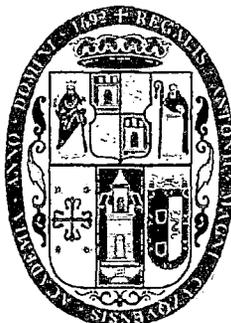


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA TROPICAL



EVALUACION TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA INSTALACIÓN DE RIEGO TECNIFICADO EN LA COMUNIDAD DE SAMBARAY ALTO, CENTRO, MARGARITAYOC E ISILLUYOC, DISTRITO DE SANTA ANA, PROVINCIA LA CONVENCION.

**Tesis presentado por los Bachilleres
en Ciencias Agrarias Tropicales:**

DORIS MARGOT CAMACHO COLOMA.

YON CAMACHO COLOMA.

**Para optar al Título profesional de
INGENIERO AGRÓNOMO TROPICAL.**

ASESOR: Mgt. MARIO OVIEDO BELLOTA

“TESIS FINANCIADA POR LA UNSAAC”

QUILLABAMBA - CUSCO - PERU

2015

DEDICATORIA

Al Divino Creador, el que me ha dado fortaleza, salud, para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello, con toda la humildad que de mi corazón pueda emanar, dedico primeramente mi trabajo **A Dios**.

A MIS PADRES: FIDEL CAMACHO FARFAN Y SIXTA COLOMA TITO,

A los seres que me dieron la vida, por sus inconmensurables esfuerzos y sacrificios durante mi formación profesional.

A MI ESPOSO ADDLER, por ser parte importante en el logro de mis metas profesionales.

A MI HIJA ANGIE GABRIELA SALAZAR CAMACHO, ser maravilloso el cual es el principal motivo de superación profesional.

Bach. Doris Margot Camacho Coloma

DEDICATORIA

A mi señor **JESUS**, quien me dio la Fe, la fortaleza, la salud y la esperanza para terminar este trabajo de tesis.

A mis Padres **FIDEL CAMACHO FARFAN Y SIXTA COLOMA TITO**, por estar ahí cuando más los necesité, por su apoyo inconmensurable durante mi formación profesional

A mi esposa **ROXANA VILLAFUERTE**, Por apoyarme y ayudarme en los momentos más difíciles

A mi hijo **D'ANGELO CRISTIANO CAMACHO**.

Bach. Yon Camacho Coloma

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestro agradecimiento a la Tri Centenaria Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, por financiarnos la Ejecución de nuestra tesis.

A los señores docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias Tropicales por compartir sus enseñanzas y conocimientos que fortalecieron nuestra formación.

A la Municipalidad Provincial de La Convención Gestión 2010 – 2014 por brindarnos su valioso apoyo logístico.

AL Mgt. Mario Oviedo Bellota, por su asesoramiento y orientación que permitió el desarrollo de nuestra tesis.

A nuestros dictaminantes M.Cs. Guido Vicente Huamán Miranda, Ing. Policarpo Quispe Flóres por su valiosa contribución a la mejor presentación y calidad del presente trabajo.

AL Ing. Edgar Salazar Duran, Ing. Addler Salazar Durand, al Ing. Hubner Camacho Coloma, por su asesoramiento, orientación, aporte bibliográfico, la valiosa colaboración y sugerencias durante la ejecución del presente trabajo.

A los señores bachilleres: Jorge Vargas, Edwin Cayo por su apoyo en los trabajos de campo y a todos nuestros amigos y compañeros con mucho aprecio.

Los autores.

Resumen

El presente trabajo de investigación, tiene por finalidad evaluar los aspectos técnicos y económicos del proyecto de riego en los sectores de Sambaray Alto, Sambaray Centro, Margaritayoc e Isilluyoc. En el ámbito del proyecto existen 139 familias, y de acuerdo al tamaño de muestra se realizó la encuesta a 45 beneficiarios, siendo su principal actividad la agricultura, abarcando 116.76 ha. de los cuales actualmente solo se riega 14.04 ha. debido a que los agricultores no realizan la renovación de sus cultivos y algunos no cuentan con la instalación del equipo móvil.

Los suelos presentan una textura arcillosa en el sector de Sambaray Alto, franco en el sector de Isilluyoc, franco arcillo arenoso en el sector de Margaritayoc y un pH fuertemente ácido para el sector de Isilluyoc y Margaritayoc y ligeramente ácido para el sector de Sambaray Alto.

Respecto a la calidad de las aguas de los cinco sectores según el análisis realizado, son aptas para riego.

De acuerdo a los aforos realizados en el mes de Julio del 2014, las fuentes hídricas son San Juan I, II, V, VIII, IX ubicados en el sector de Sambaray Alto, a nivel de captación se obtuvo un caudal total de 31 l/s.

La organización de riego en los sectores mencionados, tienen una sola reunión al año por motivo de realizar la faena general de limpieza de la infraestructura de riego, y no se cumple con el mantenimiento de la infraestructura.

Referente a la operatividad del sistema de riego en los sectores de Sambaray Alto, Centro, Isilluyoc y Maragaritayoc funcionan de 1 a 2 aspersores por parcela, por un tiempo de 6 a 8 horas por día, la distribución de agua para cada sector es de 6 días.

De acuerdo a las pruebas de velocidad de infiltración básica en mm/h se determinó en el sector de Sambaray Alto 12.38 mm/h, Sambaray Centro 11.27 mm/h, Isilluyoc

11.37 mm/h, Margaritayoc 9.60 mm/h siendo catalogados como moderadamente lenta.

En las pruebas de uniformidad de Christiansen, se determinó en el sector de Sambaray alto 72%, Sambaray Centro 61 % Isilluyoc 68%, Margaritayoc 60 % con eficiencia de aplicación de 83.27%, 86.16% y 86.24% respectivamente.

La evaluación económica del proyecto se trabajó con datos generados en campo por medio de encuestas y muestras de rendimiento en las cosechas de los cultivos, con estos valores se calculó el flujo financiero, como resultado se tiene: VAN privado = -2,293,480.47 soles, VAN social = -1,876,603.18 soles, TIR privado = -3%, TIR social = -1% y B/C privado = 0.85, B/C social = 0.92, utilizando una tasa de descuento de 9%. Concluimos que los valores de los indicadores de rentabilidad en la evaluación económica de los proyectos no fueron rentables. El proyecto ejecutado tiene menos rentabilidad que el proyecto alternativo.

INDICE

I	Problema objeto de estudio.....	1
1.1	Definición del problema.....	1
1.2	Formulación del problema.....	1
1.2.1	Pregunta General.....	1
1.2.2	Preguntas específicas.....	1
1.3	Objetivos.....	2
1.3.1	Objetivo general.....	2
1.3.2	Objetivo específico.....	2
1.4	Justificación.....	2
1.5	Hipótesis.....	3
1.5.1	Hipótesis general.....	3
1.5.2	Hipótesis específicas.....	3
II	Marco teórico.....	4
2.1	Antecedentes.....	4
2.2	Marco teórico referencial.....	4
2.2.1	Evaluaciones.....	5
2.2.2	Clases de evaluación de proyecto.....	5
2.3	Indicadores agroeconómicos de la evaluación de proyecto de riego.....	7
2.4	El riego.....	9
2.4.1	Riego por aspersión.....	9
2.4.2	Sistema de riego y sus componentes.....	10
2.4.3	Clasificación de los aspersores.....	13
2.4.4	Aspectos técnicos del diseño.....	14
2.4.5	Diseño agronómico.....	15
2.4.6	Evapotranspiración (ET).....	15
2.4.7	Evapotranspiración del cultivo de referencia (Eto).....	15
2.4.8	Cálculo de las necesidades de riego.....	17
2.4.9	Precipitaciones.....	17
2.4.10	Medición de caudal.....	18
2.4.11	Diseño hidráulico.....	18
2.5	Recurso agua.....	23
2.5.1	Relaciones constantes de humedad del suelo.....	23
2.5.2	Cálculo del volumen de agua.....	25
2.6	Infiltración.....	25
2.6.1	Infiltración del agua en el suelo.....	25
2.6.2	Métodos para determinar la infiltración.....	25
2.6.3	Infiltrómetro de anillos concéntricos.....	26
2.6.4	Conceptos relacionados a la infiltración.....	26
2.6.5	Interpretación de los resultados de infiltración.....	26
2.7	Calidad del agua de riego.....	27
2.7.1	Salinidad.....	27
2.7.2	Toxicidad.....	27

2.8	Propiedades físicas del suelo.....	30
2.8.1	Textura.....	30
2.8.2	Estructura.....	30
2.8.3	Porosidad.....	30
2.8.4	Densidad aparente.....	31
2.8.5	Densidad real.....	31
2.9	Profundidad del suelo.....	31
2.9.1	Evaluación Económica del Proyecto de Riego.....	32
2.10.	Indicadores para la evaluación privada de proyecto.....	35
2.10.1	Valor actual neto (VAN).....	36
2.10.2	Tasa interna de retorno(TIR).....	36
2.10.3	Relación beneficio/costo (B/C).....	37
III	Diseño de estudio.....	39
3.1	Aspectos generales.....	39
3.2	Ubicación.....	39
3.3	Descripción del ámbito de estudio.....	42
3.3.1	Ecología.....	42
3.3.2	Topografía.....	42
3.4	Recursos naturales.....	43
3.4.1	Aspectos Climatológicos.....	43
3.4.2	Recurso hídrico.....	43
3.4.3	Recurso suelo.....	44
3.4.4	Recurso forestal.....	44
3.5	Infraestructura de servicios básicos.....	46
3.6	Aspectos sociales.....	48
3.6.1	Organización.....	48
3.6.2	Población.....	48
3.7	Aspectos ambientales.....	49
3.7.1	Identificación de peligros y riesgos en situación del proyecto.....	49
3.7.2	Análisis de peligros y riesgos en situación actual del proyecto.....	49
3.7.3	Elementos a ser afectados por la ocurrencia de peligros.....	50
3.7.4	Daños y pérdidas probables.....	51
3.7.5	Estrategias de reducción de riesgos del proyecto, en la etapa de inversión y en la etapa de operación.....	54
3.7.6	Gestión correctiva del riesgo.....	54
3.8	Aspectos económicos.....	55
3.8.1	Actividad agrícola.....	55
3.9	Instrumentos y equipos utilizados utilizados.....	56
3.10.	Metodología.....	57
3.10.1	Etapa de pre campo.....	57
3.10.2	Etapa de campo.....	58
3.10.3	Etapa de gabinete.....	60

IV	Resultados y Discusión.....	66
4.1	Resultados.....	66
4.1.1	Análisis de diseño agronómico.....	66
4.1.2	Condiciones de cultivo.....	66
4.1.3	Condiciones agronómicas.....	66
4.1.4	Cálculo de los índices técnicos de riego.....	67
4.1.5	Requerimiento de riego mensual (Rrm).....	68
4.1.6	Consumo diario (Cd).....	68
4.1.7	Frecuencia de riego (Fr).....	69
4.1.8	Número de riegos por mes para el cultivo de café (Nrm).....	69
4.1.9	Cálculo del caudal requerido (Qr).....	70
4.1.10	Caudal del aspersor (Qasp).....	70
4.1.11	Jornada de riego (Jr.).....	70
4.1.12	Módulo de riego (MR).....	70
4.1.13	Análisis de suelo.....	71
4.1.14	Cédula de cultivo.....	74
4.1.15	Agua.....	77
4.1.16	Evaluación de las condiciones de manejo del sistema de riego Sambaray Alto, Centro, Isilluyoc y Margaritayoc	147
4.1.17	Evaluación económica del proyecto	145
4.1.18	Los indicadores de rentabilidad.....	145
4.1.19	Los impactos del proyecto	151
4.2	Discusión.....	153
4.2.1	De los aforos realizados.....	153
4.2.2	De los resultados de análisis de suelos.....	153
4.2.3	De la cédula de cultivos.....	154
4.2.4	De los resultados de análisis de agua.....	154
4.2.5	De las pruebas de infiltración del sistema de riego.....	154
4.2.6	De las pruebas de uniformidad y eficiencia de aplicación.....	155
4.2.7	De los indicadores económicos.....	156
V	Conclusiones.....	157
VI	Sugerencias.....	159
VII	Bibliografía.....	160
VIII	Anexos.....	162

INDICE DE CUADROS

Cuadro Nº 1:	Espaciamiento entre aspersores y laterales (velocidad del viento y diámetro de humedecimiento).....	14
Cuadro Nº 2:	Cálculo del kc del cultivo, en la etapa inicial.....	16
Cuadro Nº 3:	Criterios de interpretación de resultados.....	27
Cuadro Nº 4:	Tabla de datos para cálculo del valor de PHC.....	28
Cuadro Nº 5:	Directrices para la evaluación de la calidad del agua de riego.....	29
Cuadro Nº 6:	Directrices para evaluar los problemas de infiltración.....	30
Cuadro Nº 7:	Abaco para determinar la perdida por evaporación.....	33
Cuadro Nº 8:	Accesibilidad al proyecto.....	40
Cuadro Nº 9:	Recursos hídricos del proyecto de riego Sambaray Alto, Centro Isilluyoc y Margaritayoc.....	44
Cuadro Nº 10:	Población beneficiaria total.....	48
Cuadro Nº 11:	Análisis de vulnerabilidad en situación con el proyecto.....	49
Cuadro Nº 12:	Descripción de peligros y daños a la producción.....	51
Cuadro Nº 13:	Análisis de la vulnerabilidad del proyecto.....	53
Cuadro Nº 14:	Acciones correctivas del riesgo.....	55
Cuadro Nº 15:	Evapotranspiración por el método Hargreaves modificado III.....	61
Cuadro Nº 16:	Desarrollo método Hargreaves modificado III.....	62
Cuadro Nº 17:	Datos meteorológicos.....	63
Cuadro Nº 18:	Balance oferta demanda del proyecto de riego Sambaray Alto, Centro, Isilluyoc y Margaritayoc.....	64
Cuadro Nº 19:	Profundidad radicular.....	66
Cuadro Nº 20:	Análisis de fertilidad de suelos del sector Sambaray Alto.....	71
Cuadro Nº 21:	Análisis físico mecánico de suelos del sector Sambaray Alto.....	71
Cuadro Nº 22:	Interpretación del análisis de fertilidad de los resultados.....	72
Cuadro Nº 23:	Análisis mecánico de los suelos del sector de Sambaray Alto.....	72
Cuadro Nº 24:	Interpretación de los resultados.....	72
Cuadro Nº 25:	Análisis de fertilidad de suelos del sector de Isilluyoc.....	72
Cuadro Nº 26:	Análisis físico mecánico de suelos del sector de Isilluyoc.....	72
Cuadro Nº 27:	Interpretación del análisis de fertilidad de los resultados.....	73
Cuadro Nº 28:	Análisis mecánico de los suelos del sector de Isilluyoc.....	73
Cuadro Nº 29:	Interpretación de los resultados.....	73
Cuadro Nº 30:	Análisis de fertilidad de suelos del sector de Margaritayoc.....	73
Cuadro Nº 31:	Análisis físico mecánico de suelos del sector de Margaritayoc.....	73
Cuadro Nº 32:	Interpretación del análisis de fertilidad de los resultados.....	73
Cuadro Nº 33:	Análisis mecánico de suelos del sector de Margaritayoc.....	74
Cuadro Nº 34:	Interpretación de los resultados.....	74
Cuadro Nº 35:	Cédula de cultivo propuesto por el perfil del proyecto.....	75
Cuadro Nº 36:	Cédula de cultivo en situación actual del proyecto de riego Sambaray Alto Centro Margaritayoc.....	76
Cuadro Nº 37:	Resultado del análisis químico del agua.....	77

Cuadro Nº 38:	Directrices para evaluar problemas de salinidad, toxicidad y otros efectos (FAO).....	79
Cuadro Nº 39:	Registro de aforos del sistema de riego Sambaray Alto, Centro, Isilluyoc y Margaritayoc.....	81
Cuadro Nº 40:	Registro de infiltración del sistema de riego Sambaray Alto, centro, Margaritayoc e Isilluyoc.....	86
Cuadro Nº 41:	Cálculo de infiltración básica.....	87
Cuadro Nº 42:	Cálculo de infiltración básica.....	89
Cuadro Nº 43:	Cálculo de infiltración básica.....	91
Cuadro Nº 44:	Cálculo de infiltración básica.....	93
Cuadro Nº 45:	Evaluación de lámina aplicada en el sector de Sambaray alto.....	96
Cuadro Nº 46:	Abaco de Schwalem & Frost para estimar perdidas por evapotranspiración en riego por aspersión.....	98
Cuadro Nº 47:	Evaluación de lámina aplicada en el sector Sambaray Alto.....	101
Cuadro Nº 48:	Abaco de Schwalem & Frost para estimar perdidas por evapotranspiración en riego por aspersión.....	103
Cuadro Nº 49:	Evaluación de lámina aplicada en el sector Sambaray centro.....	106
Cuadro Nº 50:	Abaco de Schwalem & Frost para estimar perdidas por evapotranspiración en riego por aspersión.....	108
Cuadro Nº 51:	Evaluación de lámina aplicada en el sector Sambaray Centro.....	111
Cuadro Nº 52:	Abaco de Schwalem & Frost para estimar perdidas por evapotranspiración en riego por aspersión.....	113
Cuadro Nº 53:	Evaluación de la lámina aplicada en el sector de Isilluyoc.....	116
Cuadro Nº 54:	Abaco de Schwalem & Frost para estimar perdidas por evapotranspiración en riego por aspersión.....	118
Cuadro Nº 55:	Evaluación de la lámina aplicada en el sector de Isilluyoc.....	121
Cuadro Nº 56:	Abaco de Schwalem & Frost para estimar perdidas por evapotranspiración en riego por aspersión.....	123
Cuadro Nº 57:	Evaluación de la lámina aplicada en el sector de Margaritayoc.....	126
Cuadro Nº 58:	Abaco de Schwalem & Frost para estimar perdidas por evapotranspiración en riego por aspersión.....	128
Cuadro Nº 59:	Evaluación de la lámina aplicada en el sector de Margaritayoc.....	131
Cuadro Nº 60:	Abaco de Schwalem & Frost para estimar perdidas por evapotranspiración en riego por aspersión.....	133
Cuadro Nº 61:	Eficiencia parcelaria por sector.....	134
Cuadro Nº 62:	características de los aspersores utilizados en el ámbito del proyecto riego Sambaray Alto, Centro, Isilluyoc y Margaritayoc.....	139
Cuadro Nº 63:	Inversiones del proyecto.....	141
Cuadro Nº 64:	Operación y mantenimiento del proyecto.....	142
Cuadro Nº 65:	Inversiones del proyecto.....	143
Cuadro Nº 66:	Cálculo del valor neto de la producción.....	144
Cuadro Nº 67:	Ingreso por uso de agua.....	145
Cuadro Nº 68:	Flujo de caja a precios privados.....	146
Cuadro Nº 69:	Flujo de caja a precios sociales.....	147
Cuadro Nº 70:	Flujo de caja a precios privados según el expediente técnico.....	148
Cuadro Nº 71:	Flujo de caja a precios sociales según el expediente técnico.....	149

Cuadro N° 72: Indicadores de rentabilidad económica del proyecto..... 150
Cuadro N° 73: Rendimientos propuestos con proyecto y en situación actual..... 151
Cuadro N° 74: Ingresos netos por hectárea..... 152
Cuadro N° 75: Beneficios netos por familia..... 152

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 1:	Partes del aspersor.....	14
Figura N° 2:	Plano de Ubicación del sistema de riego.....	45
Figura N° 3:	Evapotranspiración de referencia.....	61
Figura N° 4:	Variación de lámina y velocidad de infiltración en función del tiempo.....	88
Figura N° 5:	Variación de lámina y velocidad de infiltración en función del tiempo.....	90
Figura N° 6:	Variación de lámina y velocidad de infiltración en función del tiempo.....	92
Figura N° 7:	Variación de lámina y velocidad de infiltración en función del tiempo.....	94
Figura N° 8:	Láminas captadas en cada pluviómetro en el sector Sambaray Alto.....	97
Figura N° 9:	Láminas captadas en cada pluviómetro en el sector Sambaray Alto.....	102
Figura N° 10:	Láminas captadas en cada pluviómetro en el sector Sambaray Centro.....	107
Figura N° 11:	Láminas captadas en cada pluviómetro en el sector Sambaray Centro.....	112
Figura N° 12:	Láminas captadas en cada pluviómetro en el sector Isilluyoc.....	117
Figura N° 13:	Láminas captadas en cada pluviómetro en el sector Isilluyoc.....	122
Figura N° 14:	Láminas captadas en cada pluviómetro en el sector Margaritayoc.....	127
Figura N° 15:	Láminas captadas en cada pluviómetro en el sector Margaritayoc.....	132

INTRODUCCIÓN

En la actualidad a nivel Internacional, nacional y local se viene afrontando una crisis de disminución del recurso hídrico, en este entender es necesario realizar evaluaciones que determinen si realmente existen pérdida de agua en los sistemas de riego por aspersión y realizar correcciones para el uso adecuado de la misma.

Las evaluaciones técnicas están orientadas a dar propuestas de solución y que exista una buena operatividad del sistema de riego por aspersión, esta operatividad está directamente relacionado con la mejor distribución del agua para el mejor desarrollo del cultivo y la importancia de evaluar estos aspectos después de ejecutado el proyecto, nos reflejan las características con las que fueron diseñados, sabiendo que un proyecto productivo bajo riego debe estar articulado con el mercado y tener rentabilidad, por lo cual consideramos importante evaluar el componente económico actual de la producción de las áreas irrigadas de los proyectos en estudio y determinar los beneficios que los agricultores pudieran obtener.

El presente trabajo evalúa los factores de carácter técnico del sistema de riego por aspersión, tales como, condiciones de las estructura física de la obra, planteamiento del diseño agronómico, distribución de hidrantes, uniformidad y eficiencia de aplicación en el sistema, los cuales refleja las condiciones de producción de los agricultores, así de esta manera optimizar y realizar un uso adecuado del recurso hídrico, para la incrementar la producción y productividad de los cultivos, de esta manera mejorar la calidad de vida de los agricultores.

Por estas razones se plantea la realización de la tesis intitulada "Evaluación técnica y económica de la instalación de riego tecnificado en los sectores de Sambaray Alto, Sambaray Centro, Margaritayoc e Isilluyoc, del distrito de Santa Ana, provincia de La Convención", con la finalidad de asegurar una producción agrícola óptima y sostenible, al mismo tiempo sirva como un documento de consulta para estudiantes y profesionales de la especialidad.

I. Problema objeto de estudio.

1.1. Planteamiento del problema

En los últimos años a nivel nacional regional y local se han venido implementando diversos proyectos de riego tecnificado, como el riego por aspersión los mismos que en la mayoría han sido ejecutados en base a perfiles de proyecto.

Esta problemática se refleja al momento de la puesta en operación del sistema de riego donde se presentan problemas en la disponibilidad del recurso hídrico, la línea de conducción, la línea de distribución, afectando la eficiencia de riego, lo que contribuye con el mal uso del recurso hídrico, la escasez de agua y la necesidad de obtener buenos rendimientos de los cultivos con los sistemas de riego por aspersión, motivan a realizar el presente trabajo de investigación en los sectores de Sambaray Alto, Sambaray Centro, Margaritayoc e Isilluyoc, para identificar las causales que estén impidiendo la mejor administración del agua y un buen uso del suelo, los agricultores carecen de un conocimiento real del manejo adecuado que deberían darle a sus recursos mediante el proyecto de riego por aspersión, muchas veces sin ningún criterio técnico.

1.2. Formulación del problema.

Ante la problemática antes descrita nos hemos planteado las siguientes interrogantes:

1.2.1. Pregunta general.

- ❖ ¿Cómo se encuentra técnica y económicamente el proyecto de Instalación de Riego Tecnificado en los sectores de Sambaray Alto, Sambaray Centro, Margaritayoc e Isilluyoc, del distrito de Santa Ana?

1.2.2. Preguntas específicas.

1. ¿Cómo están los componentes de riego por aspersión?
2. ¿Cuáles son las condiciones de los recursos suelo y agua?
3. ¿Cómo se está utilizando el riego por aspersión propuesto según el diseño agronómico planteado?
4. ¿La uniformidad de riego es eficiente?

5. ¿Con la puesta en operación y funcionamiento del proyecto se han registrado impactos ambientales, sociales y económicos en el ámbito de la zona del proyecto?

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo general.

- ❖ Evaluar los aspectos técnicos y económicos de la instalación del proyecto de riego tecnificado en las comunidades de Sambaray Alto, Centro, Margaritayoc e Isilluyoc, ubicado en el distrito de Santa Ana.

1.3.2. Objetivos específicos.

1. Evaluar la operatividad de los componentes del sistema de riego por aspersión.
2. Evaluar las condiciones de los recursos agua y suelo.
3. Evaluar el manejo de riego, propuestos según el diseño agronómico e hidráulico planteados.
4. Realizar pruebas de uniformidad y eficiencias de aplicación de agua en los sistemas de riego por aspersión.
5. Realizar el análisis económico y financiero del proyecto.

1.4. Justificación.

Es importante realizar evaluaciones, que englobe aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales de manera adecuada, para corregir y plantear nuevas medidas en el manejo de sistemas de riego por aspersión, orientados a la mejor producción de sus cultivos y por ende un mejor ingreso con la actividad agrícola, y preservando los recursos agua y suelo.

En este entender, el presente trabajo de investigación busca conocer los problemas técnicos que afectan la operación y funcionamiento del sistema de riego. ¿Será que existe una relación directa entre la distribución y la eficiencia del agua para la producción de los cultivos?

Por otra parte es necesario identificar y comprobar la rentabilidad de los proyectos, mediante la determinación de los indicadores económicos como son:

VAN, TIR y el B/C, ya que con estos datos nos permitirá saber si los proyectos siguen siendo rentables.

El presente trabajo pretende contribuir con la gestión del sistema de Riego Tecnificado en los sectores de Sambaray Alto, Sambaray Centro, Margaritayoc e Isilluyoc, estableciendo un plan de manejo productivo con una cédula de cultivos propios de la zona con la finalidad de diversificar la producción e incrementar los beneficios agrícolas.

1.5. Hipótesis.

1.5.1. Hipótesis general.

El proyecto Instalación de Riego Tecnificado en los sectores de Sambaray Alto, Sambaray Centro, Margaritayoc e Isilluyoc, es sostenible en el tiempo.

1.5.2. Hipótesis específicas

1. Los componentes de riego por aspersión están en buen estado y operando con normalidad.
2. Las condiciones de los recursos agua y suelo, carecen de un diagnóstico técnico actualizado.
3. Los diseños agronómicos e hidráulicos planteados, no se cumplen por mala gestión del recurso agua.
4. La uniformidad y eficiencias de aplicación de agua a nivel parcelario en los sistemas de riego por aspersión, en la actualidad está por debajo del 60%.
5. La rentabilidad económica y financiera es baja, debido al elevado costo de producción en la instalación de cultivos y la variación de precios en el mercado.

II. Marco teórico

2.1. Antecedentes.

Huamán (1999), en su tesis “Evaluación de eficiencia de riego parcelario, en cultivos perennes (*Citrus Sinensis* L. *Coffea arábica* L y *Theobroma cacao* L) en Echarati – La Convención” concluye que los agricultores del sector de Pampa Echarati se viene irrigando los cultivos de Cacao y cítricos con eficiencia de riego promedio de 24. 11% y el cultivo de café con eficiencia de riego de 26.86%

Cárdenas (2009), en su tesis “Evaluación de la uniformidad de aplicación de riego en cinco modelos de aspersores en el cultivo de naranjo (*citrus sinensis*) en Pampa concepción.” Concluye que el aspersor VYR 65 presentó el mayor coeficiente de uniformidad con un promedio de 79%.

La velocidad de infiltración fue muy rápida lo que indica que no genera problemas de impermeabilidad en el suelo, lo que muestra que la zona es propia para uso de riego por aspersión.

Olarte (2009), en su tesis “Determinación del coeficiente de uniformidad del sistema de riego por aspersión en el cultivo de naranjo (*Citrus sinensis*), en el sector de San Pedro – Calera. Concluye que el aspersor VYR 70 es satisfactorio

2.2. Marco teórico referencial.

Las Competencias del gobierno local es atender mediante las instituciones relacionadas a la agricultura, mejorando las condiciones en las cuales se desarrolla esta actividad, en el sector Agrario – Irrigación.

El gobierno local viendo las condiciones en las cuales los pobladores trabajan los campos de cultivo, en concordancia con los beneficiarios, acuerda realizar gestiones para mejorar la producción agrícola, mediante la instalación de sistemas de riego tecnificado, capacitación en el manejo de cultivos y organización de un comité de regantes.

En el ámbito de la Provincia de La Convención se observa que la Gerencia de Desarrollo Económico prioriza proyectos de renovación y diversificación de cultivos, la intensificación de la actividad agrícola y el incremento de la

producción. Los mismos que vienen contribuyendo a mejorar el nivel socioeconómico de los productores en situación de pobreza.

2.2.1. Evaluaciones

Hurtado (2003), indica, que se realizan las siguientes evaluaciones.

a). Evaluación ex - ante.

Se realiza previa a la aprobación del proyecto y tiene por objeto hacer una evaluación de:

- **Su pertinencia.** Es decir, evalúa la importancia del proyecto para enfrentar y superar las necesidades de la población.
- **Su viabilidad.** Evalúa si el proyecto tiene la legitimidad y aceptación por parte de la población beneficiaria, el entorno institucional y político e incluye consideraciones sobre su factibilidad económica y social.
- **Su eficiencia potencial.** Evalúa si el proyecto tiene las posibilidades reales de alcanzar sus objetivos.

b). Evaluación ex – post.

Se realiza una vez que el proyecto ha concluido y tiene por finalidad producir una imagen definitiva del logro de los objetivos del proyecto. Por lo general incluye una apreciación sobre los efectos positivos, negativos, esperados e inesperados del proyecto (Evaluación al final del proyecto).

2.2.2. Clases de evaluación de proyecto.

Hurtado (2003), indica, que los proyectos se evalúan desde dos puntos de vista: Evaluación privada y Evaluación social.

2.2.2.1. Evaluación privada.

Corresponde al punto de vista exclusivamente empresarial o de la institución ejecutora del proyecto por lo que se le conoce como evaluación privada, presenta dos modalidades: Evaluación económica y Evaluación financiera.

a). Evaluación económica.

Es una técnica que permite medir el valor económico del proyecto sin considerar las fuentes de financiamiento o intereses del dinero invertido. Es decir sin examinar la procedencia de los créditos de capital ni el aporte de los accionistas.

b). Evaluación financiera.

Consiste en medir el aspecto financiero de un proyecto y busca demostrar la capacidad del proyecto para afrontar los compromisos derivados de su financiamiento después de remunerar el capital propio.

Es una técnica que permite medir el valor financiero del proyecto considerando el costo de capital financiero y el aporte de los accionistas. Es decir tener presente las amortizaciones anuales de la deuda y los intereses de los préstamos en el horizonte del planeamiento.

Este tipo de evaluación, permite comparar los beneficios que genera el proyecto asociado a los fondos que proviene de los préstamos en su respectiva corriente anual de desembolso de los gastos amortizaciones e intereses. La evaluación financiera de proyectos de inversión se caracteriza por determinar las alternativas factibles u óptimas de inversión utilizando los siguientes indicadores.

- El Valor Actual Neto (VAN)
- La Tasa Interna de Retorno Financiera (TIR)
- La Relación Beneficio Costo (B/C)

Estos indicadores, son suficientes para decidir la ejecución o no ejecución del proyecto y su posterior implementación de la actividad productiva o de servicios.

2.2.2.2. Evaluación social.

Hurtado (2003), indica, la evaluación social de un proyecto, es el análisis de la rentabilidad del proyecto desde el punto de vista del estado y se efectúa a precios sombra. La viabilidad de estos proyectos también se analiza, viendo si contribuye o no a los grandes objetivos nacionales se entiende como una actividad que tiene por objeto maximizar la eficacia de los programas en relación con sus fines y eficiencia en la asignación de recursos para la consecución de los mismos.

