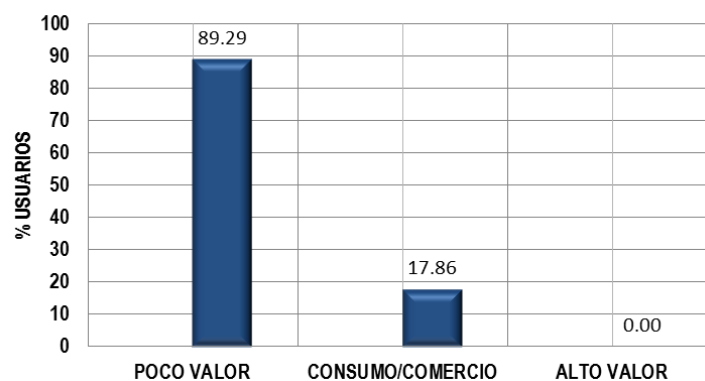


Figura 1.39. Valor económico del cultivo – Hermano Miguel

Fuente: Autores

En Hermano Miguel predomina la opción “poco valor económico” con 89.29 % de los usuarios.

Los resultados observados con respecto al valor económico que representan los lotes y lo producido en ellos para los usuarios es muy poco. En los cinco sectores de estudio predomina la opción “poco valor económico”.

Anexo 8. Tabulación de encuestas

1.7. Aspectos culturales y económicos

1.7.1. Aspectos culturales

En cuanto a la cultura y tradiciones del cantón se puede destacar la fiesta religiosa realizada en honor a la virgen del Rosario el último domingo de mayo, esta comienza con una novena y termina con una procesión, donde sus habitantes portan una serie de estandartes; para esta fiesta se elige un prioste que junto al párroco se encarga de la organización de esta importante celebración, a más de las tradiciones religiosas se realizan bailes, danzas populares, festival de cantantes, artistas invitados, etc.; últimamente por los costos elevados se nombra más de un prioste para poder solventar los gastos que implican las festividades. Por lo tanto, el componente humano y su estabilidad económica son fundamentales para la conservación de este tipo de tradiciones en el cantón.

1.7.2. Aspectos económicos

En este ítem se justifica la importancia que tiene el desarrollo y ejecución de este proyecto, y cómo influirá en los ingresos y el nivel de vida de los usuarios de los sectores en el área de estudio.

Según datos recabados por el INEC en el cantón Nabón predomina la existencia de parroquias rurales, con más del 90 % de las familias que complementan sus ingresos con la agricultura familiar.

Debido a que no existen datos actuales sobre los ingresos que percibe la población presente en el área de estudio se presentan datos recabados por el Municipio de Nabón en un informe presentado en el año 2003, se estiman los siguientes datos con respecto al ingreso familiar de los habitantes del cantón:

- Total, ingreso anual \$ 1596.
- Promedio ingreso mensual \$ 133.
- Promedio diario \$ 4.43.
- Ingreso per cápita \$ 0.73 por persona/día (Familia de 6 miembros).

(Municipio de Nabón, 2003).

Mediante la recolección de datos, llevada a cabo en el 2018, se consultó a los encuestados, un aproximado del promedio mensual que percibe su familia como ingreso económico. Dando como resultado un promedio de \$ 220 mensuales para una familia de 6 personas.

Población:	15.9 mil hab. (2.2% respecto a la provincia de AZUAY).
Urbana:	7.7%
Rural:	92.3%
Mujeres:	53.8%
Hombres:	46.2%
PEA:	51.3% (2.0% de la PEA de la provincia de AZUAY)

Figura 1.40. Indicadores económicos cantón Nabón

Fuente: (INEC, 2010)

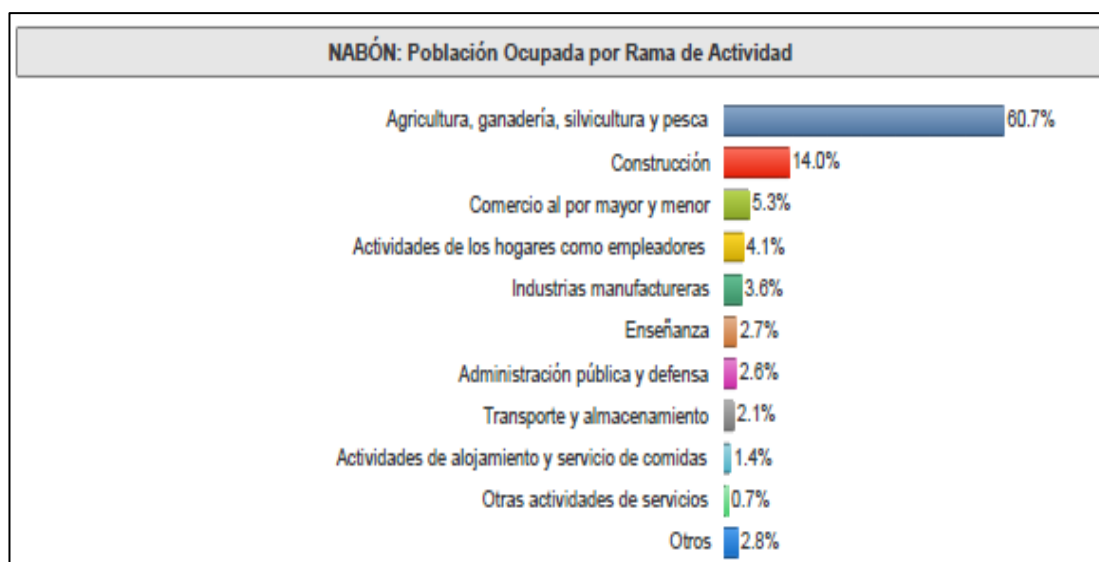


Figura 1.41. Población ocupada por rama de actividad

Fuente: (INEC, 2010)

Como se muestra en las Figuras 1.40 y 1.41 la mayor parte de la zona es rural y entre las principales actividades generadoras de ingresos para las familias del cantón están la agricultura y ganadería, lo que implica que la ejecución de este proyecto es fundamental para mejorar el nivel de vida de los habitantes de los sectores dentro del área de estudio.

Con una optimización del servicio actual del sistema de riego, se puede lograr un equilibrio en la repartición del recurso hídrico de la zona, para de esta manera mejorar la calidad del suelo y por ende la calidad de los cultivos.

1.8. Topografía

Para la topografía es necesaria la identificación y el levantamiento de todos los elementos importantes que forman parte del sistema de riego, como son:

- Captaciones
- Conducciones
- Sitios para reservorios
- Áreas de riego

1.8.1. Levantamiento topográfico

Previo a comenzar con el levantamiento topográfico del área de estudio, se coordinó con los representantes cada una de las comunidades y el presidente del proyecto de riego la colaboración necesaria e indispensable para la correcta y

eficiente ejecución de esta fase del estudio; se acordó la provisión de transporte diario con el fin de llegar a las distintas zonas a levantar, además la colaboración de guías que ayuden a identificar los distintos tramos de canal del sistema de riego desde el origen hasta el punto final de cada uno de los ramales que alimentan el sistema.

1.8.2. Equipos y herramientas

- Estación total
- Trípode
- Prisma y porta prisma
- Equipo GPS
- Radios de comunicación
- Chalecos de seguridad y ropa térmica
- Cinta métrica

1.8.3. Equipos y herramientas complementarias

- Machete
- Libreta de campo
- Bolsa de herramientas con equipo: martillo, clavos, estacas
- Paraguas

1.8.4. Metodología del procedimiento

Las actividades realizadas para llevar a cabo el levantamiento topográfico, se dividieron en dos áreas de trabajo:

- Trabajo en campo: se realizaron actividades directamente sobre el terreno o área de estudio, empleando todas las herramientas y equipos mencionados.
- Trabajo de oficina: En esta fase se procesaron todos los datos obtenidos con el levantamiento topográfico.

Para el desarrollo del estudio se realizó el levantamiento topográfico de la zona de estudio con la implementación de una estación total Trimble M3 y un aparato GPS eTrex - GARMIN además se contó con la colaboración de los habitantes del sector, quienes participaron como guías y cadeneros para el levantamiento.



Figura 1.42. Imagen estación total TRIMBLE M3

Fuente: (Trimble M3, 2005)



Figura 1.43. Imagen GPS eTrex

Fuente: (GARMIN International, 2000)

En levantamiento topográfico se consideraron y levantaron la captación en la cuenca de aporte, seguido de la conducción o canal principal hasta la llegada al reservorio principal y el divisor de caudales, posteriormente se levantaron los dos ramales principales que abastecen a las cinco comunidades; en cuanto a los terrenos se levantó información sobre las áreas de riego de toda el área de estudio, también se consideraron lugares importantes como reservorios de agua potable, reservorios del sistema de riego, escuelas, iglesias y casas comunales de cada una de las comunidades.

1.8.5. Punto inicial para el levantamiento topográfico-Inicio captación canal principal

El punto inicial para la topografía fue ubicado en el origen o captación del caudal para el abastecimiento del sistema de riego, que se encuentra en las coordenadas:

Latitud: 9633985.2590; Longitud: 726654.0130; Cota: 3322.5980 m.

Este fue el punto inicial y la referencia utilizada para el levantamiento total del área de estudio.



Figura 1.44. Captación canal principal

Fuente: Autores

1.8.6. Reservorios principales: Lluchín, Villastana, San José, Morasloma

Con el levantamiento topográfico se delimitaron e identificaron los diferentes reservorios que forman parte del sistema de riego y que abastecen de caudal a las distintas canales.



Figura 1.45. Foto reservorio Lluchín

Fuente: Autores



Figura 1.46. Foto reservorio Villastana

Fuente: Autores



Figura 1.47. Foto reservorio San José

Fuente: Autores



Figura 1.48. Foto reservorio Morasloma

Fuente: Autores



Figura 1.49. Foto reservorio Hermano Miguel

Fuente: Autores

1.8.7. Canales que conforman el sistema de riego

Como parte del levantamiento topográfico se levantó información de todas y cada una de las canales del sistema, tanto canales principales como sus ramificaciones, en los tramos de la captación hasta el reservorio general del sistema, las ramificaciones que dotan de caudal a las distintas comunidades, se procedió a determinar las longitudes reales, los perfiles de las canales, y la identificación de las distintas características físicas de los tramos con un abscisado cada 20 m.



Figura 1.50. Foto canal de hormigón con compuerta

Fuente: Autores



Figura 1.51. Foto canal revestido con hormigón

Fuente: Autores



Figura 1.52. Foto canal sistema de riego

Fuente: Autores

Anexo 9. Planos Canales Planta

1.8.8. Fallas topográficas

A lo largo del trayecto del canal principal, comprendido entre el origen y el divisor de caudales se pudo apreciar diferentes problemas y fallas topográficas que afectan o podrían afectar la integridad de la conducción principal y por ende su funcionamiento.

A continuación, se presentan tablas en las cuales se identifican, ubican y describen las fallas y problemas encontrados a lo largo del tramo principal del sistema de riego.

En las Tablas 1.45 a 1.54, se presentan detalles sobre los problemas topográficos identificados a lo largo del tramo principal del sistema de riego, centrándose en el tipo de problema, descripción y ubicación.

Tabla 1.45
Problema Topográfico 1

Problemas topográficos canal principal			
Problema	Latitud (m)	Longitud (m)	Cota (m)
Desprendimiento	9633085.16	722798.19	3189

Descripción:

En la imagen se presenta erosión y deslizamiento de material en el talud, además de la formación de surcos que afectan la estabilidad del mismo.



Fuente: Autores

Tabla 1.46
Problema Topográfico 2

Problemas topográficos canal principal			
Problema	Latitud (m)	Longitud (m)	Cota (m)
Erosión	9632326.13	722686.63	3197

Descripción:

En la imagen se presenta la erosión del terreno y la formación de surcos que afectan su estabilidad provocando que el material llegue a la canal.



Fuente: Autores

Tabla 1.47
Problema Topográfico 3

Problemas topográficos canal principal			
Problema	Latitud (m)	Longitud (m)	Cota (m)
Desprendimiento	9631760.82	721798.21	3176

Descripción:

En este punto del tramo del canal principal se presentó un derrumbe importante del talud, lo que provocó la pérdida total de la canal en este punto, este problema se solucionó con la construcción de una canal en Hormigón



Fuente: Autores

Tabla 1.48
Problema Topográfico 4

Problemas topográficos canal principal			
Problema	Latitud (m)	Longitud (m)	Cota (m)
Desprendimiento	9632336.81	723030.53	3210

Descripción:

En este punto se identificó un derrumbe del talud y desprendimiento de material, que provoca la llegada de materia a la canal.



Fuente: Autores

Tabla 1.49
Problema Topográfico 5

Problemas topográficos canal principal			
Problema	Latitud (m)	Longitud (m)	Cota (m)
Desprendimiento	9632822.17	723322.39	3229

Descripción:

Se identificó desprendimiento de material, además de la presencia de surcos y erosión en el talud, provocando caída de material en la canal.



Fuente: Autores

Tabla 1.50
Problema Topográfico 6

Problemas topográficos canal principal			
Problema	Latitud (m)	Longitud (m)	Cota (m)
Derrumbe	9633995.00	726164.00	3323

Descripción

El canal se encuentra débil en este sector debido a un gran derrumbe que se produjo, el material que obstruyó al canal fue retirado, pero la integridad de las paredes fue afectada con la presencia de fisuras.



Fuente: Autores

Tabla 1.51
Problema Topográfico 7

Problemas topográficos canal principal			
Problema	Latitud (m)	Longitud (m)	Cota (m)
Desprendimiento	9634045.00	725394.00	3296

Descripción

Es un desprendimiento que constantemente continúa dándose y hace que el caudal se desborde, debido a que la altura del canal es mínima, cuando existe una gran cantidad de agua.



Fuente: Autores

Tabla 1.52
Problema Topográfico 8

Problemas topográficos canal principal			
Problema	Latitud (m)	Longitud (m)	Cota (m)
Fractura de pared	9633437.00	723445.00	3240

Descripción

Se encuentra una fisura grande en el canal que produce que el agua se filtre constantemente.



Fuente: Autores

Tabla 1.53
Problema Topográfico 9

Problemas topográficos canal principal			
Problema	Latitud (m)	Longitud (m)	Cota (m)
Desprendimiento	9631583.00	721317.00	3151

Descripción

Es el cruce de una carretera privada, el relleno y las excavaciones hicieron que el agua salga y se estanque hasta que pueda continuar pasando por el canal que continúa más adelante con sección más pequeña, esto provoca pérdida de velocidad y cuando el caudal aumenta se desborda.



Fuente: Autores

Tabla 1.54
Problema Topográfico 10

Problemas topográficos canal principal			
Problema	Latitud (m)	Longitud (m)	Cota (m)
Erosión	9631659.00	720987.00	3121

Descripción

La erosión producida por el paso del agua, produce que exista suelo frágil que en cualquier momento puede desprenderse y obstruir el canal.



Fuente: Autores

1.9. Franjas topográficas

En ciertos tramos de la conducción, identificando zonas de importancia, es decir aquellos tramos con pendientes muy altas, zonas con problemas de deslizamiento de tierra, etc., se procedió a levantar franjas topográficas de aproximadamente 40 m de ancho paralelas a la canal, posteriormente se realizaron planos con curvas de nivel cada metro, para realizar el emplazamiento a detalle de quebradas, caminos, etc.

Para la determinación de dichas franjas se tomaron puntos distantes de la canal principal, es decir puntos que representen un cambio brusco en la pendiente, para de esta manera representar en los planos con mayor precisión los accidentes y las características del terreno en donde se encuentra la canal.

Posteriormente con el procesamiento de todos los datos recolectados en campo se modeló la forma del terreno, aplicando curvas de nivel cada metro.

Además, se determinó la ubicación exacta de los caminos que comunican a las distintas comunidades entre sí; además de accidentes importantes, se ubicaron iglesias, escuelas y casas comunales.

Anexo 7. Plano catastral sectores: Villastana, San José, Morasloma, Lluchín, Hermano Miguel.