La metodología costo – impacto permite evaluar el proyecto antes de ser implementado, es decir, permite hacer una evaluación, ex – ante el mismo. A través de este instrumento metodológico, es posible entre las diferentes alternativas de intervención, sobre la base de los criterios de eficiencia y eficacia. Así, el análisis costo impacto no sólo verifica si el proyecto alcanzó los objetivos propuestos si no también busca racionalizar la asignación de recursos de forma

que se maximizan la eficiencia y eficacia de las acciones dirigidas a transformar parte de la realidad social. En este sentido la metodología costo - impacto se ajusta a las características de lo social.

2.3. Indicadores Agroeconómicos de la evaluación del proyecto de riego.

a). Rendimiento.

Hurtado (2003), referente al rendimiento Indica, es la cantidad de producto físico obtenido por unidad de superficie y unidad de tiempo. El producto físico puede ser expresado en kilogramos o toneladas y la unidad de superficie en hectáreas. La unidad de tiempo generalmente es la campaña agrícola, aunque también puede ser el año. Con fines de planificación, es importante calcular con bastante aproximación los rendimientos de cada uno de los cultivos que ocupan las tierras en la situación ex – ante.

b). Productividad.

Hurtado (2003), referente a la productividad Indica, la cantidad de unidades monetarias obtenidas por unidad de superficie y por unidad de tiempo. Se calcula multiplicando los rendimientos por el precio de cada producto.

Si se compra dos productos agrícolas distintos, no necesariamente el producto de mayor rendimiento, será el que presenta mayor productividad. Puede suceder que un producto más rendidor sea el menos productivo si sus precios unitarios son más bajos.

c). producción.

Hurtado (2003), indica, es la cantidad de producto en broza (sin clasificar) obtenidos por unidad de análisis y por unidad de tiempo. La unidad de análisis puede ser una familia, una comunidad campesina, un distrito, una provincia, región o país. La producción se calcula multiplicando el rendimiento de los cultivos por la superficie cultivada.

d). Valor Bruto de la Producción. (V.B.P).

Hurtado (2003), Indica, es la cantidad de unidades monetarias obtenidas por unidad de análisis y unidad de tiempo. Se calcula multiplicando la producción por el respectivo precio de producto. Se denomina valor bruto por que no se descuenta los costos de producción.

e). Valor Neto de la Producción. (V.N.P.).

Hurtado (2003), Indica, es el valor bruto de la producción menos los costos totales; muestra las utilidades netas generadas por la actividad agrícola.

f). Intensidad de uso del suelo.

Hurtado (2003), dice, es un indicador que mide la extensión de áreas cultivadas con relación de área cultivable del ámbito de estudio. Se calcula dividiendo el área sembrada entre el área física. El área física corresponde a la superficie cultivable y el área sembrada es sinonimia del área cosechada. Cada ámbito presenta una intensidad de uso particular y su cálculo se encuentra estrechamente relacionado a la ocupación de las tierras por los cultivos.

Este coeficiente es igual a cero cuando no se cultiva en absoluto; es uno cuando se cultiva toda la tierra durante una campaña agrícola y es dos cuando se cultiva toda la tierra durante dos campañas agrícolas. La intensidad de uso esta con relación al número de cosechas que se obtiene cada año y cuanto más alta sea esa cifra más intensa será el usos de tierra. A una mayor intensidad de uso de tierras es deseable siempre y cuando en forma paralela se efectuó acciones de conservación y sobre todo de reposición de la fertilidad, caso contrario una mayor intensificación conducirá a la degradación de los suelos.

g). Cedula de cultivo.

Hurtado (2003), Indica, es la calificación en valores absolutos y porcentuales de la ocupación de tierra por los cultivos en el ámbito de planificación.

Para determinar la cedula de cultivo es necesario contar con los siguientes datos: área cultivada, área bajo riego actual, área de secano de cultivo anual, área de secano rotativo, los cultivos en primera campaña, área ocupada por los cultivos en segunda campaña, área ocupada por cada cultivo específico en cada clase de tierra y áreas en descanso.

Una cédula es más útil cuando se distingue el número de hectáreas que ocupada cada especie vegetal en cada tipo de tierra, y es sencillo cuando el ámbito de planificación presenta homogeneidad agro ecológica.

Entre los materiales e instrumentos se puede utilizar para la elaboración de cedula de cultivo se tiene: catastro parcelario, aéreo fotografías, cartas nacionales, padrones, censos comunales, encuestas.

2.4. El riego.

Olarte (2002), dice, en términos generales se puede conceptualizar al riego como la ciencia y el arte de aplicar el agua al perfil del suelo en la cantidad suficiente y en el momento oportuno, para reponer el agua consumida por los cultivos o el agua requerida para suavizarlo y hacerlo laborable para las actividades agrícolas.

2.4.1. Riego por aspersión.

Fuentes (2003), indica, es una técnica de riego en donde el agua se aplica en forma de lluvia por medio de unos aparatos de aspersión alimentados por agua a presión. Estos aparatos deberán asegurar el reparto uniforme sobre la superficie que se pretende regar.

Faci (2013), indica, que el riego por aspersión comprende una variedad de Sistemas que se caracterizan porque el agua se aplica en el aire en forma de lluvia.

- El agua sale de los emisores en chorros a gran velocidad que se rompe formando gotas que se dispersan en el aire.
- La distribución de gotas de distintos diámetros depende de la presión, diámetro de boquilla, altura, tipo de aspersor, características técnicas del sistema, etc.
- Las gotas gruesas vuelan más lejos y las gotas más finas caen más cerca del emisor y son más propensas a su pérdida por evaporación y arrastre por el viento.

2.4.1.1. Ventajas de riego por aspersión.

Faci (2013), menciona las siguientes ventajas de riego por aspersión.

- No hace falta nivelar el terreno.
- Se pueden regar terrenos ondulados.
- Existe un perfecto control sobre la dosis aplicada.
- Se puede aumentar la frecuencia de riego con gran facilidad.
- Se adapta bien al tamaño y forma de las fincas.

- Se adapta muy bien a las primeras fases del desarrollo de los cultivos.
- Permite el riego de suelos arenosos.
- La mecanización de los cultivos es fácil.
- Los fertilizantes se incorporan con el riego.

2.4.2. Sistema de riego y sus componentes.

Olarte (2002), indica, que presenta una enorme diversidad en los aspectos de suelos, agua, cultivo, clima, organización social y costos de las obras; esto define la gran variabilidad de proyectos de riego por aspersión, que siempre serán diferentes unos de otros.

2.4.2.1. Captaciones o Bocatoma.

Baca, (2011) indica, las captaciones o bocatomas son estructuras hidráulicas que sirven para desviar el agua de los riachuelos, manantiales u ojos de agua, hacia los terrenos.

El diseño y la construcción de la bocatoma dependen de la cantidad de agua a derivar y del tipo de fuente hídrico a captar.

2.4.2.1.1. Clasificación de bocatomas

Baca (2009), menciona que pueden ser clasificados:

- Por el material del que están hechas (concreto, piedra, tierra, madera, champas, ramas etc.
- Por su forma y diseño (Barraje total, barraje parcial, baraje móvil, barraje sumergido o del tipo tirol del tipo Y, etc.)
- Por su vida útil (permanentes, temporales)
- Por el método de construcción (Concreto armado, emboquillado, mampostería, gaviones).

2.4.2.2. Desarenador.

Baca, (2011) indica, los desarenadores son estructuras que sirve para acumular partículas de arena, piedras pequeñas que pueden dañar las tuberías como la red de distribución del sistema, incluyendo válvulas de control, hidrantes y obstruir la boquilla de los aspersores.

Generalmente, esta inmediatamente después de la estructura de captación y antes del reservorio.

2.4.2.3. Reservorio o Cámara de carga:

Olarte (2002), indica, son depósitos donde se almacena el caudal proveniente, su dimensionamiento se hace de acuerdo al área de riego a la que sirve, al caudal disponible y a la operación del sistema.

2.4.2.3.1. Tipos de reservorio

Willet (1998), menciona los siguientes tipos de reservorios.

a). Reservorio de colección

Su función es acumular agua para alcanzar un caudal mínimo apropiado para riego por gravedad.

b). Cámara de carga/reservorio de compensación.

Su función es compensar las diferencias entre caudal de entrada y caudal de salida de una cámara de carga para un sector de riego por aspersión.

c). Reservorio de retención.

Su función es almacenar un turno de riego por gravedad, para utilizar el volumen entregado en momentos más oportunos, por ejemplo cuando se quiere usar el agua para regar con aspersión.

d). Reservorio estacional.

Almacenar un excedente de agua que ocurre en ciertas - épocas del año, para periodos de escases.

2.4.2.4. Línea de conducción:

Baca (2011), indica, es el tramo entubado, entre la captación y el reservorio o directamente a una cámara de distribución o cámara de carga.

2.4.2.5. Válvula de control:

Baca (2011), indica, son accesorios que cumplen la función de abrir y cerrar o regula el paso del agua, controlando la distribución en el sistema, estas válvulas se ubican al inicio de la red primaria o secundaria, existen también otras válvulas que se ubican de forma estratégica en diferentes lugares de la red primaria o

secundaria para brindarle seguridad al sistema de riego en caso de roturas o mantenimiento.

2.4.2.6. Cámaras rompe presión:

Baca (2011), menciona, que son estructuras de concreto armado que sirve para anular la presión del agua en los conductos o exceso de carga hidráulica, estas cámaras rompen-presión son utilizados cada cierto tramo cuando el desnivel es fuerte, donde las presiones son mayores dando un esfuerzo excesivo a las tuberías.

2.4.2.7. Red de distribución:

Olarte (2002), indica, es el sistema de tuberías que conducen el agua desde los reservorios hasta los hidrantes ubicados en las parcelas de riego.

2.4.2.8. Hidrantes:

Baca (2011), menciona, que son puntos de toma de agua con válvulas que permiten conectar la red de tuberías de distribución a una red móvil o equipos móviles. Los hidrantes cuentan con un equipo de válvulas ya sea válvulas de acople rápido con su respectiva llave tipo bayoneta, o accesorios de fierro galvanizado.

En el hidrante es donde empieza la línea de riego y comienza su funcionamiento.

2.4.2.9. Línea de riego móvil:

Baca (2011), menciona, que es aquella que comienza en la válvula del hidrante, el buen funcionamiento de los aspersores depende de la presión uniforme de la línea.

2.4.2.10. Accesorios:

Baca (2011), menciona, son accesorios necesarios para las conexiones generalmente está conformado por acoples, codos, tees, válvulas, reductores, empaques, tubos elevadores, tapones, reguladores de presión, etc.

2.4.2.11. Aspersores.

Baca (2011), menciona, que son dispositivos metálicos o también plásticos, que se encargan de asperjar el agua al terreno, los aspersores distribuyen el agua sobre la superficie en forma de gotas de lluvia a través de las boquillas, por efecto

de la presión del agua, con un grado de uniformidad y una precipitación adecuada.

2.4.3. Clasificación de los aspersores

Olarte (2002), indica, que existe una gran variedad de aspersores, las mismas que pueden clasificarse de acuerdo a sus usos y características.

2.4.3.1. Por su mayor rotación.

Son las masas empleadas en la agricultura se caracteriza principalmente por su ángulo de chorro con respecto a su horizontal.

- **Aspersores de círculo completo.**

El aspersor gira en círculo completo, es decir, 360 grados alrededor de su eje cuando está operando.

- **Aspersor sectorial.**

Son los aspersores en los que se pueden regular el ángulo de riego pudiendo ir de 0 – 360 grados, esto se utiliza en laderas con pendientes fuertes para evitar erosión del suelo que se encuentran en la parte superior del terreno o se utilizan en los linderos de las parcelas en laderas.

- **Aspersores mixtos.**

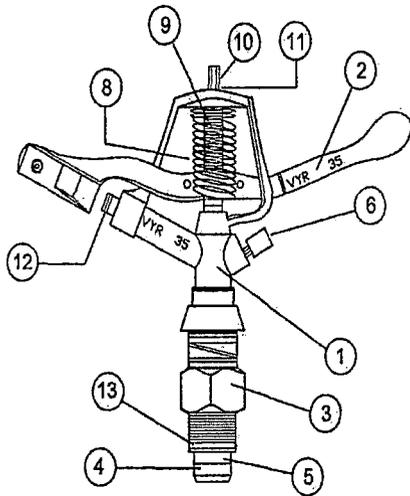
Existen aspersores que tiene accesorios que les permitan regar en círculo completo o sectorialmente.

2.4.3.2. Según la velocidad de giro

Tarjuelo (1999), indica lo siguiente:

- De giro rápido (> 6 vueltas/ min.) (De uso en jardinería, horticultura, viveros, etc.)
- De giro lento (de ½ a 2 vueltas/ min.) (De uso general en agricultura).

PARTES DE UN ASPERSOR



DESCRIPCION

1.- Cuerpo
2.- Brazo Oscilante
3.- Tuerca De Acoplamiento
4.- Tubo De Conexión
5.- Arandela Negra
6.-Boquilla Principal
8.- Muelle Retorno
9.- Esparrago
10.- Tuerca Sombrerete
11.- Arandela De Goma
12.-Boquilla Cercana Con Punta Aspersora
13.- Arandela Blanca

Fuente: catálogo de aspersores VYR

Figura N° 1: Partes del aspersor.

2.4.4. Aspectos técnicos del diseño.

2.4.4.1. Espaciamento entre los aspersores y laterales.

Olarte (2002), indica, el espaciamento entre aspersores, depende del diámetro de humedecimiento circular del aspersor y de la velocidad del viento.

El espaciamento entre aspersores y espaciamento entre laterales depende del diámetro de humedecimiento circular del aspersor y de la velocidad del viento.

Cuadro N° 1: Espaciamento entre aspersores y laterales (velocidad del viento y diámetro de humedecimiento).

Velocidad del viento	Espaciamento en % del diámetro de Humedecimiento		
	En cuadro	En rectángulo	
	EA=EL	EA	EL
Sin viento	65%	65%	65%
6 Km/hr	60%	50%	65%
12 Km/hr	50%	40%	60%
15Km/hr	40%	40%	50%
mayor a 15Km/hr	30%	30%	40%

Fuente: Villón (1982)

2.4.5. Diseño agronómico

Fuentes (2003), menciona, el diseño agronómico tiene por finalidad garantizar que la instalación sea capaz de suministrar la cantidad suficiente de agua, con un control efectivo de las sales y una buena eficiencia en la aplicación del agua.

2.4.6. Evapotranspiración (ET).

FAO Boletín N° 56 (2006), indica, que se conoce como evapotranspiración (ET) la combinación de dos procesos separados por los que el agua se pierde a través de la superficie del suelo por evaporación y por otra parte mediante transpiración del cultivo.

2.4.7. Evapotranspiración del cultivo de referencia (ET_o).

FAO Boletín N° 56 (2006), indica, que la tasa de evapotranspiración de una superficie que ocurre sin restricciones de agua, se conoce como evapotranspiración de cultivo de referencia y se denomina ET_o. La superficie de referencia corresponde a un cultivo hipotético de pasto con características específicas.

2.4.7.1. Factores que afectan a la evapotranspiración.

FAO Boletín N° 56 (2006), indica.

- El clima.
- Las características del cultivo.
- Manejo y condiciones ambientales.

2.4.7.2. Factores meteorológicos que determinan la evapotranspiración.

FAO Boletín N° 56 (2006), indica, los factores meteorológicos que determinan la evapotranspiración son los componentes del tiempo que proporcionan energía para la vaporización y extraen vapor de agua de una superficie evaporante. Los principales parámetros meteorológicos que se deben considerar se presentan a continuación.

- Radiación solar.
- Temperatura del aire.
- Humedad del aire.
- Velocidad del viento.

2.4.7.3. Parámetros atmosféricos.

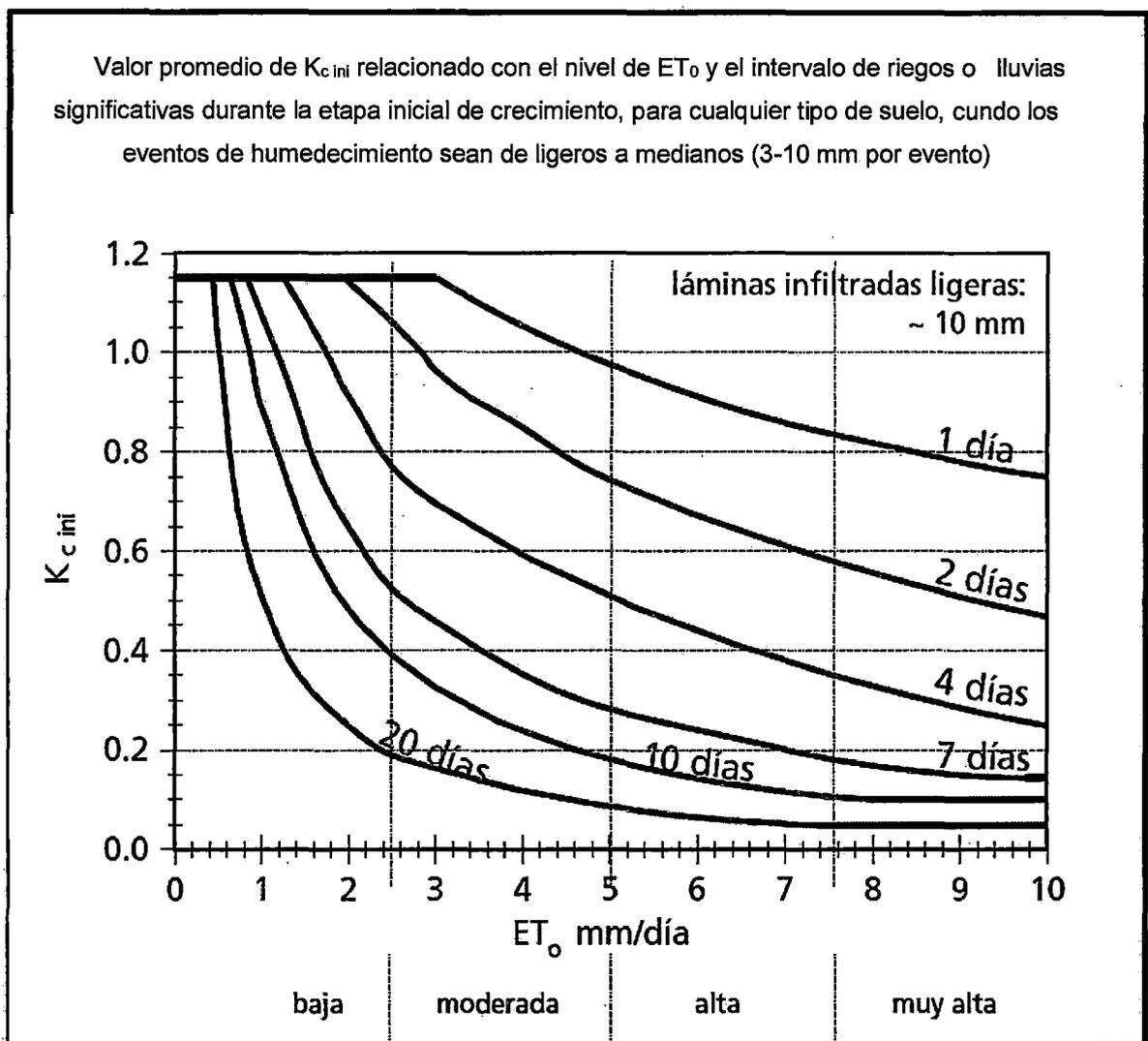
FAO Boletín N° 56 (2006); describe:

- Presión atmosférica (P).
- Calor latente de vaporización (λ).
- Constante psicométrica (γ).

2.4.7.4. Coeficiente de cultivo (K_c).

Fuentes (2003), menciona, el valor del coeficiente de cultivo depende de las características de la planta, y expresa la variación de su capacidad para extraer el agua del suelo durante su periodo vegetativo. Esta variación es más evidente en cultivos anuales, que cubre todo su ciclo en un periodo reducido de tiempo.

Cuadro N° 2: Calculo del K_c del cultivo, en la etapa inicial.



Fuente: FAO Boletín 56 – 2006.

2.4.8. Cálculo de las necesidades de riego

Castañón (2000), indica, que conocida la ET_c , las necesidades netas de riego, N_t , se suelen calcular a partir de la ecuación del balance hídrico.

$$N_t = ET_c - (P_e + V\theta + A_c)$$

Dónde:

P_e = Precipitación efectiva.

$V\theta$ = Variación del contenido del agua en la zona regada. Su determinación no es demasiada frecuente.

A_c = ascenso capilar del agua. Por lo general solo se considera en caso de existir una capa freática.

2.4.9. Precipitaciones

Vásquez (2000), indica:

- Precipitación efectiva (P_e), es la parte de la lluvia aprovechada por la plantas.
- Eficiencia de riego del proyecto (E_p): Es el producto de la eficiencia de aplicación por la eficiencia de conducción del agua y la eficiencia de distribución.

La demanda de agua estará dada por la siguiente:

$$D = \frac{10(ET_c - PE) \times A}{EP}$$

Dónde:

D: Demanda de agua del proyecto m^3

ET_c : Evapotranspiración de los cultivos (mm).

PE: Precipitación efectiva (mm)

A: Área agrícola (Ha)

EP: Eficiencia de riego (%).

2.4.10. Medición de caudal

Vásquez (2000), indica, la medición de un caudal de un río se denomina AFORO. Para registrar los caudales de un río se instala en una sección del río una “estación de Aforo” que debe estar implementada con un limnómetro o limnógrafo, que son aparatos que miden el nivel de agua en el río. El limnómetro es una mira graduada que mide la altura o nivel de agua alcanzada por el flujo en una sección; el limnógrafo es un aparato que registra (grafica) el nivel de agua en función del tiempo. En la misma sección del río se efectúa el AFORO mediante el correntómetro que es aparato que mide la velocidad del agua que al multiplicarla por el área de la sección nos da el caudal del río. La altura de agua (h) se correlaciona con el caudal aforado (Q), según $Q = f(h)$, obteniéndose la “curva de calibración” del río. Esta curva permitirá, en adelante obtener el caudal del río en cualquier instante a partir del valor del nivel de agua.

2.4.11. Diseño hidráulico.

2.4.11.1. Selección del aspersor.

Olarte (2002), indica, que la selección se hace en base a los catálogos proporcionados por los fabricantes. Los datos que se proporcionan generalmente son los siguientes:

- Diámetro de la boquilla.
- Presión de operación del aspersor.
- Caudal del aspersor.
- Diámetro de humedecimiento.
- Espaciamiento recomendado entre aspersores

2.4.11.2. Verificación de la pluviometría del aspersor.

Olarte (2002), indica, para la verificación de la pluviometría del aspersor se debe cumplir que la velocidad de infiltración básica debe ser mayor a la velocidad de infiltración del aspersor, este cálculo determina si el aspersor elegido es adecuado para que no produzca encharcamiento. Se determina por:

$$L_{asp} = \frac{Q_{asp} \times 100C}{Ea \times El}$$

Dónde:

Lasp: Infiltración del aspersor (mm/hr).

Qasp: Caudal en el aspersor (l/s).

Ea: Espaciamiento entre aspersores (m).

El: Espaciamiento entre laterales (m).

2.4.11.3. Verificación del traslape.

Olarte (2002), indica, el espaciamiento entre aspersores y entre laterales está en función a la velocidad de infiltración básica del suelo, al diámetro de humedecimiento del aspersor y la velocidad del viento.

Uno de los principales problemas que atenta contra la buena distribución del agua en el riego por aspersión es la velocidad del viento y la mejor forma de contrarrestar su efecto distorsionante del diámetro húmedo es manejando adecuadamente el espaciamiento entre aspersores de tal manera que a mayor velocidad del viento menor debe ser el espaciamiento entre aspersores, es decir aumentar el traslape de los diámetros húmedos.

La relación que permite los espaciamientos adecuados entre aspersores y laterales es la siguiente:

$$Ea = \% D$$

Dónde:

Ea: Espaciamiento entre aspersores (m).

℅: Porcentaje de espaciamiento en función al viento (℅).

D: Diámetro de humedecimiento del aspersor (m).

2.4.11.4. Tiempo de riego por posición.

Olarte (2002), indica, es el cálculo de tiempo de riego que deberá permanecer cada línea regante o cada aspersor en cada posición. Esta dada por la siguiente fórmula:

$$TR = \frac{Lb}{pp}$$

Dónde:

TR: Tiempo de riego (hr).

Lb: Lámina bruta para cada mes (mm)

pp: Intensidad e precipitación del aspersor (mm/hr).

2.4.11.5. Cálculo del número de hidrantes.

Olarte (2002), Indica, que para el cálculo del número de hidrantes se usa la siguiente formula:

$$N^{\circ} \text{ de hidrantes} = \frac{LL - LE}{LE} + 1$$

Dónde:

LL: Longitud de la parcela

LE: Longitud del lateral

2.4.11.6. Número de aspersores que operan en forma simultánea.

Olarte (2002), indica, que para el cálculo del número de aspersores que operan en forma simultánea se usa la siguiente formula:

$$N^{\circ} \text{ ASP Simul} = \frac{Qd}{Qa}$$

Dónde:

Qd: Caudal de diseño (L/s).

Qa: Caudal del aspersor (L/s).

2.4.11.7. Cálculo de los parámetros técnicos de riego.

Olarte (2002), indica, que para determinar los índices de riego con fines de diseño y dimensionamiento del sistema de riego se calcula los siguientes parámetros:

a). Lamina neta de riego (Ln).

Olarte (2002), indica, que también es llamado tasa de riego, es la cantidad de agua aplicada al suelo en cada riego. Por tanto, su unidad de medida se expresa en mm. de altura de agua aplicada.

La lámina neta de agua aplicada a un suelo depende de dos factores básicos: la capacidad retentiva de humedad de suelo, y la profundidad de riego.

$$Ln = Pr \times da \frac{(CC - PMP)}{100}$$

Dónde:

Ln: lámina neta (mm)

Pr: Profundidad radicular. (m)

Da: Densidad aparente (m³/ha)

CC: Capacidad de campo (%)

PMP: Punto de Marchitez Permanente (%).

Si referimos esta altura de lámina de agua a la superficie agrícola de una hectárea, el valor de la lámina de riego se transforma nuevamente el volumen neto de agua de agua de riego, para ello debemos multiplicar por el valor de 1 ha = 10.000 m².

b). Lámina bruta de riego (Lb).

Olarte (2002), indica, que cuando se aplica riego a la parcela se trata que se produzca la menor cantidad de pérdidas posibles, aunque en la práctica no existe un riego totalmente eficiente. Indudablemente la eficiencia depende de la habilidad, destreza y experiencia del agricultor, cuando nos referimos al riego por gravedad, pero cuando aplicamos riego por aspersión, depende más del clima y de la tecnología del riego propuesto.

$$Lb = \frac{Ln}{Ep}$$

Dónde:

Lb: Lámina bruta (mm)

Ln: Lámina neta (mm).

Ep: Eficiencia parcelaria (%).

c) Frecuencia de riego (Fr).

Olarte (2002), indica, que la frecuencia de riego es el tiempo transcurrido entre dos riegos sucesivos, se mide por la relación entre la lámina neta (mm) y la evapotranspiración diaria del cultivo, llamado consumo diario.

$$Fr = \frac{Ln}{Cd}$$

Dónde:

Ln: Lámina neta (mm).

Cd: Consumo diario a partir de la demanda mensual (mm).

d). Módulo de riego (MR).

Olarte (2002), Indica, El módulo de riego, más apropiado llamado caudal ficticio continuo (CFC), es el volumen de demanda registrada en el mes más crítico.

$$CFC = \frac{VR \times 1000}{d \times Jr \times H}$$

Dónde:

CFC: Caudal ficticio continuo (L/s/ha).

VR: Volumen global (m³/ha).

H: Horas hombre en segundos (3600).

Jr: jornada de riego (Nº hr).

d: días del mes (Nº).

e). Cálculo de área regable.

Olarte (2002), indica, para calcular el área que se puede regar con la oferta hídrica disponible, se aplica la siguiente relación:

$$A = \frac{Q}{Mr}$$

Dónde:

Q: Caudal en la fuente (L/s).

Mr: Módulo de riego (L/s/ha).

A: Área regable (ha).

f). Caudal necesario.

Tarjuelo (1999), indica, para calcular el caudal necesario se efectúa la siguiente ecuación.

$$Q = \frac{A \times Db}{Trd \times Ir}$$

Dónde:

Q: Caudal necesario (m³/hr).

A: Área total a regar (ha).

Db: Dosis bruta máxima (mm).

Trd: Tiempo disponible de riego al día (hr/día).

Ir: Número de Días realmente para regar, dentro del intervalo (días).

2.5. Recurso agua.

2.5.1. Relaciones y constantes de humedad del suelo.

Soto (2002), menciona, el agua ocupa los espacios libres que tiene el suelo (poros), este contenido varía de acuerdo a diferentes factores, pero se puede señalar que existen algunos parámetros que permitirán comprender más este aspecto:

a). Saturación.

Soto (2002), menciona, que un suelo está en estado de saturación cuando el agua ocupa todos los espacios libres o poros, no existiendo aire en el suelo. Cuando se llega a este estado se dice que el suelo está a 100% de contenido de humedad, se presenta en un suelo agrícola después de un riego pesado como el riego de machaco. Luego el suelo se va drenando por gravedad ayudado por la percolación, ya que prácticamente el potencial del agua en el suelo llega a 0 atmósferas; a esta agua se le llama agua gravitacional o agua libre.

b). Capacidad de Campo - CC

Soto (2002), menciona, cuando el suelo deja de perder agua por gravedad, se dice que el suelo está a capacidad de campo. La capacidad de campo CC, viene a ser la máxima cantidad de agua que el suelo puede retener, este límite generalmente se llega cuando el potencial de retención de agua por el suelo

alcanza las 0.3 atmósferas en suelos francos, 0.5 en suelos arcillosos y 0.1 atmósferas en suelos arenosos. En este momento el agua ocupa los poros pequeños y los poros grandes son ocupados por aire.

La cantidad de agua que puede retener un suelo a la capacidad de campo depende más de los microsporos, por cuyo motivo depende más de la textura que de la estructura. Este es el punto más favorable para el crecimiento de las plantas.

c). Punto de Marchitamiento Permanente - PMP

Hoyos (2002), menciona a partir de la CC el agua se va perdiendo por evapotranspiración o consumo del agua por la planta y de no reponerse, el potencial hídrico va aumentando en la zona radicular hasta llegar el momento que la raíz no tiene la fuerza suficiente para extraer el agua que tiene el suelo, este límite generalmente se alcanza a las 15 atmósferas y es en este momento que la planta se comienza a marchitar de manera irreversible. En suelos arenosos puede llegar a 20 atmósferas y en arcillosos se puede alcanzar este límite a las 10 atmósferas.

d). Humedad Disponible - HD

Soto (2002), menciona, la humedad disponible es el agua que se encuentra entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente.

Para poder entender mejor este concepto, pensemos en una esponja, al sumergirla en un depósito de agua esta se satura, al sacarla el agua cae hasta llegar un momento en que deja de gotear, en este momento podríamos compararla con un suelo a capacidad de campo.

Si comenzamos a aplastarla, comenzará a caer agua nuevamente, la fuerza que hacemos sería el esfuerzo que hace la planta para tomar el agua del suelo. Si continuamos exprimiendo la esponja, llegará un momento en que deja de caer el agua pero la esponja seguirá húmeda, en este punto podemos compararla con un suelo en el punto de marchitez permanente. La cantidad de agua desde CC hasta PMP se define como humedad disponible.

2.5.2. Cálculo del volumen de agua.

Berlijn (1982), indica, que el volumen de agua es la cantidad de agua contenida hasta una profundidad del suelo. Se usa para determinar la cantidad de agua que un suelo contiene o puede almacenar, para expresar la cantidad de lluvia o hasta que profundidad mojara la lluvia o el riego; el agua que usa un cultivo diario o semanalmente o la aplicación de agua de riego.

$$\%AV = \%APS \times \frac{Ds}{Dw}$$

Dónde:

%AV: Porcentaje de agua sobre base de volumen.