1.10. Emplazamiento y nivelación

En este punto se realizó el levantamiento horizontal y la nivelación, un abscisado cada 20 metros de los canales de conducción y distribución, tanto desde la captación hasta el final de cada tramo principal y secundario, para la ejecución de este punto fue necesaria la implementación de Estación Total y GPS, además de cintas, etc.

Anexo 10. Abscisado y perfiles de la canal

1.11. Levantamiento catastral

En cuanto al levantamiento catastral se procedió a levantar el área de riego determinada por cada uno de los usuarios del sistema con sus respectivos detalles,

como vías, caminos, lotes o propiedades y elementos especiales como iglesias, escuelas y casas comunales.

El levantamiento catastral se lo realizó al mismo tiempo que el levantamiento topográfico, en los distintos tramos de canal del sistema de riego.

Para este tipo de levantamiento se utilizaron aparatos como GPS y Estación total para de esta manera acortar el tiempo del trabajo realizado.

Las figuras 1.53 y 1.54, representan los reservorios de agua potable y las vías de acceso respectivamente.



Figura 1.53. Foto reservorio de agua potable

Fuente: Autores



Figura 1.54. Foto vías de acceso entre comunidades

Fuente: Autores

Anexo 7. Plano catastral sectores: Villastana, San José, Morasloma, Lluchín, Hermano Miguel.

CAPÍTULO 2

TOMA DE CAUDALES Y ADJUDICACIONES DE AGUA EN LAS ZONAS DE ESTUDIO

2.1. Determinación de caudales

Se presentan datos y resultados tomados a lo largo de la red de conducción del sistema de riego, considerando puntos desde la captación y origen hasta el final de cada uno de los ramales que reparten el caudal a las comunidades de estudio, en este caso Villastana, San José, Morasloma, Lluchín y Hermano Miguel.

La ubicación de la toma de muestras para la determinación de los caudales que circulan por el sistema, se acordó con representantes de la Prefectura del Azuay.

Para la medición de las velocidades del agua en las canales del sistema de riego se utilizó un medidor de flujo electromagnético, representado en la Figura 2.1.

La metodología empleada para la toma de velocidades, se representa en la Figura 2.2.

Posteriormente con las velocidades obtenidas en campo y las características geométricas tomadas de los canales en cada punto especificado, se procedió al cálculo del caudal existente en dicho punto.



Figura 2.1. Imagen medidor de flujo electromagnético modelo 801

Fuente: (Valeport, 2011)

➤ Caudal total

Para la determinación del caudal que circula en cada uno de los tramos del sistema, se empleó la *Ecuación 2.1*.

$$QT = V.prom \times \text{Área} \quad (\text{Ecuación 2.1})$$

Donde:

QT = Caudal que pasa por el punto de análisis (m^3/s ; l/s)

V. prom = Promedio de las velocidades tomadas en el punto de análisis (m/s)

Área = área de la sección del canal en el punto de análisis (m^2)



Figura 2.2. Toma de velocidades en campo

Fuente: Autores



Figura 2.3. Toma de velocidades en campo

Fuente: Autores

2.1.1. Toma de velocidades y determinación de caudales: tramo captación – divisor de caudales

El tramo comprendido entre el origen o captación del agua y el divisor de caudales tiene una longitud de 14.475 Km, se acordó con fiscalización levantar información sobre las velocidades en el canal principal cada 2 Km, por lo tanto, fue necesario tomar datos en 7 puntos diferentes.

Debido a la baja altura del flujo del agua en la canal, la medición de las velocidades se realizó colocando el sensor a una elevación igual al 60% de la altura del agua, exceptuando el punto 2 de la conducción principal, el cual fue el único punto con una profundidad suficiente para realizar la medición de las velocidades a un 20% y un 80% de la altura del flujo del agua, que es lo más recomendable.

➤ Primera muestra: captación – divisor de caudales

En la Tabla 2.1 se presentan detalles referentes a la ubicación, características geométricas, velocidades y caudales obtenidos en el primer punto aforado en el tramo captación – divisor de caudales.

Tabla 2.1

Velocidades y caudal tramo captación – divisor de caudales: Punto 1

Captación - Divisor de Caudales			
Ubicación	Latitud (m)	Longitud (m)	Cota msnm
Punto 1	9633986	726658	3321
Características del Canal			
Ancho (m)	1.5		
	Izquierda	Centro	Derecha
Altura del agua (m)	0.245	0.28	0.375
Velocidad 1 (m/s)	0.01	0.029	0.056
Velocidad 2 (m/s)	0.011	0.041	0.1
Velocidad 3 (m/s)	0.005	0.052	0.185
Resultados			
V. Promedio (m/s)	0.0087	0.0407	0.1137
Área (m²)	0.1225	0.1400	0.1875
Q (m³/s)	0.00106	0.00569	0.02131
QT (m³/s)		0.02807	
QT (l/s)		28.07	

Fuente: Autores

En el tramo principal del sistema en el primer punto se obtuvo un caudal de 28.07 l/s en un canal de 1.5 m de ancho.

➤ **Segunda muestra: captación – divisor de caudales**

En la Tabla 2.2 se presentan detalles referentes a la ubicación, características geométricas, velocidades y caudales obtenidos en el segundo punto aforado en el tramo captación – divisor de caudales.

Tabla 2.2

Velocidades y caudal tramo captación – divisor de caudales: Punto 2

Captación - Divisor de Caudales			
Ubicación	Latitud (m)	Longitud (m)	Cota msnm
Punto 2	9634458	725365	3280
Características del Canal			
Ancho (m)	0.9		
DATOS AL 20% DE ALTURA DEL AGUA			
	Izquierda	Centro	Derecha
Altura del agua (m)	0.6	0.62	0.65
Velocidad 1 (m/s)	0.026	0.137	0.16
Velocidad 2 (m/s)	0.039	0.158	0.336
Velocidad 3 (m/s)		0.15	0.167
DATOS AL 80% DE ALTURA DEL AGUA			
	Izquierda	Centro	Derecha
Altura del agua (m)	0.6	0.62	0.65
Velocidad 1 (m/s)	0.194	0.33	0.423
Velocidad 2 (m/s)		0.324	
Resultados			
V. Promedio (m/s) 20%	0.0325	0.1483	0.2210
V. Promedio (m/s) 80%	0.194	0.327	0.423
V. Media (m/s)	0.1133	0.2377	0.3220
Área (m²)	0.1800	0.1860	0.1950
Q (m³/s)	0.02039	0.04421	0.06279
QT (m³/s)		0.12738	
QT (l/s)		127.38	

Fuente: Autores

En el tramo principal del sistema en el segundo punto para determinar el caudal existente se aforó con dos alturas diferentes debido a la profundidad del canal, con un 20% y un 80% de la altura que alcanza el agua y se obtuvo un caudal de 127.38 l/s, en un tramo de 0.9 m de ancho.

➤ **Tercera muestra: captación – divisor de caudales**

En la Tabla 2.3 se presentan detalles referentes a la ubicación, características geométricas, velocidades y caudales obtenidos en el tercer punto aforado en el tramo captación – divisor de caudales.

Tabla 2.3*Velocidades y caudal tramo captación – divisor de caudales: Punto 3*

Captación - Divisor de Caudales			
Ubicación	Latitud (m)	Longitud (m)	Cota msnm
Punto 3	9633634	723901	3240
Características del Canal			
Ancho (m)	0.8		
	Izquierda	Centro	Derecha
Altura del agua (m)	0.36	0.44	0.38
Velocidad 1 (m/s)	0.157	0.363	0.271
Velocidad 2 (m/s)	0.188	0.319	0.276
Resultados			
V. Promedio (m/s)	0.1725	0.3410	0.2735
Área (m²)	0.0960	0.1173	0.1013
Q (m³/s)	0.01656	0.04001	0.02771
QT (m³/s)		0.08429	
QT (l/s)		84.29	

Fuente: Autores

En el tramo principal del sistema en el tercer punto se obtuvo un caudal de 84.29 l/s en un canal de 0.8 m de ancho.

➤ Cuarta muestra: captación – divisor de caudales

En la Tabla 2.4 se presentan detalles referentes a la ubicación, características geométricas, velocidades y caudales obtenidos en el cuarto punto aforado en el tramo captación – divisor de caudales.

Tabla 2.4*Velocidades y caudal tramo captación – divisor de caudales: Punto 4*

Captación - Divisor de Caudales			
Ubicación	Latitud (m)	Longitud (m)	Cota msnm
Punto 4	9632628	722951	3207
Características del Canal			
Ancho (m)	0.9		
	Izquierda	Centro	Derecha
Altura del agua (m)	0.17	0.28	0.25
Velocidad 1 (m/s)	0.514	0.6	0.373
Velocidad 2 (m/s)	0.503	0.588	0.347
Resultados			
V. Promedio (m/s)	0.5085	0.5940	0.3600
Área (m²)	0.0510	0.0840	0.0750
Q (m³/s)	0.02593	0.04990	0.02700
QT (m³/s)		0.10283	
QT (l/s)		102.83	

Fuente: Autores

En el tramo principal del sistema en el cuarto punto se obtuvo un caudal de 102.83 l/s en un canal de 0.9 m de ancho.

➤ **Quinta muestra: captación – divisor de caudales**

En la Tabla 2.5 se presentan detalles referentes a la ubicación, características geométricas, velocidades y caudales obtenidos en el quinto punto aforado en el tramo captación – divisor de caudales.

Tabla 2.5

Velocidades y caudal tramo captación – divisor de caudales: Punto 5

Captación - Divisor de Caudales			
Ubicación	Latitud (m)	Longitud (m)	Cota msnm
Punto 5	9631738	722007	3172
Características del Canal			
Ancho (m)	0.8		
	Izquierda	Centro	Derecha
Altura del agua (m)	0.24	0.33	0.24
Velocidad 1 (m/s)	0.369	0.455	0.406
Velocidad 2 (m/s)	0.37	0.444	0.268
Velocidad 3 (m/s)			0.214
Resultados			
V. Promedio (m/s)	0.3695	0.4495	0.2960
Área (m²)	0.0640	0.0880	0.0640
Q (m³/s)	0.02365	0.03956	0.01894
QT (m³/s)		0.08215	
QT (l/s)		82.15	

Fuente: Autores

En el tramo principal del sistema en el quinto punto se obtuvo un caudal de 82.15 l/s en un canal de 0.8 m de ancho.

➤ **Sexta muestra: captación – divisor de caudales**

En la Tabla 2.6 se presentan detalles referentes a la ubicación, características geométricas, velocidades y caudales obtenidos en el sexto punto aforado en el tramo captación – divisor de caudales.

Tabla 2.6*Velocidades y caudal tramo captación – divisor de caudales: Punto 6*

Captación - Divisor de Caudales			
Ubicación	Latitud (m)	Longitud (m)	Cota msnm
Punto 6	9631640	721332	3148
Características del Canal			
Ancho (m)	0.7		
	Izquierda	Centro	Derecha
Altura del agua (m)	0.27	0.4	0.27
Velocidad 1 (m/s)	0.299	0.549	0.307
Velocidad 2 (m/s)	0.313	0.541	0.367
Resultados			
V. Promedio (m/s)	0.3060	0.5450	0.3370
Área (m²)	0.0630	0.0933	0.0630
Q (m³/s)	0.01928	0.05087	0.02123
QT (m³/s)		0.09138	
QT (l/s)		91.38	

Fuente: Autores

En el tramo principal del sistema en el sexto punto se obtuvo un caudal de 91.38 l/s en un canal de 0.7 m de ancho.

➤ **Séptima muestra: captación – divisor de caudales**

En la Tabla 2.7 se presentan detalles referentes a la ubicación, características geométricas, velocidades y caudales obtenidos en el séptimo punto aforado en el tramo captación – divisor de caudales.

Tabla 2.7*Velocidades y caudal tramo captación – divisor de caudales: Punto 7*

Captación - Divisor de Caudales			
Ubicación	Latitud (m)	Longitud (m)	Cota msnm
Punto 7	9631882	720838	3141
Características del Canal			
Ancho (m)	0.7		
	Izquierda	Centro	Derecha
Altura del agua (m)	0.18	0.18	0.18
Velocidad 1 (m/s)	0.634	0.704	0.582
Velocidad 2 (m/s)	0.639	0.7	0.57
Velocidad 3 (m/s)			
Resultados			
V. Promedio (m/s)	0.6365	0.7020	0.5760
Área (m²)	0.0420	0.0420	0.0420
Q (m³/s)	0.02673	0.02948	0.02419
QT (m³/s)		0.08041	
QT (l/s)		80.41	

Fuente: Autores

En el tramo principal del sistema en el séptimo punto se obtuvo un caudal de 80.41 l/s en un canal de 0.7 m de ancho.

2.1.2. Toma de velocidades y determinación de caudales: tramo Villastana – San José – Morasloma

Los aforos se realizaron en el tramo principal que sirve a las comunidades de Villastana, San José, Morasloma; tiene una longitud total de 6.89 Km, sin considerar tramos de canales secundarios, se acordó con fiscalización levantar información sobre las velocidades en el punto inicial medio y final del tramo comprendido en el ramal principal que sirve a cada una de las comunidades, por lo tanto, fue necesario tomar datos en 4 puntos diferentes.

➤ Primera muestra: Villastana – San José – Morasloma

En la Tabla 2.8 se presentan detalles referentes a la ubicación, características geométricas, velocidades y caudales obtenidos en el primer punto aforado en el tramo Villastana-San José-Morasloma.

Tabla 2.8

Velocidades y caudal tramo Villastana – San José - Morasloma: Punto 1

Villastana - San José – Morasloma			
Ubicación	Latitud (m)	Longitud (m)	Cota msnm
Punto 1	9631972	720561	3121
Características del Canal			
Ancho (m)	0.6		
	Izquierda	Centro	Derecha
Altura del agua (m)	0.16	0.19	0.16
Velocidad 1 (m/s)	0.3	0.248	0.181
Velocidad 2 (m/s)	0.313	0.248	0.198
Resultados			
V. Promedio (m/s)	0.3065	0.2480	0.1895
Área (m²)	0.0320	0.0380	0.0320
Q (m³/s)	0.00981	0.00942	0.00606
QT (m³/s)		0.02530	
QT (l/s)		25.30	

Fuente: Autores

En el tramo Villastana – San José – Morasloma considerando el primer punto se obtuvo un caudal de 25.30 l/s en un canal de 0.6 m de ancho.

➤ **Segunda muestra: Villastana – San José – Morasloma**

En la Tabla 2.9 se presentan detalles referentes a la ubicación, características geométricas, velocidades y caudales obtenidos en el segundo punto aforado en el tramo Villastana-San José-Morasloma.

Tabla 2.9

Velocidades y caudal tramo Villastana – San José - Morasloma: Punto 2

Villastana - San José – Morasloma			
Ubicación	Latitud (m)	Longitud (m)	Cota msnm
Punto 2	9633066	719887	3056
Características del Canal			
Ancho (m)	0.7		
	Izquierda	Centro	Derecha
Altura del agua (m)	0.18	0.18	0.16
Velocidad 1 (m/s)	0.242	0.017	0.04
Velocidad 2 (m/s)	0.256	0.028	0.06
Velocidad 3 (m/s)			0.045
Resultados			
V. Promedio (m/s)	0.2490	0.0225	0.0483
Área (m²)	0.0420	0.0420	0.0373
Q (m³/s)	0.01046	0.00095	0.00180
QT (m³/s)		0.01321	
QT (l/s)		13.21	

Fuente: Autores

En el tramo Villastana – San José – Morasloma considerando el segundo punto se obtuvo un caudal de 13.21 l/s en un canal de 0.7 m de ancho.

➤ **Tercera muestra: Villastana – San José – Morasloma**

En la Tabla 2.10 se presentan detalles referentes a la ubicación, características geométricas, velocidades y caudales obtenidos en el tercer punto aforado en el tramo Villastana-San José-Morasloma.

Tabla 2.10*Velocidades y caudal tramo Villastana – San José - Morasloma: Punto 3*

Villastana - San José – Morasloma			
Ubicación	Latitud (m)	Longitud (m)	Cota msnm
Punto 3	9633974	718067	2907
Características del Canal			
Ancho (m)	0.45		
	Izquierda	Centro	Derecha
Altura del agua (m)	0.12	0.12	0.12
Velocidad 1 (m/s)	0.093	0.088	0.095
Velocidad 2 (m/s)	0.097	0.095	0.099
Resultados			
V. Promedio (m/s)	0.0950	0.0915	0.0970
Área (m²)	0.0180	0.0180	0.0180
Q (m³/s)	0.00171	0.00165	0.00175
QT (m³/s)		0.00510	
QT (l/s)		5.10	

Fuente: Autores

En el tramo Villastana – San José – Morasloma considerando el tercer punto se obtuvo un caudal de 5.10 l/s en un canal de 0.45 m de ancho.

➤ **Cuarta muestra: Villastana – San José – Morasloma**

En la Tabla 2.11 se presentan detalles referentes a la ubicación, características geométricas, velocidades y caudales obtenidos en el cuarto punto aforado en el tramo Villastana-San José-Morasloma.

Tabla 2.11*Velocidades y caudal tramo Villastana – San José - Morasloma: Punto 4*

Villastana - San José – Morasloma			
Ubicación	Latitud (m)	Longitud (m)	Cota msnm
Punto 4	9634302	717665	2798
Características del Canal			
Ancho (m)	0.6		
	Izquierda	Centro	Derecha
Altura del agua (m)	0.15	0.15	0.15
Velocidad 1 (m/s)	0.062	0.07	0.069
Velocidad 2 (m/s)	0.059	0.066	0.072
Resultados			
V. Promedio (m/s)	0.0605	0.0680	0.0705
Área (m²)	0.0300	0.0300	0.0300
Q (m³/s)	0.00182	0.00204	0.00212
QT (m³/s)		0.00597	
QT (l/s)		5.97	

Fuente: Autores

En el tramo Villastana – San José – Morasloma considerando el cuarto punto se obtuvo un caudal de 5.97 l/s en un canal de 0.6 m de ancho.

2.1.3. Toma de velocidades y determinación de caudales: tramo Hermano Miguel – La Cruz – Membrillo

Para efectos de un informe coherente se presentan los aforos realizados en el tramo principal de la canal que sirve a las comunidades de Hermano Miguel, La Cruz, Membrillo, y no únicamente del sector de Hermano Miguel, el cual pertenece a una de las comunidades de estudio en este trabajo; el tramo tiene una longitud total de 4.5 Km, sin considerar tramos de canales secundarios; se acordó con fiscalización levantar información sobre las velocidades en este tramo en el punto inicial medio y final del tramo comprendido en el ramal principal que sirve a cada una de las comunidades, por lo tanto fue necesario tomar datos en 4 puntos diferentes.

➤ Primera muestra: Hermano Miguel – La Cruz – Membrillo

En la Tabla 2.12 se presentan detalles referentes a la ubicación, características geométricas, velocidades y caudales obtenidos en el primer punto aforado en el tramo Hermano Miguel-La Cruz-Membrillo.

Tabla 2.12

Velocidades y caudal tramo Hermano Miguel – La Cruz – Membrillo: Punto 1

Hermano Miguel - La Cruz – Membrillo			
Ubicación	Latitud (m)	Longitud (m)	Cota msnm
Punto 1	9631980	720513	3118
Características del Canal			
Ancho (m)	0.88		
	Izquierda	Centro	Derecha
Altura del agua (m)	0.18	0.23	0.19
Velocidad 1 (m/s)	0.249	0.339	0.104
Velocidad 2 (m/s)	0.232	0.34	0.115
Velocidad 3 (m/s)	0.24		0.105
Resultados			
V. Promedio (m/s)	0.2403	0.3395	0.1080
Área (m²)	0.0528	0.0675	0.0557
Q (m³/s)	0.01269	0.02290	0.00602
QT (m³/s)		0.04161	
QT (l/s)		41.61	

Fuente: Autores

En el tramo Hermano Miguel – La Cruz – Membrillo considerando el primer punto se obtuvo un caudal de 41.61 l/s en un canal de 0.88 m de ancho.

➤ **Segunda muestra: Hermano Miguel – La Cruz – Membrillo**

En la Tabla 2.13 se presentan detalles referentes a la ubicación, características geométricas, velocidades y caudales obtenidos en el segundo punto aforado en el tramo Hermano Miguel-La Cruz-Membrillo.

Tabla 2.13

Velocidades y caudal tramo Hermano Miguel – La Cruz – Membrillo: Punto 2

Hermano Miguel - La Cruz – Membrillo			
Ubicación	Latitud (m)	Longitud (m)	Cota msnm
Punto 2	9632718	718857	3028
Características del Canal			
Ancho (m)	0.7		
	Izquierda	Centro	Derecha
Altura del agua (m)	0.28	0.28	0.28
Velocidad 1 (m/s)	0.263	0.249	0.157
Velocidad 2 (m/s)	0.263	0.231	0.163
Resultados			
V. Promedio (m/s)	0.2630	0.2400	0.1600
Área (m²)	0.0653	0.0653	0.0653
Q (m³/s)	0.01718	0.01568	0.01045
QT (m³/s)		0.04332	
QT (l/s)		43.32	

Fuente: Autores

En el tramo Hermano Miguel – La Cruz – Membrillo considerando el segundo punto se obtuvo un caudal de 43.32 l/s en un canal de 0.7 m de ancho.

➤ **Tercera muestra: Hermano Miguel – La Cruz – Membrillo**

En la Tabla 2.1 se presentan detalles referentes a la ubicación, características geométricas, velocidades y caudales obtenidos en el tercer punto aforado en el tramo Hermano Miguel-La Cruz-Membrillo.

Tabla 2.14*Velocidades y caudal tramo Hermano Miguel – La Cruz – Membrillo: Punto 3*

Hermano Miguel - La Cruz – Membrillo			
Ubicación	Latitud (m)	Longitud (m)	Cota msnm
Punto 3	9632774	717871	2982
Características del Canal			
Ancho (m)	0.65		
	Izquierda	Centro	Derecha
Altura del agua (m)	0.18	0.18	0.18
Velocidad 1 (m/s)	0.348	0.287	0.135
Velocidad 2 (m/s)	0.312	0.311	0.137
Velocidad 3 (m/s)		0.293	0.119
Resultados			
V. Promedio (m/s)	0.3300	0.2970	0.1303
Área (m²)	0.0390	0.0390	0.0390
Q (m³/s)	0.01287	0.01158	0.00508
QT (m³/s)		0.02954	
QT (l/s)		29.54	

Fuente: Autores

En el tramo Hermano Miguel – La Cruz – Membrillo considerando el tercer punto se obtuvo un caudal de 29.54 l/s en un canal de 0.65 m de ancho.

➤ **Cuarta muestra: Hermano Miguel – La Cruz – Membrillo**

En la Tabla 2.15 se presentan detalles referentes a la ubicación, características geométricas, velocidades y caudales obtenidos en el cuarto punto aforado en el tramo Hermano Miguel-La Cruz-Membrillo.

Tabla 2.15*Velocidades y caudal tramo Hermano Miguel – La Cruz – Membrillo: Punto 4*

Hermano Miguel - La Cruz – Membrillo			
Ubicación	Latitud (m)	Longitud (m)	Cota msnm
Punto 4	9632842	716705	2902
Características del Canal			
Ancho (m)	0.45		
	Izquierda	Centro	Derecha
Altura del agua (m)	0.1	0.14	0.1
Velocidad 1 (m/s)	0.215	0.386	0.172
Velocidad 2 (m/s)	0.22	0.364	0.16
Resultados			
V. Promedio (m/s)	0.2175	0.3750	0.1660
Área (m²)	0.0150	0.0210	0.0150
Q (m³/s)	0.00326	0.00788	0.00249
QT (m³/s)		0.01363	
QT (l/s)		13.63	

Fuente: Autores

En el tramo Hermano Miguel – La Cruz – Membrillo considerando el cuarto punto se obtuvo un caudal de 13.63 l/s en un canal de 0.45 m de ancho.

2.2. Adjudicaciones de agua

2.2.1. Caudal adjudicado por la SENAGUA

El caudal adjudicado por la SENAGUA para el abastecimiento del sistema de riego fue determinado en el trámite No. 746 – Renovación, “Demarcación Hidrográfica de Jubones”. El aforo del caudal para el sistema de riego estuvo a cargo del Ing. Fabián Cabrera, de su posterior informe técnico se tomaron los resultados presentados a continuación, referentes a los requerimientos hídricos del sector, que son atendidos por los caudales provenientes de las quebradas: Azhanga N-1, Garo N-1 y las vertientes Chorro Seco, Rumiurco, Azhanga N-2, N-3, N4, Garo N-2, Quillocachi N-1, N-2, Piñan, Churuguayco y Artezana, que son captadas y conducidas por el canal de riego.

En las Figuras 2.4 a 2.9, se presenta la ubicación de las vertientes y quebradas adjudicadas para el sistema de riego.



Figura 2.4. Imagen quebrada Azhanga #1 y vertientes Azhanga #2-#4

Fuente: Autores



Figura 2.5. Imagen Q. Garo #1 y V. Garo #2

Fuente: Autores



Figura 2.6. Imagen V. Quillocachi #1 y #2

Fuente: Autores



Figura 2.7. V. Churuguayco

Fuente: Autores



Figura 2.8. V. Piñan

Fuente: Autores

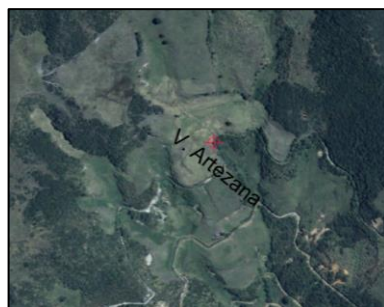


Figura 2.9. V. Artezana

Fuente: Autores

En la Tabla 2.16 se presentan detalles de las fuentes adjudicadas para el sistema de riego.

Tabla 2.16

Ubicación de las fuentes y coordenadas tomadas en el campo

Fuente	Ubicación	Zona	Latitud Norte (UTM) m	Latitud Este (UTM) m	Cota msnm	Caudal Aforado (l/s)	Caudal Estiaje (10%) l/s	Caudal Conceder (90%) l/s	Caudal Ecológico (10%) l/s
Q. Azhanga #1	Terrenos comunales	17 Sur	9633983	726654	3316	32.67	29.40	26.46	2.94
V. Azhanga #2	Terrenos comunales	17 Sur	9634094	726606	3292	4.37	3.93	3.54	0.39
V. Azhanga #3	Terrenos comunales	17 Sur	9634129	726511	3298	3.87	3.48	3.13	0.35
V. Azhanga #4	Terrenos comunales	17 Sur	9634102	726426	3293	0.47	0.42	0.38	0.04
Q. Garo #1	Terrenos comunales	17 Sur	9634675	725537	3288	25.3	22.77	20.49	2.28
V. Garo #2	Terrenos comunales	17 Sur	9634620	725433	3288	2.21	1.99	1.79	0.20
V. Quillocachi #1	Terrenos comunales	17 Sur	9634273	724730	3270	0.8	0.72	0.65	0.07
V. Quillocachi #2	Terrenos comunales	17 Sur	9634262	724530	3261	3.58	3.22	2.90	0.32
V. Piñan	Alejandro Ochoa	17 Sur	9632479	723329	3140	0.49	0.44	0.40	0.04
V. Churuguayco #1	Agustín Morocho y Carlos Cabrera	17 Sur	9633084	722816	3218	0.9	0.81	0.73	0.08
V. Artezana #1	Ángel Cabrera	17 Sur	9631827	721856	3151	0.29	0.26	0.23	0.03
TOTAL						74.95	67.46	60.71	6.75

Fuente: (SENAGUA, 2015).

Se obtiene que el caudal adjudicado por la SENAGUA para el abastecimiento del sistema de riego sea de 60.7 l/s.

Además, se muestran resultados del caudal ecológico en las fuentes que contribuyen al sistema arrojando valores muy pequeños 0.03 y 0.04 l/s, pertenecientes a las vertientes de Artazana #1, #4 y Piñan respectivamente. El caudal recibido por la Quebrada Garo #1, tiende a disminuir en gran cantidad en tiempos de sequía.

2.2.2. Medición de caudales aportados por las fuentes al tramo principal del sistema de riego

Para la ejecución de este proyecto se realizó una actualización de los datos de las fuentes que aportan caudal al sistema de riego, los aforos fueron realizados en el mes de septiembre, con muestras tomadas una sola vez en un único día. La Tabla 2.17 presenta detalles de los datos tomados con respecto a las fuentes adjudicadas para el sistema de riego.

Tabla 2.17

Actualización datos fuentes adjudicadas

Fuente	Ubicación	Zona	Latitud Norte (UTM) m	Latitud Este (UTM) m	Cota msnm	Caudal Aforado (l/s)	Caudal Estiaje (10%) l/s	Caudal Conceder (90%) l/s	Caudal Ecológico (10%) l/s
Q. Azhanga #1	Terrenos comunales	17 Sur	9633986.33	726656.49	3317	30.84	27.76	24.98	2.78
V. Azhanga #2	Terrenos comunales	17 Sur	9634095.73	726602.57	3290	4.1	3.69	3.32	0.37
V. Azhanga #3	Terrenos comunales	17 Sur	9634127.50	726508.28	3296	3.86	3.47	3.13	0.35
V. Azhanga #4	Terrenos comunales	17 Sur	9634101.33	726420.26	3295	1.27	1.14	1.03	0.11
Q. Garo #1	Terrenos comunales	17 Sur	9634672.75	725534.76	3290	23.1	20.79	18.71	2.08
V. Garo #2	Terrenos comunales	17 Sur	9634460.39	725355.88	3286	4.33	3.90	3.51	0.39
V. Quillocachi #1	Terrenos comunales	17 Sur	9634277.17	724734.51	3272	1.78	1.60	1.44	0.16
V. Quillocachi #2	Terrenos comunales	17 Sur	9634260.14	724534.28	3260	4.98	4.48	4.03	0.45
V. Piñan	Alejandro Ochoa	17 Sur	9633724.00	723917.00	3141	0.71	0.64	0.58	0.06
V. Churuhuayco #1	Agustín Morocho y Carlos Cabrera	17 Sur	9633089.13	722812.30	3220	1.23	1.11	1.00	0.11
V. Artazana #1	Ángel Cabrera	17 Sur	9631821.77	721854.55	3153	0.47	0.42	0.38	0.04
TOTAL						76.67	69.00	62.10	6.90

Fuente: Autores

En la Tabla 2.17 se observa como resultado datos similares a los presentados por la SENAGUA, con un caudal aforado de 76.67 l/s, por lo tanto, el caudal a conceder es igual a 62.10 l/s.

CAPÍTULO 3

EVALUACIÓN DEL SISTEMA EXISTENTE

Para la evaluación del sistema existente se realizaron aforos tanto en la conducción principal como en los distintos ramales que conducen el caudal a las comunidades, analizando puntos iniciales, intermedios y finales de cada tramo.

Mediante el levantamiento topográfico de las canales del sistema de riego se identificaron varios problemas que influyen en la eficiencia del sistema, se identificaron fugas, filtraciones, canales totalmente secos y mala distribución del caudal.

Los parámetros utilizados para la evaluación del sistema son:

- Caudal Disponible
- Caudal Requerido

3.1. Fugas y filtraciones “conducción principal”

Se presentan resultados de los factores que influyen en la pérdida del caudal transportado por el sistema, mediante imágenes obtenidas en la inspección realizada en campo a lo largo del tramo principal del sistema, desde la captación hasta el reservorio principal.

Los puntos identificados como conexiones ilegales o fugas son cambiantes, debido a que una vez identificados son inmediatamente removidos del canal.

Las figuras 3.1 a 3.7 representan las fugas y filtraciones identificadas a lo largo de la conducción principal.

- Conexión ilícita: fuga de caudal mediante tubería colocada en la base de la canal.



Figura 3.1. Foto conexión ilícita

Fuente: Autores

- Filtración: pérdida de caudal debido a un surco formado en la pared más débil de la canal, y una ineficiente reparación de la misma.



Figura 3.2. Foto filtración canal principal

Fuente: Autores

- Filtración: pérdida de caudal por filtración en una de las paredes de la canal.



Figura 3.3. Foto Filtración canal principal

Fuente: Autores

- Filtración: pérdida de caudal por filtración y formación de un surco en la pared más débil de la canal.