%APS: Porcentaje de agua en base al peso seco a la estufa.

Ds: Densidad de suelo.

Dw: Densidad de agua.

2.6. Infiltración.

Fuentes (2003), indica, que la infiltración es el proceso de entrada del agua en el suelo, desde la superficie del mismo. Cuando se aplica el agua en toda la superficie del suelo, el flujo produce en sentido vertical: pero cuando se aplica solo a una parte de la superficie, el flujo se produce en sentido vertical y horizontal.

2.6.1. Infiltración del agua en el suelo.

Aquise (1997), dice, que el agua penetra en los suelos cuando la superficie se moja bien por lluvias o por riego, la aplicación del agua a la superficie del suelo, puede ser a través de toda la superficie o a través de una porción de ella, si todas las superficies esta mojada, el flujo de agua será en dirección vertical, mientras en el caso de la mojadura parcial, se combina los movimientos verticales y laterales, pudiendo este último llegar a ser tan importante como el primero.

2.6.2. Métodos para determinar la infiltración.

Aquise (1997), dice, que existen varios métodos para medir la infiltración y así determinar la capacidad de infiltración de un suelo, entre los que tenemos:

- Método basado en el análisis de registros de precipitación y escurrimiento de una cuenca natural.
- Medida con Infiltrómetro.
- Análisis de la infiltración por surco.

2.6.3. Infiltrómetro de anillos concéntricos

Aquise (1997), dice, que este instrumento está conformado por dos cilindros metálicos concéntricos de 2 mm de espesor, el cilindro interno tiene una altura promedio de 35 cm. Por un diámetro de 11.28 cm, que hace una sección de 100 cm², de tal manera que 10 cm de altura equivale a 1 litro de agua, a una altura de 6 cm del borde inferior y lleva un orificio de 0.5 cm de diámetro para conectar el tubo metálico en comunicación con otro del cilindro externo.

El cilindro externo tiene una altura total de 25 cm con 20 cm de diámetro haciendo un área de corona de 314.16 cm² a una altura de 6 cm. Del borde inferior lleva dos orificios de 0.5 cm de diámetro, una de ellos se comunica con el cilindro interno a través de un tubo metálico que marca la lámina de agua y el otro que marca la carga del cilindro externo.

2.6.4. Conceptos Relacionados a la Infiltración.

Olarte (2002), indica:

- **Velocidad de infiltración instantánea (I)**, llamada también infiltración parcial, es la velocidad de infiltración que alcanza el agua en un momento dado.
- **Infiltración acumulada o lamina infiltrada acumulada (I. acum.)**, es la cantidad de agua que penetra en el perfil del suelo es acumulada en el tiempo.
- **Velocidad de infiltración básica (I_b)**, llamada también infiltración básica, es el valor instantáneo cuando la velocidad de infiltración es menor o igual que el 10% de su valor.

2.6.5. Interpretación de los resultados de infiltración.

Porta (2003), indica, que en la mayoría de los estudios se suele expresar la velocidad de infiltración básica, pudiendo incluir además la restante información en forma de tablas y gráficos. La interpretación de los resultados de un ensayo de

infiltración es siempre delicada, por los múltiples factores que intervienen en el proceso en el momento de realizar la medida.

Cuadro N° 3: Criterios de interpretación de resultados (Landon, 1984)

Clase	Velocidad de Infiltración (mmh ⁻¹)	Interpretación
1	< 1	Muy lenta
2	2 a 5	Lenta: Riesgo de erosión
3	5 a 20	Moderadamente lenta: Optima para riego por superficie.
4	20 a 60	Moderada: Adecuada para riego por superficie.
5	60 a 125	Moderadamente rápida: Provoca perdida de nutrientes por lavado.
6	125 a 250	Rápida: Marginal para riego por superficie.
7	> 250	Muy rápido: Se requiere riego localizado o riego por aspersión.

Fuente: Porta Casanellas, 2003

2.7. Calidad de agua de riego.

Fuentes (2003), indica, sobre calidad de agua de riego, indica que los suelos contienen sales solubles que provienen de la descompensación de las rocas de donde se originan y de las incorporadas con el agua de riego y con las aguas provenientes del sub suelo. Sólo vamos a considerar problemas originados por las sales contenidas en el agua del riego.

La calidad del agua para riego depende no solo de su contenido en sales, sino también del tipo de sales. Los problemas más comunes derivados de agua de calidad del agua se relacionan con los siguientes efectos.

2.7.1. Salinidad

Velarde (2008), indica, que la salinidad se evalúa mediante los índices de conductividad eléctrica, salinidad efectiva y salinidad potencial.

Cuando se mide la cantidad de sales en el agua, las unidades utilizadas pueden ser miliequivalentes por litro (me L-1) o partes por millón (ppm).

2.7.2. Toxicidad

Fuentes (2003), indica, que algunos iones, tales como los de sodio, cloro y boro. Se pueden acumular en los cultivos en concentraciones suficientemente altas como para reducir el rendimiento de la cosecha.

Cuadro N° 4: Tabla de datos para cálculo del valor de pHc.

CONCENTRACION DE IONES DEL SUELO (meq/lit)	P (Ca + Mg + Na)	P (Ca + Mg)	P (CO ₃ + HCO ₃)
0.05	2	4.6	4.3
0.1	2	4.3	4
0.15	2	4.1	3.8
0.2	2	4	3.7
0.25	2	3.9	3.6
0.3	2	3.8	3.5
0.4	2	3.7	3.4
0.5	2.1	3.6	3.3
0.75	2.1	3.4	3.1
1	2.1	3.3	3
1.25	2.1	3.2	2.9
1.5	2.1	3.1	2.8
2	2.2	3	2.7
2.5	2.2	2.9	2.6
3	2.2	2.8	2.5
4	2.2	2.7	2.4
5	2.2	2.6	2.3
6	2.2	2.5	2.2
8	2.3	2.4	2.1
10	2.3	2.3	2
12.5	2.3	2.2	1.9
15	2.3	2.1	1.8
20	2.3	2	1.7
30	2.4	1.8	1.5
50	2.5	1.6	1.3
80	2.5	1.4	1.1

Fuente: Estudio FAO riego y Drenaje. Calidad de aguas para la agricultura

**Cuadro N° 5: Directivas para la evaluación de la calidad del agua de riego
(FAO 1976)**

	Unidad	GRADO DE RESTRICCIÓN DE USO			
		Ninguna	Ligera moderado	^a Severa	
SALINIDAD (CE)	mmhos/cm	< 0.7	0.7 -	3	>3
TOXICIDAD IÓNICA ESPECÍFICA					
- Sodio (Na):					
Riego por superficie	RAS	< 3	3 -	9	>9
Riego por aspersión	meq/l	< 3	>	3	
- Cloruros (Cl):					
Riego por superficie	meq/l	< 4	4 -	10	>10
Riego por aspersión	meq/l	< 3	>	3	
- Boro (B) :					
	mg/l	< 0.7	0.7-	2	>2.0
OTROS EFECTOS					
- Nitrogeno(Nitrato)	(mgr/)	< 5	5 -	30	>30
- Bicarbonatos	En				
aspersión	meq/l	< 1.5	1.5 -	8.5	>8.5
pH .	Amplitud normal: De 6.5 - 8.4				

Fuente: Estudio FAO riego y Drenaje. Calidad de aguas para la agricultura
Olarte (1987), indica lo siguiente.

pH (Gama normal (6.5 - 8.4))

Nota: La gama inferior si $EC_i < 0.4$ mmhos/cm
 La gama intermedia sí $EC_i = 0.4$ a 1.6 mmhos/cm
 El límite superior sí $EC_i > 1.6$ mmhos/cm

Cuadro N° 6: Directrices para evaluar los problemas de infiltración.

RAS	RESTRICCIÓN DE USO		
	Ninguna	Ligera a moderado	Severa
	CE (mmhos/cm)		
0 -3	>0.7	0.7- 0.2	<0.2
3 -6	> 1.2	1.2- 0.3	<0.3
6 -12	>1.9	1.9- 0.5	<0.5
12 -20	>2.9	2.9- 1.3	<1.3
20 -40	> 5.0	5.0- 2.9	<2.9

Fuente: Fuentes Yague. (2003)

2.8. Propiedades físicas del suelo.

2.8.1. Textura.

Fuentes (2003), indica, la proporción mineral del suelo está formado por partículas que, según su tamaño, se clasifican en: arena (de 2 a 0,05 mm), limo (de 0,05 a 0,002 mm) y arcilla (inferior a 0,002 mm).

La textura de un suelo hace referencia a la proporción relativa de arena, limo y arcilla que contiene. Atendiendo a su textura, los suelos se clasifican en arenoso, limosos o arcillosos, según que predomine cada uno de los distintos componentes. Se dice que un suelo es de textura franca cuando contiene una mezcla de arena, limo y arcilla en proporción equilibrada.

2.8.2. Estructura

Fuentes (2003), indica, que se llama estructura de un suelo a la disposición de sus partículas para formar otras unidades de mayor tamaño, llamados agregados.

2.8.3. Porosidad

Fuentes (2003), indica, que la porosidad de un suelo es la fracción de volumen del mismo no ocupado por materia sólida. Viene acondicionado por su textura y estructura.

2.8.4. Densidad aparente (Da).

Olarte (2002), menciona, que se llama así a la relación que existe entre la masa de un suelo seco y su volumen en condiciones naturales. Es decir, el peso del suelo seco por unidad de volumen total. Viene dada por.

$$Da = \frac{Ps}{Vs}$$

Dónde:

Da: Densidad aparente (gr/cm³)

Ps: Peso de suelo seco a 105 °C (gr)

Vs: Volumen del suelo (cm³)

2.8.5. Densidad real (Dr).

Olarte (2002), menciona, que es la relación que existe entre la masa de un suelo seco por unidad de volumen real de sus partículas. Viene dado por:

$$Dr = \frac{Ps}{Vts}$$

Dónde:

Dr: Densidad real (gr/cm³).

Ps: Peso del suelo seco a estufa de 105 °C (gr)

Vts: Volumen del suelo (cm³).

2.9. Profundidad del suelo

Calderón (1992), indica, que la profundidad en los suelos de regadío es aquella de la cual una planta absorbe la humedad. El suelo que permite el desarrollo normal de la raíz y la penetración proporciona el almacenamiento máximo del agua. Las capas resistentes tales como roca, capas muy compactas tierras arenosas o altos niveles freáticos, afectan la capacidad de humedad almacenada.

Por tanto, la profundidad de los suelos es importante porque esta establece la cantidad de nutrientes que se puede almacenar, como también los límites físicos de la zona radicular. Los suelos poco profundos limitan el crecimiento de las raíces.

2.9.1. Evaluación económica de proyectos de riego.

2.9.1.1. Eficiencia de aplicación.

Castañón (2000), indica, que corresponde a cada unidad de riego, al tramo de recorrido del agua comprendiendo entre los hidrantes situados en ella y en la zona radicular del cultivo, se expresa mediante la siguiente relación.

$$Ea = \frac{\text{altura de la lamina retenida en la zona radicular}}{\text{Altura media aplicada}}$$

Según Kéller, es la relación entre la lámina promedio del agua almacenada en la zona radicular y la lámina promedio de agua aplicada. Para estimar la eficiencia de aplicación del agua es necesario contar todas las pérdidas del agua que se presenten durante el proceso de riego.

2.9.1.2. Uniformidad de distribución

Castañón (2000), indica, que en este caso se considera el registro de láminas infiltradas como evaluación para constatar la eficiencia de uniformidad ya obtenida por pluviómetros, usando la misma metodología.

$$CU = \left(1 - \sum \frac{|X_i - X|}{X(n)} \right) * 100$$

Dónde:

CU: Coeficiente de uniformidad de Christiansen en porcentaje

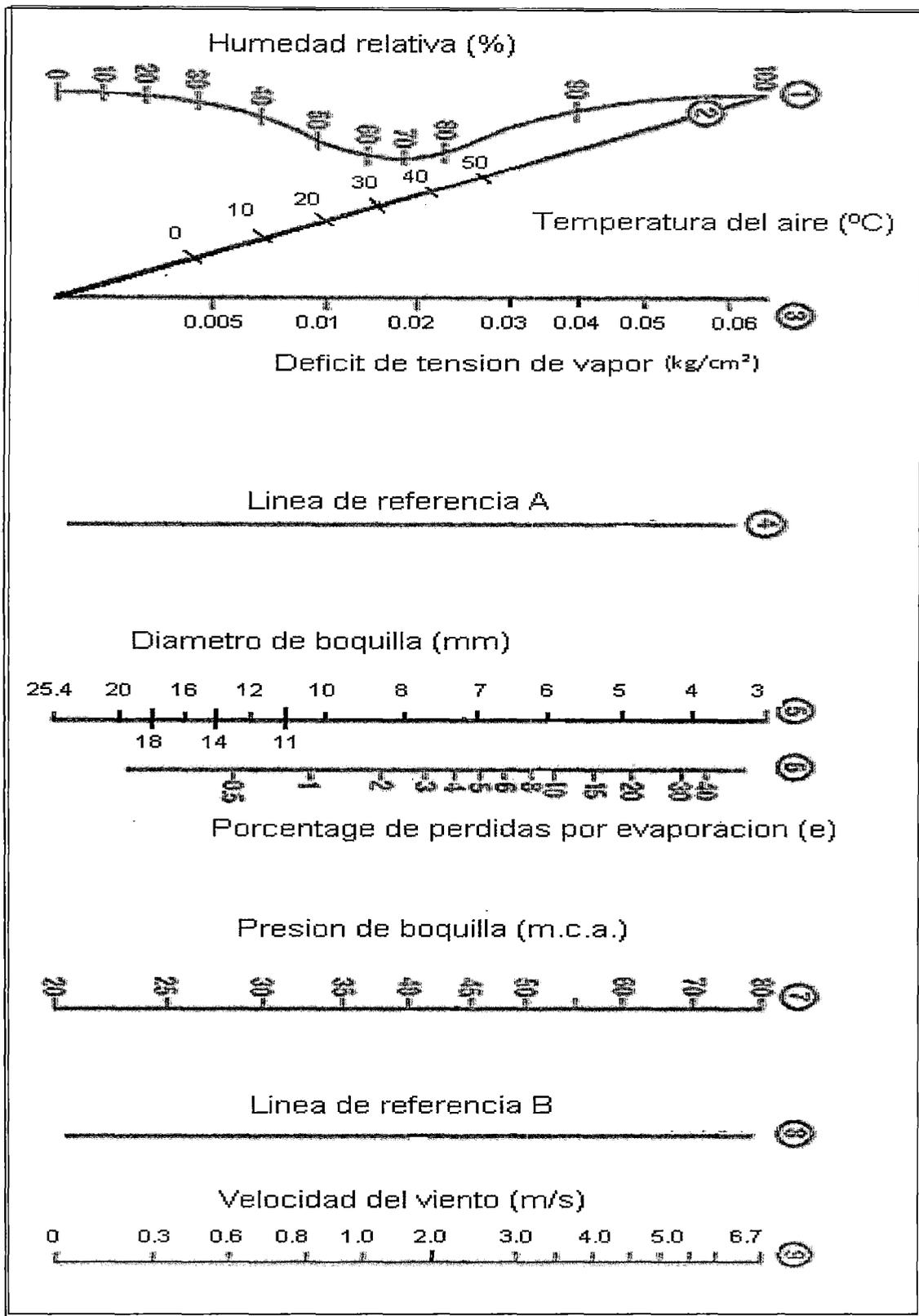
X_i : Volumen o lámina de agua o captada por cada pluviómetro (en cm^3 , ml, mm).

X: Volumen o lámina de agua promedio captada por cada pluviómetro (en cm^3 , ml, mm).

n: Numero de recipientes.

Para el caso de laderas se considera un coeficiente de uniformidad (CU) aceptable por encima del 80%.

Cuadro N° 7: Abaco para determinar la pérdida por evaporación



Fuente: Diseño y gestión de sistema de riego por aspersión- Olarte, W.H. (2003).

2.9.1.3. Pérdida de agua.

Castañón (2000), menciona, que las pérdidas de agua son calculadas mediante el balance del agua.

- Pérdidas en el sistema como: en la línea móvil, hidrantes, líneas de conducción, empalmes empaquetaduras y otros.

Así también se presentan pérdidas de agua por efecto del viento (aplicación fuera del terreno) evaporación del calculado con el cavado del Schwalen y Frost, percolación (sobre riego prolongado) y escorrentía con mayor relevancia en laderas.

2.9.1.4. Balance de agua

Olarte (2002), indica que está dada por la siguiente fórmula:

$$Lq = La + P$$

Dónde:

Lq = Lámina de agua aplicada en el marco del aspersor durante la duración de la prueba.

La (mm)= Volumen de agua aplicada por ha/10

P = Lámina de agua perdida, es igual a:

$$P = Er + Lf + Le$$

Dónde:

Er = Lámina promedio de agua evaporada directamente antes de caer sobre la superficie (estimada con ábaco de Schwalen y Frost).

Lf = Lámina de agua perdida por aplicación fuera del área de riego.

Le = Lámina de agua perdida por escorrentía.

$$Li = La - p$$

Li = Lámina infiltrada.

2.9.1.5. Eficiencia de requerimiento.

Olarte (2002), dice, que la eficiencia de requerimiento de riego o eficiencia de necesidad del cultivo, como la relación entre volumen de agua utilizado para el requerimiento de la planta (V_u) y el volumen de agua de riego necesario para satisfacer las necesidades de agua en la zona de las raíces del cultivo (V_r), se expresa como:

$$Er = (Vu \times 100) \div Vr = (Vr - Vd) \div Vr = 1 - Vd \div Vr$$

Dónde:

V_d = volumen de agua deficitaria en la zona radicular.

V_r = Volumen de riego necesario para satisfacer las necesidades del agua en la zona radicular.

Se puede decir también:

$$Er = \frac{\text{Cantidad de agua almacenada en la zona radicular}}{\text{Cantidad de agua necesaria en la zona radicular}} \times 100$$

2.9.1.6. Eficiencia en el marco de tiempo.

Castañón (2000), menciona tres parámetros:

$$Em = Ea \times Er \times Cu$$

Dónde:

- Eficiencia de marco de tiempo (E_m).
- Eficiencia de aplicación (E_a).
- Eficiencia de requerimiento (E_r).
- Coeficiente de uniformidad (C_u).

2.10. Indicadores para evaluación privada de proyecto

Hurtado (2003), indica, que para la evaluación privada de proyectos se utilizan indicadores de rentabilidad que se basan en el establecimiento de comparaciones entre los beneficios generados y los costos que ocasiona el proyecto. Los criterios más usados son:

- Valor actual neto o valor presente neto (VAN)
- Tasa interna de retorno (TIR)
- Beneficio- costo (B/C)

Un mismo proyecto se puede medir con cada uno de estos indicadores tanto para la evaluación económica como para la evaluación financiera.

2.10.1. Valor actual neto (VAN)

Hurtado (2003), indica, que es el balance de los flujos de beneficios generados y costos absorbidos a lo largo del horizonte temporal de los proyectos descontados a un mismo instante a una tasa que representa el costo de oportunidad del capital de la unidad ejecutora. El VAN compara beneficios y costos actualizados en el momento cero; mostrando la magnitud de beneficios o des beneficios que se obtendría hoy por su realización.

$$VAN = \sum_{j=0}^n \frac{BN_j}{(1+i)^j}$$

$$VAN = \sum_{j=0}^n \frac{(B_j - C_j)}{(1+i)^j}$$

Dónde:

BN_j = Beneficio neto en el periodo.

C_j = Costo del periodo.

B_j = Beneficio neto del periodo.

i = Tasa de descuento.

n = Vida útil del proyecto.

2.10.2. Tasa interna de retorno (TIR).

Hurtado (2003), indica, que la tasa interna de retorno (TIR) es el criterio de rentabilidad que mide el rendimiento intrínseco del proyecto analizado. Este criterio compara los costos del proyecto analizada contra los beneficios que genera durante la vida útil.

La TIR se calcula haciendo que el VAN se iguale a cero y sustituyendo a la tasa de descuento por la TIR, de la siguiente manera:

$$VAN = \sum_{j=0}^n \frac{B_j - C_j}{(1+i)}$$

$$0 = \sum_{j=0}^n \frac{B_j - C_i}{(1+i)}$$

Si TIR = i

$$0 = \sum_{j=0}^n \frac{B_j - C_i}{(1+TIR)}$$

Sin embargo, con esta fórmula es factible calcular la TIR solo cuando los proyectos tienen un año de vida útil.

Cuando el proyecto tiene dos o más años de vida útil se emplea la formula siguiente:

$$TIR = i_j + (i_2 - i_1) = \frac{VAN_j}{VAN_1 + |VAN_2|}$$

Dónde:

TIR: Tasa interna de retorno (%)

i : Tasa de descuento

VAN: Valor actual neto.

2.10.3. Relación beneficio / costo (B/C).

Hurtado (2003), indica, que es un cociente entre los beneficios y los costos actualizados, este indicador (igual que el VAN), emplea un tasa de descuento representado por la rentabilidad del segundo mejor proyecto. Un proyecto es rentable cuando los beneficios actualizados son superiores a los costos actualizados la fórmula es la siguiente:

$$B/C = \frac{BA}{CA} = \frac{\text{Beneficios actualizados}}{\text{Costos actualizados}}$$

Dónde:

BA: Beneficios actualizados

CA: costos actualizados

2.10.3.1. Interpretación de los resultados de la relación B/C.

Hurtado (2003), indica:

- Si $B/C > 1$: los beneficios actualizados son mayores a los costos actualizados y además el proyecto analizado es mayor que el proyecto alternativo. Se acepta el proyecto analizado.
- Si $B/C = 1$: Los beneficios actualizados son iguales a los costos actualizados y además el proyecto analizado tiene la misma rentabilidad que el proyecto alternativo. Es indiferente o no ejecutar el proyecto.
- Si $B/C < 1$: Los beneficios actualizados son menores a los costos actualizados y además el proyecto analizado es peor que el proyecto alternativo. Se rechaza el proyecto analizado.

III. Diseño del estudio

3.1. Aspectos generales

El presente estudio se inició en el mes de diciembre del 2013, concluyendo en el mes de octubre del 2014.

Presentamos las siguientes características generales

3.2. Ubicación

El proyecto de investigación Riego Tecnificado en la Comunidad de Sambaray Alto, Sambaray Centro, Margaritayoc e Isilluyoc, presenta la siguiente ubicación:

a) Ubicación Política

Región : Cusco

Provincia : La Convención

Distrito : Santa Ana.

Sectores : Sambaray Alto, Sambaray Centro, Isilluyoc y Margaritayoc

b) Ubicación Geográfica

Está ubicado entre las siguientes coordenadas geográficas y coordenadas UTM:

Latitud Sur : 12° 48' 00"

Longitud Oeste : 72° 45' 00"

Coordenada UTM Norte : 8583918

Coordenada UTM Este : 744244

Altitud : 1,155 - 2,535 m.s.n.m.

Zona de vida : Bosque húmedo Sub Tropical

c) Ubicación Hidrográfica

Cuenca : Vilcanota

Sub cuenca : Sambaray

Microcuenca : San Juan

d) Limites

Por el Norte : Cerro San Juan
Por el Sur : Quebrada Chaupimayo
Por el Oeste : Cerro Pasñapacana
Por el Este : Aranjuez

e) Extensión.

El ámbito de estudio abarca una extensión de 116.76 ha.

f) Accesibilidad

La principal vía de acceso al proyecto desde la ciudad del Cusco es la vía asfaltada de Cusco Urubamba Quillabamba, con un recorrido de seis horas, para luego continuar la ruta Quillabamba - Sambaray por una trocha carrozable de 15 km en un tiempo de recorrido de ½ hora, para llegar hasta la zona del proyecto se debe de recorrer varios tramos a pie desde la carretera ya que se encuentran en 4 zonas diferentes, cuenta con un red de caminos de herradura

Cuadro N° 8: Accesibilidad al proyecto.

Tramo	Distancia (km)	Tiempo de recorrido (hrs)	Tipo de vía	Medio de transporte	Frecuencia
Cusco - Quillabamba	199	6	Asfaltada	Bus/Auto	Constante
Quillabamba - Sambaray	15	1/2	Trocha carrozable	Combi	Constante
Sambaray- al proyecto	25	2	Trocha carrozable	Auto	1 por semana

g) Reseña histórica del proyecto

El proyecto Instalación de riego tecnificado en los sectores de Sambaray Alto, Sambaray Centro, Isilluyoc y Margaritayoc fue ejecutado por la Municipalidad Provincial de La Convención, iniciando la ejecución en el mes de octubre del año 2009, concluyendo con su ejecución en el mes de Diciembre del año 2011, con un

área a irrigar de 116.76 Ha, con un total de 139 beneficiarios, distribuidos en diferentes sectores como son: Sambaray Alto 23 beneficiarios; Sambaray Centro 27 beneficiarios; Margaritayoc 39 beneficiarios; Isilluyoc 50 beneficiarios, con un presupuesto de 4, 718, 145.57 nuevos soles

El funcionamiento del sistema de riego se inicia en junio del 2012, realizando el trabajo de investigación al tercer año de operación por parte de los beneficiarios.

g) Tipo de investigación:

La investigación realizada es evaluativa ex post de tipo descriptivo, explicativo.

h) Población y muestra.

La población está constituida por 139 beneficiarios del proyecto “Instalación de Riego Tecnificado en los sectores de Sambaray Alto, Centro, Margaritayoc e Isilluyoc, Distrito de Santa Ana, Provincia de La Convención.

- **Muestra.**

El tamaño de la muestra en estudio se ha calculado mediante la fórmula:

$$n = \frac{Z_{(1-\alpha/2)}^2 \times NP(1 - P)}{Z_{(1-\alpha/2)}^2 \times P(1 - P) + (N - 1)(\epsilon)^2}$$

Dónde:

$N =$ *Tamaño de la población.*

$P = 0.955:$ *Probabilidad de éxito.*

$Z_{(1-\alpha/2)}^2 =$ *valor de la tabla normal al 95% de confianza.*

$\epsilon = 5\% = 0.05:$ *Error de estudio.*

Reemplazando los valores de los tamaños sub poblacionales se tiene:

- Beneficiarios $N = 139$

$$n = \frac{(1.96)^2 \times 139 \times 0.955(1 - 0.955)}{(1.96)^2 \times 0.955(1 - 0.955) + (139 - 1)(0.05)^2} = 45$$

Total, de beneficiarios encuestados = 45

Sambaray Alto 10 beneficiarios

Sambaray Centro 10 beneficiarios

Margaritayoc 11 beneficiarios

Isilluyoc 14 beneficiarios

3.3. Descripción del ámbito en estudio

El ámbito donde se realizó el presente estudio, fue en los sectores de “Sambaray Alto, Sambaray Centro, Isilluyoc y Margaritayoc” en el Distrito de Santa Ana, Provincia de La Convención.

El criterio de selección del área en estudio fue que existe sistema de riego por aspersión en operación.

3.3.1. Ecología

La ecología fue determinada según la clasificación establecida por Holdridge, para el sistema de zonas de vida, de acuerdo a la biotemperatura promedio, precipitación promedio anual, evapotranspiración y altitud, tomando en cuenta los datos de la estación meteorológica de Quillabamba.

3.3.2. Topografía

a) Sambaray Alto

Cuenta con una topografía pronunciada, posee partes planas y accidentadas, de vertientes montañosas y con terrenos de topografía variada, con algunas zonas escarpadas y con afloramiento rocoso, cuenta con bosques naturales, plantas nativas y herbáceas de la zona, con una pendiente de 20 a 50%, y una altitud que varía entre 1668 a 1775 m.s.n.m.

b) Sambaray Centro

Es una zona formado por laderas y partes accidentadas, cuyas pendientes oscilan entre 20 a 30 %, cuenta con bosques naturales, la altitud varía de 1650 a 1705 m.s.n.m.

c) Margaritayoc

Es una zona de topografía pronunciada, con partes planas y otras accidentadas, no presenta vertientes montañosas, topografía variada, con una pendiente de 25 a 30%, con una altitud que varía entre 1180 a 1210 m.s.n.m.

d) Isilluyoc

Es una zona formada por afloramientos rocosos y algunas partes escarpadas, posee una topografía pronunciada, con una pendiente de 15 a 40 %, con una altitud varía entre 1550 a 1620 m.s.n.m

3.4. Recursos naturales

3.4.1. Aspecto climatológico.

Se describe los factores climáticos de la estación de Quillabamba tomados como referencia en los sectores de Sambaray alto, Sambaray centro, Margaritayoc e Isilluyoc.

La precipitación media anual fue de 1176.88 mm, obteniéndose una precipitación media mensual mínima de 15.21 mm para el mes de junio y una precipitación media mensual máxima de 207.72 mm para el mes de enero.

La temperatura media anual es de 20.5 °C, obteniendo una temperatura media máxima de 21.44 °C para el mes de octubre.

Humedad relativa media anual es de 75.5% y para el mes de febrero es de 80.48%. (ver cuadro N° 17)

3.4.2. Recurso hídrico

La disponibilidad de recurso hídrico en la zona del proyecto se encuentra distribuido en diferentes lugares, dichas captaciones se derivan de los riachuelos existentes en la zona para ello en el proyecto se le denominara como San Juan I, San Juan II, San Juan V, San Juan VIII, San Juan IX. Teniendo un caudal total de diseño ofertado de 33.14 l/s el cual se menciona a continuación.

Cuadro N° 9: Recurso hídrico del proyecto de riego Sambaray Alto, Centro, Isilluyoc y Margaritayoc (2009)

CAPTACION	PROGRESIVA	CAUDAL (Q) DE DISEÑO (L/S)	GOTA DE LA CAPTACION (m.s.n.m)
San Juan I	0+000	11.13	2,535
San Juan II	0+160	10.02	2,529
San Juan V	0+715	2.86	2,518
San Juan VIII	1+380	4.30	2,489
San Juan IX	2+670	4.82	2,384
Total		33.14	

Fuente: Expediente Técnico del proyecto de riego Sambaray Alto, Centro, Isilluyoc y Margaritayoc.

3.4.3. Recurso suelo.

El recurso suelo, en la zona del proyecto se caracteriza por presentar un proceso de erosión regular en las partes alta y media. En las partes bajas es moderado, derivado del arrastre del suelo por precipitaciones, el uso de prácticas inadecuadas, como son cultivos a favor de la pendiente, etc.

La textura de los suelos varia para el sector de Sambaray alto presenta una textura arcilloso, Isilluyoc textura franco, Margaritayoc con textura Franco arcillo arenoso.

3.4.4. Recurso forestal.

Según el diagnóstico dentro del ámbito del proyecto se observó que en la línea de conducción se presentan bosques naturales, mientras que en la línea de distribución se observó la existencia los arboles frutícolas, y cafetales. .