Figura 3.4. Foto filtración canal principal

Fuente: Autores

- Conexión ilícita: colocación tubería directo en la superficie de la canal para la alimentación de aspersores.



Figura 3.5. Foto conexión ilícita

Fuente: Autores

- Conexión ilícita: colocación tubería directo en la superficie de la canal para la alimentación de aspersores.

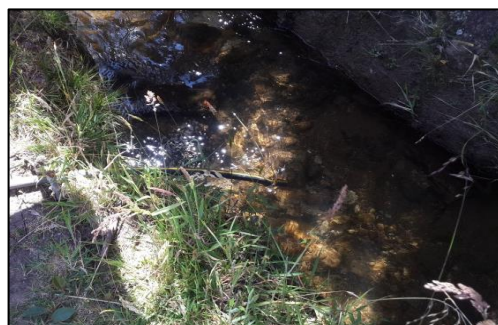


Figura 3.6. Foto conexión ilícita

Fuente: Autores

- Fuga de caudal: orificio ilegal, realizado en el fondo de la canal, para la obtención de caudal.



Figura 3.7. Foto fuga de caudal

Fuente: Autores

3.2. Análisis del caudal disponible con aforos en el sistema de riego

Para el desarrollo del proyecto es indispensable determinar y analizar el caudal disponible en el área de estudio, considerando los resultados obtenidos en los ítems anteriores.

Mediante el análisis de los resultados obtenidos con los aforos realizados en distintos puntos del sistema de riego se obtuvieron los siguientes caudales.

3.2.1. Caudal disponible canales sistema de riego

- Canal Principal: Captación – Divisor de caudales

La Tabla 3.1 presenta los caudales obtenidos en el tramo de la canal principal.

Tabla 3.1

Caudal canal principal

Punto 1: Inicio Tramo	Punto 2: Fin Tramo
28.07 l/s	80.41 l/s

Fuente: Autores

- Canal: Villastana, San José, Morasloma

La Tabla 3.2 presenta los caudales obtenidos en el tramo Villastana-San José-Morasloma.

Tabla 3.2*Caudal canal: Villastana-San José-Morasloma*

Punto 1: Inicio Tramo	Punto 2: Fin Tramo
25.30 l/s	5.97 l/s

Fuente: Autores

- Canal: Hermano Miguel, La Cruz, Membrillo

La Tabla 3.3 presenta los caudales obtenidos en el tramo Hermano Miguel, La Cruz-Membrillo.

Tabla 3.3*Caudal canal: Hermano Miguel-La Cruz-Membrillo*

Punto 1: Inicio Tramo	Punto 2: Fin Tramo
41.61 l/s	13.63 l/s

Fuente: Autores

3.3. Variación de caudales

Se presentan resultados dirigidos a la variación de los caudales determinados en los diferentes puntos de cada uno de los tramos analizados, indicando la variación de estos en porcentaje, cantidad y finalmente indicando el incremento o disminución de un punto con respecto al punto anterior. Con el fin de mostrar el comportamiento del caudal en los distintos puntos del sistema.

3.3.1. Variación de caudales: tramo captación – divisor de caudales

- **Captación – divisor de caudales: Puntos 1- 2**

La Tabla 3.4 presenta la variación del caudal en el tramo captación-divisor de caudales.

Tabla 3.4*Variación de caudal tramo captación – divisor de caudales: Puntos 1- 2*

Variación de Caudales		
Q. Punto 1 (l/s)	28.07	
Q. Punto 2 (l/s)	127.38	
Variación (l/s)	99.31	Aumenta
%	353.84	

Fuente: Autores

En el tramo captación – divisor de caudales analizando los puntos 1-2, se determinó una variación de caudal igual a 99.31 l/s, que equivale a un incremento de 353.84 % del caudal en el punto 2 con respecto al punto 1.

➤ **Captación – divisor de caudales: Puntos 2- 3**

La Tabla 3.5 presenta la variación del caudal en el tramo captación-divisor de caudales.

Tabla 3.5

Variación de caudal tramo captación – divisor de caudales: Puntos 2- 3

Variación de Caudales		
Q. Punto 2 (l/s)	127.38	
Q. Punto 3 (l/s)	84.29	
Variación (l/s)	-43.10	Disminuye
%	33.83	

Fuente: Autores

En el tramo captación – divisor de caudales analizando los puntos 2-3, se determinó una variación de caudal igual a 43.10 l/s, que equivale a una disminución de 33.83 % del caudal en el punto 3 con respecto al punto 2.

➤ **Captación – divisor de caudales: Puntos 3- 4**

La Tabla 3.6 presenta la variación del caudal en el tramo captación-divisor de caudales.

Tabla 3.6

Variación de caudal tramo captación – divisor de caudales: Puntos 3- 4

Variación de Caudales		
Q. Punto 3 (l/s)	84.29	
Q. Punto 4 (l/s)	102.83	
Variación (l/s)	18.54	Aumenta
%	22.00	

Fuente: Autores

En el tramo captación – divisor de caudales analizando los puntos 3-4, se determinó una variación de caudal igual a 18.54 l/s, que equivale a un incremento de 22 % del caudal en el punto 3 con respecto al punto 2.

➤ **Captación – divisor de caudales: Puntos 4- 5**

La Tabla 3.7 presenta la variación del caudal en el tramo captación-divisor de caudales.

Tabla 3.7*Variación de caudal tramo captación – divisor de caudales: Puntos 4- 5*

Variación de Caudales		
Q. Punto 4 (l/s)	102.83	
Q. Punto 5 (l/s)	82.15	
Variación (l/s)	-20.68	Disminuye
%	20.11	

Fuente: Autores

En el tramo captación – divisor de caudales analizando los puntos 4-5, se determinó una variación de caudal igual a 20.68 l/s, que equivale a una disminución de 20.11 % del caudal en el punto 4 con respecto al punto 5.

➤ **Captación – divisor de caudales: Puntos 5- 6**

La Tabla 3.8 presenta la variación del caudal en el tramo captación-divisor de caudales.

Tabla 3.8*Variación de caudal tramo captación – divisor de caudales: Puntos 5- 6*

Variación de Caudales		
Q. Punto 5 (l/s)	82.15	
Q. Punto 6 (l/s)	91.38	
Variación (l/s)	9.23	Aumenta
%	11.23	

Fuente: Autores

En el tramo captación – divisor de caudales analizando los puntos 5-6, se determinó una variación de caudal igual a 9.23 l/s, que equivale a un incremento de 11.23 % del caudal en el punto 5 con respecto al punto 6.

➤ **Captación – divisor de caudales: Puntos 6- 7**

La Tabla 3.9 presenta la variación del caudal en el tramo captación-divisor de caudales.

Tabla 3.9*Variación de caudal tramo captación – divisor de caudales: Puntos 6- 7*

Variación de Caudales		
Q. Punto 6 (l/s)	91.38	
Q. Punto 7 (l/s)	80.41	
Variación (l/s)	-10.97	Disminuye
%	12.00	

Fuente: Autores

En el tramo captación – divisor de caudales analizando los puntos 6-7, se determinó una variación de caudal igual a 10.97 l/s, que equivale a una disminución de 12 % del caudal en el punto 6 con respecto al punto 7.

3.3.2. Variación de caudales: tramo Villastana – San José – Morasloma

➤ Villastana – San José – Morasloma: puntos 1- 2

La Tabla 3.10 presenta detalles de la variación del caudal en el tramo Villastana-San José-Morasloma.

Tabla 3.10

Variación de caudal Villastana – San José - Morasloma: Puntos 1- 2

Variación de Caudales		
Q. Punto 1 (l/s)	25.30	
Q. Punto 2 (l/s)	13.21	
Variación (l/s)	-12.09	Disminuye
%	47.79	

Fuente: Autores

En el tramo Villastana-San José-Morasloma analizando los puntos 1-2, se determinó una variación de caudal igual a 12.09 l/s, que equivale a una disminución de 47.79 % del caudal en el punto 2 con respecto al punto 1.

➤ Villastana – San José – Morasloma: puntos 2- 3

La Tabla 3.11 presenta detalles de la variación del caudal en el tramo Villastana-San José-Morasloma.

Tabla 3.11

Variación de caudal Villastana – San José – Morasloma: Puntos 2- 3

Variación de Caudales		
Q. Punto 2 (l/s)	13.21	
Q. Punto 3 (l/s)	5.10	
Variación (l/s)	-8.10	Disminuye
%	61.36	

Fuente: Autores

En el tramo Villastana-San José-Morasloma analizando los puntos 2-3, se determinó una variación de caudal igual a 8.10 l/s, que equivale a una disminución de 61.36 % del caudal en el punto 3 con respecto al punto 2.

➤ **Villastana – San José – Morasloma: puntos 3- 4**

La Tabla 3.12 presenta detalles de la variación del caudal en el tramo Villastana-San José-Morasloma.

Tabla 3.12

Variación de caudal Villastana – San José – Morasloma: Puntos 3- 4

Variación de Caudales		
Q. Punto 3 (l/s)	5.10	
Q. Punto 4 (l/s)	5.97	
Variación (l/s)	0.87	Aumenta
%	16.99	

Fuente: Autores

En el tramo Villastana-San José-Morasloma analizando los puntos 3-4, se determinó una variación de caudal igual a 0.87 l/s, que equivale a un incremento de 16.99 % del caudal en el punto 4 con respecto al punto 3.

3.3.3. Variación de caudales: tramo Hermano Miguel – La Cruz – Membrillo

➤ **Hermano Miguel – La Cruz – Membrillo: puntos 1- 2**

La Tabla 3.13 presenta detalles de la variación del caudal en el tramo Hermano Miguel-La Cruz-Membrillo.

Tabla 3.13

Variación de caudal Hermano Miguel – La Cruz – Membrillo: Puntos 1- 2

Variación de Caudales		
Q. Punto 1 (l/s)	41.61	
Q. Punto 2 (l/s)	43.32	
Variación (l/s)	1.70	Aumenta
%	4.09	

Fuente: Autores

En el tramo Hermano Miguel-La Cruz-Membrillo analizando los puntos 1-2, se determinó una variación de caudal igual a 1.70 l/s, que equivale a un incremento de 4.09 % del caudal en el punto 2 con respecto al punto 1.

➤ **Hermano Miguel – La Cruz – Membrillo: puntos 2- 3**

La Tabla 3.14 presenta detalles de la variación del caudal en el tramo Hermano Miguel-La Cruz-Membrillo.

Tabla 3.14*Variación de caudal Hermano Miguel – La Cruz – Membrillo: Puntos 2- 3*

Variación de Caudales		
Q. Punto 2 (l/s)	43.32	
Q. Punto 3 (l/s)	29.54	
Variación (l/s)	-13.78	Disminuye
%	31.81	

Fuente: Autores

En el tramo Hermano Miguel-La Cruz-Membrillo analizando los puntos 2-3, se determinó una variación de caudal igual a 13.78 l/s, que equivale a una disminución de 31.81 % del caudal en el punto 3 con respecto al punto 2.

➤ **Hermano Miguel – La Cruz – Membrillo: puntos 3- 4**

La Tabla 3.15 presenta detalles de la variación del caudal en el tramo Hermano Miguel-La Cruz-Membrillo.

Tabla 3.15*Variación de caudal Hermano Miguel – La Cruz – Membrillo: Puntos 3- 4*

Variación de Caudales		
Q. Punto 3 (l/s)	29.54	
Q. Punto 4 (l/s)	13.63	
Variación (l/s)	-15.91	Disminuye
%	53.86	

Fuente: Autores

En el tramo Hermano Miguel-La Cruz-Membrillo analizando los puntos 3-4, se determinó una variación de caudal igual a 15.91 l/s, que equivale a una disminución de 53.86 % del caudal en el punto 4 con respecto al punto 3.

3.4. Comportamiento del caudal

A continuación, se presentan las Figuras 3.8 a 3.10 que detallan el valor del caudal obtenido en cada punto aforado, en los tramos analizados; se indica el valor del caudal en l/s.

El aumento o disminución en la cantidad de caudal existente depende directamente de las fuentes de aporte y de las fugas, filtraciones y conexiones ilícitas, mencionadas y descritas anteriormente.

➤ **Tramo captación – divisor de caudales**

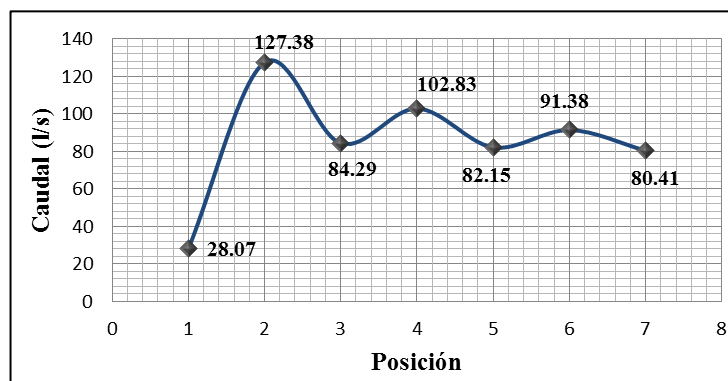


Figura 3.8. Comportamiento caudal - canal principal

Fuente: Autores

En la Figura 3.8 se observa en el origen un caudal de 28.07 l/s además de un pico en el punto 2 del tramo de la canal principal con un caudal de 127.38 l/s y finalmente un caudal al final del tramo igual a 80.41 l/s. Se observa una variación marcada en los valores referentes al caudal presente en este tramo; las variaciones en el caudal se deben principalmente a filtraciones, conexiones ilícitas y derrumbes presentes a lo largo del tramo.

➤ **Tramo Villastana – San José – Morasloma**

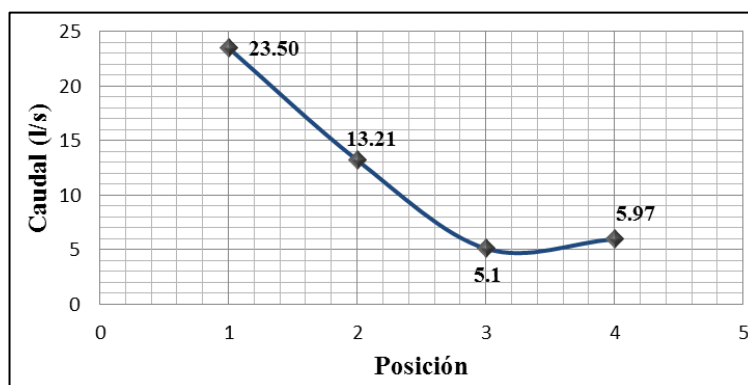


Figura 3.9. Comportamiento caudal canal Villastana - San José – Morasloma

Fuente: Autores

En la figura 3.9 se observa un caudal inicial de 23.50 l/s, posteriormente se nota una disminución del mismo hasta finalizar con un caudal de 5.97 l/s.

➤ **Tramo Hermano Miguel – La Cruz – Membrillo**

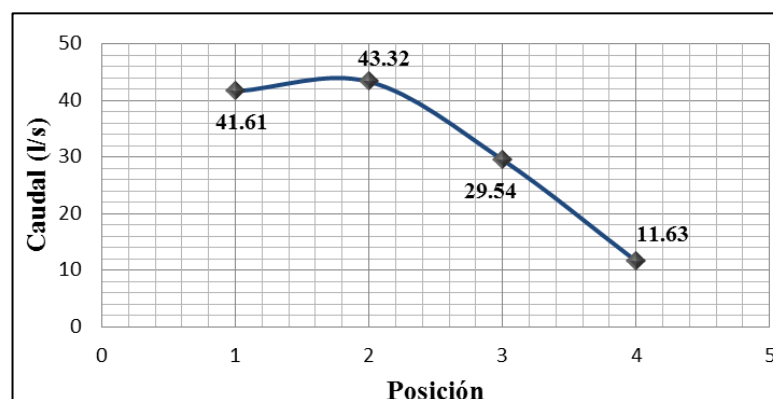


Figura 3.10. Comportamiento caudal canal Hermano Miguel - La Cruz – Membrillo

Fuente: Autores

En la Figura 3.10 se observa un caudal inicial de 41.61 l/s presentando un leve incremento en el punto 2, para finalizar con un caudal de 11.63 l/s.

➤ **Canales sin caudal**

Con la realización del levantamiento topográfico se identificaron zonas con tramos de canal que transportan caudales muy pequeños y otras con canales totalmente secos principalmente en zonas alejadas del reservorio principal del sistema, es decir en zonas pertenecientes a las comunidades de Lluchín y Morasloma.

Las figuras 3.11 y 3.12 indican la presencia de canales totalmente secos.



Figura 3.11. Foto canal sin caudal

Fuente: Autores



Figura 3.12. Foto canal sin caudal

Fuente: Autores

3.5. Análisis del caudal disponible y caudal requerido “balance hídrico”

Para determinar los valores de caudal disponible y requerido para satisfacer las necesidades del área de estudio fue necesario realizar un balance hídrico del área, es decir el área en la cual se encuentra ubicado el sistema de riego, para este balance se consideraron datos correspondientes a valores de evapotranspiración de cultivo, área de cultivo, régimen de lluvias.

- Área de cultivo: el área de cultivo fue obtenida mediante los trabajos topográficos para cada socio.
- Evapotranspiración de cultivo: para la determinación de la evapotranspiración de referencia E_{To} se empleó el método de FAO Penman-Monteith; que se recomienda como el único método estándar para su definición y cálculo
- Régimen de Lluvias: datos obtenidos de las estaciones indicadas a continuación.

3.5.1. Estimación del balance hídrico para el sistema de riego “Patadel”

3.5.1.1. Área de estudio sistema de riego

El área de estudio para la cual se realizará el balance hídrico comprende el área total de estudio es decir se analizará el área comprendida por las diez comunidades pertenecientes al sistema de riego “Patadel”; debido a que no es conveniente realizar un análisis por grupo es decir considerando únicamente cinco de las diez comunidades, se trabajó en conjunto con datos obtenidos por el grupo de trabajo

encargado de las cinco comunidades restantes: Patadel, Salocota, Trancapata, La Cruz, Membrillo; por lo tanto los resultados que se obtendrán en cuanto a la estimación de caudales, representa valores para el sistema completo.

El sistema de riego está ubicado en la cabecera nororiental de la cuenca del río Jubones (Figura 3.13). El área de aporte del recurso hídrico a considerar para la realización del análisis es de aproximadamente 7.3 km². La altura promedio en la zona de captación es de 3323 msnm y en los predios beneficiarios del sistema de riego 2880 msnm. La cobertura en la zona de captación en su totalidad es páramo mientras que los cultivos predominantes a ser servidos por el sistema de riego son pastos (87.6%) y cultivos rotativos principalmente conformados por maíz y papa/trigo (12.4%). La precipitación promedio anual en el área de captación es de 1220 mm (según datos INAMHI 2002-2011) y presenta un régimen trimodal con picos de lluvia en los meses de abril y junio y uno menos pronunciado en octubre mientras que el mes más seco es agosto (Figura 3.14). La precipitación en el área de riego presenta una estacionalidad más marcada y definida que en el área de captación con un régimen bimodal con un pico en el mes de abril y otro en noviembre mientras que el valor mínimo se registra en el mes de agosto (Figura 3.14), la precipitación promedio anual es 740 mm (según estación M04220, INAMHI).

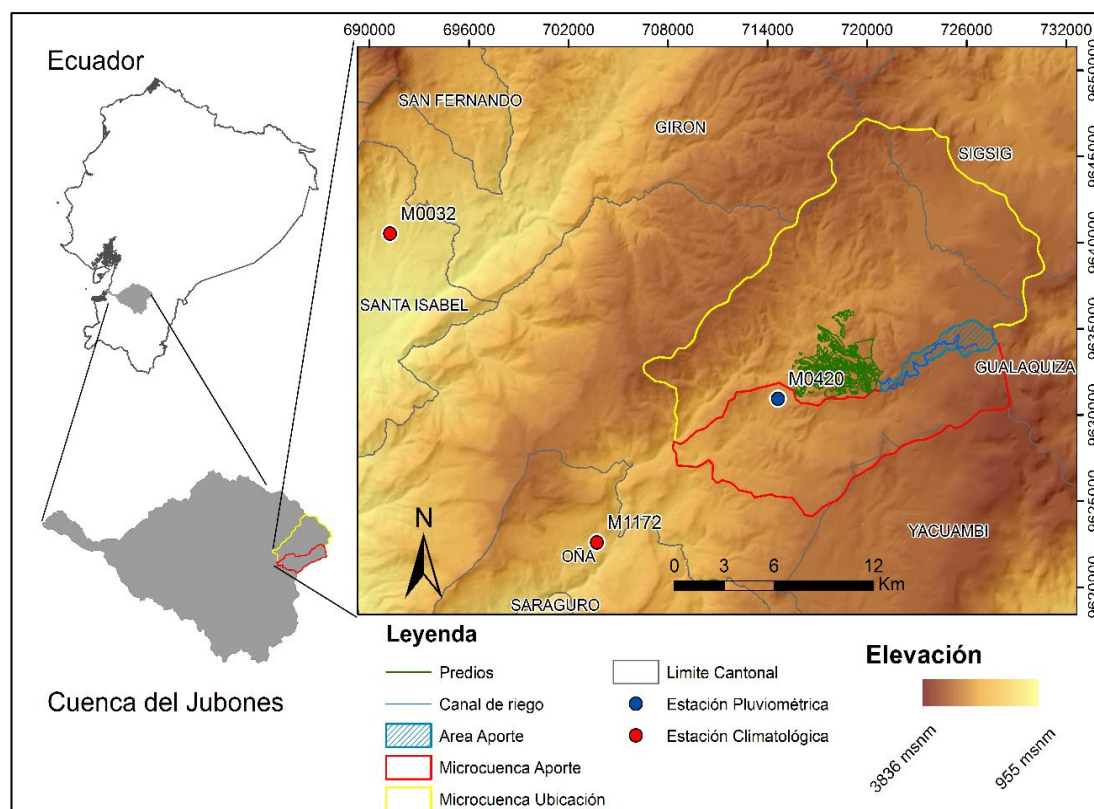


Figura 3.13. Ubicación del área de estudio y del área de aporte del recurso hídrico y localización de las estaciones climatológicas utilizadas en la estimación del balance hídrico

Fuente: Autores

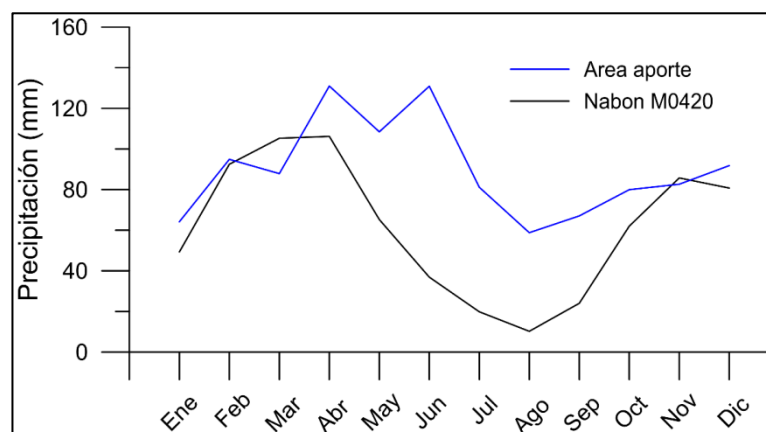


Figura 3.14. Precipitación promedio mensual (2002-2011) estimada (interpolación IDW) en el área de aporte y medida en el área de predios (estación M0420).

Fuente: Autores

3.5.1.2. Datos precipitación y temperatura

Debido al escaso monitoreo en el área de estudio, no fue posible obtener datos meteorológicos justo dentro del área de aporte de la cuenca, por lo que las estaciones más cercanas con datos de precipitación y temperatura disponibles fueron utilizadas

en el cálculo del balance hídrico. Los detalles referentes a la ubicación de las estaciones y del período de datos disponible se muestran en la Figura 3.13 y Tabla 3.16, respectivamente.

Tabla 3.16

Estaciones meteorológicas utilizadas en el cálculo del balance hídrico (datos mensuales)

Nombre	Código	X	Y	Elevación (msnm)	Tipo	Variable	Período
NABON INAMHI	M0420	714631	9630922	2750	Pluviométrica	Precipitación	2002- 2011
CARTAGENA OÑA	M1172	703716	9622587	2051	Climatológica	Temperatura	2008
SANTA ISABEL	M0032	691245	9640518	1550	Climatológica	Temperatura	2009- 2011
CUMBE*	M0418	720613	9658683	2720	Pluviométrica	Precipitación	2002- 2011
GUALAQUIZA*	M0189	769119	9623702	851	Pluviométrica	Precipitación	2002- 2011

Fuente: Autores.

*Estaciones fueron interpoladas por medio del método Inverse Distance Weight (IDW) para estimar precipitación en el área de aporte (estaciones no mostradas en la Figura 76).

Debido a que no se contó con datos de precipitación cercanos al área de captación, se optó por estimar la precipitación por medio del método de interpolación Inverse Distance Weight (IDW) utilizando las estaciones de Cumbe y Gualaquiza; ubicadas a aproximadamente 25 y 43 km del área de captación y de las cuales se obtuvieron datos necesarios para el análisis. A pesar de la gran distancia la estimación puede considerarse válida para el área de estudio ya que la zona se encuentra influenciada por masas de aire húmedo provenientes de la Amazonía y la precipitación obtenida muestra un patrón estacional similar al reportado por Ballari et al. (2018) en esta zona.

En cuanto a los datos de temperatura, al ser de estaciones lejanas localizadas a una altura de 1550 msnm (M0032) y 2051 msnm (M1172) (diferentes a la altura promedio del área de captación y del área de los predios), las temperaturas fueron extrapolados al área de estudio (2880 y 3323 msnm) por medio de la tasa de lapso de temperatura (Tlr) calculada por Córdova et al. (2016) para una gradiente altitudinal en el sur del Ecuador (Tabla 3.17). Los resultados referentes a datos extrapolados de

la temperatura promedio para los sitios de estudio se muestran en la Figura 3.15. Se observa que la temperatura no es muy variable a diferencia de la precipitación (ver Figura 3.14).

Tabla 3.17

Tasa de lapso de temperatura (Tlr) máxima, mínima y media (Córdova et al. 2016).

Mes	Tlr máx. (°C/km)	Tlr mín (°C/km)	Tlr m (°C/km)
Enero	9.15	6	7.24
Febrero	9.16	5.73	7.08
Marzo	8.55	5.6	6.56
Abril	8.48	5.37	6.62
Mayo	8.4	5.35	6.59
Junio	8.62	5.63	6.9
Julio	8.76	5.56	7
Agosto	8.78	5.7	7.22
Septiembre	8.76	5.3	7
Octubre	8.77	5.28	6.65
Noviembre	8.78	5.07	6.62
Diciembre	9.21	5.3	6.7

Fuente: (Córdova et al. 2016).

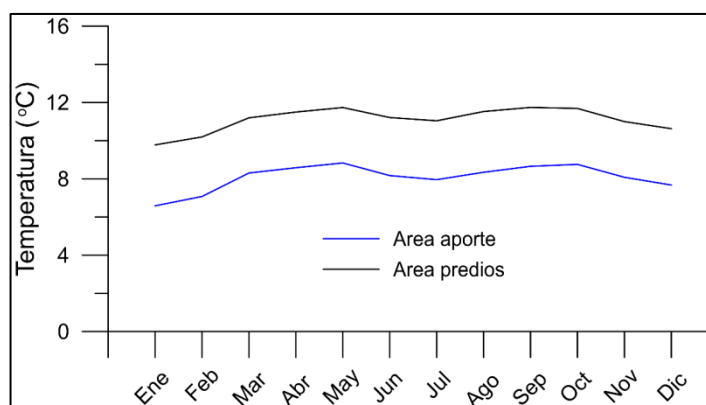


Figura 3.15. Temperatura promedio mensual (2008-2011) extrapolada para el área de aporte y predios.

Fuente: Autores

3.5.1.3. Metodología estimación de caudales

a. Estimación de caudal disponible en el área de captación

En el cálculo del balance hídrico se utilizó la *Ecuación 3.1* y fue empleada para calcular el caudal de salida del área de aporte. Esta ecuación es válida ya que no se ha encontrado evidencia de la contribución de aguas subterráneas a la descarga en estudios previos en sitios de páramo de Ecuador, por lo que no existe un cambio grande en el almacenamiento.

$$P = ET + Q \quad (\text{Ecuación 3.1})$$

Dónde:

P = precipitación (mm)

ET = evapotranspiración (mm)

Q = caudal (mm)

Debido a que no se cuentan con datos de evapotranspiración actual una forma común de estimar la ET es calcular la evapotranspiración de referencia (ET_o) y multiplicarla por un coeficiente de cultivo como se indica en la *Ecuación 3.2*:

$$ET = ET_o \times K_c \quad (\text{Ecuación 3.2})$$

Dónde:

ET_o = evapotranspiración de referencia (mm)

K_c = coeficiente de cultivo

En cuanto a los coeficientes de cultivo se asignaron los siguientes valores, para la zona de captación fue asumido como 0.87 en los meses menos húmedos y 0.93 en los meses más húmedos. Estos valores fueron recientemente reportados por Carrillo-Rojas et al. (2019) en una zona de páramo cercana al área de estudio.

Para el cálculo de la ET_o el método estandarizado a nivel mundial es el método de la FAO 56 Penman-Monteith (Allen et al. 2006); sin embargo, este método requiere datos de temperatura, radiación solar, humedad relativa y velocidad del viento comúnmente no disponibles en regiones tropicales como el Ecuador.

Si no se cuenta con datos meteorológicos de radiación solar, humedad relativa o velocidad del viento; Allen et al. (2006) recomienda como alternativa el uso de la

ecuación de Hargreaves-Samani para determinar la ET_o . Este método ha sido evaluado en una región de páramo cercana al área de estudio y ha demostrado ser más precisa para estimar la ET_o en comparación con el método de la FAO 56 Penman-Monteith cuando solo se utiliza la temperatura como dato (Córdova et al. 2015). Por lo tanto, la ecuación de Hargreaves-Samani fue utilizada para estimar la ET_o en este estudio. La forma de la ecuación de Hargreaves presentada en el documento de la FAO riego y drenaje 56 por Allen et al. (2006) es presentada en la Ecuación 3.3:

$$ET_o = 0.408 * 0.0023(T_m + 17.8)(T_{máx} - T_{mín})^{0.5} R_a \quad (\text{Ecuación 3.3})$$

Dónde:

ET_o : evapotranspiración de referencia [mm/día],

T_m : temperatura media del aire a 2 m de altura [°C],

$T_{máx}$: temperatura máxima del aire [°C],

$T_{mín}$: temperatura mínima del aire [°C],

R_a : radiación extraterrestre (ecuación 3.4) [MJ/m² día].

La forma utilizada para el cálculo de la radiación extraterrestre para periodos diarios (R_a) se presenta en la Ecuación 3.4:

$$R_a = \frac{24*60}{\pi} G_{sc} d_r [\omega_s \sin(\phi) \sin(\delta) + \cos(\phi) \cos(\delta) \sin(\omega)] \quad (\text{Ecuación 3.4})$$

Dónde:

R_a : radiación extraterrestre [MJ/m² día]

G_{sc} : constante solar = 0,082 MJ/m² min,

d_r : distancia relativa inversa Tierra-Sol,

ω_s : ángulo de radiación a la puesta del sol [rad],

ϕ : latitud [rad],

δ : declinación solar [rad].

La forma empleada para la conversión de radianes en grados decimales es presentada en la *Ecuación 3.5*.

$$[radianes] = \left[\frac{\pi}{180} \right] [grados decimales] \quad (Ecuación 3.5)$$

La forma empleada para el cálculo de la distancia relativa inversa Tierra-Sol (d_r) esta expresada en la *Ecuación 3.6*.

$$d_r = 1 + 0,033 * \cos\left(\frac{2\pi}{365}J\right) \quad (Ecuación 3.6)$$

La forma empleada para calcular la declinación solar (δ) esta expresada en la *Ecuación 3.7*.

$$\delta = 0,409 * \sin\left(\frac{2\pi}{365}J - 1,39\right) \quad (Ecuación 3.7)$$

Donde J es el número del día en el año entre 1 (1 de enero) y 365 (31 de diciembre).