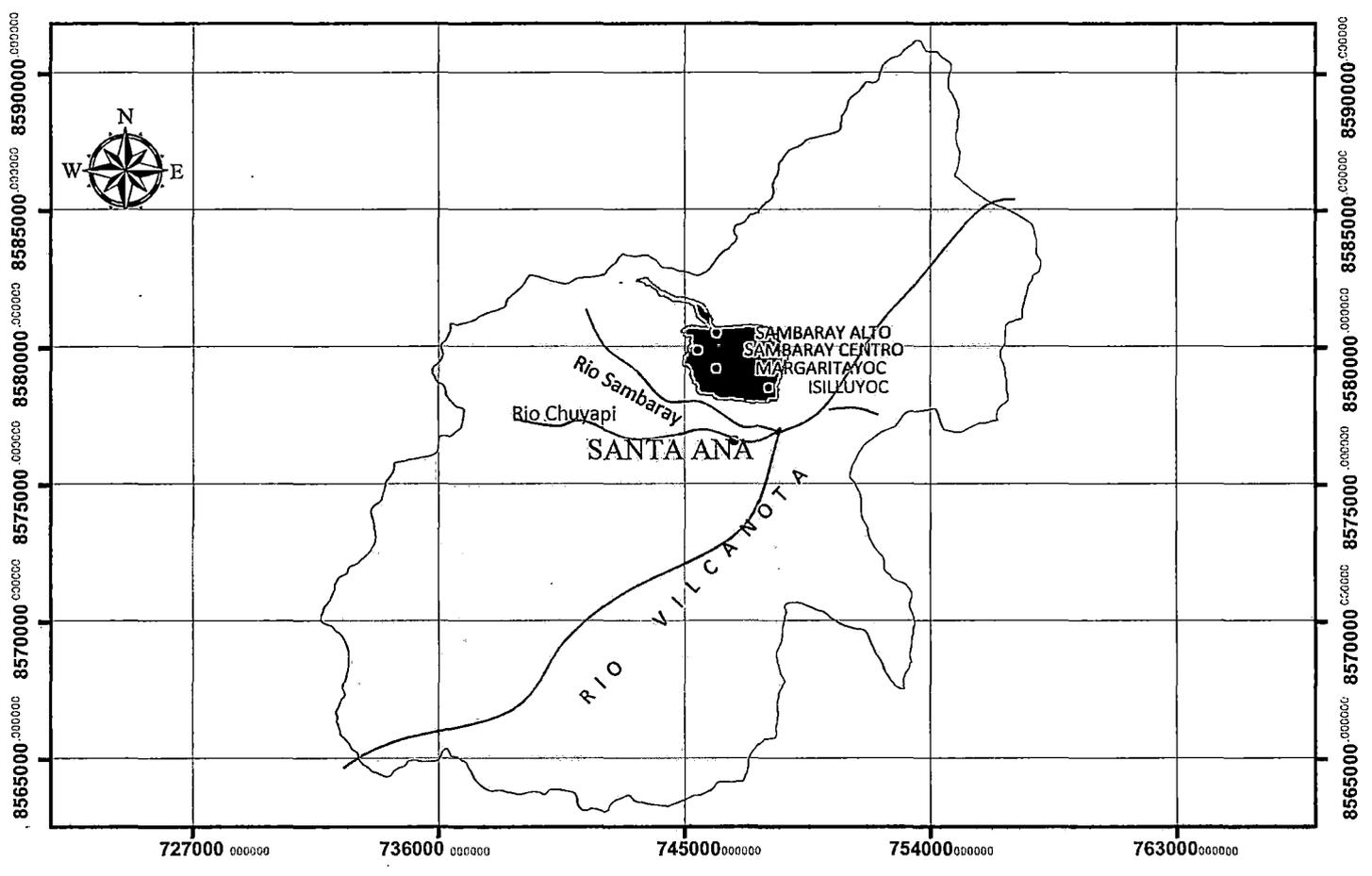
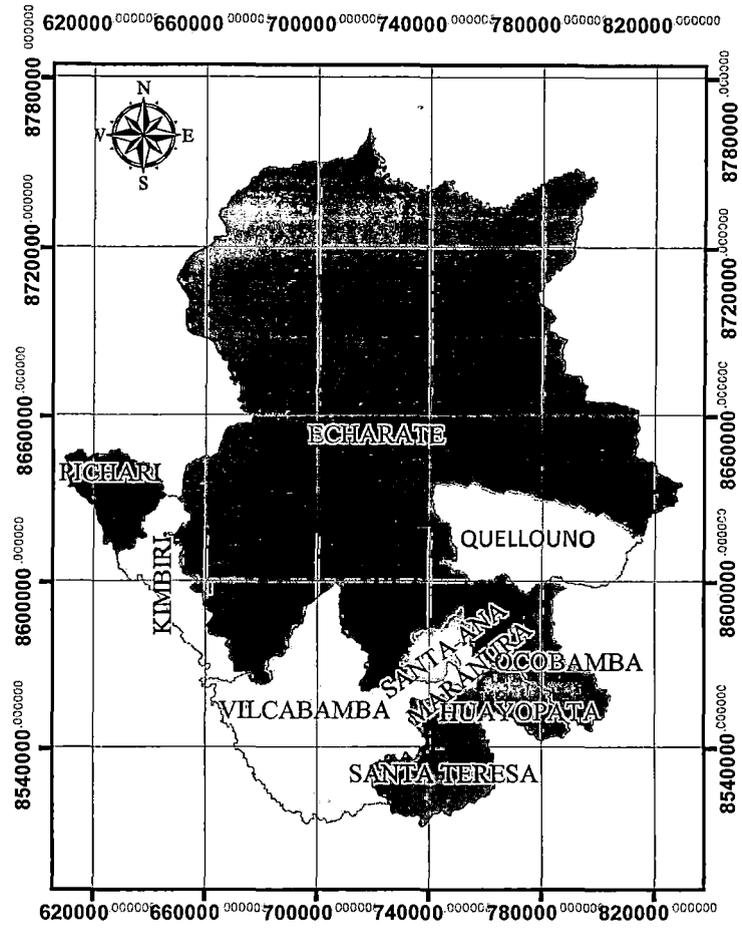
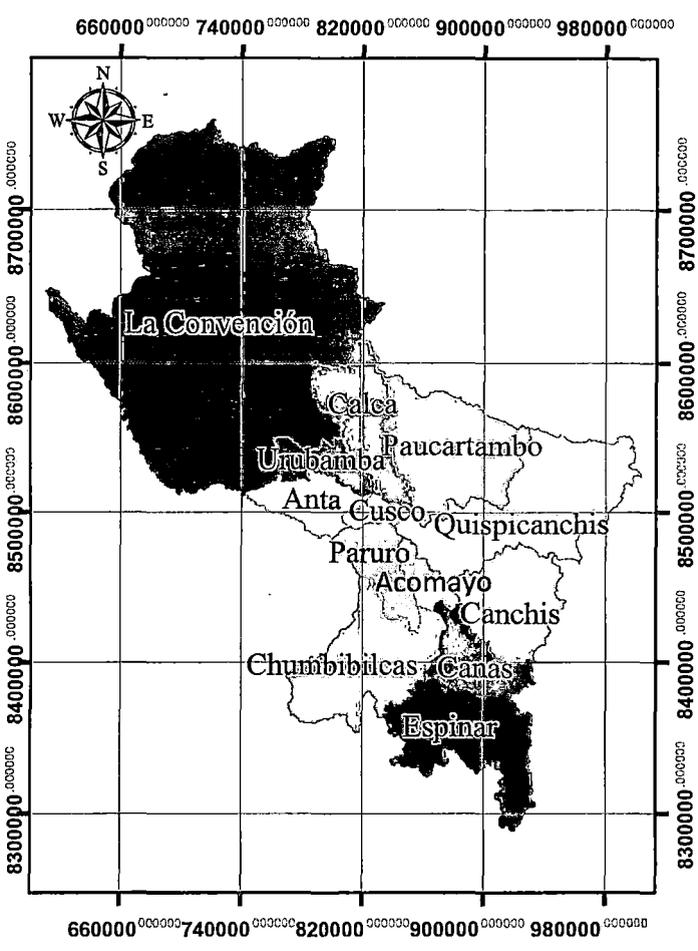


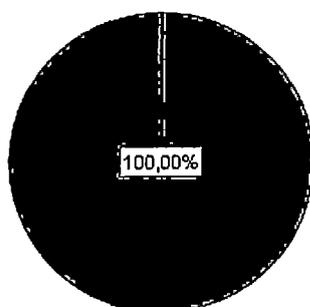
Figura N° 2 PLANO DE UBICACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO

3.5. Infraestructura de servicios básicos

- **Servicio de Agua.** - El ámbito del Proyecto cuenta con el servicio agua entubada a nivel domiciliario en un 100 % de la población el cual no garantiza la potabilidad del agua.

¿El servicio de Agua que usted utiliza para consumo es?

■ Entubada

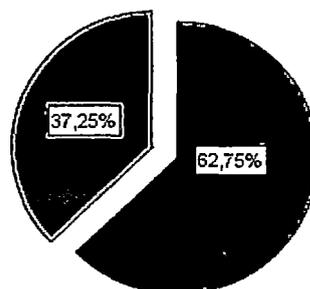


Fuente de elaboración en base a encuestas de campo

- **Sistema de desagüe.**- Para este servicio la población cuenta con su sistema de desagüe en un 62.75% mientras que un 37.25% posee letrinas o pozos ciegos, como se muestra en el siguiente gráfico:

¿El servicio de desagüe que usted utiliza es?

■ Sistema de Desagüe
■ Letrina pozo ciego



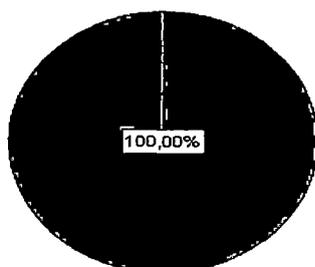
Fuente de elaboración en base a encuestas de campo

- **Salud.** - Según el diagnóstico realizado en el área de influencia del proyecto no se cuenta con puestos de salud, la atención de servicios de salud lo realizan en el Hospital de Quillabamba.

- **Educación.** - Según el diagnóstico realizado el área de influencia del proyecto no cuenta con centros educativos, las poblaciones estudiantiles realizan sus estudios en la ciudad de Quillabamba.
- **Electrificación.** - La población en general cuenta con este servicio.

¿Como es el alumbrado en su vivienda?

■ Electricidad

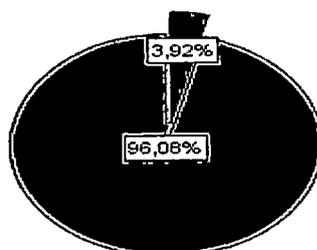


Fuente de elaboración en base a encuestas de campo

- **Vivienda.** - Debido a los escasos recursos económicos de los pobladores y por su condición cultural se aprecia que la construcción de vivienda no sea el adecuado, ya que se caracterizan por su reducido espacio. El material predominante en la construcción de sus viviendas es el adobe, con cobertura de calamina.

¿De que material es el piso de su vivienda?

■ Cemento
■ Tierra

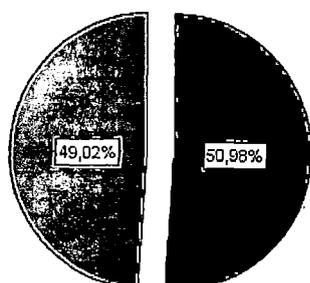


Fuente de elaboración en base a encuestas de campo

- **Medio de Comunicación.** - Con respecto al medio de comunicación el 50.98% cuenta con teléfono móvil mientras que un 49.02% no tiene un medio de comunicación.

¿Cual es el medio de comunicacion que usted utiliza?

■ Telefono Movil
■ No tiene



Fuente de elaboración en base a encuestas de campo

3.6. Aspectos sociales

3.6.1. Organización

De acuerdo a las entrevistas realizadas al Presidente del Comité de Regantes del distrito de riego, mencionó que no tienen una buena organización, debido a que no cuentan con capacitaciones de aspectos organizativos, la reunión se realiza una vez por año con motivos de limpieza general de la infraestructura de riego por parte de los beneficiarios que riegan sus cultivos.

3.6.2. Población

El ámbito donde se ubica el proyecto de Riego Sambaray Alto, Sambaray Centro, Isilluyoc, y Margaritayoc, cuenta con 139 familias beneficiarias con un promedio de 3 miembros por familia, dando un número total de 417 beneficiarios indirectos.

Cuadro N° 10: Población Beneficiaria total

N° de familias	139
N° de miembros por familia	3
Total de Beneficiarios Indirectos	417

Fuente: Entrevista y Encuestas setiembre 2014.

3.7. Aspectos ambientales

3.7.1. Identificación de peligros y riesgos en situación del proyecto

3.7.2. Análisis de Peligros y Riesgos en Situación actual del proyecto

El análisis prospectivo, consiste en el análisis de peligros y vulnerabilidades que se vienen presentando y tienen la probabilidad de ocurrir y que afectarían la sostenibilidad de operación de las obras de riego, consecuentemente pérdidas de la producción bajo riego.

Cuadro N° 11: Análisis de Vulnerabilidad en Situación con Proyecto en el sector de Sambaray Alto

PELIGRO	FACTORES DE VULNERABILIDAD		
	Exposición	Fragilidad	Resiliencia
Aluviones	Las captaciones de: San Juan I, II, V, VIII y IX, están construidas en el cauce de los riachuelos que por la naturaleza de las quebradas, éstas traen consigo material sólido (rocas)	A pesar de tomar las precauciones constructivas las estructuras de riego (captaciones y canales), corren el riesgo de ser afectados por un Aluvión producto de los cambios climáticos manifestados en los últimos años.	Las captaciones y los canales en las quebradas pueden a ser afectados por un Aluvión y es poco probable que puedan ser recuperados.
Deslizamientos y/o Derrumbes.	En el canal principal existe desprendimiento material suelto que se encuentra en el trazo del canal de conducción.	A pesar de haber tomado las medidas precautorias necesarias para la estabilización del canal principal, el deslizamiento existente se incrementa por acción de las lluvias intensas.	El canal principal es afectado por el desprendimiento de roca siendo, los usuarios pueden gestionar ante su Municipio la reparación del mismo.

Fuente: Taller de evaluación ambiental agosto-2014

Los aluviones son producto del cambio climático de los últimos tiempos, constituyen el peligro más importante que tienen probabilidades de afectar o interrumpir la operatividad de las obras de riego (captación y los canales de

aducción existentes) y generar daños o pérdidas de los cultivos por interrupción del riego.

3.7.3. Elementos a ser afectados por la ocurrencia de peligros

Constituye el análisis de aquellos peligros y condiciones de vulnerabilidad que en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto puede afectar la sostenibilidad operativa del proyecto (principalmente infraestructura básica) y de los beneficios planificados en el horizonte de evaluación.

a) Bocatomas San Juan I, II, V, VIII y IX

- ❖ **Bocatomas San Juan I**, se encuentra en la quebrada del mismo nombre cuyo cauce indica que en temporada de lluvias podría verse afectada parte de la estructura construida por el arrastre material rocoso.
- ❖ **Bocatomas San Juan II**, la ubicación es en la quebrada del mismo nombre, en cuyo cauce podría acumularse material rocoso y orgánico causando cierto daño a la estructura propuesta además del posible cambio de curso del cauce.
- ❖ **Bocatomas San Juan V**, cuya ubicación son en las quebradas del mismo nombre respectivamente, igualmente el arrastre de material sólido podría ocasionar daños en la bocatoma.
- ❖ **Bocatomas San Juan VIII**, la ubicación es en la quebrada del mismo nombre, en cuyo cauce podría acumularse material rocoso y orgánico causando cierto daño a la estructura propuesta además del posible cambio de curso del cauce.
- ❖ **Bocatomas San Juan IX**, la que se encuentra en la quebrada del mismo nombre cuyo cauce indica que en temporada de lluvias podría verse afectada parte de la estructura construida por el arrastre material rocoso.

b) Canal principal

La ocurrencia de derrumbes ocasionados por la apertura de plataforma y caja canal debido a la inestabilidad de los taludes, produjeron daños en cierto tramos de canal, que si bien cierto se plantea canales entubado y cubiertos, éstos pueden verse interrumpidos en su operación debido a la excesiva carga de material procedente de los derrumbes generando un posible aplastamiento en la tubería.

3.7.4. Daños y Pérdidas Probables

Los principales daños por la ocurrencia de los peligros señalados son:

- ❖ Interrupción del riego y pérdida de producción de cultivos durante los meses de estiaje; el cual tendría una incidencia de la disminución de la producción agrícola.
- ❖ Pérdida económica por los costos de rehabilitación de la infraestructura (canal principal y bocatomas) deteriorados.

Cuadro N° 12: Descripción de Peligros y Daños a la Producción

Peligros	Descripción del peligro y su Frecuencia de ocurrencia	Daños ocasionados
Deslizamiento y/o derrumbes de taludes (Sambaray Alto)	Los taludes no son estables por la formación geológica, principalmente con el movimiento de grandes volúmenes de tierra donde están los cultivos perennes y anuales, así mismos tramos del canal principal. De igual manera la apertura del canal puede ocasionar derrumbes de los taludes sobre todo en temporada lluviosa.	Interrupción de riego, reducción de producción agrícola. Pérdida económica por costos de reconstrucción de la infraestructura (tramo de canal principal)
Incendios (Sambaray Alto, sambaray Centro, Margarityoc e isilluyoc)	Los incendios de mayor importancia son las que se efectúan con la finalidad de habilitar tierras ocupadas por bosques primarios y secundarios para ser empleadas con fines agrícolas, ello en base a una tecnología tradicional de quema.	Los incendios de cobertura vegetal, cercanos a las fuentes hídricas producen que sus caudales disminuyan.

<p>Aluvión (Sambaray Alto, sambaray Centro, Margarityoc e isilluyoc)</p>	<p>Este fenómeno se produce en quebradas o laderas, luego de lluvias intensas y prolongadas o, simplemente, por la poca firmeza del suelo.</p> <p>Los deslizamientos son ríos que mezclan diversos elementos presentes en la superficie del terreno arrasada, tales como barro, tierra, rocas, arena, limo u otros elementos saturados de agua.</p> <p>Es necesario saber que los deslizamientos son provocados por la acción del ser humano: deforestación en laderas, cerros o montañas; inadecuadas formas de siembra en esos lugares; construcción de viviendas en laderas; urbanización y caminos no planificados en zonas montañosas, etc.</p>	<p>Perdida de captaciones y obras de arte cercanas a las captaciones.</p> <p>Interrupción de riego, reducción de producción agrícola.</p> <p>Pérdida económica por costos de reconstrucción de la infraestructura (Captaciones)</p>
<p>Sequías (Sambaray Alto, sambaray Centro, Margarityoc e isilluyoc)</p>	<p>La sequía se puede definir como una anomalía transitoria en la que la disponibilidad de agua se sitúa por debajo de los requerimientos estadísticos de un área geográfica dada. El agua no es suficiente para abastecer las necesidades de las plantas, los animales y los humanos.</p> <p>La causa principal de toda sequía es la falta de lluvias o precipitaciones, este fenómeno se denomina sequía meteorológica y si perdura, deriva en una sequía hidrológica caracterizada por la desigualdad entre la disponibilidad natural de agua y las demandas naturales de agua. En casos extremos se puede llegar a la aridez</p>	<p>Disminución de la producción agrícola.</p> <p>Hambre debido a la pérdida de los cultivos alimentarios.</p>
<p>Erosión (Sambaray Alto, sambaray Centro, Margarityoc e isilluyoc)</p>	<p>Las aguas pluviales constituyen un agente erosivo de primera magnitud. El agua continental fluye, en gran parte, en forma de ríos que discurren sobre la superficie, o de corrientes subterráneas, desgastando los materiales que hay por donde pasan y arrastrando los restos o sedimentos en dirección hacia las partes más bajas del relieve, dejándolos depositados en diversos lugares, formando terrazas, conos de deyección y, en definitiva, molando el paisaje.</p>	

Fuente: Taller de evaluación ambiental agosto-2014

Cuadro N° 13: Análisis de la Vulnerabilidad del Proyecto

Preguntas	SI	NO
A. Análisis de Vulnerabilidades por Exposición (localización)		
1. ¿La localización escogida para la ubicación del proyecto evita su exposición a peligros?	X	
2. Si la localización prevista para el proyecto lo expone a situaciones de peligro, ¿es posible, técnicamente, cambiar la ubicación del proyecto a una zona menos expuesta?		X
B. Análisis de Vulnerabilidades por Fragilidad (tamaño, tecnología)		
1. ¿La construcción de la infraestructura sigue la normativa vigente, de acuerdo con el tipo de infraestructura de que se trate? Ejemplo: norma antisísmica.	X	
2. ¿Los materiales de construcción consideran las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto? Ejemplo: Si se va a utilizar madera en el proyecto, ¿se ha considerado el uso de para evitar el daño por humedad o lluvias intensas? persegantes y selladores	X	
3. ¿El diseño toma en cuenta las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto? Ejemplo: ¿El diseño del puente ha tomado en cuenta el nivel de las avenidas cuando ocurre el Fenómeno El Niño, considerando sus distintos grados de intensidad?	X	
4. ¿La decisión de tamaño del proyecto considera las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto? Ejemplo: ¿La bocatoma ha sido diseñada considerando que hay épocas de abundantes lluvias y por ende de grandes volúmenes de agua?	X	
5. ¿La tecnología propuesta para el proyecto considera las características geográficas y físicas de la zona de ejecución del proyecto? Ejemplo: ¿La tecnología de construcción propuesta considera que la zona es propensa a movimientos telúricos?	X	
6. ¿Las decisiones de fecha de inicio y de ejecución del proyecto toman en cuenta las características geográficas, climáticas y físicas de la zona de ejecución del proyecto? Ejemplo: ¿Se ha tomado en cuenta que en la época de lluvias es mucho más difícil construir la carretera, porque se dificulta la operación de la maquinaria?	X	
C. Análisis de Vulnerabilidades por Resiliencia		
1. En la zona de ejecución del proyecto, ¿existen mecanismos técnicos (por ejemplo, sistemas alternativos para la provisión del servicio) para hacer frente a la ocurrencia de desastres?		X
2. En la zona de ejecución del proyecto, ¿existen mecanismos financieros (por ejemplo, fondos para atención de emergencias) para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de desastres?		X
3. En la zona de ejecución del proyecto, ¿existen mecanismos organizativos (por ejemplo, planes de contingencia), para hacer frente a los daños ocasionados por la ocurrencia de desastres?	X	

Fuente: Taller de evaluación ambiental Agosto-2014

3.7.5. Estrategias de reducción de riesgos del proyecto, en la etapa de operación.

Las medidas de Reducción de Riesgos en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, están referidas a acciones complementarias orientadas a mejorar la estabilidad de las bocatomas , canal principal , canales de aducción, que por razones de lluvias intensas pueden colapsar, generando la interrupción del riego con las pérdidas de producción agrícola, realizar una vigilancia y limpieza permanente antes de las precipitaciones pluviales de los ríos, riachuelos de los árboles que pudieran caer en el cauce , realizar la limpieza permanente de los deslizamientos y de derrumbes.

Por otra parte, las acciones previstas de sensibilización en efectos de quema de cobertura vegetal, es de gran importancia debido a que la conservación de la cobertura vegetal de la fuente hídrica está orientada a mejorar las condiciones de vulnerabilidad por resiliencia de los pequeños productores.

La organización de los beneficiarios del proyecto es de vital importancia, en vista que su participación en las acciones de capacitación en gestión de riesgos, tiene que ser una actividad destinada a mejorar las condiciones de resiliencia de las familias, para reaccionar frente a posibles daños por aluviones y derrumbes producidos en el canal principal y canales de aducción.

3.7.6. Gestión Correctiva del Riesgo

Es el proceso a través del cual se toman medidas para reducir la vulnerabilidad existente. Implica intervenir sobre las causas que generan las condiciones de vulnerabilidad actual.

Cuadro N° 14: Acciones Correctivas del Riesgo

PELIGRO	ALTERNATIVAS PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
Aluviones	Vigilancia y limpieza permanente del cauce de los ríos donde se encuentran las bocatomas a fin de evitar la formación de diques producto de las precipitaciones intensas. Gestión Ambiental (importancia de la cobertura vegetal en las fuentes hídricas). Gestión del Agua (operación y mantenimiento de la infraestructura de riego)
Deslizamiento y/o derrumbes de taludes	Revegetación con especies nativas en zonas de erosión Mejorar el corte de los taludes sobre todo en zonas de pendientes muy empinadas realizar banquetas.

Fuente: Taller de evaluación ambiental agosto-2014

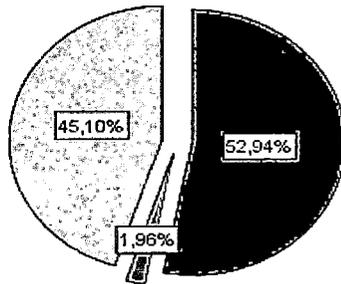
3.8. Aspectos económicos

3.8.1. Actividad agrícola.

La estructura agraria en el ámbito del proyecto se caracteriza por ser la actividad agrícola, y está orientada al cultivo de especies permanentes tal es el caso del café, cacao, coca, plátano, achiote, entre otros dicha producción es comercializada en la ciudad de Quillabamba, por otra parte de acuerdo al diagnóstico realizado en el ámbito del proyecto respecto a la mano de obra que se utiliza para la producción de los cultivos mencionados se encontró lo siguiente: el 52.94% trabaja en ayni, el 45.10% en forma familiar y con jornales tan solo el 1,96%, este resultado es para las cuatro sectores del proyecto, en vista de la homogeneidad de sus costumbres y los cultivos que trabajan.

¿Como es la forma de Trabajo?

■ Ayni
■ Con Jornales
■ Familiar



3.9. Instrumentos y equipos utilizados.

a) Materiales de campo

- Expediente Técnico: Instalación de Riego Tecnificado en la Comunidad de Sambaray Alto, Centro, Isilluyoc y Margaritayoc.
- Wincha de 5m y 50m.
- Planos topográficos y parcelarios.
- Libreta de campo.
- Tablero para encuesta.
- Ficha de encuestas.
- Cámara fotográfica.
- Jalones.
- Cinta métrica
- Cronometro
- Aforador RBC 10 litros
- Infiltrómetro de anillos concéntricos
- Estacas
- Válvulas
- Mangueras
- Aspersores
- Eclímetro y regla graduada
- Balanza de precisión
- Probeta graduada de 60 ml.
- Manómetro de glicerina de 7 y 10 bar.
- Envases de ½ Litros"

- Bolsas de polietileno
- Pico
- Pala
- Envases para muestreo de agua
- Manómetro de glicerina de 7 y 10 bar.
- Eclímetro
- GPS
- Nivel pequeño

b) Materiales de gabinete

- Regla milimetrada
- Equipo de cómputo tablas de interpretación y lectura
- Impresora
- Textos.

3.10. Metodología

La metodología para evaluar la infraestructura, fue mediante la verificación, del sistema de riego por aspersión, en la cual se evaluó el adecuado funcionamiento de cada uno de sus principales componentes del sistema de riego por aspersión, para evaluar la eficiencia de riego fue mediante pruebas de campo como uniformidad de riego e infiltración, las cuales han permitido encontrar los parámetros adecuados de riego por aspersión.

3.10.1. Etapa de pre campo

En esta etapa se realizó las siguientes acciones.

a).- Para la evaluación técnica:

Recopilación y revisión del expediente técnico. del PROYECTO "INSTALACIÓN DE RIEGO TECNIFICADO EN LOS SECTORES DE SAMBARAY ALTO, SAMBARAY CENTRO, ISILLUYOCC, Y MARGARITAYOC" En el cual se buscó los datos relacionados a la ingeniería del proyecto y aspectos técnicos, donde contenga información sobre la estructura de riego. El expediente fue proporcionado físicamente por la institución ejecutora del proyecto, la Municipalidad Provincial de La Convención.

b).- Para la evaluación socio económica:

- Revisión del expediente técnico del PROYECTO “INSTALACIÓN DE RIEGO TECNIFICADO EN LOS SECTORES DE SAMBARAY ALTO, SAMBARAY CENTRO, ISILLUYOCC, Y MARGARITAYOCC” donde consta, cédula de cultivo, costos de inversiones, costos e ingresos de producción.
- Se elaboró encuestas acorde a los temas de evaluación, técnico, económico y social y ambiental.

3.10.2. Etapas de campo

El trabajo se inicia con la visita al ámbito del proyecto en el mes de Diciembre del 2013, en forma conjunta con el presidente del comité de regantes Sambaray Alto, Sambaray Centro, Isilluyoc y Margaritayoc a fin de hacer un recorrido por la zona del proyecto identificando cada sector de riego (I, II, V, VIII, IX), efectuándose los siguientes trabajos.

a).- Aspectos técnicos:

- Se tomó cinco muestras de las fuentes que abastecen al sistema de riego Sambaray Alto, Sambaray Centro, Isilluyoc y Margaritayoc de aproximadamente 1.5 litros por muestra , para efectuar el análisis físico químico de esta, la misma que se remitió al laboratorio de análisis de agua de la Facultad de Ciencias Químicas, Físicas y Matemáticas de la UNSAAC.
- Se realizó cinco aforos utilizando el aforador RBC de capacidad de 10 l/s, además se utilizó el método de velocidad sección, que consiste en dividir transversalmente el cauce de la fuente de agua, con ayuda de una varilla se determina la profundidad en diferentes puntos y con una wincha se mide el ancho de cada tramo, la suma de los productos de las secciones parciales por la velocidad correspondiente a cada sección dará el caudal total. El aforo se realizó en el mes de Julio por ser el mes crítico en el caudal que presenta las fuentes de agua
- El muestreo para el análisis físico químico del suelo, se realizó mediante la toma de las sub muestras de 10 puntos elegidos al azar de cada sector, en seguida se procedió a sacar la sub muestra a una profundidad de 0.30m aproximadamente a través de un tubo muestreador, luego del cual se juntó y

homogenizó las sub muestras para así obtener una muestra representativa de un kilogramo de peso en cada sector de riego.

- Se realizó pruebas de infiltración mediante Infiltrómetro de anillos concéntricos, que es el más usado para el diseño de riego por aspersión, primeramente se eligió dos lugares representativas de cada sector de riego, se instaló el Infiltrómetro en el suelo mediante golpes de combo hasta que haya penetrado de 10 a 15 cm; posteriormente se vertió el agua en el cilindro exterior e interior hasta una altura de 10cm, utilizado de referencia para las lecturas posteriores y luego se realizó las mediciones de agua en el cilindro interior a intervalos periódicos de tiempo como 5, 10 ,15 minutos anotando los valores observados hasta que la infiltración se haga constante.se realizo 02 pruebas por cada sector , haciendo un total de 08 pruebas en el ámbito de estudio
- Evaluación de Uniformidad de riego por Aspersión. De primera instancia se procedió a seleccionar áreas o parcelas con pendientes ligeras y con cultivos en la fase de inicio de cultivo, enseguida se procedió a medir las áreas de dichas parcelas para posteriormente realizar las siguientes mediciones y respectivas evaluaciones:
 - Medir Presión Estática y Dinámica en el Hidrante utilizando el manómetro de glicerina de 10 bares
 - Realizar el aforo del hidrante utilizando el aforador RBC.
 - Determinar la altura del elevador del aspersor.
 - Medir el diámetro de las boquilla del tipo de aspersor utilizado
 - Medir la red de pluviómetros y colocar los pluviómetros.
 - Bloquear los aspersores de forma que el chorro caiga fuera del área a evaluar.

La distancia que se utilizó entre pluviómetros fue 3m X 3m en dependencia del alcance de los aspersores las columnas y filas próximas a los aspersores se ubicarán a $\frac{1}{2}$ de la distancia entre pluviómetros

El tiempo de riego para la evaluación fue de 1 hora en la mayoría de las pruebas realizadas.

Al finalizar el riego se procedió a medir los resultados pluviométricos anotándolos en las fichas de registro para su posterior procesamiento de datos.

- La evaluación de las condiciones de manejo de los agricultores fue determinado mediante la visita en campo, realizándose observaciones de los accesorios de riego, las instalaciones entre el hidrante y el equipo móvil de

aspersión y el posicionamiento de los aspersores en el riego parcelario correspondiente.

b.- Aspecto socio económico:

Se han ejecutado mediciones directas, para estudios de la rentabilidad del proyecto mediante los rendimientos tomados en campo, por medio de muestras de cultivo cosechados por los agricultores, precios de los cultivos en chacra, de acuerdo a estos datos se realizó los cálculos de VAN, TIR, B/C.

Aplicación de entrevistas a los usuarios, así como el dialogo con los dirigentes del sistema de riego por aspersión y en la participación en las reuniones del comité de riego.

3.10.3. Etapa de gabinete

En esta etapa del proceso se efectúa el procesamiento, análisis e interpretación de la información obtenida en la etapa de campo, el mismo que sirvió para constatar los resultados con fuentes bibliográficas a fin de hacer de los resultados lo más confiable posible a continuación se describe los procedimientos efectuados en la determinación de las variables en estudio.