La forma para calcular el ángulo de radiación a la puesta del sol (ω_s) esta expresada en la *Ecuación 3.8*; los valores que puede tener (X) se expresan en la *Ecuación 3.9*.

$$\omega_s = \frac{\pi}{2} - \arctan\left[\frac{-\tan(\varphi)\tan(\delta)}{X^{0,5}}\right] \quad (Ecuación 3.8)$$

Dónde:

$$X = 1 - [\tan(\varphi)]^2 [\tan(\delta)]^2 \quad (Ecuación 3.9)$$

$$y X = 0,00001 \text{ si } X \leq 0$$

En cuanto al cálculo de la radiación extraterrestre las coordenadas consideradas fueron los valores del punto central en la zona de los predios y la altura de inicio del canal de riego para la zona de captación.

Los valores diarios de R_a fueron promediados mensualmente para poder calcular la ETo con los datos de temperatura mensual. Con el fin de mejorar las estimaciones de ETo , al valor resultante se lo multiplico por un coeficiente de corrección (0.8) (Pinos et al. 2018). Finalmente, para obtener el acumulado mensual de ETo , el valor de ETo diaria fue multiplicado por el número de días existentes en cada mes utilizado para el análisis. El caudal mensual obtenido de la diferencia entre

P y ET (Ecuación 3.1) fue transformado a lt/s por día por medio de la siguiente formula, presentada en la Ecuación 3.10:

$$Q \text{ (lt s}^{-1}\text{)} = \frac{Q \text{ (mm mes}^{-1}\text{)} \times \text{Área de captación (m}^2\text{)}}{24 \times n \text{ días mes} \times 3600 \text{ s}} \quad (\text{Ecuación 3.10})$$

b. Caudal requerido

Para la determinación del consumo de agua de los cultivos en los predios beneficiados por el sistema de riego, se calculó la ET con los datos de temperatura promedio extrapolados a esta zona (método de Hargreaves-Samani, Ecuación 3.3). Con base en las encuestas tres tipos de cultivos predominantes fueron identificados en los predios, pasto (a lo largo del año), maíz (octubre-mayo) y trigo (junio-septiembre). Los coeficientes de cultivo asumidos se muestran en la Tabla 3.18 (Allen et al. 2006).

Tabla 3.18

Coefficientes de cultivo utilizados para calcular la ET en los predios del sistema de riego.

Cultivo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Kc Pasto*	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Kc Maíz	0.8	1.15	1.15	1.15	0.7	-	-	-	-	0.4	0.8	0.8
Kc Papa/Trigo ⁺	-	-	-	-	-	0.4	0.75	1.15	0.65	-	-	-

Fuente: (Allen et al. 2006).

* Valor de Kc para desarrollo de pasto intermedio (adecuado para la zona de estudio ya que no es un pasto uniforme ni completamente desarrollado). ⁺Valor promedio entre Kc de papa y trigo.

El valor de evapotranspiración de cada cultivo fue multiplicado por el área total de superficie de pasto y cultivos (maíz/papa/trigo) con el objetivo de determinar el consumo de agua. La Ecuación 3.1 fue utilizada para calcular los requerimientos de agua en la zona de predios. La precipitación promedio de la estación M420 y la evapotranspiración calculada en el párrafo anterior fueron utilizadas.

Finalmente, por medio de una diferencia se comparó el volumen promedio generado por el área de captación y el volumen de agua necesario en los predios para riego.

3.5.1.4. Resultados obtenidos

a. Balance hídrico

En la Figura 3.16 se muestra la dinámica mensual de la evapotranspiración en el área de captación de agua y la evapotranspiración de los cultivos en la zona de los predios. Se puede notar que la dinámica de la ET del páramo como de los pastos es muy similar debido a que esta es vegetación perenne y además comparten una fisiología similar. Por otra parte, los cultivos muestran una dinámica más estacional debido a los períodos de cosecha como de siembra. El valor de ET anual promedio en el área de aporte es 562 mm mientras que en los pastos y cultivos es de 826.01 y 795.55 mm, respectivamente.

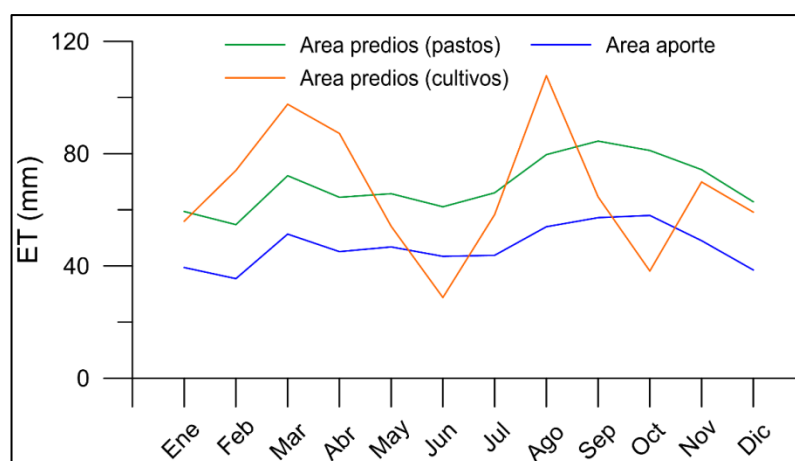


Figura 3.16. Evapotranspiración promedio mensual (2008-2011) en el área de aporte y predios.

Fuente: Autores

En la Figura 3.17 se muestra el balance hídrico durante el período 2002-2011 en la zona de captación (valores promedio de ET durante el período 2008-2011 fueron utilizados para extender la serie 2002-2007). Se puede notar que en general existe un superávit o abundancia de agua a lo largo del año con una disminución en los meses de agosto a noviembre, lo cual da paso a la posible generación de un déficit en algunos años durante estos meses y en el mes de enero.

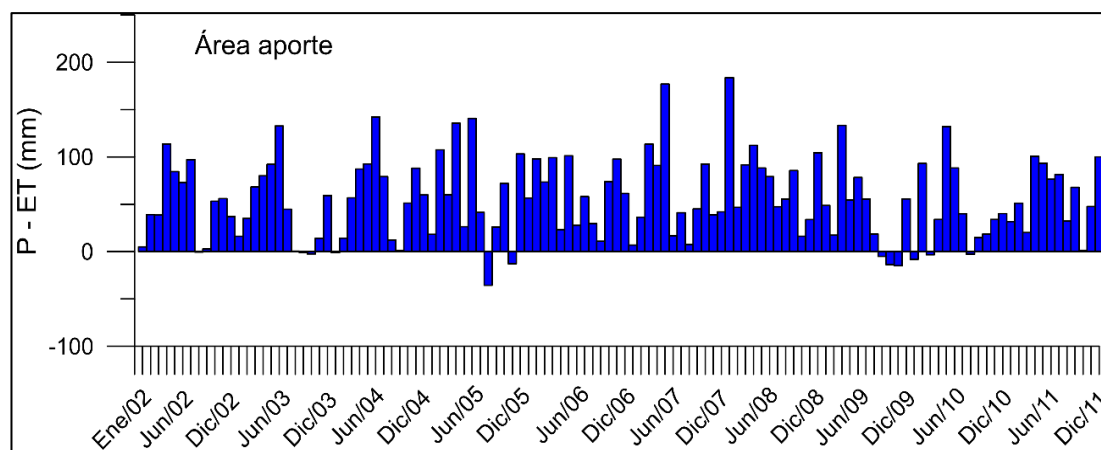


Figura 3.17. Balance hídrico (P-ET) en el área de aporte de agua del sistema de riego.

Fuente: Autores

En la Figura 3.18 se muestra el balance hídrico promedio tanto en el área de captación como en los predios. Se puede notar que existe un superávit alto en los meses de abril y junio en el área de captación, notando también que este se reduce significativamente en los meses de agosto y septiembre (Figura 3.18a). En la Tabla 3.19 se presentan los valores del caudal promedio diario generado en el área de aporte. Con los datos obtenidos en el aforo realizado a finales del mes de septiembre se corrobora los caudales obtenidos ya que el caudal medido fue 80 lt/s encontrándose entre el rango de 56 y 88 lt/s entre el mes de septiembre y octubre.

Para los predios, el balance hídrico difiere entre las coberturas analizadas (Figura 3.18b y c), se observa a lo largo del año un menor déficit de agua para riego en los cultivos en comparación con las coberturas de pasto, esto depende en gran medida a la estacionalidad de los cultivos que no ocupan la misma cantidad de agua en todos los meses. Sin embargo, en el mes de agosto existe un déficit muy alto en la demanda de agua por cultivos a diferencia de los pastos. El volumen total de agua disponible por la precipitación y el requerido por los cultivos/pasto en el área de los predios se presenta en la Tabla 3.20.

Con los resultados obtenidos se determina que en el área del sistema de riego existe un déficit del recurso hídrico entre los meses de junio y octubre como en el mes de enero que no dan abasto a la demanda total de agua de los cultivos/pastos, este déficit varía entre el 16 y 88% en estos meses (Tabla 3.21).

Tabla 3.19*Caudal promedio diario generado en el área de captación.*

Mes	Q (lt/s)
Enero	88.98
Febrero	204.42
Marzo	112.97
Abril	278.45
Mayo	218.48
Junio	309.19
Julio	153.50
Agosto	46.63
Septiembre	56.19
Octubre	87.58
Noviembre	111.09
Diciembre	170.44

Fuente: Autores

La tabla 3.19 presenta los caudales generados por las micro cuecas de aporte en el área de captación, es decir desde el origen de la captación y el tramo principal de la conducción del sistema.

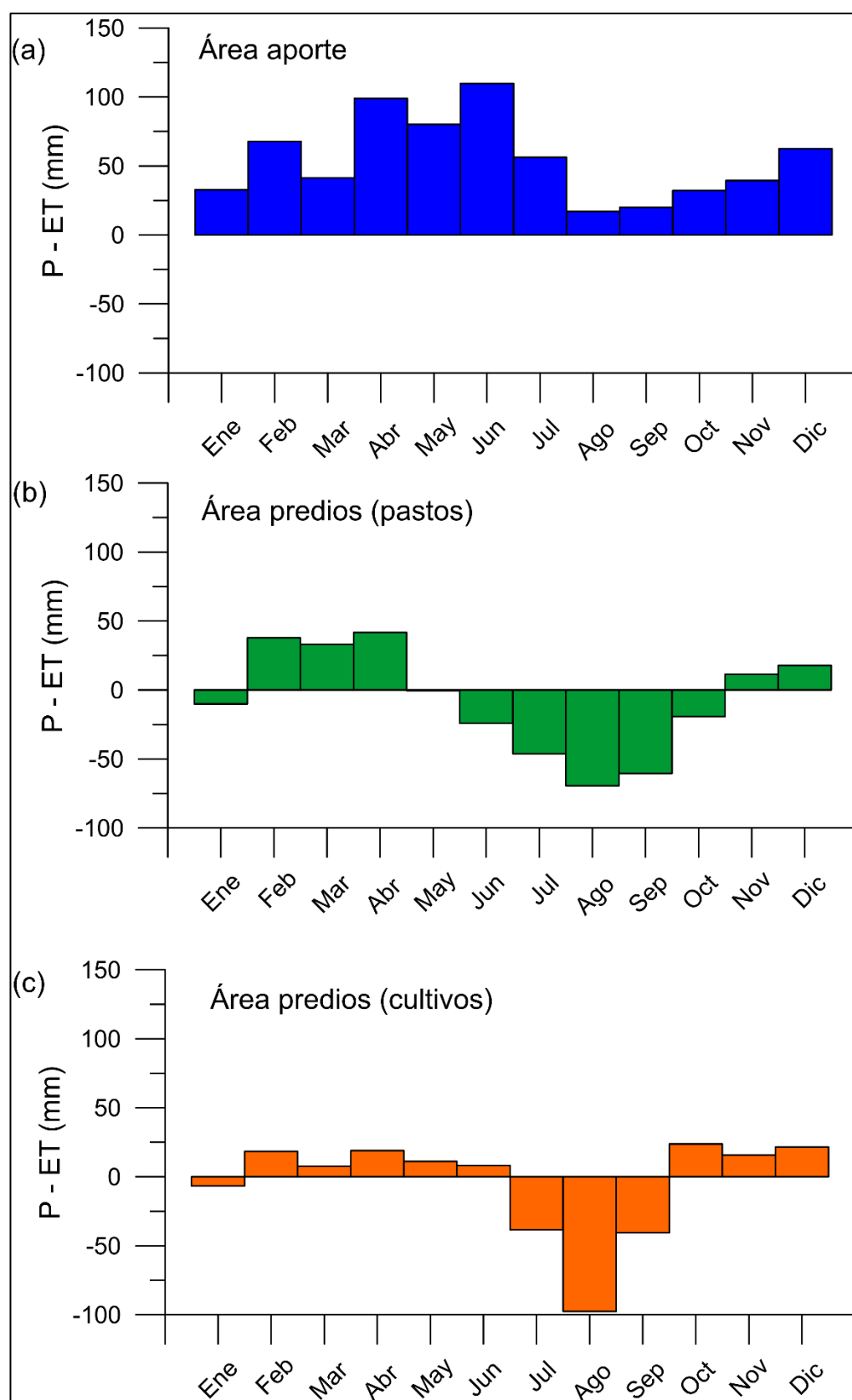


Figura 3.18. Balance hídrico (P-ET) en el área de captación y en los predios para los diferentes tipos de cobertura.

Fuente: Autores

Tabla 3.20

Volumen de agua (m³) disponible por precipitación por predios y requerido por las coberturas en el área del sistema de riego.

Mes	Vol. Disponible Pastos	Vol. Disponible Cultivos	Vol. Requerido Pastos	Vol. Requerido Cultivos	Déficit/Exceso Pastos	Déficit/Exceso Cultivos	Déficit/Exceso Total
Ene	399710.30	56635.30	481549.69	64217.59	-81839.39	-7582.29	-89421.68
Feb	749720.31	106228.52	443619.89	85041.67	306100.42	21186.85	327287.27
Mar	853417.98	120921.53	584971.66	112138.72	268446.32	8782.81	277229.13
Abr	861039.23	122001.39	522617.24	100185.41	338421.99	21815.98	360237.97
May	529109.42	74969.97	533018.47	62196.11	-3909.06	12773.86	8864.80
Jun	299093.57	42378.83	495212.75	33019.82	-196119.18	9359.00	-186760.18
Jul	160857.05	22791.97	535574.69	66958.27	-374717.65	-44166.30	-418883.94
Ago	82941.91	11752.11	645808.85	123801.17	-562866.94	-112049.06	-674916.00
Sep	194666.21	27582.42	684932.24	74213.67	-490266.03	-46631.24	-536897.27
Oct	502597.19	71213.43	657818.83	43862.08	-155221.64	27351.35	-127870.29
Nov	695155.40	98497.17	602409.81	80335.03	92745.59	18162.14	110907.73
Dic	654697.91	92764.71	509559.11	67952.82	145138.79	24811.89	169950.69

Fuente: Autores

Los valores marcados con negrita indican el déficit de agua disponible para el área de estudio.

Tabla 3.21

Cobertura de la demanda de agua de los cultivos en el área de predios (los valores hacen referencia a los valores de la tabla 91 en cuanto al déficit/exceso total en porcentaje).

Mes	Déficit/Exceso Pastos (%)	Déficit/Exceso Cultivos (%)	Déficit/Exceso Total (%)
Ene	-17.00	-11.81	-16.38
Feb	69.00	24.91	61.91
Mar	45.89	7.83	39.77
Abr	64.76	21.78	57.84
May	-0.73	20.54	1.49
Jun	-39.60	28.34	-35.36
Jul	-69.97	-65.96	-69.52
Ago	-87.16	-90.51	-87.70
Sep	-71.58	-62.83	-70.72
Oct	-23.60	62.36	-18.22
Nov	15.40	22.61	16.24
Dic	28.48	36.51	29.43

Fuente: Autores

Los valores marcados con negrita muestran el déficit de cobertura en porcentaje

En la tabla 92 se presentan resultados en cuanto al déficit de caudal para los cultivos presentes con valores expuestos cada mes.