A.- Aspectos técnicos:

- Para la determinación de los parámetros de la infiltración ha sido necesario recurrir a hoja de cálculo (Excel), en el que se efectuó los cálculos de la información obtenida en campo mediante fórmulas.
- Para la determinación del coeficiente de uniformidad se recurrió a una hoja de cálculo (Excel) en el cual se efectuó los cálculos utilizando la fórmula propuesta por Christiansen.
- **Calculo de la evapotranspiración de referencia (ET_o).**

La evapotranspiración de referencia, ha sido calculada por el método: Hargreaves III modificado tomando en cuenta el factor altura (FA).

$$ETP = 0.0075 \times RSM \times ^\circ F \times FA$$

El cálculo de la evapotranspiración de referencia se muestra en los cuadros siguientes:

Cuadro N° 15: Evapotranspiración por el método hargreaves modificado III

Evapotranspiración por hargreaves:

ALTITUD 1565m
1.565km

LATITUD 12° 48' 00"

EVAPOTRANSPIRACION POR HARGREAVES III														
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Proyecto Sambaray Alto, Centro, Isilluyoc y Margaritayoc	T (°C)	20.48	20.50	20.36	20.53	20.15	19.62	19.43	20.45	20.52	21.44	21.30	20.67	
Proyecto Sambaray Alto, Centro, Isilluyoc y Margaritayoc	T (°F)	68.87	68.91	68.66	68.95	68.27	67.32	66.98	68.81	68.94	70.59	70.35	69.21	
Horas de Sol Media Mensual	n	109.54	94.48	125.86	154.29	183.65	180.91	186.37	177.13	144.34	147.02	134.59	109.34	1,719.36
Horas de Sol Media Mensual Probable	N	394.31	349.43	376.34	354.00	357.13	341.41	355.89	363.33	360.00	383.77	380.39	397.41	4,413.41
Radiación Media Mensual (mm)	RM	514.59	456.39	477.41	420.02	387.53	348.03	372.03	409.22	441.02	489.80	491.99	511.50	5,319.54
Radiación Solar Incidente (mm)	RSM	203.42	177.99	207.07	207.97	208.42	190.01	201.92	214.30	209.44	227.37	219.49	201.23	2,468.61
Evapotranspiración Sambaray Alto, Centro, Isilluyoc y Margaritayoc	ETP	114.94	100.62	116.63	117.65	116.74	104.95	110.95	121.00	118.47	131.67	126.68	114.26	1,394.56

Fuente: SENAMHI 2014

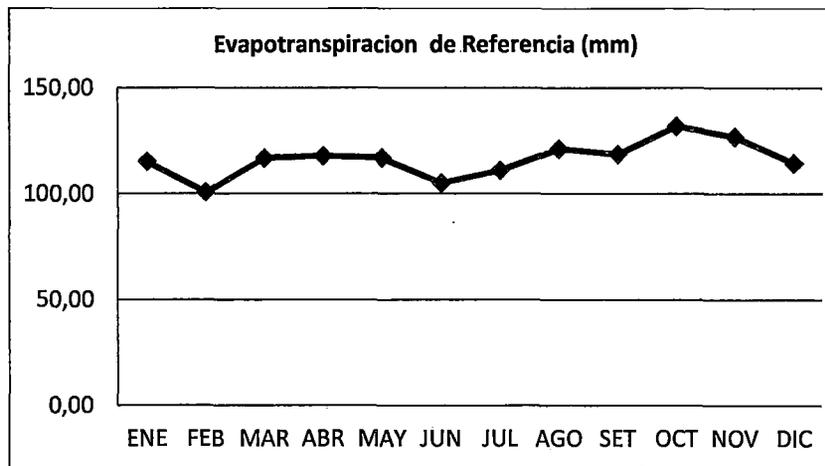


Figura N° 3 : Evapotranspiración de Referencia

La evapotranspiración estimada para el mes de Julio es 110.95.00 mm.

A continuación, se presenta el desarrollo del método Hargreaves III modificado para el mes Julio:

Cuadro N° 16: Desarrollo del método HARGREAVES modificado III

DESARROLLO DE LA ET. SEGÚN HARGREAVES III MODIFICADO (2014)

GOD	VARIABLE	JULIO	PROCEDIMIENTO	DESARROLLO
1	Temperatura media mensual °C	19.43	Dato obtenido del SENAMHI	
2	Temperatura media mensual °F	66.98	$9/5*(1)+32$	$1.8*(19.43)+32$
3	N° horas sol real mes (n)	186.37	Dato obtenido del SENAMHI	
4	N° horas sol Max. Probable día	12.75	Dato obtenido de la interpolación FAO 56 (considerar latitud Sur)	
5	N° días mes	31.00	Dato del Calendario	
6	N° horas sol máx. Prob. mens (N)	395.25	$(4)*(5)=N$	$12.*31$
7	% horas sol (S)	47.15	$(3)(6)/100=(S)$	$186.37/395.25*100$
8	Rad extraterrestre diaria	12	Dato obtenido de la interpolación FAO 56 (considerar latitud Sur)	
9	Rad extraterrestre mensual (RMM)	372.03	$(5)*(8)=(RMM)$	
10	Rad. Incidente mensual (RMS)	201.92	$0.075*(9)*\text{raiz}(7)=(RMS)$	$0.075*372.03*\text{RAIZ}(47.15)$
11	Factor altura km	1.09	$1+0.06*\text{Altura en Km}$	$1+0.06*1.565$
12	Evapotranspiración de Referencia (ET _o)	110.95	$0.0075*(10)*(11)*(2)=(ET_o)$	$0.0075*(201.92)*(1.09)*(66.98)$

Cuadro N° 17: Datos Meteorológicos Quillabamba (2014)

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total anual	Promedio anual
T° media mensual (°C)	20.48	20.50	20.36	20.53	20.15	19.62	19.43	20.45	20.52	21.44	21.30	20.67	245.45	20.45
H° Relativa (%)	79.34	80.48	79.83	78.70	76.35	73.63	72.00	70.69	71.63	72.00	73.79	77.41	905.85	74.5
Precipitación (mm)	207.72	195.38	181.51	93.89	40.34	15.21	21.81	32.70	56.91	80.78	93.60	157.03	1176.88	98.07
ET° (mm)	98.53	99.53	100.53	101.53	102.53	103.53	104.53	105.53	106.53	107.53	108.53	109.53	1298.36	104.3
Horas Sol	394.31	349.43	376.34	354.00	357.13	341.41	355.89	363.33	360.00	383.77	380.39	397.41	4413.41	367.78
Viento (m/s)	5.34	4.95	5.28	5.25	5.38	5.05	5.32	5.45	5.12	4.88	5.12	5.45	62.59	5.22

Fuente: SENAMHI (2014)

Cuadro N° 18: Balance Oferta Demanda del proyecto de Riego Sambaray Alto, Centro, Isilluyoc y Margaritayoc (2014)

BALANCE HÍDRICO DEL PROYECTO SAMBARAY ALTO CENTRO ISILLUYOC Y MARGARITAYOC.						
MES	Oferta	Área	Módulo de Riego	Demanda	Demanda	Superávit y/o Déficit
	l/s	ha	l/s/ha	m³/s	l/s	m³/s
JUL	31	117	0.380	0.044	44.369	-13.369
AGO	31	117	0.370	0.043	43.201	-12.201
SEP	31	117	0.310	0.036	36.196	-5.196
OCT	31	116	0.260	0.030	30.228	0.772
NOV	31	110	0.200	0.022	21.977	9.023
DIC	31	110	0.000	0.000	0.000	31.000
ENE	31	116	0.000	0.000	0.000	31.000
FEB	31	117	0.000	0.000	0.000	31.000
MAR	31	117	0.000	0.000	0.000	31.000
ABR	31	117	0.220	0.026	25.687	5.313
MAY	31	117	0.320	0.037	37.363	-6.363
JUN	31	116	0.370	0.043	43.016	-12.016

Fuente: base de datos de campo

B.- Aspecto socios económicos:

- Obtenida la información de entrevistas, encuestas y muestreo de diferentes cultivos, sobre los costos de producción y tomando en cuenta los precios actuales del mercado se hizo el análisis de rentabilidad.
- Se vació la información obtenida en Excel, procesándose la misma sobre los ingresos y costos por hectárea y por cultivo.
- Calculo de los ingresos netos de acuerdo a la cedula de cultivo.
- Calculo de los ingresos incrementales, restando los ingresos con proyecto menos los ingresos sin proyecto.
- Se ha utilizado las siguientes formulas:

$$VAN = \sum_{j=0}^n \frac{(B_j - C_j)}{(1 + i)^j}$$

Dónde:

BN_j = Beneficio neto en el periodo.

C_j = Costo del periodo.

B_j = Beneficio del periodo.

i = Tasa de descuento.

n = Vida útil del proyecto.

$$TIR = i_j + (i_2 - i_1) = \frac{VAN_j}{VAN_1 + |VAN_2|}$$

Dónde:

TIR= Tasa interna de retorno (%)

i = Tasa de descuento

VAN= Valor actual neto.

$$B/C = \frac{BA}{CA} = \frac{\text{Beneficios actualizados}}{\text{Costos actualizados}}$$

Dónde:

BA= Beneficios actualizados

CA= costos actualizados

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Análisis de diseño Agronómico.

En el diseño se trata de comparar el suministro teórico de agua, de acuerdo a los respectivos cálculos establecidos en los expedientes técnicos y los cálculos elaborados a partir de datos de campo con información primaria efectuados por los agricultores en la actualidad para lo cual se trata de encontrar las explicaciones adecuadas como mediante el uso de fórmulas con datos obtenidos en el campo durante la operación del sistema.

Los índices técnicos se realizaron con información obtenida en el campo en el ámbito del proyecto evaluado.

4.1.2. Condiciones del cultivo

4.1.3. Condiciones agronómicas

Las características de estos cultivos se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 19: Profundidad radicular de cultivos

Cultivos	Periodo vegetativo (días)	Profundidad radicular [*] Pr (m)
Cultivos Permanentes		
Café	Todo el Año	0.50
Coca	Todo el Año	1.20
Plátano	Todo el Año	0.40
Cacao	Todo el Año	0.30
Cítricos	Todo el Año	0.70
Mango	Todo el Año	1.50
Piña	Todo el Año	0.30
Achiote	Todo el Año	0.70
Palto	Todo el Año	0.70
Cultivos Anuales		
Yuca	8 meses	0.50
Maíz	6 meses	0.90
Hortalizas	4 meses	0.50

Fuente: Elaboración Boletín FAO N° 56.

* Se refiere a la profundidad neta del suelo donde las raíces disponen de mayor absorción de agua y nutrientes

4.1.4. Cálculo de los Índices Técnicos de Riego

Para el diseño agronómico se tomó en cuenta el cultivo de café el más representativo de la zona en estudio, con la siguiente información:

Sector	Sambaray Alto
Cultivo	Café
Profundidad Radicular (Pr)	0.50
Textura del Suelo	Arcilloso
Densidad Aparente (Da)	1.304
Densidad Real (Dr)	2.224
Capacidad de campo (CC)	18.73
Punto de Marchitez Permanente (PMP)	10.11
Velocidad de Infiltración Básica (mm/hr)	12.38mm/hr
Eficiencia de Aplicación de riego por Aspersión (%) (Ef).	85%

Cálculo de parámetros técnicos para el mantenimiento del cultivo.

a. Lámina neta (Ln).

$$Ln = 10000 \times Pr \times Da \left(\frac{CC - PMP}{100} \right)$$

$$Ln = 10000 \times 0.50 \times 1.304 \left(\frac{18.73 - 10.11}{100} \right)$$

$$Ln = 562.024 \text{ m}^3/\text{ha.}$$

$$Ln = 562.024 \text{ m}^3/\text{ha.}/10$$

$$Ln = 56.20\text{mm}$$

b. Lámina bruta (Lb).

$$Lb = \frac{Ln}{Ef}$$

$$Lb = \frac{562.024}{0.85}$$

$$Lb = 653.52\text{m}^3/\text{ha.}/10$$

$$Lb = 65.35\text{mm}$$

c. Tiempo de riego (Tr).

Se determina mediante la siguiente relación

$$Tr = \frac{Lb}{Iasp.}$$

Dónde:

Lb = Lámina bruta (mm).

Iasp = Descarga del aspersor (mm. /hr)

Iasp = 5.56 mm/hr.

$$Tr = \frac{65.35\text{mm}}{5.56\text{mm/hr}}$$

$$Tr = 11.75 \text{ horas.} \cong 12 \text{ horas.}$$

4.1.5. Requerimiento de riego mensual (Rrm)

Es el requerimiento neto de riego del cultivo de café en el mes de máxima demanda de acuerdo a los cálculos de ETo se tiene en el cuadro N° 15 para el mes de octubre donde existe mayor evapotranspiración.

$$Rr = ETo \times Kc$$

$$Rr = 131.67 \times 0.75$$

$$Rr = 65.84$$

4.1.6. Consumo diario (Cd)

Cantidad de agua de riego que diariamente el cultivo necesita para satisfacer su demanda total diaria.

$$Cd = \frac{ETO}{\text{dia.} \cdot \text{mes}}$$

$$Cd = \frac{131.67\text{mm}}{31 \text{ dias}}$$

$$Cd = 4.25 \text{ mm/dia}$$

4.1.7. Frecuencia de riego (Fr)

Es el periodo de tiempo transcurrido entre dos riegos sucesivos, se obtiene de la siguiente relación:

$$Fr = \frac{Ln}{Cd}$$

$$Fr = \frac{56.20\text{mm}}{4.25\text{mm/dia}}$$

$$Fr = 13.22 \text{ dias}$$

Este cálculo nos indica que deben regar el cultivo cada 13 días en el mes de máxima demanda para el cultivo de café, esto no se cumple porque los beneficiarios riegan en el momento que ellos ven por conveniente.

4.1.8. Número de riegos por mes para el cultivo de café (Nrm).

$$Nrm = \frac{N^{\circ} \text{ dias}}{Fr}$$

$$Nrm = \frac{31 \text{ dias}}{13 \text{ dias}}$$

$$Nrm = 2.38$$

El número de riegos en el cultivo de café en el mes de acuerdo al cálculo debe ser de 2 riegos por posición, el cual no se cumple por que los beneficiarios no recibieron la capacitación correspondiente para la operación de este sistema usando el riego en el momento que ellos vean por conveniente.

4.1.9. Cálculo de caudal requerido (Qr)

$$Qr = \frac{10 \times A \times Cd}{Ef \times Tr}$$

Dónde:

Qr = caudal requerido (m³/hr)

A = área (ha)

Cd = Demanda hídrica (mm/día)

Tr = Tiempo de riego (hr/día)

$$Qr = \frac{10 \times 46.7 \times 4.25}{0.85 \times 11.75}$$

$$Qr = 198.72m^3/h$$

4.1.10. Caudal del aspersor (Qasp)

El caudal de descarga fue importante en las pruebas, para realizar el análisis de cantidad de agua suministrada en el campo, para sus posteriores recomendaciones; el aforo se realizó en la prueba de uniformidad de riego dándonos un caudal promedio de:

$$Qasp = 0.52 \text{ l/seg/ asp.}$$

4.1.11. Jornada de riego (Jr)

El tiempo que diariamente opera el sistema de riego, para el presente caso la jornada de riego se ha establecido en un promedio de 8 horas/día de acuerdo a lo observado y entrevistas con beneficiarios.

4.1.12. Módulo de riego (MR)

También denominado caudal ficticio continuo (CFC) y se calcula mediante la siguiente formula.

$$MR = \frac{Rr(mm/mes)10000}{N^{\circ} \text{ dias} \times Jr \times 3600}$$

Cálculo para 8 horas de jornada de riego:

$$MR = \frac{((131.67 * 0.90) - 80.78)(mm/mes)10000}{31 \text{ dias} \times 8 \times 3600}$$

$$MR = 0.42 \text{ L/ seg /ha}$$

Cálculo para 12 horas de jornada de riego:

$$MR = \frac{131.67(mm/mes)10000}{31 \text{ dias} \times 24 \times 3600}$$

$$MR = 0.28 \text{ L /seg /ha}$$

4.1.13. Análisis de suelo.

El análisis de suelo se llevó a cabo en el laboratorio de la central de Cooperativas Agrarias COCLA.

Se realizó el análisis de fertilidad, análisis mecánico, como se presenta en los cuadros siguientes para los cuatro sectores involucrados en el proyecto de riego Sambaray Alto, Sambaray Centro, Isilluyoc y Margaritayoc:

Cuadro N° 20: Análisis de fertilidad de suelos del Sector Sambaray Alto.

Sector	pH	C.E (mmhos/cm)	M.O (%)	P2O5 (ppm)	K2O (ppm)
Sambaray Alto	6.33	0.49	5	5.1	59

Fuente: Laboratorio de la Central de Cooperativas Agrarias (COCLA)-2014

Cuadro N° 21: Análisis físico mecánico de suelos de Sector de Sambaray Alto

Sector	C.C (%)	D.a (g/cc)	D.r (g/cc)	P.M.P (%)
Sambaray Alto	18.73	1.304	2.224	10.11

Fuente: Laboratorio de Ciencias Químicas y Físicas - UNSAAC – 2014

Cuadro N° 22: Interpretación del análisis de fertilidad de los Resultados

Sector	pH	C:E (mmhos/cm)	M:O (%)	P2O5 (ppm)	K2O (ppm)
Sambaray Alto	6.33	0.49	5	5.1	59
Interpretación	Ligeramente Acido	Muy ligeramente salino	Alto	Bajo	Bajo

Fuente: Laboratorio de la Central de Cooperativas Agrarias (COCLA)-2014

Cuadro N° 23: Análisis mecánico de los suelos Sambaray Alto.

Sector	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Textura
Sambaray Alto	40	32	28	Arcilloso

Fuente: Laboratorio de Ciencias Químicas y Físicas - UNSAAC - 2014

Cuadro N° 24: Interpretación de los resultados.

Sector	M:O (%)			P2O5 (ppm)			K2O (ppm)			pH	C:E (mmhos/cm)
	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto		
	<2.0	2- 4	>4.0	<7.0	7.0 - 14.0	>14.0	<100	100 - 240	>240		
Sambaray Alto			X	X			X			6.33	0.49

Fuente: Laboratorio de la Central de Cooperativas Agrarias (COCLA)-2014

Cuadro N° 25: Análisis de fertilidad de suelos del Sector de Isilluyoc.

Sector	pH	C:E (mmhos/cm)	M:O (%)	P2O5 (ppm)	K2O (ppm)
Isilluyoc	5.59	0.16	1	21.1	98

Fuente: Laboratorio de la Central de Cooperativas Agrarias (COCLA)-2014

Cuadro N° 26: Análisis físico mecánico de suelos de Sector de Isilluyoc

Sector	C.C (%)	D.a (g/cc)	D.r (g/cc)	P.M.P (%)
Isilluyoc	21.05	1.303	2.156	11.36

Fuente: Laboratorio Ciencias Químicas y Físicas - UNSAAC - 2014

Cuadro N° 27: Interpretación del análisis de fertilidad de los Resultados

Sector	pH	C.E (mmhos/cm)	M.O (%)	P2O5 (ppm)	K2O (ppm)
Isilluyoc	5.59	0.16	1	21.1	98
Interpretación	Fuertemente Acido	Muy ligeramente salino	Bajo	Alto	Bajo

Fuente: Laboratorio de la Central de Cooperativas Agrarias (COCLA)-2014

Cuadro N° 28: Análisis mecánico de los suelos Isilluyoc.

Sector	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Textura
Isilluyoc	46	28	26	Franco

Fuente: Laboratorio de Ciencias Químicas y Físicas - UNSAAC - 2014

Cuadro N° 29: Interpretación de los resultados.

Sector	M.O (%)			P ₂ O ₅ (ppm)			K ₂ O (ppm)			pH	C.E (mmhos/ cm)
	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto		
	<2.0	2- 4	>4.0	<7.0	7.0 - 14.0	>14.0	<100	100 - 240	>240		
Isilluyoc	X					X	X			5.59	0.16

Fuente: Laboratorio de la Central de Cooperativas Agrarias (COCLA)-2014

Cuadro N° 30: Análisis de fertilidad de suelos del Sector Margaritayoc.

Sector	pH	C.E (mmhos/cm)	M.O (%)	P2O5 (ppm)	K2O (ppm)
Margaritayoc	5.39	0.07	2	7.6	98

Fuente: Laboratorio de la Central de Cooperativas Agrarias (COCLA)-2014

Cuadro N° 31: Análisis físico mecánico de suelos del Sector de Margaritayoc

Sector	C.C (%)	D.a (g/cc)	D.r (g/cc)	P.M.F (%)
Margaritayoc	19.17	1.417	2.202	10.35

Fuente: Laboratorio de Ciencias Químicas y Físicas -UNSAAC- 2014.

Cuadro N° 32: Interpretación del análisis de fertilidad de los Resultados

Sector	pH	C.E (mmhos/cm)	M.O (%)	P2O5 (ppm)	K2O (ppm)
Margaritayoc	5.39	0.07	2	7.6	98
Interpretación	Fuertemente Acido	Muy ligeramente salino	Bajo	Medio	Bajo

Fuente: Laboratorio de la Central de Cooperativas Agrarias (COCLA)-2014

Cuadro N° 33: Análisis mecánico de los suelos Margaritayoc.

Sector	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Textura
Margaritayoc	66	10	24	Franco arcillo arenoso

Fuente: Laboratorio de Ciencias Químicas y Físicas - UNSAAC- 2014

Cuadro N° 34: Interpretación de los resultados.

Sector	M.O (%)			P ₂ O ₅ (ppm)			K ₂ O (ppm)			pH	C.E (mmhos/cm)
	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto		
	<2.0	2- 4	>4.0	<7.0	7.0 - 14.0	>14.0	<100	100- 240	>240		
Margaritayoc	X				X		X			5.39	0.07

Fuente: Laboratorio de la Central de Cooperativas Agrarias (COCLA)-2014.

Resultados de Análisis de suelo según el expediente técnico

En el expediente técnico se menciona el siguiente análisis físico mecánico donde no especifica a que sector corresponde:

Tipo de suelo : Franco arcilloso

Capacidad de campo : 49.6

Punto de marchites : 26.7

Densidad aparente : 1.14

4.1.14. CÉDULA DE CULTIVOS

La propuesta de la cédula de cultivos para pleno desarrollo del proyecto se ha diseñado teniendo como referencia la situación agrícola actual así como a los factores que influyen en el proceso productivo, siendo entre ellas: la oportuna disponibilidad hídrica en caudales suficientes que se llegaría con la implementación del proyecto, el clima favorable, la demanda de los mercados tanto regional, nacional e internacional y finalmente tierras de buena calidad agrologica, aptas para una agricultura bajo riego.

En los cuadros N° 35 y 36, la intensidad de uso del suelo de acuerdo al perfil del proyecto planteado fue de 1, y de acuerdo al trabajo realizado fue de 0.77 lo que

significa que la intensidad de uso del suelo disminuyo en comparación a la cédula de cultivo propuesto en el perfil del proyecto de riego, debido a que los agricultores no realizan la renovación de cultivos, incrementos de nuevas áreas de cultivo y el abandono de sus parcelas

El área total cultivada es de 116.76 ha y de estas se estimó 35.24 ha se encuentran en descanso.

Cuadro N° 35 Cédula de cultivo propuesto en el perfil del proyecto (2009)

Cultivos	N° Campañas	Área (has)	Costo/ha	Costo Total	Rend (Kg/ha)
Café	2.00	45.00	4,326.00	389,340.00	1,120.00
Cacao	2.00	23.00	2,230.00	102,580.00	810.00
Citricos	1.00	10.00	2,821.00	28,210.00	20,000.00
Platano	2.00	10.00	3,654.00	73,080.00	25,000.00
Mango	1.00	15.00	3,618.00	54,270.00	31,000.00
Papaya	2.00	10.00	6,400.00	128,000.00	32,000.00
Achiote	1.00	5.00	950.00	4,750.00	1,320.00
Alfalfa - Maiz	2.00	10.00	3,361.00	67,220.00	3,150.00
Yuca	2.00	8.00	3,357.00	53,712.00	13,500.00
Leguminosas (frijol)	2.00	5.00	2,708.00	27,080.00	3,850.00
Tomate	2.00	7.00	8,668.00	121,352.00	29,200.00
Hortalizas (cebolla)	4.00	4.00	2,875.00	46,000.00	5,850.00

Fuente: perfil del proyecto (2009)

Cuadro N° 36 Cédula de cultivo en situación actual del proyecto de riego Sambaray Alto, Centro, Isilluyoc y Margaritayoc (2014)

Cultivos	Situación actual del proyecto	
	total	
	Área (ha)	Rendimiento (tm/ha)
Cultivos Permanentes:	103.76	
Café	60.7	0.6
Coca	11.95	1.2
Plátano	9.4	9.7
Cacao	7.38	0.5
Cítricos	4.55	8.1
Mango	3.08	4.2
Piña	2.95	8.2
Achiote	2.25	0.6
Palto	1.5	3.4
Cultivos Anuales	13	
Yuca	6.125	8.4
Maíz	6.375	1.3
Hortalizas (tomate)	0.5	15
Sub Total Área cultivada	116.76	IUS = 0.77
Área en Descanso	35.24	
Total Área física	152	

Fuente base de datos de campo 2014

IUS: Intensidad De uso de Suelo

4.1.15. AGUA.

4.1.15.1. Análisis de agua con fines de riego.

Cuadro N° 37: Resultado del análisis químico del agua (2014)

Descripción	Resultados						Factor conversión	Resultados					
	San Juan I	San Juan II	San Juan V	San Juan VII	San Juan IX	Unid.		1	2	3	4	5	Und.
pH	6.60	6.55	6.50	6.32	6.48			6.60	6.55	6.50	6.32	6.48	
C.E.(mmhos/cm)	48.00	61.00	64.00	45.00	48.00			0.048	0.061	0.064	0.045	0.048	mmhos/cm
Dureza ppm CaCO ₃	34.10	43.30	45.44	32.40	34.00	ppm	0.019	0.648	0.823	0.863	0.616	0.646	meq/l
Calcio ppm.	9.12	12.16	12.92	9.20	9.88	ppm	0.05	0.456	0.608	0.646	0.460	0.494	meq/l
Magnesio ppm.	2.48	2.85	2.90	2.12	2.07	ppm	0.082	0.203	0.234	0.238	0.174	0.170	meq/l
Sodio ppm.	5.00	7.80	8.20	4.40	4.80	ppm	0.043	0.215	0.3354	0.3526	0.1892	0.2064	meq/l
Potasio ppm.	1.20	1.55	1.68	1.10	1.35	ppm	0.026	0.0312	0.0403	0.04368	0.0286	0.0351	meq/l
Cloruros ppm.	2.60	3.10	3.52	2.20	2.00	ppm	0.028	0.0728	0.0868	0.09856	0.0616	0.056	meq/l
Sulfatos ppm.	10.50	14.90	17.20	8.80	11.40	ppm	0.021	0.2205	0.3129	0.3612	0.1848	0.2394	meq/l
Bicarbonatos ppm.	37.70	50.30	50.80	36.90	37.88	ppm	0.016	0.6032	0.8048	0.8128	0.5904	0.60608	meq/l
Hierro ppm.	0.04	0.04	0.05	0.03	0.04	ppm	0.036	0.0013	0.0016	0.0018	0.0011	0.0014	meq/l
Boro ppm.	0.012	0.017	0.019	0.012	0.012	ppm	1.00	0.012	0.017	0.019	0.012	0.012	meq/l
Sólidos disueltos ppm.	77.50	90.20	92.70	68.10	74.50	ppm	0.001	0.0775	0.0902	0.0927	0.0681	0.0745	g/l

Fuente: Análisis Químico del Departamento Académico de Química (UNSAAC.) 2014

4.1.15.2. Evaluación de la calidad del agua de riego según la FAO

Siguiendo el procedimiento que plantea la FAO para el juzgamiento de agua con fines de riego, a continuación, se muestra los cálculos de dicha metodología: RASaj.

A.- Cálculo de la Relación de Absorción de Sodio (RAS)

Es un indicador de la concentración relativa de sodio, el sodio tiene un efecto dispersante al ser intercambiado por los coloides del suelo, debido a su alta capacidad de hidratación. Un suelo que ha sufrido dispersión por efecto del sodio, su estructura se va alterando con diferentes grados de intensidad.

Se toma en cuenta los datos del análisis de agua los que son remplazados en la siguiente fórmula para determinar el valor del RAS para este caso para la fuente de captación San Juan I.

$$RAS = \frac{|Na^+|}{\sqrt{1/2(|Ca^{++}| + |Mg^{++}|)}}$$

$$RAS = \frac{|0.215|}{\sqrt{1/2(|0.456| + |0.203|)}}$$

$$RAS = 0.38$$

RAS= 0.38 representa la concentración de sodio, calcio y magnesio, expresado en mili equivalentes por litro

Dónde:

$$Na^+ = 0.215 \text{ meq/l}$$

$$Ca^{++} = 0.456 \text{ meq/l}$$

$$Mg^{++} = 0.203 \text{ meq/l}$$

B.- Cálculo de RASaj.

Determinamos el valor del RASaj con la siguiente fórmula:

$$RASaj = RAS \times [1 + (8.4 - pHc)]$$

Antes procedemos a calcular el valor de pHc de la siguiente manera:

$$pHc = p(Ca + Mg + Na) + p(Ca + Mg) + p(CO_3 + HCO_3)$$

Dónde:

$$p(Ca + Mg + Na) = 0.456 + 0.203 + 0.215 = 0.87$$

$$p(Ca + Mg) = 0.456 + 0.203 = 0.66$$

$$p(CO_3 + HCO_3) = 0.648 + 0.6032 = 1.25$$

Con los resultados obtenidos interpolamos en el cuadro n° 05

Luego se reemplaza la relación de pHc, obteniendo el siguiente valor:

$$pHc = 2.1 + 3.39 + 2.9$$

$$pHc = 8.39$$

Por último, se sustituye los valores obtenidos en la ecuación del RAS_{aj}.

$$RAS_{aj} = RAS \times [1 + (8.4 - pHc)]$$

$$RAS_{aj} = 0.38 \times [1 + (8.4 - 8.39)]$$

$$RAS_{aj} = 0.38$$

Interpretación de resultado.

Cuadro N° 38: Directrices para evaluar problemas de salinidad, toxicidad y otros efectos. (FAO).

Unidad	Grado de Restricción			Análisis de Agua	Calificación
	Ninguna	Ligera a Moderada	Severa		
Salinidad mmhos/cm	< 0.7	0.7 - 3	> 3	0.048	Apto
Toxicidad iónica Específica					
Sodio (Na)					
Riego por Superficie RAS	< 3	3 - 9	> 9	0.38	Apto
Riego por Aspersión meq/l	< 3	> 3		0.215	Apto
Cloruros (Cl)					
Riego por Superficie RAS	< 4	4 - 10	> 10	0.073	Apto
Riego por Aspersión meq/l	< 3	> 3		0.073	Apto
Boro (B) (meq/lit)	< 0.7	0.7 - 2.0	> 10	0.012	Apto
EFFECTOS DIVERSOS					
Nitrógeno NO ₃ , N, NH ₄ , N ₃ (mg/lit)	< 5	5 - 30	> 30		
Bicarbonatos con Aspersores (meq/lit)	< 1.5	1.5 - 8.5	> 8.5	0.60	Apto
pH	Amplitud normal: de 6.5 – 8.4			6.49	Normal

Apto para riego.

Fuente: Técnicas de riego, Fuentes Yague. 2003.

4.1.15.3. Evaluación de salinidad.

De acuerdo al cuadro de las directivas para la evaluación de la calidad del agua para riego (FAO 1976) cuadro N° 38, San Juan I podemos mencionar que no hay problemas de crear salinidad en el suelo con el agua analizada, porque la CE. de 0.048 mmhos/cm de la muestra es menor que 0.7 mmhos/cm de la directiva FAO.

4.1.15.4. Evaluación de la permeabilidad

El ion Na⁺ ejerce un efecto nocivo en el suelo deteriorando sus condiciones físicas por destruir los agregados. Dando lugar a suelos compactos e impermeables afectando de esta manera la aireación y la velocidad de la infiltración de los suelos; pero en el caso analizado no hay problemas de permeabilidad el valor de RAS aj es de 0.38 es menor que los valores del RASaj de la guía de calidad del agua de la FAO, es decir el riesgo de alcalinidad no existe.

4.1.15.5. Evaluación de la toxicidad iónica específica

a) Sodio

El ion Na⁺ además de crear problemas físicos en el suelo pueden ejercer efectos nocivos sobre la parte foliar de las plantas. En este caso RASaj es menor que 3 nos indica que no hay problemas de ocasionar quemaduras de las hojas de acuerdo al análisis Na⁺ = 0.21 meq/l no se tiene problemas con el sodio (San Juan I)

b) Boro

Loa resultados de análisis de agua muestran que para el presente caso el valor del boro = 0.012 meq/l, lo que indica que no existe ningún tipo de problema de toxicidad puesto que su valor es inferior al valor permisible (0.7 meq/l) normado por la FAO.

c) Cloro

La sal común al disolverse produce el Cl que pude generar toxicidad sobre la parte foliar de las plantas. Siendo un efecto grave a concentraciones altas.

Del análisis del agua se tiene 0.73 meq/l no existe problema alguno ya que $0.73 < 4$ y 3 meq/l

4.1.15.6. Evaluación por efectos diversos

Cuando las aguas están cargadas con bicarbonatos y sus concentraciones son mayores a 1.5 meq/l tienden a obstruir la boquilla de los aspersores.

En el agua evaluada del Riachuelo San Juan I la concentración de bicarbonatos $\text{HCO}_3^- = 0.603\text{meq/l}$ lo cual nos indica que no existe problema alguno de obstrucción de la boquilla de los aspersores, en observación directa de la boquillas de los aspersores en evaluación no se apreció incidencia alguna.

El resultado de análisis de agua, corresponde a las normas dadas por la FAO, indica que el agua a utilizarse para la irrigación Sambaray Alto, Centro, Isilluyoc y Margaritayoc mediante el riego por aspersión en la mayoría de los aspectos evaluados es apta y sin inconveniente para los cultivos.

De acuerdo a los resultados de análisis de agua de las cinco captaciones, nos indica que son aptos para riego, sin ningún tipo de inconveniente para los cultivos.

a. Aforo de agua del proyecto

Para determinar la disponibilidad hídrica en el sistema de riego Sambaray Alto, Centro, Isilluyoc y Margaritayoc se realizó cinco aforos en las fuentes de captación que abastecen al sistema de riego mencionado, se aforo en el mes de Julio del 2014, para determinar los caudales existentes para ello se recurrió a la ayuda del aforador RBC además del método de velocidad sección (aforo con flotadores)

Cuadro N° 39: Registro de aforos del sistema de riego Sambaray Alto, Centro, Isilluyoc y Margaritayoc. (Julio del 2014)

Fuente	Coordenadas UTM		Caudal Expediente	Caudal que recorre en la Fuente l/s	Caudal Aforado Ingreso a tubería	Caudal Ecológico l/s	Caudal Excedente l/s
	Norte	Este					
San Juan I	8582475	743220	11.131	41.4	10.00	4.14	31.4
San Juan II	8582531	743312	10.021	15.5	9.00	1.55	6.5
San Juan V	8582629	743582	2.863	8.06	6.00	0.806	2.06
San Juan VIII	8582131	744048	4.299	7.5	4.00	0.75	3.5
San Juan IX	8581875	744859	4.821	2	2.00	0.2	0
Total			33.135	74.46	31 L/s	7.446	43.46

Fuente: Base de datos de Campo 2014

De los resultados de aforo, para la disponibilidad hídrica con fines de riego en la temporada de estiaje se cuenta con un caudal total promedio de las cinco captaciones es de 31 l/s. Y en el expediente técnico el caudal total promedio de las cinco captaciones es de 33.135 l/s, 49.9 l/s.

4.1.15.7. Infiltración del agua en el suelo.

- Una vez terminada la instalación del Infiltrómetro, se procede al llenado de las planillas de resultados, primero se toma la hora inicial del experimento, el cual es un valor exacto y entero, registrándose este en la segunda columna; así por ejemplo en ensayo N° 1 se inicia a las 9.00 a.m.
- Los tiempos parciales (TP) se tomaron a intervalo de 10 minutos registrándose este valor en la columna 3.
- El tiempo acumulado viene hacer la duración del ensayo de infiltración y este es de 220 minutos, registrándose en la cuarta columna.
- En la quinta columna se muestra los volúmenes de infiltración en ml.
- En la sexta columna se registra las lecturas de láminas parciales infiltradas (IP) en el intervalo de tiempo asumido $498 \text{ ml} / 78.54 \text{ cm}^2 = 6.34 \text{ cm}$.
- La infiltración acumulada (IA) es registrada en la séptima columna, la cual es el resultado de la suma sucesiva de la infiltración parcial. Ejemplo $0.00 \text{ (IP)} + 6.34 \text{ (IP)} = 6.34 \text{ (IA)}$ y luego este valor se suma al siguiente valor de la (IP) es decir: $6.34 \text{ (IA)} + 6.04 \text{ (IP)} = 12.38 \text{ (IA)}$ y así sucesivamente.
- La velocidad de infiltración parcial (I_p), resulta de la relación de la lámina infiltrada y del tiempo parcial (TP), el cual es llevado a la unidad de tiempo (1 hr.) este valor se registra en la octava columna.

Si 10 min. (TP) ----- 6.34 cm.

60 min. ----- I_p (cm/hr)

$$I_p = 38.04 \text{ cm /hr.}$$

- El promedio de la velocidad de infiltración instantánea ($I_{\text{prom.}}$), resulta de la relación de la infiltración acumulada (IA) y el tiempo acumulado (TA); el cual es llevado a la unidad de tiempo (1 hr.). este valor es registrado en la novena columna.

Si 10 min. (TA) ----- 6.34 cm (IA)

60 min. ----- I prom. (cm /hr.)

I prom. = 38.04 cm/hr

- En la columna diez, se registra el logaritmo del tiempo acumulado (TA); el cual se halla con la siguiente ecuación:

$$X = \text{Log. } T$$

Dónde:

X = Es el logaritmo del tiempo acumulado (TA).

T = Tiempo acumulado (min.)

Así por ejemplo:

$$X = \text{Log. } (10.00)$$

$$X = 1.00$$

- En la columna once se registra el logaritmo de la velocidad de infiltración parcial (Ip); el cual se halla con la siguiente ecuación:

$$Y = \text{Log. } I_p$$

Dónde:

Y = Log de la velocidad de infiltración parcial (Ip).

I = Velocidad de infiltración (cm/hr)

Así por ejemplo:

$$Y = \text{Log } (38.04)$$

$$Y = 1.58$$

- Se calcula el producto de los logaritmos hallados X e Y; los que se registran en la columna doce.

$$X.Y. = 1.00 \times 1.58$$

$$X.Y. = 1.58$$

- Luego se obtiene los valores cuadráticos de X e Y ubicándose dichos resultados en las columnas trece y catorce respectivamente.

a). Calculo de la velocidad de infiltración (I).

- Se procede a calcular el valor de la pendiente de la recta de infiltración (b) con la siguiente formula:

$$b = \frac{n \sum xy - \sum x. \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{22(40.28) - 43.05(22.09)}{22(86.92) - (43.05)^2}$$

$$b = -1.10264$$

- Determinamos el valor de la ecuación de la recta " Y " (cuando X = 0); con la siguiente ecuación:

$$y = \bar{Y} - b(\bar{X})$$

$$y = 1.00 - (-1.10264)(1.96)$$

$$y = 3.1620$$

- Se calcula el valor del coeficiente (a) de la infiltración acumulada, con la siguiente ecuación:

$$a = \text{antilog}(y)$$

$$a = \text{antilog } 3.1620$$

$$a = 1451.95$$

- Luego se procede a calcular el valor de ajuste de campo (r), con la siguiente ecuación:

$$r^2 = \frac{\left[\sum xy - \frac{(\sum x \cdot \sum y)}{n} \right]^2}{\left[\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n} \right] \left[\sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{n} \right]}$$

$$r^2 = \frac{\left[40.28 - \frac{43.05 \times 22.09}{22} \right]^2}{\left[86.92 - \frac{(43.05)^2}{22} \right] \left[26.76 - \frac{(22.09)^2}{22} \right]}$$

$$r^2 = 0.7118$$

$$r^2 = 71\%$$

Significa que el 71 % de la variación de la lámina infiltrada acumulada es explicada por el tiempo, y el modelo es confiable.

- Se calcula en valor de la función de infiltración (I) propuesta por Kostiaikov, el cual predice la velocidad de infiltración en diferentes tiempos, con la siguiente ecuación:

$$I = a \cdot T^b$$

Dónde:

I = Velocidad de infiltración (mm/hr o cm/hr).

a = Coeficiente de la infiltración acumulada.

T = Tiempo de oportunidad (Tiempo de contacto del agua con el suelo en minutos u horas).

b = Pendiente de la velocidad de infiltración, que varía entre 0 y -1.

$$I = 1451.94965 (T)^{-1.10264}$$

- Se calcula la función de infiltración acumulada (I acum.), el cual predice la cantidad de agua acumulada en el suelo; con la siguiente ecuación:

$$I_{acum.} = \frac{a}{b+1} x T^{b+1}$$

$$I_{acum.} = \frac{1451.95}{-1.10264 + 1} x T^{(-1.10264+1)}$$

$$I_{acum.} = -14145.7706T^{-0.10264}$$

- Cálculo del tiempo de infiltración básica (T), el cual predice el tiempo de saturación del suelo; y es expresada en minutos con la siguiente formula:

$$T = - 600 b$$

$$T = - 600 (-1.10264)$$

$$T = 661.5852 \text{ min.}$$

- Y por último se calcula el valor de la infiltración del suelo:

$$I = a.T^b$$

$$I = 1451.95 (661.5852)^{-1.10264}$$

$$I = 1.1268 \text{ cm/hr x } 10$$

$$I = 11.27 \text{ mm/hr}$$

Finalmente la clasificación de la velocidad de infiltración corresponde al cuadro Nº 3 con una infiltración básica de 11.27 mm/hr, 12.38mm/hr, 11.37 mm/hr, 9.60 mm/hr que nos indican una infiltración “Moderadamente lenta”

A continuación se presentan los cuadros 41, 42, 43, 44. con las planillas de infiltración de 4 zonas representativas del sistema de riego por aspersión Sambaray Alto, Sambaray Centro, Isilluyoc y Margaritayoc, los que detallan los cálculos ya obtenidos anteriormente y que se usaran en el diseño agronómico.

Cuadro Nº 40: Registro de Infiltración del sistema de riego Sambaray Alto, Sambaray Centro, Isilluyoc y Margaritayoc (2014)

Nº	MUESTRA	Infiltración Perfil Proyecto	Infiltración Expediente Técnico	Infiltración Encontrada
01	Sambaray Alto	11.95 mm/h	39.06 mm/h	12.38 mm/h
02	Sambaray Centro	No existe dato	27.2 mm/h	11.27 mm/h
03	Isilluyoc	11.93 mm/h	42.4mm/h	11.37 mm/h
04	Margaritayoc	9.00 mm/h	No existe dato	9.60 mm/h

Fuente: Trabajo de Campo 2014

Cuadro N° 41: Cálculo de infiltración básica

REGION : Cusco					MUESTRA : 2								
PROVINCIA : La Convención					METODO : Cilindros Infiltrómetro								
DISTRITO : Santa Ana					TEXTURA :								
LOCALIDAD : Sambaray Alto					FECHA : 11/07/2014								
N°	HORA	TIEMPO (min)		VOL. INFILT. (ml)	LAMINA INFILTRADA (cm)		VEL. INFILTRACION (cm/hr)		Log T	Log Ip	XY	X ²	Y ²
		Parcial	Acum. (T)		Parcial	Acumulado	Parcial (Ip)	Promedio	X	Y			
0	9.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	9.10	10.00	10.00	485	6.18	6.18	37.05	37.05	1.00	1.57	1.57	1.00	2.46
2	9.20	10.00	20.00	461	5.87	12.04	35.22	36.13	1.30	1.55	2.01	1.69	2.39
3	9.30	10.00	30.00	430	5.47	17.52	32.85	35.04	1.48	1.52	2.24	2.18	2.30
4	9.40	10.00	40.00	398	5.07	22.59	30.40	33.88	1.60	1.48	2.38	2.57	2.20
5	9.50	10.00	50.00	351	4.47	27.06	26.81	32.47	1.70	1.43	2.43	2.89	2.04
6	10.00	10.00	60.00	320	4.07	31.13	24.45	31.13	1.78	1.39	2.47	3.16	1.93
7	10.10	10.00	70.00	304	3.87	35.00	23.22	30.00	1.85	1.37	2.52	3.40	1.87
8	10.20	10.00	80.00	265	3.37	38.38	20.24	28.78	1.90	1.31	2.49	3.62	1.71
9	10.30	10.00	90.00	234	2.98	41.35	17.88	27.57	1.95	1.25	2.45	3.82	1.57
10	10.40	10.00	100.00	233	2.97	44.32	17.80	26.59	2.00	1.25	2.50	4.00	1.56
11	10.50	10.00	110.00	202	2.57	46.89	15.43	25.58	2.04	1.19	2.43	4.17	1.41
12	11.00	10.00	120.00	179	2.28	49.17	13.67	24.59	2.08	1.14	2.36	4.32	1.29
13	11.10	10.00	130.00	147	1.87	51.04	11.23	23.56	2.11	1.05	2.22	4.47	1.10
14	11.20	10.00	140.00	116	1.48	52.52	8.86	22.51	2.15	0.95	2.03	4.61	0.90
15	11.30	10.00	150.00	92	1.17	53.69	7.03	21.48	2.18	0.85	1.84	4.74	0.72
16	11.40	10.00	160.00	61	0.78	54.47	4.66	20.43	2.20	0.67	1.47	4.86	0.45
17	11.50	10.00	170.00	45	0.57	55.04	3.44	19.43	2.23	0.54	1.20	4.97	0.29
18	12.00	10.00	180.00	30	0.38	55.42	2.29	18.47	2.26	0.36	0.81	5.09	0.13
19	12.10	10.00	190.00	29	0.37	55.79	2.22	17.62	2.28	0.35	0.79	5.19	0.12
20	12.20	10.00	200.00	29	0.37	56.16	2.22	16.85	2.30	0.35	0.79	5.29	0.12
21	12.30	10.00	210.00	29	0.37	56.53	2.22	16.15	2.32	0.35	0.80	5.39	0.12
22	12.40	10.00	220.00	29	0.37	56.90	2.22	15.52	2.34	0.35	0.81	5.49	0.12
SUMA									43.05	22.22	40.61	86.92	26.79
PROMEDIO									1.96	1.01			

$b = -1.0754619$	-1.07546
$y = 3.1146$	$I = 1302.0429 \text{ (T)}$
$a = 1302.0429$	-0.07546
$r^2 = 0.71362254$	$I_{acum.} = -17254.288 \text{ (T)}$
	$T = 645.277193 \text{ min.}$
	$I = 1.23836861 \text{ cm/hr}$

INFILTRACION DEL SUELO $I = 12.38 \text{ mm/hr}$

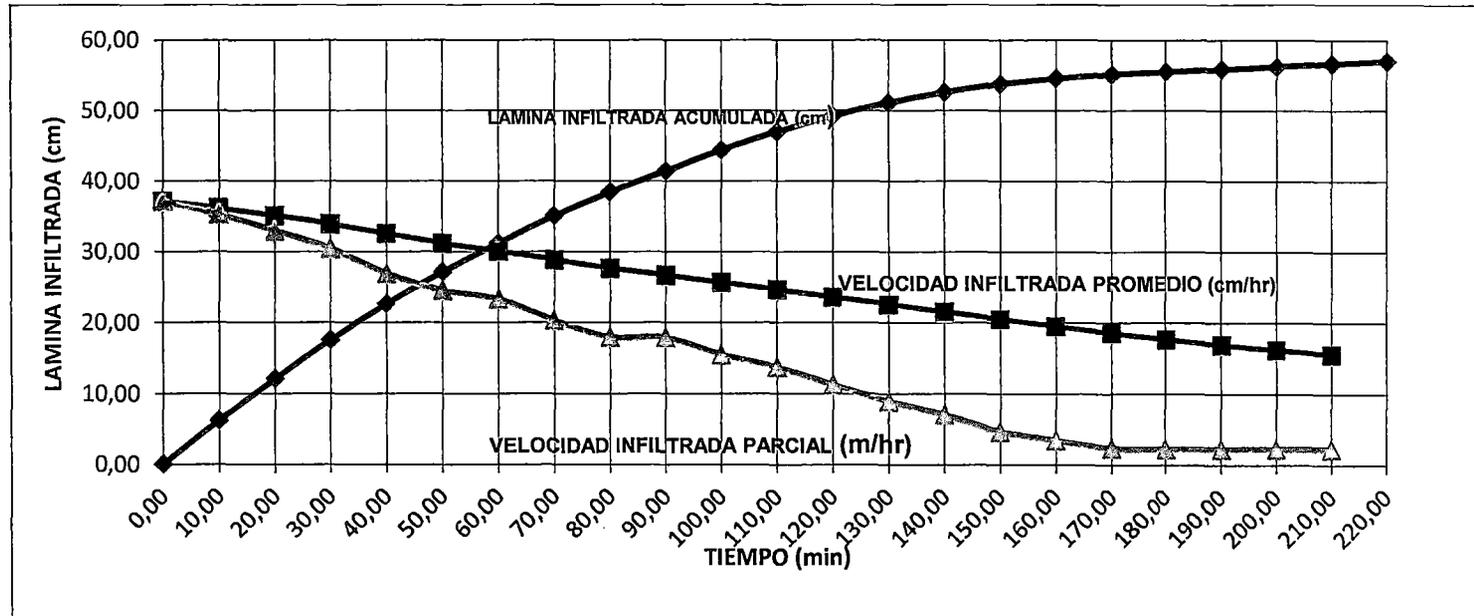


Figura N° 4: Variación de lámina y velocidad de infiltración en función del tiempo.

Cuadro N° 42: Cálculo de infiltración básica

REGION: Cusco PROVINCIA: La Convención DISTRITO: Santa Ana LOCALIDAD: Sambaray Centro										MUESTRA: 1 METODO: Cilindros Infiltrómetro TEXTURA: FECHA: 11/07/2014				
Nº	HORA	TIEMPO (min)		VOL. INFILT. (ml)	LAMINA INFILTRADA (cm)		VEL. INFILTRACION (cm/hr)		Log T X	Log izp Y	XY	X ²	Y ²	
		Parcial	Acum. (m)		Parcial	Acumulado	Parcial (ip)	Promedio						
0	9.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1	9.10	10.00	10.00	498	6.34	6.34	38.04	38.04	1.00	1.58	1.58	1.00	2.50	
2	9.20	10.00	20.00	474	6.04	12.38	36.21	37.13	1.30	1.56	2.03	1.69	2.43	
3	9.30	10.00	30.00	388	4.94	17.32	29.64	34.63	1.48	1.47	2.17	2.18	2.17	
4	9.40	10.00	40.00	466	5.93	23.25	35.60	34.87	1.60	1.55	2.49	2.57	2.41	
5	9.50	10.00	50.00	348	4.43	27.68	26.59	33.22	1.70	1.42	2.42	2.89	2.03	
6	10.00	10.00	60.00	317	4.04	31.72	24.22	31.72	1.78	1.38	2.46	3.16	1.92	
7	10.10	10.00	70.00	301	3.83	35.55	22.99	30.47	1.85	1.36	2.51	3.40	1.85	
8	10.20	10.00	80.00	262	3.34	38.88	20.02	29.16	1.90	1.30	2.48	3.62	1.69	
9	10.30	10.00	90.00	231	2.94	41.83	17.65	27.88	1.95	1.25	2.44	3.82	1.55	
10	10.40	10.00	100.00	231	2.94	44.77	17.65	26.86	2.00	1.25	2.49	4.00	1.55	
11	10.50	10.00	110.00	199	2.53	47.30	15.20	25.80	2.04	1.18	2.41	4.17	1.40	
12	11.00	10.00	120.00	176	2.24	49.54	13.45	24.77	2.08	1.13	2.35	4.32	1.27	
13	11.10	10.00	130.00	144	1.83	51.38	11.00	23.71	2.11	1.04	2.20	4.47	1.08	
14	11.20	10.00	140.00	121	1.54	52.92	9.24	22.68	2.15	0.97	2.07	4.61	0.93	
15	11.30	10.00	150.00	89	1.13	54.05	6.80	21.62	2.18	0.83	1.81	4.74	0.69	
16	11.40	10.00	160.00	66	0.84	54.89	5.04	20.58	2.20	0.70	1.55	4.86	0.49	
17	11.50	10.00	170.00	42	0.53	55.42	3.21	19.56	2.23	0.51	1.13	4.97	0.26	
18	12.00	10.00	180.00	34	0.43	55.86	2.60	18.62	2.26	0.41	0.93	5.09	0.17	
19	12.10	10.00	190.00	26	0.33	56.19	1.99	17.74	2.28	0.30	0.68	5.19	0.09	
20	12.20	10.00	200.00	26	0.33	56.52	1.99	16.96	2.30	0.30	0.69	5.29	0.09	
21	12.30	10.00	210.00	26	0.33	56.85	1.99	16.24	2.32	0.30	0.69	5.39	0.09	
22	12.40	10.00	220.00	26	0.33	57.18	1.99	15.59	2.34	0.30	0.70	5.49	0.09	
SUMA									43.05	22.09	40.28	86.92	26.76	
PROMEDIO									1.96	1.00				

b = -1.10264196	I = 1451.94965 (T)	-1.10264
y = 3.1620		-0.10264
a = 1451.949654	Iacum.= -14145.7706 (T)	
r2 = 0.711804547	T = 661.585178 min.	
	I = 1.12682204 cm/hr	

INFILTRACION DEL SUELO I = 11.27 mm/hr

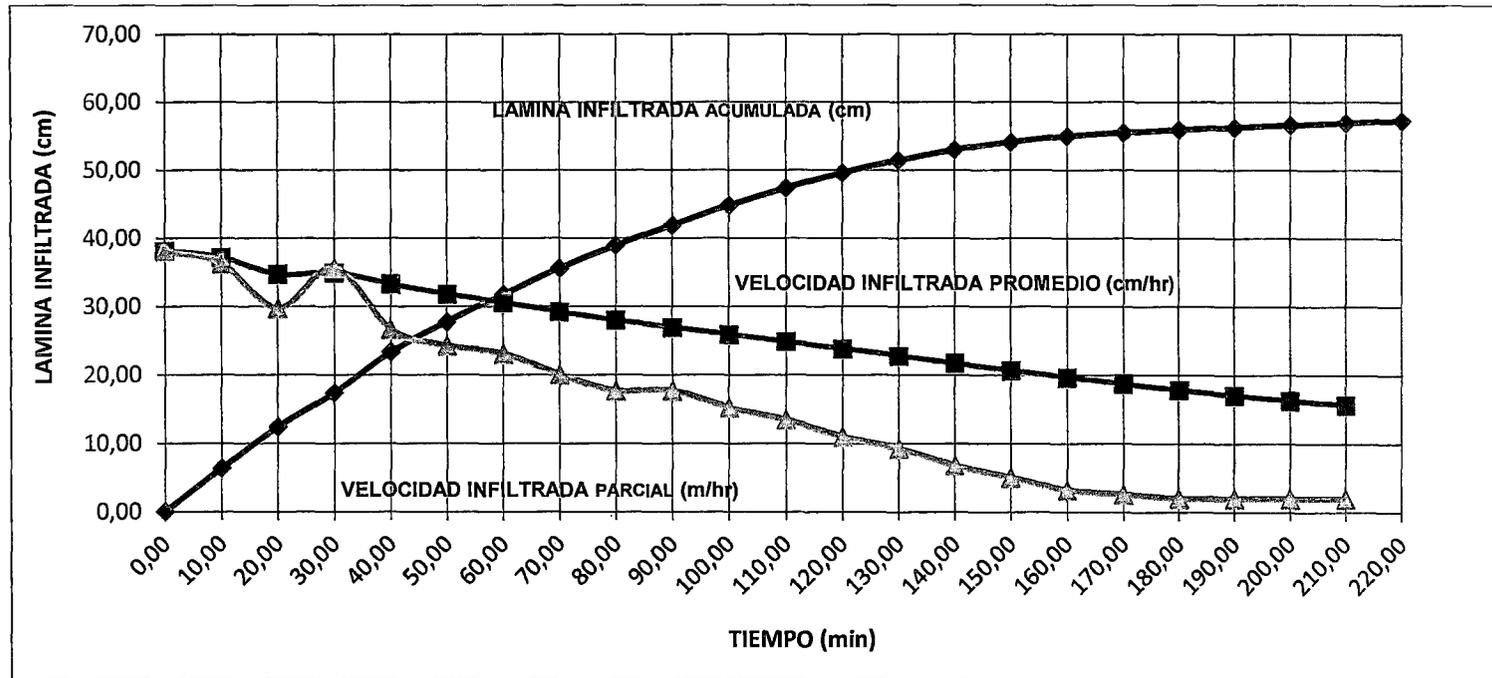


Figura N° 5: Variación de lámina y velocidad de infiltración en función del tiempo.

Cuadro N° 43: Cálculo de infiltración básica

REGION : Cusco					MUESTRA : 3								
PROVINCIA : La Convención					METODO : Cilindros Infiltrómetro								
DISTRITO : Santa Ana					TEXTURA :								
LOCALIDAD : Isiluyoc					FECHA : 13/07/2014								
N°	HORA	TIEMPO (min)		VOL. INFILT. (ml)	LAMINA INFILTRADA (cm)		VEL. INFILTRACION (cm/hr)		Log t	Log lp	XY	X²	Y²
		Parcial	Acum. (T)		Parcial	Acumulado	Parcial (lp)	Promedio	X	Y			
0	9.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	9.10	10.00	10.00	460	5.86	5.86	35.14	35.14	1.00	1.55	1.55	1.00	2.39
2	9.20	10.00	20.00	420	5.35	11.20	32.09	33.61	1.30	1.51	1.96	1.69	2.27
3	9.30	10.00	30.00	390	4.97	16.17	29.79	32.34	1.48	1.47	2.18	2.18	2.17
4	9.40	10.00	40.00	380	4.84	21.01	29.03	31.51	1.60	1.46	2.34	2.57	2.14
5	9.50	10.00	50.00	350	4.46	25.46	26.74	30.56	1.70	1.43	2.42	2.89	2.04
6	10.00	10.00	60.00	320	4.07	29.54	24.45	29.54	1.78	1.39	2.47	3.16	1.93
7	10.10	10.00	70.00	280	3.57	33.10	21.39	28.37	1.85	1.33	2.45	3.40	1.77
8	10.20	10.00	80.00	270	3.44	36.54	20.63	27.41	1.90	1.31	2.50	3.62	1.73
9	10.30	10.00	90.00	240	3.06	39.60	18.33	26.40	1.95	1.26	2.47	3.82	1.60
10	10.40	10.00	100.00	200	2.55	42.14	15.28	25.29	2.00	1.18	2.37	4.00	1.40
11	10.50	10.00	110.00	170	2.16	44.31	12.99	24.17	2.04	1.11	2.27	4.17	1.24
12	11.00	10.00	120.00	150	1.91	46.22	11.46	23.11	2.08	1.06	2.20	4.32	1.12
13	11.10	10.00	130.00	130	1.66	47.87	9.93	22.10	2.11	1.00	2.11	4.47	0.99
14	11.20	10.00	140.00	90	1.15	49.02	6.88	21.01	2.15	0.84	1.80	4.61	0.70
15	11.30	10.00	150.00	70	0.89	49.91	5.35	19.96	2.18	0.73	1.58	4.74	0.53
16	11.40	10.00	160.00	50	0.64	50.55	3.82	18.96	2.20	0.58	1.28	4.86	0.34
17	11.50	10.00	170.00	40	0.51	51.06	3.06	18.02	2.23	0.49	1.08	4.97	0.24
18	12.00	10.00	180.00	30	0.38	51.44	2.29	17.15	2.26	0.36	0.81	5.09	0.13
19	12.10	10.00	190.00	30	0.38	51.82	2.29	16.36	2.28	0.36	0.82	5.19	0.13
20	12.20	10.00	200.00	30	0.38	52.20	2.29	15.66	2.30	0.36	0.83	5.29	0.13
21	12.30	10.00	210.00	30	0.38	52.58	2.29	15.02	2.32	0.36	0.84	5.39	0.13
22	12.40	10.00	220.00	30	0.38	52.97	2.29	14.45	2.34	0.36	0.84	5.49	0.13
SUMA									43.05	21.50	39.18	86.92	25.24
PROMEDIO									1.96	0.98			

b = -1.07863539	-1.07864
y = 3.0880	I = 1224.5784 (T)
a = 1224.5784	-0.07864
r2 = 0.736475307	Iacum. = -15572.87 (T)
	T = 647.18124 min.
	I = 1.1374035 cm/hr

INFILTRACION DEL SUELO I = 11.37 mm/hr

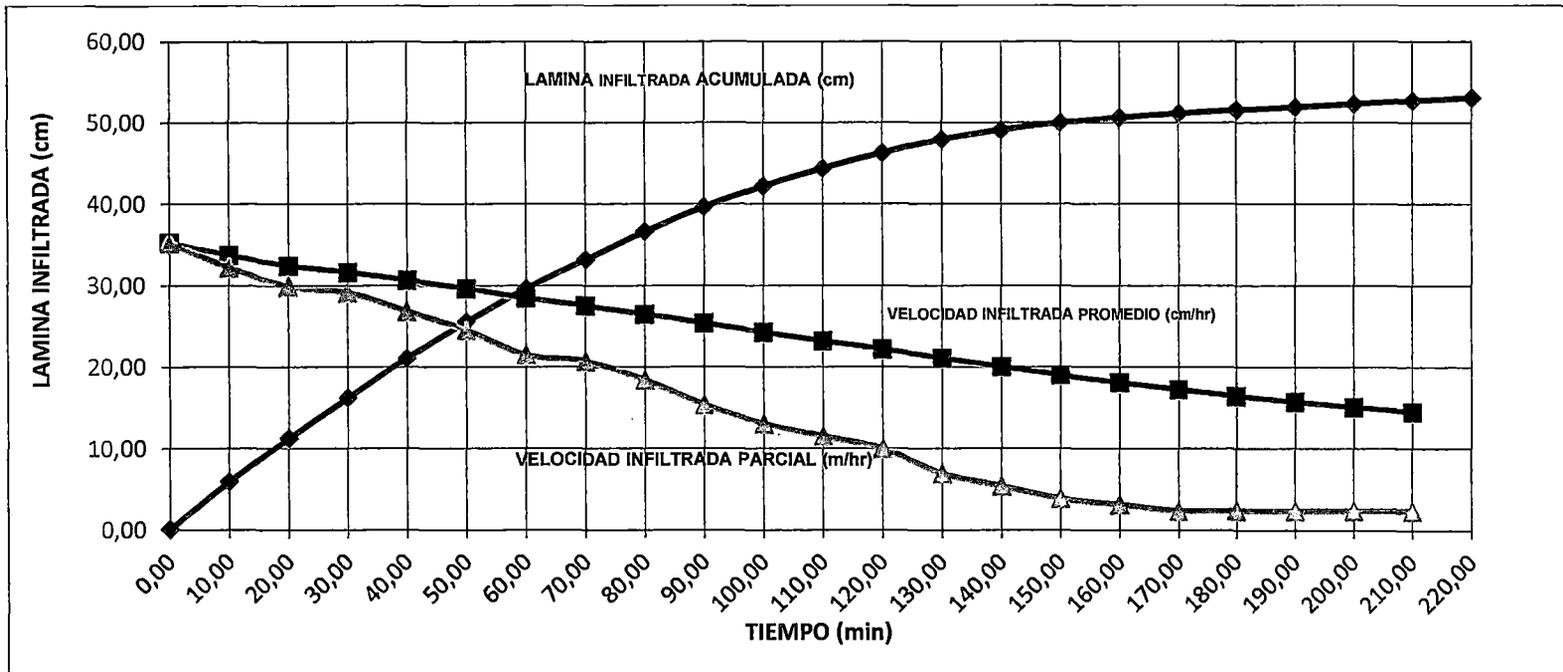


Figura Nº 6: Variación de lámina y velocidad de infiltración en función del tiempo.