En la Tabla 3.22 se muestra la cobertura esperada del sistema de riego para los meses de déficit hídrico en la zona de predios. Se observa que el sistema alcanzaría una cobertura de entre el 27% y 18% en los meses de agosto y septiembre, respectivamente, mientras que el resto de meses el sistema lograría abastecer de prácticamente el 100% de la demanda de agua requerida. Sin embargo, una cobertura completa para los meses de agosto y septiembre podría lograrse con la construcción de reservorios para el almacenamiento de agua en meses de superávit con el objetivo de abastecer del recurso hídrico en estos meses. Los caudales promedio diario necesario por hectárea de cultivo/pasto y su comparación con el caudal disponible se presentan en la Tabla 3.23 y Tabla 3.24.

Tabla 3.22

Volumen de agua disponible para riego y cobertura del sistema.

Mes	Vol. Disponible Área Aporte (m ³)	Vol. Requerido Pastos (m ³)	Vol. Requerido Cultivos (m ³)	Vol. Requerido Total (m ³)	Cobertura Pastos (%)	Cobertura Cultivos (%)	Cobertura Total (%)
Ene	238314.35	81839.39	7582.29	89421.68	100	100	100
Feb	494527.26						
Mar	302581.22						
Abr	721732.69						
May	585180.09	3909.06			100		100
Jun	801410.18	196119.18		186760.18	100		100
Jul	411147.18	374717.65	44166.30	418883.94	100	100	98.15
Ago	124888.97	562866.94	112049.06	674916.00	22.19	100	18.5
Sep	145650.12	490266.03	46631.24	536897.27	29.71	100	27.13
Oct	234577.85	155221.64		127870.29	100		100
Nov	287948.94						
Dic	456509.88						
Total	4804468.75	1864939.88	210428.89	2034749.36			
Diferencia*		2939528.87	4594039.85	2769719.39			

Fuente: Autores

*Diferencia entre el volumen total de agua disponible y requerida.

En la tabla se presenta un análisis enfocado en los meses que podrían presentar déficit en cuanto al caudal requerido.

Tabla 3.23

Caudales disponibles y requeridos por área de cultivo

Mes	Caudal Disponible (lt/s)	Caudal Requerido Pastos (lt/s)	Caudal Requerido Cultivos (lt/s)	Caudal Requerido Total (lt/s)	Caudal Disponible (lt/s/ha)	Caudal Requerido Pastos (lt/s/ha)	Caudal Requerido Cultivos (lt/s/ha)	Caudal Requerido Total (lt/s/ha)
Ene	88.98	30.56	2.83	33.39	0.10	0.038	0.025	0.036
Feb	204.42				0.22			
Mar	112.97				0.12			
Abr	278.45				0.30			
May	218.48	1.46			0.24	0.002		
Jun	309.19	75.66		72.05	0.33	0.093		0.078
Jul	153.50	139.90	16.49	156.39	0.17	0.173	0.144	0.169
Ago	46.63	210.15	41.83	251.98	0.05	0.259	0.364	0.272
Sep	56.19	189.15	17.99	207.14	0.06	0.233	0.157	0.224
Oct	87.58	57.95		47.74	0.09	0.071		0.052
Nov	111.09				0.12			
Dic	170.44				0.18			

Fuente: Autores

En la tabla 3.23 se analizaron los meses en los cuales según los resultados del balance hídrico se podría presentar déficit de caudal.

Tabla 3.24

Caudal (lt/s) disponible y requerido por el sistema de riego.

Mes	Q Área Aporte	Q precipitación predios	Q requerido pastos	Q requerido cultivos	Q requerido total	Q requerido por sistema
Enero	88.98	170.38	179.79	23.98	203.77	-33.39
Febrero	204.42	353.81	183.37	35.15	218.53	135.29
Marzo	112.97	363.78	218.40	41.87	260.27	103.51
Abril	278.45	379.26	201.63	38.65	240.28	138.98
Mayo	218.48	225.54	199.01	23.22	222.23	3.31
Junio	309.19	131.74	191.05	12.74	203.79	-72.05
Julio	153.50	68.57	199.96	25.00	224.96	-156.39
Agosto	46.63	35.35	241.12	46.22	287.34	-251.98
Septiembre	56.19	85.74	264.25	28.63	292.88	-207.14
Octubre	87.58	214.24	245.60	16.38	261.98	-47.74
Noviembre	111.09	306.19	232.41	30.99	263.40	42.79
Diciembre	170.44	279.07	190.25	25.37	215.62	63.45

Fuente: Autores

Los valores marcados con negrita muestran el déficit de caudal.

Tabla 3.25*Caudal requerido según el área regable de cada comunidad en (l/s)*

Mes	Caudal Disponible (l/s)	Villastana (l/s)	San José (l/s)	Morasloma (l/s)	Lluchín (l/s)	Hermano Miguel (l/s)
Enero	88.98	6.60	4.91	4.25	3.61	12.56
Febrero	204.42	15.17	11.28	9.76	8.29	28.86
Marzo	112.97	8.39	6.23	5.39	4.58	15.95
Abril	278.45	20.67	15.36	13.29	11.29	39.31
Mayo	218.48	16.22	12.05	10.43	8.86	30.85
Junio	309.19	22.95	17.06	14.76	12.54	43.65
Julio	153.50	11.39	8.47	7.33	6.22	21.67
Agosto	46.63	3.46	2.57	2.23	1.89	6.58
Septiembre	56.19	4.17	3.10	2.68	2.28	7.93
Octubre	87.58	6.50	4.83	4.18	3.55	12.36
Noviembre	111.09	8.25	6.13	5.30	4.50	15.68
Diciembre	170.44	12.65	9.40	8.13	6.91	24.06
Área sector		71.6775	53.2662	46.0857	39.1509	136.3298
*Área total			965.65			

Fuente: Autores

La tabla 3.25 muestra el caudal requerido por el área regable total en cada comunidad, determinada con la topografía.

*Área total representa el área total levantada conformada por los diez sectores pertenecientes al sistema de riego “Patadel”.

Caudal Disponible representa la cantidad de caudal generada por el área de aporte.

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Como resultados, con el estudio realizado se obtuvieron las siguientes conclusiones:

Ficha de riego

En las comunidades de Villastana, San José, Morasloma, Lluchín y Hermano Miguel, se obtuvo mediante el censo una población total de 407 habitantes.

Topografía

El total de predios registrados en las cinco comunidades de estudio es 359, de los cuales, Villastana tiene 50, Hermano Miguel 146, San José 68, Morasloma 76 y Lluchín 19, lotes registrados en el área de estudio.

Mediante el levantamiento topográfico en las cinco comunidades de estudio, se obtuvieron los siguientes datos en cuanto al área del proyecto: Área Regable 346.51 Ha., Área Regada: 178.07 Ha.

Las longitudes reales de los tramos principales de canal del sistema de riego son: Tramo principal comprendido entre la captación y el divisor de caudales 14.475 Km., Tramo comunidades Villastana, San José, Morasloma: 6.89 Km., Tramo comunidad: Hermano Miguel, La Cruz, Membrillo: 4.5 Km

Caudal disponible

En cuanto a la cantidad de caudal disponible para abastecer al sistema de riego “Patadel”, se presentarán tres enfoques:

Caudal Aforado: las mediciones fueron realizadas en el mes de septiembre, un solo día, y se determinaron los siguientes valores: caudal de llegada al reservorio 80.41 l/s, caudal final en el tramo Villastana, San José, Morasloma 5.97 l/s y caudal final en el tramo Hermano Miguel 41.61 l/s.

Caudal por adjudicación de fuentes: en cuanto a la adjudicación de fuentes se realizó una actualización de los datos presentados por la SENAGUA, y se obtuvieron caudales similares a los de dicho informe, con un resultado final para el caudal a conceder de 62.10 l/s vs un dato anterior de 60.71 l/s, lo que muestra que el caudal presentado tiene coherencia.

Caudal estimado mediante el balance hídrico: con la realización del balance hídrico se estimaron los siguientes valores del caudal disponible en el área de estudio, para el sistema de riego, con un valor de caudal en el mes de septiembre de 56.19 l/s, un valor mínimo de 46.63 l/s en el mes de agosto y un máximo caudal en el mes de junio con un valor de 309.19 l/s. Estos valores pueden ser traducidos a 0.05 l/s/ha en agosto y 0.33 l/s/ha en junio.

Con el análisis de los datos expuesto se evidencia la diferencia en cuanto a sus valores principalmente con respecto a los resultados arrojados con el balance hídrico, esta discrepancia se debe principalmente a que los aforos para la determinación de caudales en la fuentes adjudicadas y en las canales principales del sistema se realizaron un solo mes, un único día, por el contrario la estimación del balance hídrico se realizó con datos referentes a varios años, considerando además que los datos existentes pertenecen a zonas cercanas al área de estudio, por lo tanto los datos utilizados en el balance fueron estimados.

Caudal requerido

La estimación para el requerimiento de caudal depende del tipo de cultivo presente en los predios, ya que de estos influyen directamente en el resultado final del balance hídrico, por lo tanto según los datos obtenidos en las encuestas en cuanto al tipo de cultivo presente, se estimó la cantidad de caudal requerido por el área de estudio en cada mes, por lo tanto aunque en el mes de junio se registra la mayor cantidad de caudal existe un déficit comparándolo contra el caudal requerido por los cultivos presentes en dicho mes; presentando el mayor déficit de caudal en el mes de agosto con un caudal requerido 0.364 l/s/ha contra un cantidad disponible de 0.05 l/s/ha; debido a la época de sequía, además dicho déficit de caudal es evidenciado en los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre.

Factores que afectan el funcionamiento del sistema de riego “Patadel”:

En el trayecto del tramo principal se observaron algunos problemas como desprendimiento de material en los taludes, erosión del terreno, formación de surcos en las paredes de la canal, filtraciones considerables en algunos tramos, aspectos que afectan el funcionamiento del sistema.

En cuanto al caudal registrado a lo largo del sistema de conducción se observó un comportamiento variable en el flujo, principalmente en el caudal que llega a comunidades como Morasloma que se encuentran alejadas del reservorio principal.

El manejo de los turnos y el caudal asignado para cada una de las comunidades presenta resultados poco satisfactorios, debido al poco control en su implementación.

Recomendaciones

Posterior a las conclusiones realizadas con los datos e información obtenidas con este estudio se recomiendan los siguientes puntos para el mejoramiento del sistema de riego “Patadel”

Repartición del caudal

Posterior a la observación del manejo realizado por parte de las distintas comunidades beneficiadas, se recomienda realizar un control más estricto del manejo de caudal asignado a cada comunidad, en cuanto al correcto manejo de los turnos asignados y la circulación equitativa del caudal existente; para evitar que el caudal permanezca únicamente en las partes cercanas al reservorio principal, perjudicando a las comunidades más alejadas.

Mejoramiento del sistema

Debido a que el sistema de riego “Patadel” está formado casi en su totalidad por canales abiertas que en su mayoría son únicamente de tierra y pocos tramos cuentan con revestimiento de hormigón; propiciando de esa manera fugas y filtraciones de caudal, se recomienda la implementación de un sistema presurizado para el transporte del caudal, en estos sistemas de riego el agua se conduce a presión

por tuberías y laterales de riego hasta las zonas deseadas, presentan una alta eficiencia, consta principalmente de: Fuente de abastecimiento de agua, cabezal de riego (compuesto por bomba, filtros, válvulas y aparato de control y medición), tuberías de conducción válvulas de campo y laterales de riego (Oviedo, 2013).

Con la implementación de un sistema presurizado se pueden considerar las siguientes ventajas: Mejor aprovechamiento de las condiciones topográficas del terreno, permite el uso de pequeños caudales en el riego de laderas, que conforman un alto porcentaje del área levantada, no se requiere de un alto nivel de organización para el riego, es de fácil manejo y operación, facilita a los usuarios disponer de tiempo adicional para realizar otras actividades productivas, posibilita la siembra oportuna de los cultivos, reduce costos de operación y mantenimiento del sistema de riego, incrementa la actividad pecuaria, disminuye el riesgo de erosión y contribuye a la mejor conservación de los recursos suelo y flora (Chambi, 2012).

Datos disponibles para la elaboración del balance hídrico

Al realizar el balance hídrico se constató la falta de datos en cuanto al monitoreo de la precipitación y temperatura en la zona de estudio, por lo tanto, con el fin de afinar los resultados del balance hídrico y para obtener resultados más apegados a la realidad, se recomienda el monitoreo en la zona para recabar datos de al menos un año corrido, mediante la colocación de pluviómetros o con la implementación de una estación meteorológica.

BIBLIOGRAFÍA

- Allen, R. G. (2006). *Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos* (Vol. 56). Food & Agriculture Org.
- Ballari D, Giraldo R, Campozaño L, Samaniego E. Spatial functional data analysis for regionalizing precipitation seasonality and intensity in a sparsely monitored region: Unveiling the spatio-temporal dependencies of precipitation in Ecuador. *Int J Climatol*.2018;38:3337-3354.
- Carrillo-Rojas, G., Silva, B., Rollenbeck, R., Céeller, R., & Bendix, J. (2019). The breathing of the Andean highlands: Net ecosystem exchange and evapotranspiration over the páramo of the southern Ecuador. *Agricultural and Forest Meteorology*, 265, 30-47.
- Chambi, R. Planteamiento del Sistema de Riego Presurizado en Andenería en la Microcuenca Huacaccara Cotahuasi - Arequipa. *Planteamiento del Sistema de Riego Presurizado en Andenería en la Microcuenca Huacaccara Cotahuasi - Arequipa*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Peru.
- Córdova, M., Céelleri, R., Shellito, C. J., Orellana-Alvear, J., Abril, A., & Carrillo-Rojas, G. (2016). Near-surface air temperature lapse rate over complex terrain in the Southern Ecuadorian Andes: implications for temperature mapping. *Artic, Antarctic, and Alpine Research*, 48(4), 673-684.
- Córdova, M., Carrillo-Rojas, G., Crespo, P., Wilcox, B., & Céelleri, R. (2015). Evaluation of the Penman-Monteith (FAO 56 PM) method for calculating reference evapotranspiration using limited data: application to the Wet Páramo of Southern Ecuador. *Mountain Research and Development*, 35(3), 230-239.
- GAD Municipal Nabón. (2015). Recuperado el 30 de Noviembre de 2018, de GAD Municipal Nabón: <http://www.nabon.gob.ec/datos-del-canton/#1523640018266-8e060a44-c130>
- Duarte, L. (Agosto de 2013). *Mejoramiento del Sistema de riego en Entre Rios*. Santa María: Convenio UTF PROSAP/FAO.
- España/UNESCO, I. d. (1971). Métodos de cálculo del balance hídrico. *Guía internacional de investigación y métodos*, 18.
- FAO. (1996). *Encuestas agrícolas con múltiples marcos de muestreo*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- FAO, O. d. (2018). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Recuperado el 26 de Noviembre de 2018, de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <http://www.fao.org/unfao/procurement/general-information/es/>

- Fontova, M., & Garcia, E. (2001). *Ingeniería de Riego*. La Habana: Félix Varela.
- Gámez, W. R. (2015). *Texto Básico Autoformativo de Topografía General*. Managua: Universidad Nacional Agraria (UNA).
- GARMIN International, I. (2000). *Manual del Propietario*. Kansas, EE.UU.: GARMIN International, Inc.
- Giordani, C., & Leone, D. (2015). *Ingeniería Civil*. Rosario: Universidad Tecnológica Nacional.
- Gobierno Provincial Azuay, A. (2007). *Situación de salud de Nabón, provincia de Azuay y los objetivos de Desarrollo del Milenio relacionados con la salud - 2007*. Cuenca: Organización Panamericana de la Salud.
- Hernández, L. (2011). *Manual de Operación de la Estación Total*.
- INEC, I. N. (2010). *Censo de Población y Vivienda*. INEC.
- López, R., & Fachelli, S. (s.f.). Metodología de la Investigación Social Cuantitativa. *Metodología de la Investigación Social Cuantitativa*. Barcelona, España: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Montero, R., Fajardo, V., Edouard, F., & FAO. (2015). *Ficha Metodológica: Diseño y procesamiento de las encuestas a nivel de los hogares*. FAO.
- Municipio de Nabón, G. L. (2003). *Experiencia de Gestión participativa para el desarrollo local*. COSUDE.
- Oviedo, A. (2013). *Sistemas Olivícolas Familiares del centro-oeste del Valle del Tulum*. San Juan: INTA.
- Parra, S., & Mendieta, J. Capacitación a Servidores Turísticos y Gestión de Política Pública: Caso Nabón. *Capacitación a Servidores Turísticos y Gestión de Política Pública: Caso Nabón*. Universidad del Azuay, Cuenca, Azuay, Ecuador.
- Pinos, L., Chacón, G., Feyen, J. (2018). *COMPARATIVE ANALYSIS OF ETO ESTIMATION MODELS WITH APPLICATION TO THE WET ANDEAN PÁRAMOA ECOSYSTEM IN SOUTHERN ECUADOR*, Meteorologica. Article in Press.
- Ramos, M., & Báez, D. Diseño y Construcción de un sistema de Riego por aspersión en una parcela demostrativa en el cantón Cevallos. *Diseño y Construcción de un sistema de Riego por aspersión en una parcela demostrativa en el cantón Cevallos*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.
- SanMartín, J., & Sánchez, M. Implementación de Actividades de Recreación en la Hacienda "El Gullán" de la UDA. *Implementación de Actividades de*

Recreación en la Hacienda "El Gullán" de la UDA. Universidad del Azuay, Cuenca, Azuay, Ecuador.