Cuadro N° 44: Cálculo de infiltración básica

REGION: Cusco PROVINCIA: La Convención DISTRITO: Santa Ana LOCALIDAD: Margaritayoc													MUESTRA: 4 METODO: Cilindros Infiltrómetro TEXTURA: FECHA: 14/07/2014	
N°	HORA	TIEMPO (min)		VOL. INFILT. (ml)	LAMINA INELTRADA (cm)		VEL. INFILTRACION (cm/hr)		Log T X	Log Ip Y	XY	X ²	Y ²	
		Parcial	Acum. (h)		Parcial	Acumulado	Parcial (Ip)	Promedio						
0	9.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1	9.10	10.00	10.00	470	5.98	5.98	35.91	35.91	1.00	1.56	1.56	1.00	2.42	
2	9.20	10.00	20.00	430	5.47	11.46	32.85	34.38	1.30	1.52	1.97	1.69	2.30	
3	9.30	10.00	30.00	380	4.84	16.30	29.03	32.59	1.48	1.46	2.16	2.18	2.14	
4	9.40	10.00	40.00	310	3.95	20.24	23.68	30.37	1.60	1.37	2.20	2.57	1.89	
5	9.50	10.00	50.00	300	3.82	24.06	22.92	28.88	1.70	1.36	2.31	2.89	1.85	
6	10.00	10.00	60.00	260	3.31	27.37	19.86	27.37	1.78	1.30	2.31	3.16	1.68	
7	10.10	10.00	70.00	255	3.25	30.62	19.48	26.25	1.85	1.29	2.38	3.40	1.66	
8	10.20	10.00	80.00	230	2.93	33.55	17.57	25.16	1.90	1.24	2.37	3.62	1.55	
9	10.30	10.00	90.00	200	2.55	36.10	15.28	24.06	1.95	1.18	2.31	3.82	1.40	
10	10.40	10.00	100.00	180	2.29	38.39	13.75	23.03	2.00	1.14	2.28	4.00	1.30	
11	10.50	10.00	110.00	160	2.04	40.43	12.22	22.05	2.04	1.09	2.22	4.17	1.18	
12	11.00	10.00	120.00	130	1.66	42.08	9.93	21.04	2.08	1.00	2.07	4.32	0.99	
13	11.10	10.00	130.00	110	1.40	43.48	8.40	20.07	2.11	0.92	1.95	4.47	0.85	
14	11.20	10.00	140.00	90	1.15	44.63	6.88	19.13	2.15	0.84	1.80	4.61	0.70	
15	11.30	10.00	150.00	75	0.95	45.58	5.73	18.23	2.18	0.76	1.65	4.74	0.57	
16	11.40	10.00	160.00	60	0.76	46.35	4.58	17.38	2.20	0.66	1.46	4.86	0.44	
17	11.50	10.00	170.00	35	0.45	46.79	2.67	16.51	2.23	0.43	0.95	4.97	0.18	
18	12.00	10.00	180.00	35	0.45	47.24	2.67	15.75	2.26	0.43	0.96	5.09	0.18	
19	12.10	10.00	190.00	24	0.31	47.54	1.83	15.01	2.28	0.26	0.60	5.19	0.07	
20	12.20	10.00	200.00	24	0.31	47.85	1.83	14.35	2.30	0.26	0.61	5.29	0.07	
21	12.30	10.00	210.00	24	0.31	48.15	1.83	13.76	2.32	0.26	0.61	5.39	0.07	
22	12.40	10.00	220.00	24	0.31	48.46	1.83	13.22	2.34	0.26	0.62	5.49	0.07	
SUMA									43.05	20.60	37.35	86.92	23.58	
PROMEDIO									1.96	0.94				

		-1.10375
b = 1.103753308		I = 1247.6476 (T)
y = 3.0961		-0.10375
a = 1247.647606		Iacum. = -12025.14 (T)
r2 = 0.759287896		T = 662.25198 min.
		I = 0.9602364 cm/hr

INFILTRACION DEL SUELO I = 9.60 mm/hr

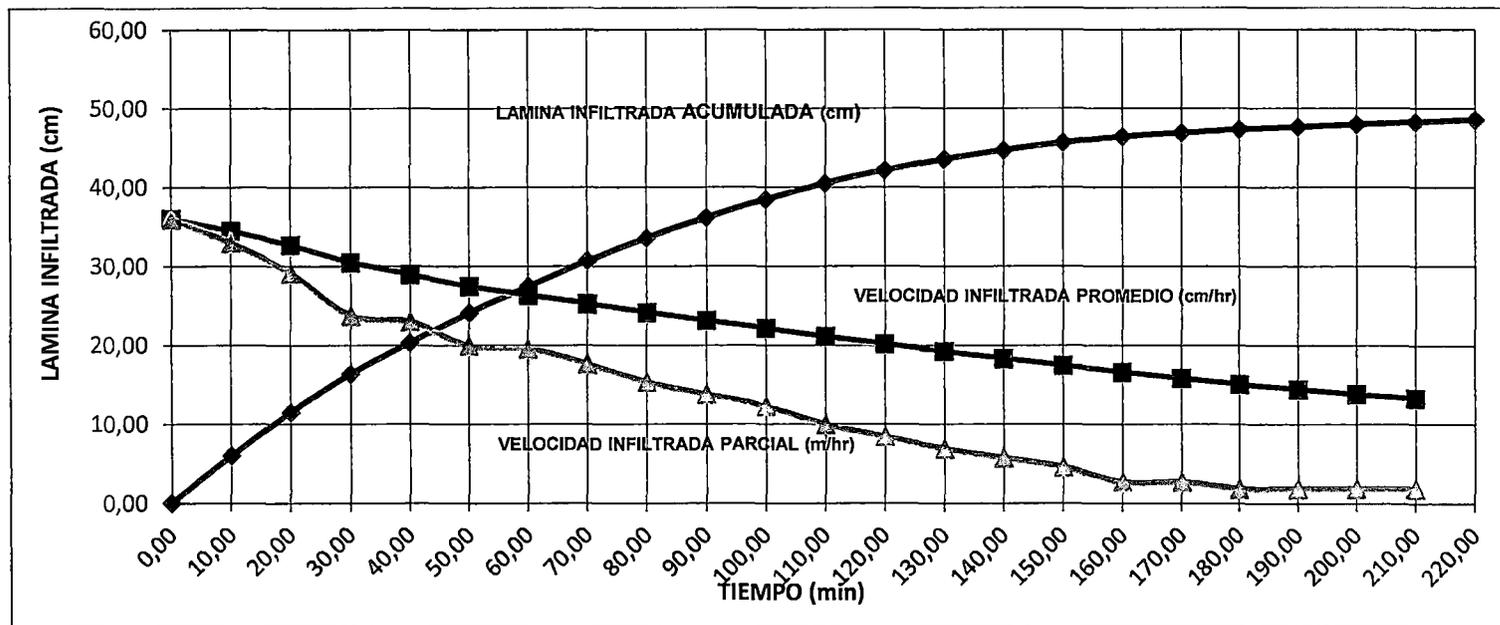


Figura N° 7: Variación de lámina y velocidad de infiltración en función del tiempo.

Datos generales para la prueba de uniformidad de riego en el sector de Sambaray Alto.

Prueba N° 1

Fecha: 25-06-2014

- Ubicación: Sambaray Alto.
- Ubicación coordenadas UTM: 8580181 N - 746751 E
- Altitud: 1775 m.s.n.m.
- Parcela de propiedad: Javier, Oviedo Huallpa.
- Cultivo: Piña
- Pendiente: 15%
- Área regada: 360m²
- Inicio: 10:15 a.m.
- Final: 11:15 a.m.
- Tiempo de duración: 60 Minutos

Datos del Aspersor.

- Diámetro de boquilla: 4.4 mm 2.4mm.
- Diámetro de humedecimiento: 15 m.
- Modelo: VYR-35 Giro Completo.
- Altura de elevador: 1.80 m.
- Presión Estática (Hidrante): 3.2 Bares.
- Presión del aspersor: 2.5 Bares.
- Caudal en Hidrante: 1.19 L/seg.
- Caudal del aspersor: 0.72 L/seg.

Datos climáticos.

- Velocidad del viento (m/s): 5.05m/seg.
- Humedad relativa: 74 %
- Temperatura: 19.62°C

Datos del sistema de riego.

- Espaciamiento entre pluviómetros: 2.00 m.
- Cantidad de Pluviómetros: 49.
- Tipo de conexión: Manguera Polietileno 3/4`.
- Longitud de la Línea: 50m.

Cuadro N° 45: Evaluación de lámina aplicada sector Sambaray Alto.

EVALUACIÓN DE UNIFORMIDAD			
Nº	ALTURA DE LLUVIA (mm)	M	XI-M
1	15	38.53	23.53
2	30	38.53	8.53
3	35	38.53	3.53
4	35	38.53	3.53
5	30	38.53	8.53
6	20	38.53	18.53
7	10	38.53	28.53
8	25	38.53	13.53
9	45	38.53	6.47
10	48	38.53	9.47
11	50	38.53	11.47
12	50	38.53	11.47
13	35	38.53	3.53
14	15	38.53	23.53
15	35	38.53	3.53
16	55	38.53	16.47
17	55	38.53	16.47
18	40	38.53	1.47
19	45	38.53	6.47
20	50	38.53	11.47
21	30	38.53	8.53
22	30	38.53	8.53
23	50	38.53	11.47
24	50	38.53	11.47
25	60	38.53	21.47
26	45	38.53	6.47
27	40	38.53	1.47
28	30	38.53	8.53
29	45	38.53	6.47
30	70	38.53	31.47
31	55	38.53	16.47
32	45	38.53	6.47
33	40	38.53	1.47
34	45	38.53	6.47
35	30	38.53	8.53

EVÁLUACION DE UNIFORMIDAD			
Nº	ALTURA DE LLUVIA (mm)	M	XI-M
36	30	38.53	8.53
37	55	38.53	16.47
38	60	38.53	21.47
39	50	38.53	11.47
40	40	38.53	1.47
41	35	38.53	3.53
42	20	38.53	18.53
43	15	38.53	23.53
44	30	38.53	8.53
45	40	38.53	1.47
46	40	38.53	1.47
47	25	38.53	13.53
48	25	38.53	13.53
49	35	38.53	3.53
SUMA	1888	S(Xi-M)	532.41
M		38.53	

Fuente: datos de campo, 2014

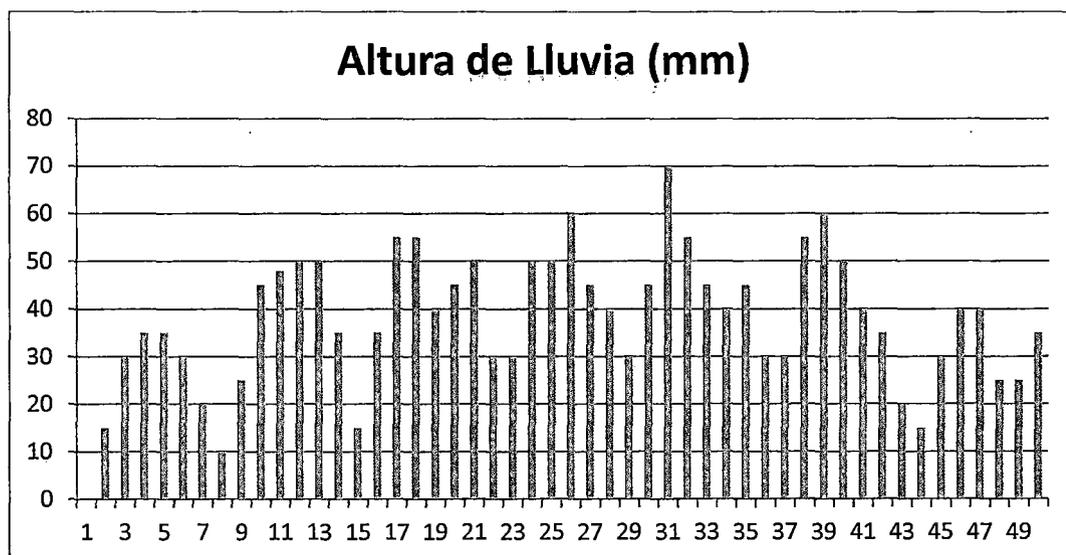


Figura Nº 8: Láminas captadas en cada pluviómetro sector Sambaray Alto

Determinación del coeficiente de uniformidad.

$$CU = \left(1 - \sum \frac{|X_i - X|}{X(n)} \right) \times 100$$

$$CU = \left[1 - \frac{532.41}{38.53 * 49} \right] \times 100$$

$$CU = 72\%$$

Cálculo de la eficiencia esperada en la Prueba.

Se calcula la eficiencia que se espera conseguir con el sistema de riego por aspersión mediante la ecuación:

$$Ef = \left\{ 1 - \left[\frac{100 - e}{100} \left(0.5 - \frac{CU}{200} \right) \right] \right\} \times 100$$

Dónde:

Ef = Eficiencia de aplicación.

e = Pérdida de evaporación en 9.0% se determina en el ábaco de pérdidas de evaporación de SCHWALEN Y FROST.

CU = Coeficiente de uniformidad de Christiansen (%)

$$Ef = \left\{ 1 - \left[\frac{100 - 6.8}{100} \left(0.5 - \frac{72}{200} \right) \right] \right\} \times 100$$

$$Ef = 83.27\%$$

Datos generales para la prueba de uniformidad en el sector de Sambaray Alto.

Prueba N° 2

Fecha: 25-06-2014

- Ubicación: Sambaray Alto.
- Ubicación coordenada UTM: 8580130 N - 746629 E
- Altitud: 1668 m.s.n.m.
- Parcela de propiedad: Segundina, Solano Armas
- Cultivo: Piña
- Pendiente: 20%
- Área regada: 460m²
- Inicio: 14:30 p.m.
- Final: 15:30 p.m.
- Tiempo de duración: 60 Minutos

Datos del Aspensor.

- Diámetro de boquilla: 4.8 mm 3.2mm.
- Radio de humedecimiento: 16 m.
- Modelo: VYR-70 Giro Completo.
- Altura de elevador: 1.80 m.
- Presión Estática (Hidrante): 6.4 Bares.
- Presión del aspensor: 5.2Bares.
- Caudal en Hidrante: 1.09 L/seg.
- Caudal del aspensor: 0.95 L/seg.

Datos climáticos.

- Velocidad del viento (m/s): 5.05m/seg.
- Humedad relativa: 74 %
- Temperatura: 19.62°C

Datos del sistema de riego.

- Espaciamiento entre pluviómetros: 3.00 m.
- Cantidad de Pluviómetros: 40.
- Tipo de conexión: Manguera Polietileno 3/4`.
- Longitud de la Línea: 25m.

Cuadro N° 47: Evaluación de lámina aplicada sector Sambaray Alto.

EVALUACION DE UNIFORMIDAD			
Nº	ALTURA DE LLUVIA (mm)	M	Xi-M
1	35	30.38	4.63
2	40	30.38	9.63
3	28	30.38	2.38
4	35	30.38	4.63
5	60	30.38	29.63
6	20	30.38	10.38
7	30	30.38	0.38
8	37	30.38	6.63
9	15	30.38	15.38
10	32	30.38	1.63
11	55	30.38	24.63
12	90	30.38	59.63
13	30	30.38	0.38
14	20	30.38	10.38
15	15	30.38	15.38
16	20	30.38	10.38
17	45	30.38	14.63
18	20	30.38	10.38
19	50	30.38	19.63
20	55	30.38	24.63
21	35	30.38	4.63
22	25	30.38	5.38
23	35	30.38	4.63
24	27	30.38	3.38
25	16	30.38	14.38
26	30	30.38	0.38
27	30	30.38	0.38
28	30	30.38	0.38
29	25	30.38	5.38
30	20	30.38	10.38
31	18	30.38	12.38
32	20	30.38	10.38
33	12	30.38	18.38
34	20	30.38	10.38
35	30	30.38	0.38
36	35	30.38	4.63
37	20	30.38	10.38
38	35	30.38	4.63

EVALUACION DE UNIFORMIDAD			
Nº	ALTURA DE LLUVIA	M	Xi-M
39	10	30.38	20.38
40	10	30.38	20.38
SUMA	1215	S(Xi-M)	436.75
M	30.375		

Fuente: base de datos, 2014.

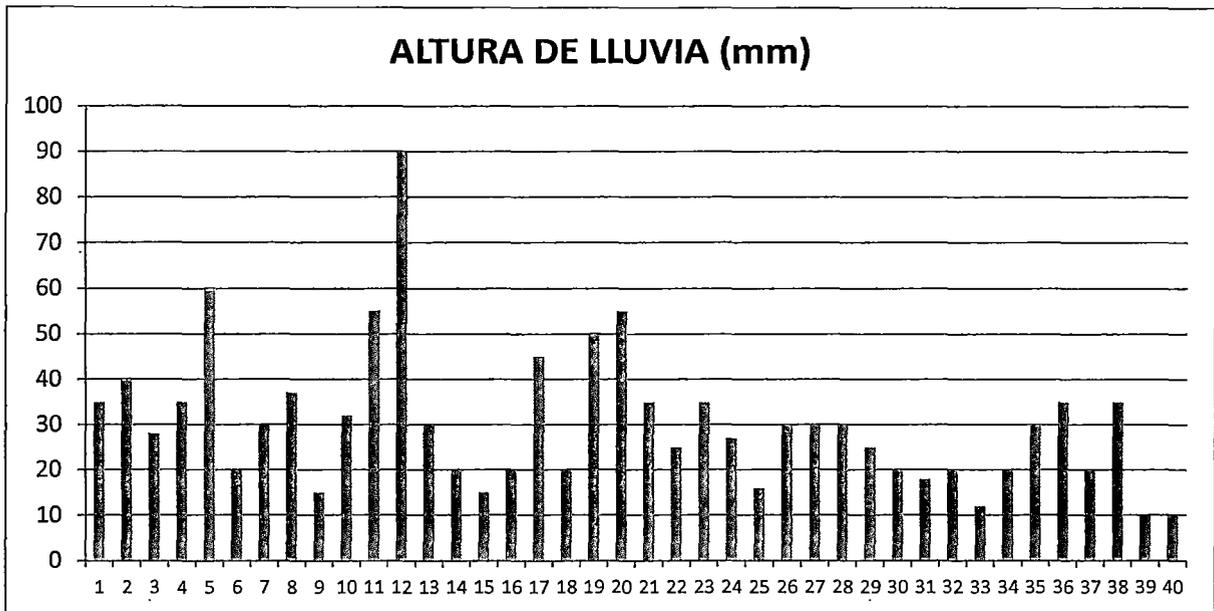
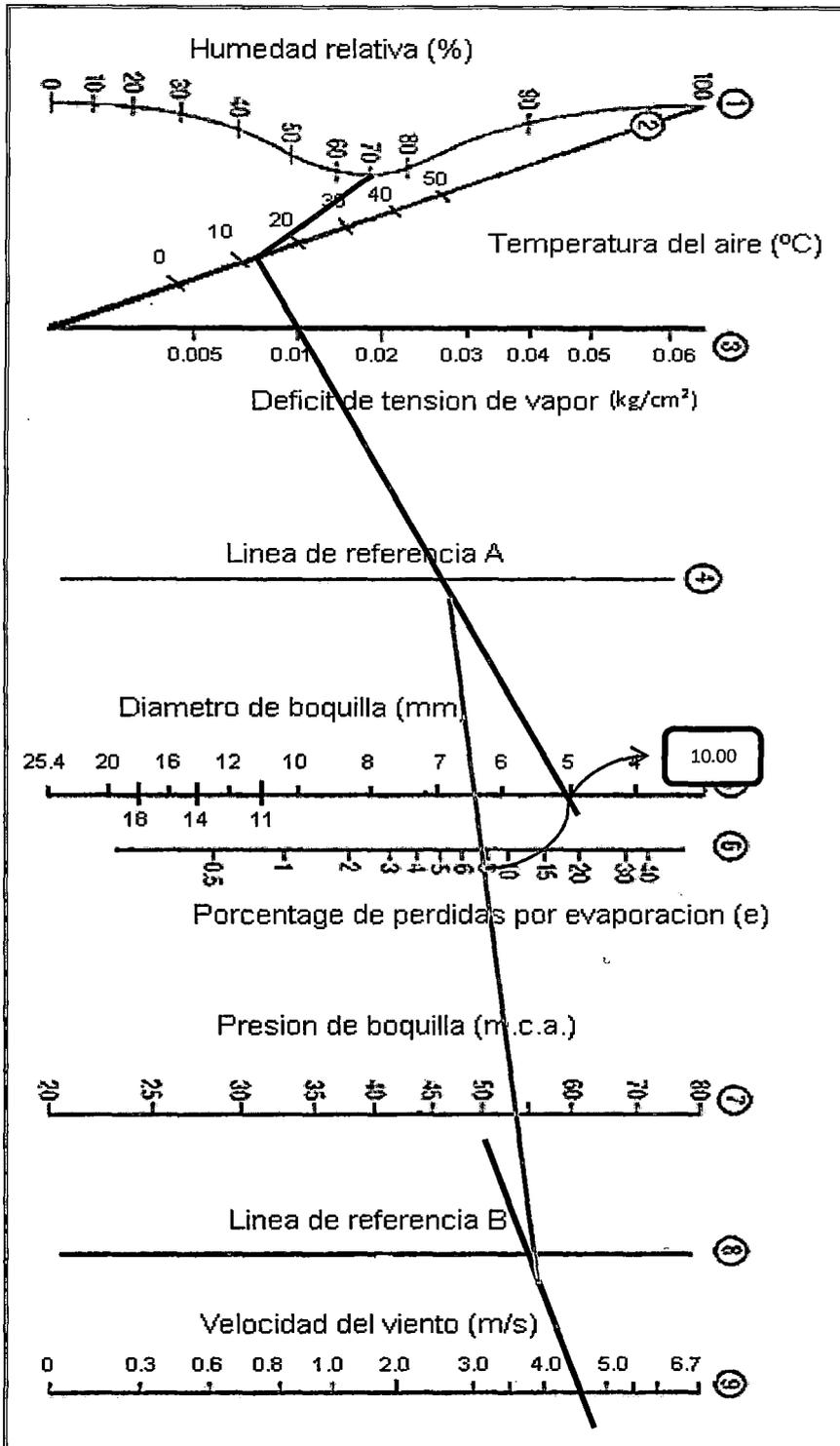


Figura N° 9: Láminas captadas en cada pluviómetro sector Sambaray Alto.

Cuadro N° 48: Abaco de SCHWALEM & FROST para estimar perdidas por evaporación en riego por aspersión.



Determinación del coeficiente de uniformidad.

$$CU = \left(1 - \sum \frac{|X_i - X|}{X(n)} \right) \times 100$$

$$CU = \left[1 - \frac{436.75}{30.38 * 40} \right] \times 100$$

$$CU = 64\%$$

Cálculo de la eficiencia esperada en la Prueba.

Se calcula la eficiencia que se espera conseguir con el sistema de riego por aspersión mediante la ecuación:

$$Ef = \left\{ 1 - \left[\frac{100 - e}{100} \left(0.5 - \frac{CU}{200} \right) \right] \right\} \times 100$$

Dónde:

Ef = Eficiencia de aplicación.

e = Pérdida de evaporación en 9.0% se determina en el ábaco de pérdidas de evaporación de SCHWALEN Y FROST.

CU = Coeficiente de uniformidad de Christiansen (%)

$$Ef = \left\{ 1 - \left[\frac{100 - 10}{100} \left(0.5 - \frac{64}{200} \right) \right] \right\} \times 100$$

$$Ef = 86.73\%$$

Datos generales para la prueba de uniformidad en el sector de Sambaray Centro.

Prueba N° 3

Fecha: 27-06-2014

- Ubicación: Sambaray Centro.
- Ubicación coordenadas UTM: 85797260 N - 745046 E
- Altitud: 1650 m.s.n.m.
- Parcela de propiedad: Manuel Limachi.
- Cultivo: Coca
- Pendiente: 18%
- Área regada: 520m²
- Inicio: 9:00 a.m.
- Final: 10:00 a.m.
- Tiempo de duración: 60 Minutos

Datos del Aspersor.

- Diámetro de boquilla: 6.35 mm 4.8mm.
- Radio de humedecimiento: 18 m.
- Modelo: VYR-70V Giro Completo.
- Altura de elevador: 1.80 m.
- Presión Estática (Hidrante): 6.4 Bares.
- Presión del aspersor: 5.2Bares.
- Caudal en Hidrante: 1.09 L/seg.
- Caudal del aspersor: 0.95 L/seg.

Datos climáticos.

- Velocidad del viento (m/s): 5.05 m/seg.
- Humedad relativa: 74 %
- Temperatura: 19.62°C

Datos del sistema de riego.

- Espaciamiento entre pluviómetros: 2.00 m.
- Cantidad de Pluviómetros: 64.
- Tipo de conexión: Manguera Polietileno 3/4`.
- Longitud de la Línea: 25m.

Cuadro N° 49: Evaluación de lámina aplicada sector Sambaray Centro.

EVALUACION DE UNIFORMIDAD			
Nº	ALTURA DE LLUVIA (mm)	M	XI-M
1	23	35.30	12.30
2	27	35.30	8.30
3	30	35.30	5.30
4	30	35.30	5.30
5	47	35.30	11.70
6	25	35.30	10.30
7	27	35.30	8.30
8	20	35.30	15.30
9	27	35.30	8.30
10	28	35.30	7.30
11	38	35.30	2.70
12	40	35.30	4.70
13	52	35.30	16.70
14	37	35.30	1.70
15	30	35.30	5.30
16	20	35.30	15.30
17	33	35.30	2.30
18	30	35.30	5.30
19	50	35.30	14.70
20	65	35.30	29.70
21	64	35.30	28.70
22	35	35.30	0.30
23	27	35.30	8.30
24	20	35.30	15.30
25	32	35.30	3.30
26	30	35.30	5.30
27	65	35.30	29.70
28	90	35.30	54.70
29	65	35.30	29.70
30	35	35.30	0.30
31	25	35.30	10.30
32	20	35.30	15.30
33	30	35.30	5.30
34	25	35.30	10.30
35	60	35.30	24.70
36	85	35.30	49.70
37	33	35.30	2.30
38	55	35.30	19.70

EVALUACION DE UNIFORMIDAD			
Nº	ALTURA DE LLUVIA (mm)	M	Xi-M
39	20	35.30	15.30
40	45	35.30	9.70
41	80	35.30	44.70
42	32	35.30	3.30
43	60	35.30	24.70
44	58	35.30	22.70
45	43	35.30	7.70
46	35	35.30	0.30
47	15	35.30	20.30
48	16	35.30	19.30
49	25	35.30	10.30
50	40	35.30	4.70
51	37	35.30	1.70
52	40	35.30	4.70
53	27	35.30	8.30
54	30	35.30	5.30
55	12	35.30	23.30
56	17	35.30	18.30
57	5	35.30	30.30
58	25	35.30	10.30
59	20	35.30	15.30
60	25	35.30	10.30
61	15	35.30	20.30
62	27	35.30	8.30
63	25	35.30	10.30
64	10	35.30	25.30
SUMA	2259	S(Xi-M)	878.94
M	35.30		

Fuente: base de datos de campo, 2014.

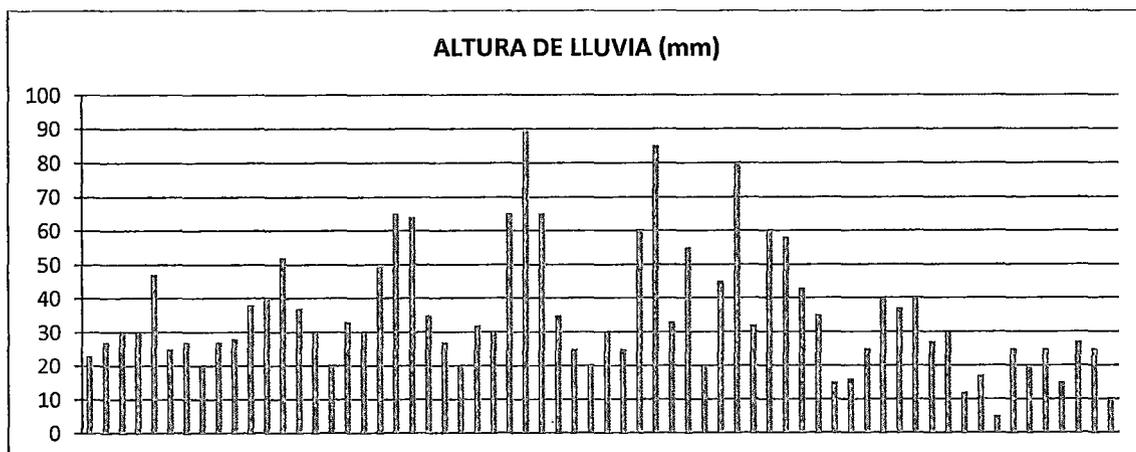
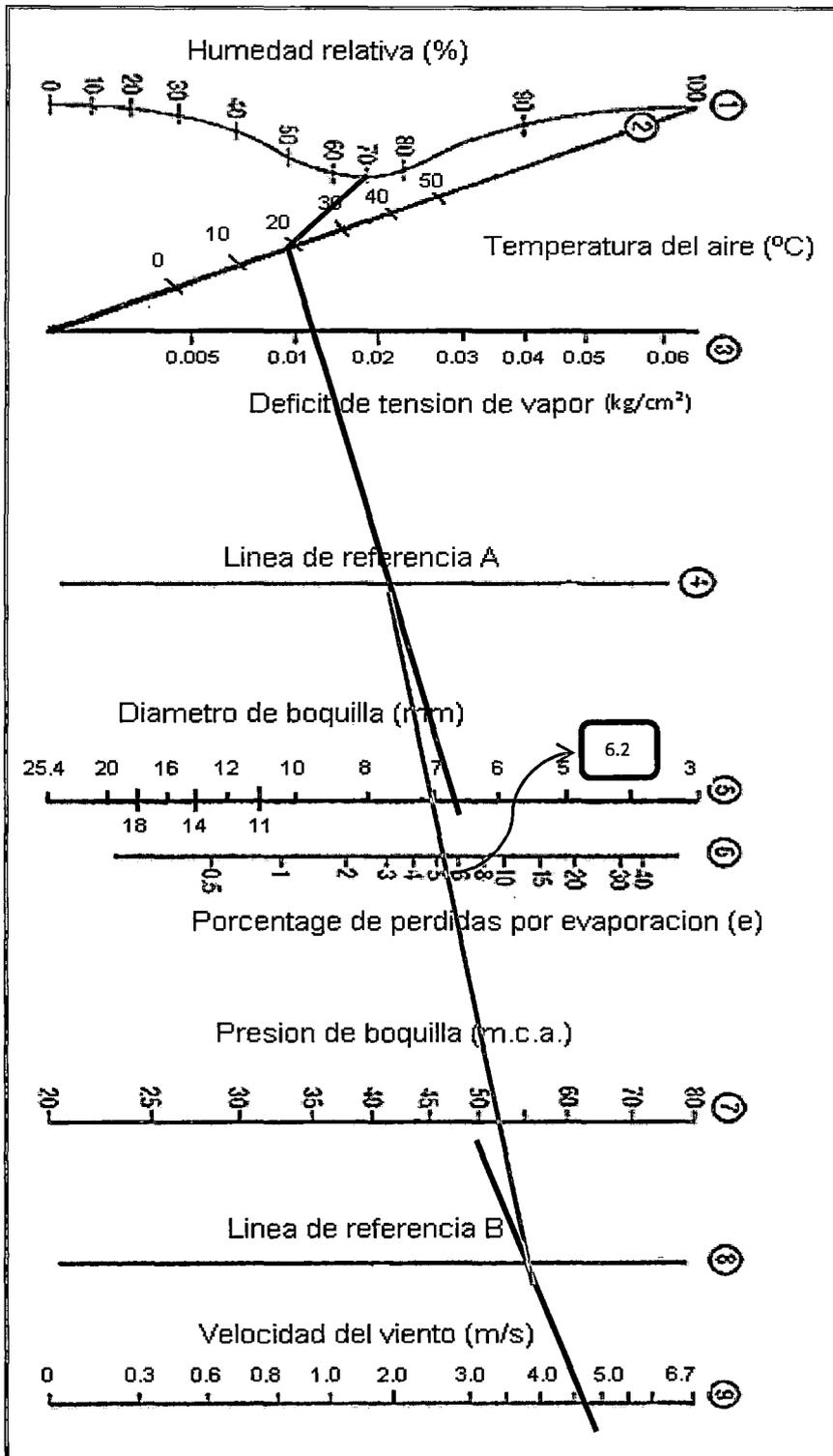


Figura Nº 10: Láminas captadas en cada pluviómetro sector Sambaray Centro

Cuadro N° 50: Abaco de SCHWALEM & FROST para estimar perdidas por evaporación en riego por aspersión.