SENAGUA, S. d. (2015). *Demarcación Hidrográfica Jubones*. Cuenca: SENAGUA.

Trimble M3, E. t. (2005). *Guía del usuario Estación Total*. Trimble M3.

Trinidad, M. *La Mujer en la Participación ciudadana del cantón Nabón*. Universidad Politecnica Salesiana, Cuenca.

Valeport, L. (2011). *Model 801 Electromagnetic Flow Meter*. Valeport.

ANEXOS

Anexo 1. Lista usuarios comunidades: Villastana, San José, Morasloma, Lluchín, Hermano Miguel

LLUCHÍN	
Luis Heriberto Morocho Morocho	José Luis Benjamín Morocho
José Luis Paucar Morocho	Julia Romelia Morocho Morocho
Carlos Arsenio Morocho Morocho	María Juliana Morocho Morocho
Segundo Rogerio Morocho Morocho	Luis Rodolfo Morocho Paucar
Héctor Rolando Morocho Niveló	Moisés Oswaldo Morocho Morocho
Luis Arilo Morocho Morocho	Manuel Isaías Morocho Morocho
Manuel Agustín Morocho Morocho	Luis Rodrigo Morocho Niveló
Juan Carlos Morocho Morocho	Rosa Aurora Palta

VILLASTANA	
María Angelita Morocho Patiño	María Magdalena Morocho Uyaguari
María Julia Morocho Mayaguari	María Transito Palaguachi
Sayda Enriqueta Ortega Morocho	Octavio Enríquez
Segundo José María Morocho	Ángel Adán Guanuchi Morocho
Savina Morocho Morocho	José Miguel Naula
Víctor Alfonso Pillacela Lituma	María Carchi
Jessica Adriana Morocho Ramón	Carmelina Carchi
María Germania Espinoza ortega	Darío Morocho
José Elías chapa	Miguel Uyaguari
José Abelardo Remache Yunga	Patricio Cabrera
María Rosa Ana morocho Mayaguari	Rubén Morocho
Ángel Ricardo Cabrera Ortega	Blanca Morocho
María Carmela Morocho Carchi	Herlinda Morocho
María Magdalena Carchi Morocho	Emilio Patiño
Flavio Braulio Carchi Naula	Manuel Morocho
Nardo Efrén Morocho Ramón	Vilma Morocho
Elvira de Jesús Ramón Morocho	María Espinoza
Jonathan Fabián Minga Duran	Daysi Cabrera

HERMANO MIGUEL	
Segundo Manuel Uyaguari Ortega	klever Guanuchi
María Julia Morocho Mayaguari	Gloria Guanuchi
Luis Néstor Coronel Sanmartín	Marcia Guanuchi
Sandra Isabel Morocho Morocho	Blanca Guanuchi
José Eulogio Uyaguari	Wilmer Carchi
Cesar Oswaldo Coronel Ortega	Enma Quezada

Lida Celia Naula Carchi	Juan Ochoa
Carlos Mauricio Velásquez Guanuchi	Gerardina Morocho
María del Carmen Cayambe Velásquez	José Rubén Morocho
Ligia Rosario Quezada	Miguel Morocho
Rosa Livia de Jesús Coronel Sanmartín	Georgina Patiño
Luis Adolfo Morocho Morocho	José Patiño
María Jesús Morocho Morocho	Gonzalo Carchi
Segundo Juan Guanuche	José Aníbal Carchi
Ángel Adán Guanuchi Morocho	José Chapa
María Carmela Morocho Carchi	Libia Coronel
Julia Rosa Guanuchi Morocho	Pedro Remache
Carlos Gonzalo Guanuchi Morocho	Rodrigo Enríquez
María Rosa Ramón Morocho	Jaime Coronel
María Teresa Morocho Chapa	Francisco Coronel
Segunda Olga Morocho	Ana Coronel
María Narcisa Morocho Mayaguari	Luis Coronel
Dayse Esmeralda Solano Ullaguay	Mercedes Coronel
Ligia Sara Quezada Morocho	Miguel Naula
Zoila Griselda Cabrera Ortega	Cecilia Naula
Carlos Alberto Patiño ortega	Saúl Ortega
Rosa Elvira Patiño Ortega	José Morocho
Juan María Morocho Chucuri	Gilberto Enríquez
Elvia Isaura Morocho Carchi	Mario Ochoa
Blanca Esperanza Carchi Morocho	Cristóbal Ochoa
Leonardo Morocho Morocho	Eliseo Enríquez
José Aurelio Patiño Enríquez	Manuel Enríquez
María Liduvina Patiño Naula	Rosario Quezada
José Ruperto Patiño Naula	Santiago Paredes
Miguel Ángel Morocho Naula	Alejandro Ochoa
Segundo José Carchi Morocho	Carlos Cabrera
María Angelita Morocho Patiño	Carmen Morocho
Susana de Jesús Morocho Minga	Héctor Enríquez
Segundo Eugenio Morocho Chapa	Rosa Elvira Patiño
María Rosario Morocho Coronel	Hernán Morocho
Manuel Florencio Quezada Naula	Rolando Morocho
Carlos Feliverto Quezada Morocho	Ángel Morocho
Margarita Alejandrina Quezada Morocho	José Aurelio Carchi
Segundo Alejandro Carchi Ortega	Olger Morocho
Manuel Adolfo Patiño Ortega	Manuel Delicio Patiño
Rosa Adelaida Ortega Uyaguari	Florinda Morocho
José Telesforo Coronel Sanmartín	Carmen Velásquez Morocho
María Rosa Ana Morocho Mayaguari	Manuel Quezada
María Carmelina Carchi Morocho	Ángel Ricardo Cabrera
Narcisa Ullaguay	Edgar Quezada

Julio Morocho
 Román Quezada
 Juan Guanuchi
 Jesús Morocho
 Gonzalo Guanuchi

SAN JOSÉ

Rosa Tarcila Morocho Naula	Rosa Alejandrina Morocho Uyaguari
Ángel Polivio Lalvay Carchi	Filomena Yunga
María Carmen Naula Patiño	Rosa Morocho
Claudio Wilson Tacuri Carchi	Leoncio Quezada
German Rolando Morocho Lalvay	Carmen Naula
Elina de Jesús Naula Patiño	José Oswaldo Patiño
José Aníbal Morocho Naula	Lorgio Quezada
Rosa Imelda Quezada Patiño	Bertila Morocho
Porfirio Leovigildo Quezada Patiño	Nicolasa Lalvay
Rosa Aurora Morocho Carchi	Alfredo Lalvay
José Emilio Patiño	María Lalvay
Manuel Elías Remachi Morocho	Feliciano Lalvay
Miguel Ángel Chucuri Chuva	Celia Remache
Cristóbal Quezada	Luis Yunga
Darío Alfonso Morocho Carchi	Augusto Lalvay
Leopoldo Lalvay Lalvay	Manuel Remache
Manuel Agustín Lalvay Morocho	Baldomira Quezada
Emeterio Morocho Lalvay	Eduardo Quezada
Filimon Yunga Naula	Rosalina Morocho
Sergio Rolando Morocho Lalvay	Oswaldo Vintimilla
María Celia Remache Morocho	Carmela Quezada
Luis Patricio Santacruz Quezada	Benigno Gutiérrez
Aida Macrina Lalvay Lalvay	Rolando Morocho

MORASLOMA

Luis Alfonso Morocho Cabrera	Agripina Tacuri
Rosa Elvira Labay Paccha	Marcelo Morocho
Marco Moisés Carchi Morocho	Luis Yunga
Rosa Elena Morocho Morocho	Emilio Patiño
Jhony Patricio Lalvay Lalvay	Tomas Morocho
Pedro Remigio Lalvay Carchi	Filemón Yunga
Luis Orlando Lalvay Carchi	Rosario Carchi
María Aurora Carchi Morocho	José Carchi
Franco Francisco Yunga Naula	Luis Carchi
José Antonio Yunga Tacuri	Emilio Naula

María Imelda Lalvay Morocho	Julia Yunga
Gonzalo Ezequiel Córdova Márquez	Jorge Lalvay
Javier Antonio Capelo Herrera	Livia Morocho
Luis Alberto Chucuri Morocho	Milton Morocho
José Humberto Lalvay Naula	Marta Lalvay
Ernesto Tobías Morocho Lalvay	Petronila Lalvay
Ángel Gerónimo Lalvay Yunga	Johan Lalvay
José Daniel Lalvay Yunga	Katty Lalvay
María Herlinda Morocho Lalvay	Emeterio Morocho
Fausto Santiago Morocho lalvay	Javier Lalvay
Germánico Frutoso Lalvay Morocho	María Florinda Lalvay
Hugo Geovany Lalbay Lalbay	Fanny Lalvay
José Adolfo Lalvay	Porfilio Quezada
Alfredo Carchi Morocho	Cristóbal Quezada
José Alejandro Lalvay Lavay	Leorgio Quezada
Carlos Rosendo Lalbay Carchi	

Anexo 2. Modelo Ficha recolección de datos: Censo, sistema de riego, ficha catastral.

FICHA CATASTRAL PARA SISTEMAS DE RIEGO

1. DATOS GENERALES

FECHA:	
PROPIETARIO:	CI:
CONYUGUE:	CI:

2. POBLACION

MIEMBROS FAMILIARES QUE VIVEN JUNTOS	
NOMBRES COMPLETOS	PARENTEZCO

3. DATOS GENERALES DE LOS PREDIOS

Numero de predios dentro del sector que estén a su nombre:

USO	1	2	3	4	5
AGRICOLA					
GANADERIA					
MIXTA					
SOLO VIVIENDA					
NO CULTIVABLE					
OTRO					

4. CULTIVOS EN EL ÚLTIMO AÑO

Cuál es el producto que mayormente cultiva en su terreno:

NUMERO DE PREDIOS	CULTIVO PREDOMINANTE	MES DE SIEMBRA	MES DE COSECHA
1			
2			
3			
4			
5			

5. VALOR ECONOMICO DEL CULTIVO

Cuál es el valor económico de sus productos

Poco valor económico	
Autoconsumo y comercialización	
Alto valor económico	

RIEGA:	SUPERFICIE QUE RIEGA:		
CADA CUANTO TIEMPO:	ES SUFICIENTE EL CAUDAL:		
TIPO DE RIEGO:	CUENTA CON RESERVORIO:		
CAUDAL QUE UTILIZA:	DÍAS Y HORARIO DE RIEGO:		
CUANTAS HORAS RIEGA:	MAÑANA	TARDE	NOCHE

[illegible][illegible]

Anexo 3. Valores de precipitación acumulada mensual 2002-2011 en la estación M0420.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2002	40.9	51.7	78.2	41.2	58.6	36.7	15.0	15.2	12.2	130.0	80.2	50.3
2003	10.4	32.8	118.3	83.9	26.4	51.7	16.2	2.2	32.2	46.6	64.9	39.9
2004	44.3	23.4	42.8	79.0	58.4	15.5	15.9	4.3	49.3	46.9	127.5	41.9
2005	25.5	91.6	166.6	60.7	29.1	14.6	5.5	8.0	42.3	78.9	24.9	149.3
2006	75.7	121.9	171.4	100.8	5.3	43.7	2.4	4.8	13.6	23.4	124.6	118.8
2007	3.3	57.9	86.6	156.3	89.0	73.0	10.4	41.8	16.1	60.5	88.3	63.4
2008	90.5	227.1	123.2	273.1	145.2	45.0	44.2	7.9	20.6	114.3	154.1	79.8
2009	111.5	51.1	70.9	58.4	68.0	8.8	0.5	4.5	0.3	40.1	23.2	51.6
2010	27.1	64.1	70.2	53.5	66.6	69.2	70.4	8.6	8.5	43.7	37.7	105.8
2011	63.8	203.1	124.4	155.1	106.0	10.7	17.9	5.0	45.0	35.5	132.0	106.7

Nota: Valores en negrita corresponden a datos rellenados por medio de una regresión lineal con estaciones de precipitación cercanas.

Anexo 4. Valores de temperatura máxima, mínima y media mensual de las estaciones utilizadas en el estudio.

Estación	Fecha	Tmax	Tmin	Tm	Estación	Fecha	Tmax	Tmin	Tm
M1172	01/01/2008	22.6	13.1	16.6	M0032	01/01/2009	23.20	15.50	19.00
	01/02/2008	22.6	13	16.4		01/02/2009	23.20	15.70	19.00
	01/03/2008	22.6	12.7	16.9		01/03/2009	24.80	14.80	19.70
	01/04/2008	22.7	13.2	17.2		01/04/2009	25.90	15.50	20.30
	01/05/2008	22.6	13	17.1		01/05/2009	26.80	15.20	20.40
	01/06/2008	23.1	14	17.4		01/06/2009	27.60	14.50	20.20
	01/07/2008	22.5	13.6	17.4		01/07/2009	27.80	13.30	20.90
	01/08/2008	23.6	13.2	17.6		01/08/2009	29.60	13.60	21.00
	01/09/2008	24.7	12.9	18		01/09/2009	30.40	13.20	21.50
	01/10/2008	24.3	13.1	17.9		01/10/2009	28.80	14.50	20.80
	01/11/2008	24.3	12.6	17.5		01/11/2009	27.50	13.00	19.90
	01/12/2008	24	12.4	17.4		01/12/2009	25.95	14.50	19.80
						01/01/2010	26.22	14.70	19.90
						01/02/2010	27.31	15.90	20.30
						01/03/2010	27.31	16.20	20.30
						01/04/2010	28.12	16.20	20.60
						01/05/2010	27.20	16.70	20.80
						01/06/2010	26.40	15.70	20.30
						01/07/2010	26.30	14.40	19.40
						01/08/2010	27.60	14.60	20.70
						01/09/2010	26.80	13.70	19.80
						01/10/2010	27.60	14.40	20.30
						01/11/2010	26.50	13.90	19.10
						01/12/2010	23.90	14.40	18.30
						01/01/2011	23.70	15.20	18.50
						01/02/2011	24.30	15.20	19.20
						01/03/2011	25.70	14.20	19.50
						01/04/2011	25.10	15.80	19.80
						01/05/2011	26.90	15.10	20.40
						01/06/2011	26.70	15.10	20.20
						01/07/2011	26.80	14.50	20.20
						01/08/2011	29.30	14.10	21.60
						01/09/2011	30.29	13.90	21.40
						01/10/2011	26.50	13.70	19.80
						01/11/2011	26.20	13.80	19.40
						01/12/2011	24.80	14.90	19.30

Nota: Valores en negrita fueron rellenados por medio de una regresión lineal con los valores de temperatura media. Valores en negrita y cursiva fueron rellenados por una interpolación simple de los valores anteriores y siguientes a los datos faltantes.