Determinación del coeficiente de uniformidad.

$$CU = \left(1 - \sum \frac{|X_i - X|}{X(n)} \right) \times 100$$

$$CU = \left[1 - \frac{878.94}{35.30 * 64} \right] \times 100$$

$$CU = 61\%$$

Cálculo de la eficiencia esperada en la Prueba.

Se calcula la eficiencia que se espera conseguir con el sistema de riego por aspersión mediante la ecuación:

$$Ef = \left\{ 1 - \left[\frac{100 - e}{100} \left(0.5 - \frac{CU}{200} \right) \right] \right\} \times 100$$

Dónde:

Ef = Eficiencia de aplicación.

e = Pérdida de evaporación en 9.0% se determina en el ábaco de pérdidas de evaporación de SCHWALEN Y FROST.

CU = Coeficiente de uniformidad de Christiansen (%)

$$Ef = \left\{ 1 - \left[\frac{100 - 6.2}{100} \left(0.5 - \frac{61}{200} \right) \right] \right\} \times 100$$

$$Ef = 86.16\%$$

Datos generales para la prueba de uniformidad en el sector de Sambaray Centro.

Prueba N° 4

Fecha: 27-06-2014

- Ubicación: Sambaray Centro.
- Ubicación coordenadas UTM: 8579848 N - 745295 E
- Altitud: 1705 m.s.n.m.
- Parcela de propiedad: Simeona Pumahuillca.
- Cultivo: Plátano.
- Pendiente: 25%
- Área regada: 420m²
- Inicio: 13:10 p.m.
- Final: 14:10 p.m.
- Tiempo de duración: 60 Minutos

Datos del Aspersionador.

- Diámetro de boquilla: 4.8 mm 3.2mm.
- Radio de humedecimiento: 16 m.
- Modelo: VYR-35 Giro Completo.
- Altura de elevador: 1.80 m.
- Presión Estática (Hidrante): 4.2 Bares.
- Presión del aspersionador: 3.6Bares.
- Caudal en Hidrante: 1.07 L/seg.
- Caudal del aspersionador: 0.55 L/seg.

Datos climáticos.

- Velocidad del viento (m/s): 5.05m/seg.
- Humedad relativa: 74 %
- Temperatura: 19.62°C

Datos del sistema de riego.

- Espaciamiento entre pluviómetros: 3.00 m.
- Cantidad de Pluviómetros: 49.
- Tipo de conexión: Manguera Polietileno 3/4".
- Longitud de la Línea: 50m.

Cuadro N° 51: Evaluación de lámina aplicada sector Sambaray Centro.

EVALUACION DE UNIFORMIDAD			
Nº	ALTURA DE LLUVIA (mm)	M	XI-M
1	65	65.06	0.06
2	95	65.06	29.94
3	80	65.06	14.94
4	75	65.06	9.94
5	40	65.06	25.06
6	90	65.06	24.94
7	100	65.06	34.94
8	80	65.06	14.94
9	48	65.06	17.06
10	5	65.06	60.06
11	30	65.06	35.06
12	50	65.06	15.06
13	70	65.06	4.94
14	50	65.06	15.06
15	60	65.06	5.06
16	20	65.06	45.06
17	80	65.06	14.94
18	87	65.06	21.94
19	60	65.06	5.06
20	35	65.06	30.06
21	35	65.06	30.06
22	83	65.06	17.94
23	85	65.06	19.94
24	60	65.06	5.06
25	60	65.06	5.06
26	50	65.06	15.06
27	37	65.06	28.06
28	55	65.06	10.06
29	85	65.06	19.94
30	90	65.06	24.94
31	62	65.06	3.06
32	73	65.06	7.94
33	65	65.06	0.06
34	45	65.06	20.06
35	60	65.06	5.06
36	55	65.06	10.06
37	62	65.06	3.06
38	85	65.06	19.94
39	93	65.06	27.94

EVALUACIÓN DE UNIFORMIDAD			
Nº	ALTURA DE LLUVIA	M	Xi-M
40	55	65.06	10.06
41	40	65.06	25.06
42	87	65.06	21.94
43	90	65.06	24.94
44	95	65.06	29.94
45	78	65.06	12.94
46	58	65.06	7.06
47	55	65.06	10.06
48	70	65.06	4.94
49	100	65.06	34.94
SUMA	3188	S(Xi-M)	879.31
M	65.06		

Fuente: base de datos de campo, 2014.

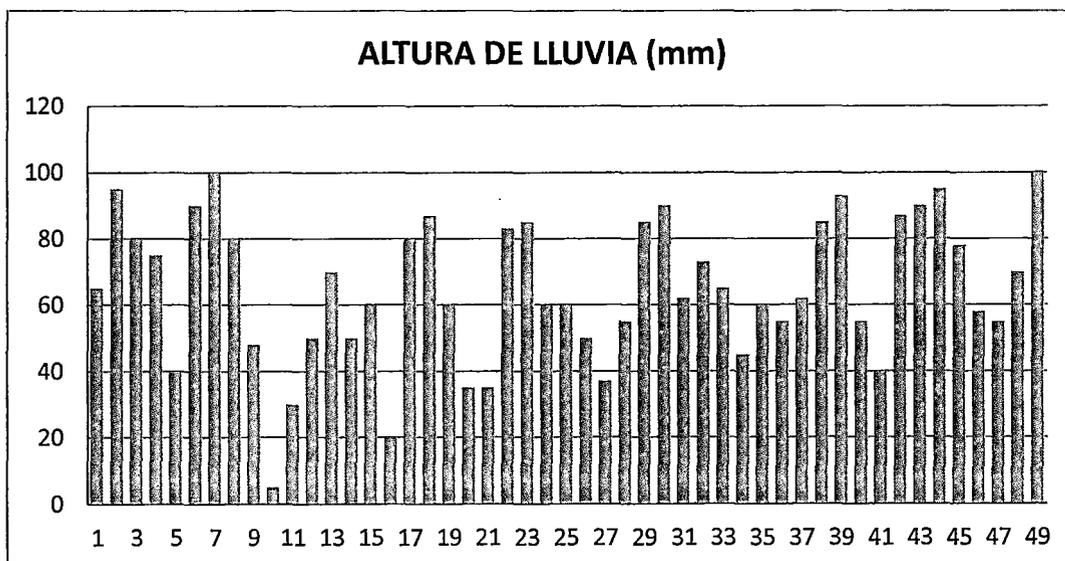
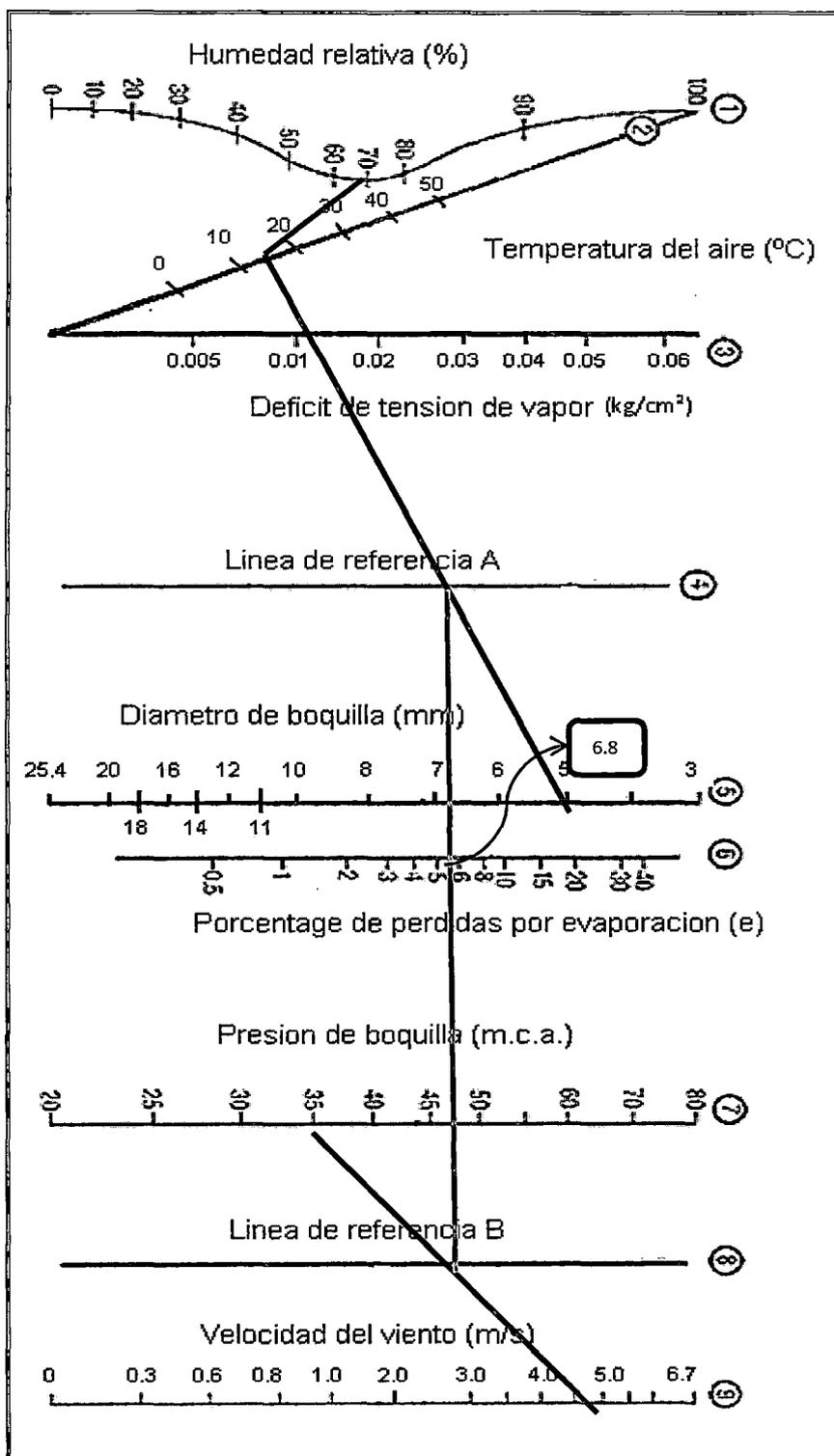


Figura N° 11: Láminas captadas en cada pluviómetro sector Sambaray Centro.

Cuadro N° 52: Abaco de SCHWALEM & FROST para estimar pérdidas por evaporación en riego por aspersión.



Determinación del coeficiente de uniformidad.

$$CU = \left(1 - \sum \frac{|X_i - X|}{X(n)} \right) \times 100$$

$$CU = \left[1 - \frac{879.31}{65.06 * 49} \right] \times 100$$

$$CU = 72\%$$

Cálculo de la eficiencia esperada en la Prueba.

Se calcula la eficiencia que se espera conseguir con el sistema de riego por aspersión mediante la ecuación:

$$Ef = \left\{ 1 - \left[\frac{100 - e}{100} \left(0.5 - \frac{CU}{200} \right) \right] \right\} \times 100$$

Dónde:

Ef = Eficiencia de aplicación.

e = Pérdida de evaporación en 9.0% se determina en el ábaco de pérdidas de evaporación de SCHWALEN Y FROST.

CU = Coeficiente de uniformidad de Christiansen (%)

$$Ef = \left\{ 1 - \left[\frac{100 - 6.8}{100} \left(0.5 - \frac{72}{200} \right) \right] \right\} \times 100$$

$$Ef = 86.25\%$$

Datos generales para la prueba de uniformidad en el sector de Isilluyoc.

Prueba N° 5

Fecha: 29-06-2014

- Ubicación: Isilluyoc.
- Ubicación coordenadas UTM: 8580571 N - 747930 E
- Altitud: 1620 m.s.n.m.
- Parcela de propiedad: Feliciano León.
- Cultivo: Café.
- Pendiente: 15%
- Área regada: 560m²
- Inicio: 8:40 a.m.
- Final: 9:40 a.m.
- Tiempo de duración: 60 Minutos

Datos del Aspersor.

- Diámetro de boquilla: 4.8 mm 3.2mm.
- Radio de humedecimiento: 18 m.
- Modelo: VYR-70 Giro Completo.
- Altura de elevador: 1.80 m.
- Presión Estática (Hidrante): 4.8 Bares.
- Presión del aspersor: 4.0 Bares.
- Caudal en Hidrante: 1.15 L/seg.
- Caudal del aspersor: 0.53 L/seg.

Datos climáticos.

- Velocidad del viento (m/s): 5.05m/seg.
- Humedad relativa: 74 %
- Temperatura: 19.62°C

Datos del sistema de riego.

- Espaciamiento entre pluviómetros: 3.00 m.
- Cantidad de Pluviómetros: 56.
- Tipo de conexión: Manguera Polietileno 3/4`.
- Longitud de la Línea: 40m.

Cuadro N° 53: Evaluación de lámina aplicada sector Isilluyoc.

EVALUACION DE UNIFORMIDAD			
Nº	ALTURA DE LLUVIA (mm)	M	XI-M
1	25	38.68	13.68
2	25	38.68	13.68
3	45	38.68	6.32
4	30	38.68	8.68
5	40	38.68	1.32
6	35	38.68	3.68
7	35	38.68	3.68
8	35	38.68	3.68
9	20	38.68	18.68
10	40	38.68	1.32
11	40	38.68	1.32
12	50	38.68	11.32
13	55	38.68	16.32
14	45	38.68	6.32
15	25	38.68	13.68
16	40	38.68	1.32
17	25	38.68	13.68
18	45	38.68	6.32
19	60	38.68	21.32
20	80	38.68	41.32
21	36	38.68	2.68
22	95	38.68	56.32
23	40	38.68	1.32
24	25	38.68	13.68
25	25	38.68	13.68
26	50	38.68	11.32
27	60	38.68	21.32
28	40	38.68	1.32
29	40	38.68	1.32
30	35	38.68	3.68
31	50	38.68	11.32
32	40	38.68	1.32
33	30	38.68	8.68
34	30	38.68	8.68
35	45	38.68	6.32
36	75	38.68	36.32
37	70	38.68	31.32
38	45	38.68	6.32

EVALUACION DE UNIFORMIDAD			
Nº	ALTURA DE LLUVIA (mm)	M	Xi-M
39	30	38.68	8.68
40	55	38.68	16.32
41	15	38.68	23.68
42	25	38.68	13.68
43	45	38.68	6.32
44	30	38.68	8.68
45	45	38.68	6.32
46	25	38.68	13.68
47	35	38.68	3.68
48	25	38.68	13.68
49	5	38.68	33.68
50	15	38.68	23.68
51	35	38.68	3.68
52	45	38.68	6.32
53	45	38.68	6.32
54	35	38.68	3.68
55	20	38.68	18.68
56	10	38.68	28.68
SUMA	2166	S(Xi-M)	684.00
M	38.68		

Fuente: base de datos de campo, 2014.

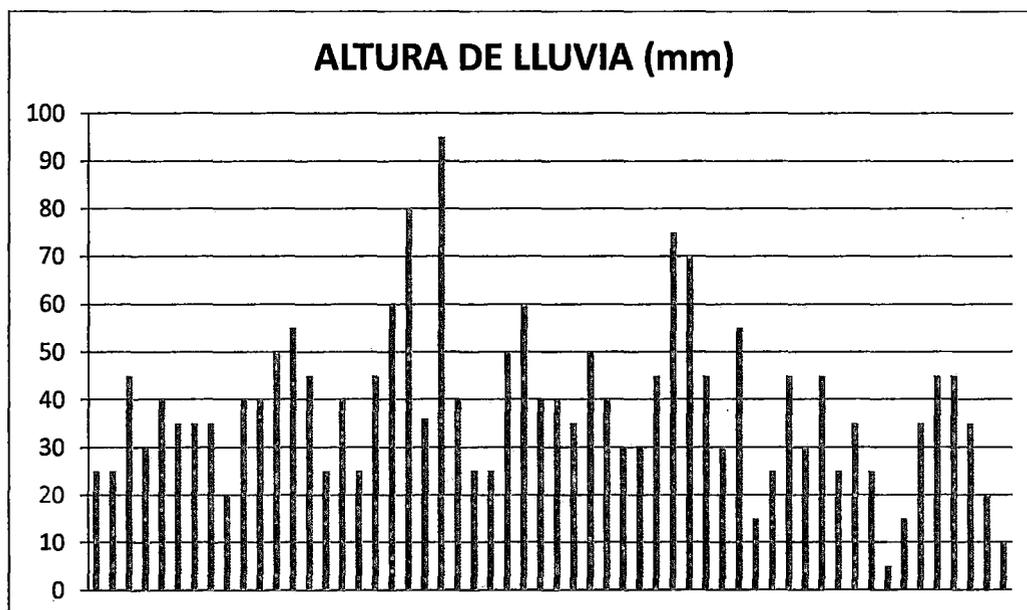
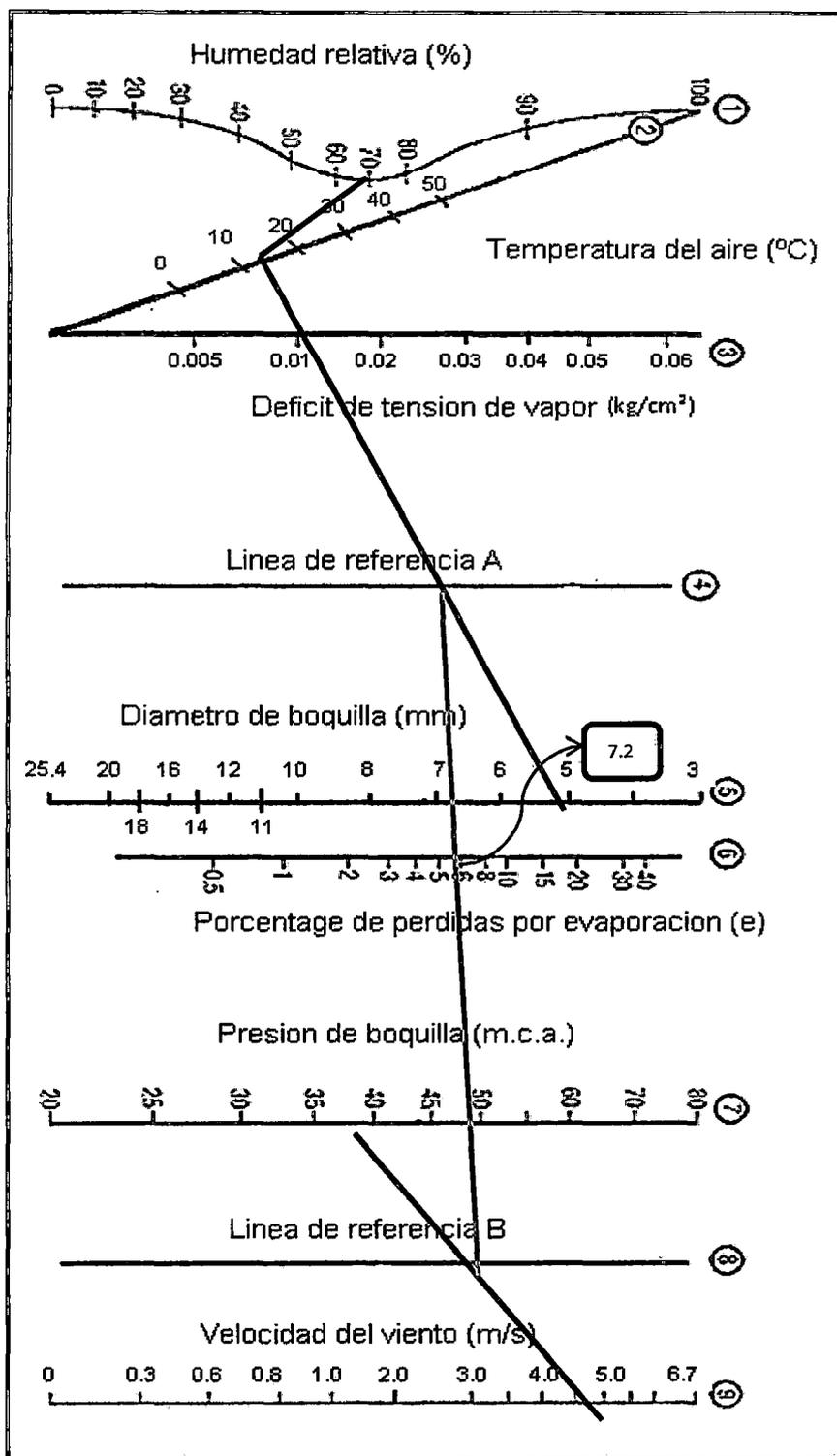


Figura N° 12: Láminas captadas en cada pluviómetro sector Isilluyoc.

Cuadro N° 54: Abaco de SCHWALEM & FROST para estimar pérdidas por evaporación en riego por aspersión.



Determinación del coeficiente de uniformidad.

$$CU = \left(1 - \sum \frac{|X_i - X|}{X(n)} \right) \times 100$$

$$CU = \left[1 - \frac{684.00}{38.68 * 56} \right] \times 100$$

$$CU = 68\%$$

Cálculo de la eficiencia esperada en la Prueba.

Se calcula la eficiencia que se espera conseguir con el sistema de riego por aspersión mediante la ecuación:

$$Ef = \left\{ 1 - \left[\frac{100 - e}{100} \left(0.5 - \frac{CU}{200} \right) \right] \right\} \times 100$$

Dónde:

Ef = Eficiencia de aplicación.

e = Pérdida de evaporación en 9.0% se determina en el ábaco de pérdidas de evaporación de SCHWALEN Y FROST.

CU = Coeficiente de uniformidad de Christiansen (%)

$$Ef = \left\{ 1 - \left[\frac{100 - 7.2}{100} \left(0.5 - \frac{68}{200} \right) \right] \right\} \times 100$$

$$Ef = 80.97\%$$

Datos generales para la prueba de uniformidad en el sector de Isilluyoc.

Prueba N° 6

Fecha: 29-06-2014

- Ubicación: Isilluyoc.
- Ubicaciones coordenadas UTM: 8580316 N - 747804 E
- Altitud: 1550 m.s.n.m.
- Parcela de propiedad: Rene Vivanco.
- Cultivo Yuca.
- Pendiente: 12%
- Área regada: 340m²
- Inicio: 11:25 a.m.
- Final: 12:20 p.m.
- Tiempo de duración 60 Minutos

Datos del Aspersor.

- Diámetro de boquilla: 4.4 mm 2.4mm.
- Radio de humedecimiento: 14 m.
- Modelo: VYR-35 Giro Completo.
- Altura de elevador: 1.80 m.
- Presión Estática (Hidrante): 3.8 Bares.
- Presión del aspersor: 3.4 Bares.
- Caudal en Hidrante: 0.91L/seg.
- Caudal del aspersor: 0.45 L/seg.

Datos climáticos.

- Velocidad del viento (m/s): 5.05m/s.
- Humedad relativa: 74 %
- Temperatura: 19.62°C

Datos del sistema de riego.

- Espaciamiento entre pluviómetros: 2.00 m.
- Cantidad de Pluviómetros: 28.
- Tipo de conexión: Manguera Polietileno 3/4`.
- Longitud de la Línea: 40m.

Cuadro N° 55: Evaluación de lámina aplicada sector Isilluyoc.

EVALUACION DE UNIFORMIDAD			
Nº	ALTURA DE LLUVIA (mm)	M	Xi-M
1	25	30.71	5.71
2	30	30.71	0.71
3	35	30.71	4.29
4	55	30.71	24.29
5	25	30.71	5.71
6	45	30.71	14.29
7	25	30.71	5.71
8	55	30.71	24.29
9	40	30.71	9.29
10	60	30.71	29.29
11	15	30.71	15.71
12	50	30.71	19.29
13	35	30.71	4.29
14	25	30.71	5.71
15	45	30.71	14.29
16	20	30.71	10.71
17	25	30.71	5.71
18	35	30.71	4.29
19	20	30.71	10.71
20	15	30.71	15.71
21	10	30.71	20.71
22	15	30.71	15.71
23	45	30.71	14.29
24	30	30.71	0.71
25	25	30.71	5.71
26	25	30.71	5.71
27	15	30.71	15.71
28	15	30.71	15.71
SUMA	860	S(Xi-M)	324.29
M	30.71		

Fuente: base de datos de campo, 2014.

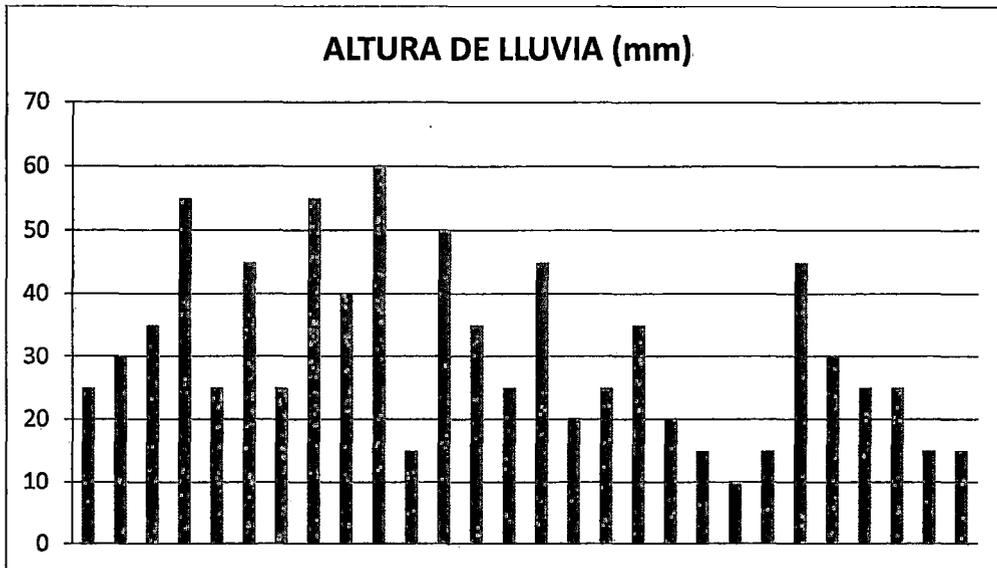
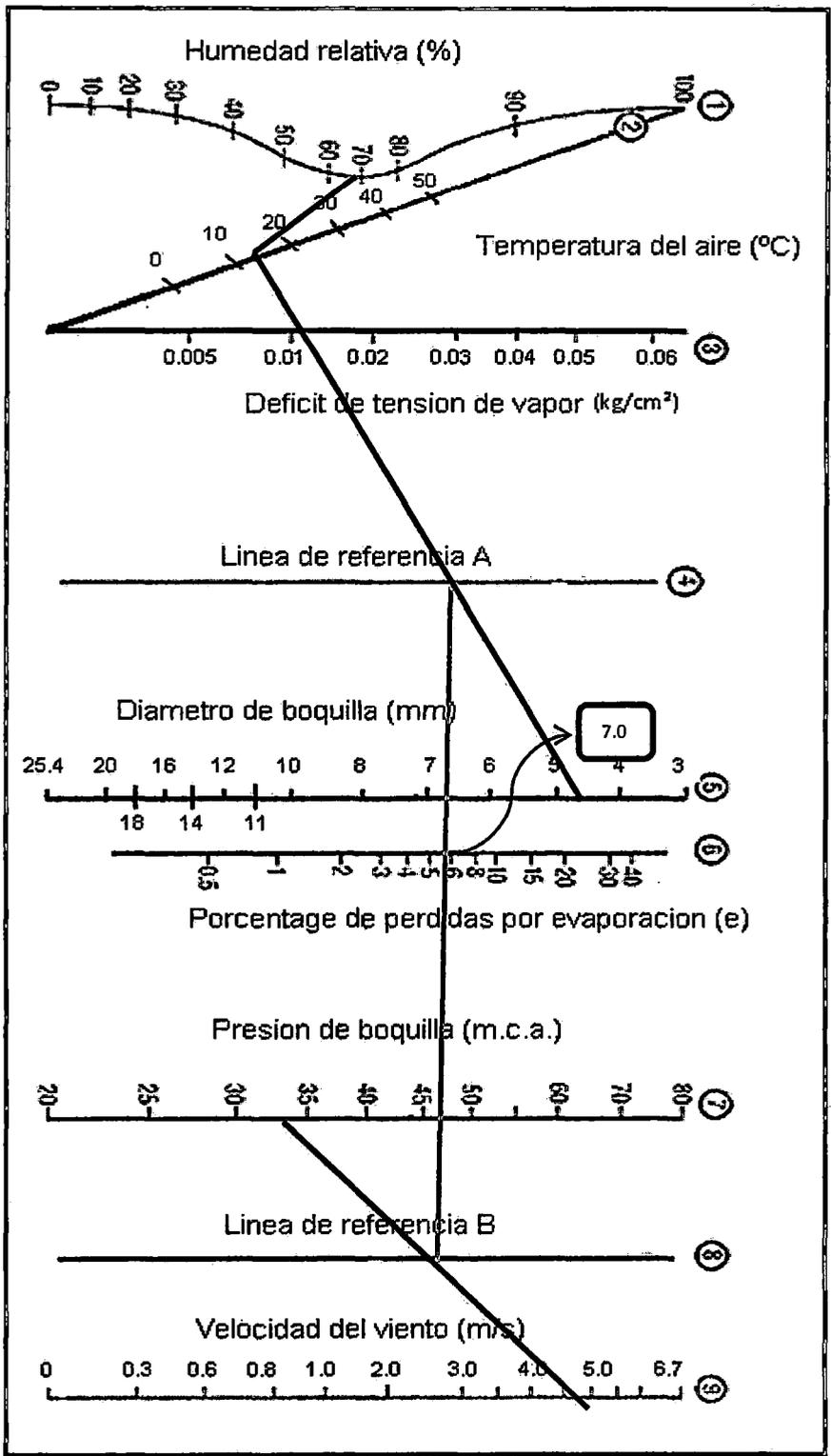


Figura N° 13: Láminas captadas en cada pluviómetro sector Isilluyoc.

Cuadro N° 56: Abaco de SCHWALEM & FROST para estimar pérdidas por evaporación en riego por aspersión.



Determinación del coeficiente de uniformidad.

$$CU = \left(1 - \sum \frac{|X_i - X|}{X(n)} \right) \times 100$$

$$CU = \left[1 - \frac{324.29}{30.71 * 28} \right] \times 100$$

$$CU = 62\%$$

Cálculo de la eficiencia esperada en la Prueba.

Se calcula la eficiencia que se espera conseguir con el sistema de riego por aspersión mediante la ecuación:

$$Ef = \left\{ 1 - \left[\frac{100 - e}{100} \left(0.5 - \frac{CU}{200} \right) \right] \right\} \times 100$$

Dónde:

Ef = Eficiencia de aplicación.

e = Pérdida de evaporación en 9.0% se determina en el ábaco de pérdidas de evaporación de SCHWALEN Y FROST.

CU = Coeficiente de uniformidad de Christiansen (%)

$$Ef = \left\{ 1 - \left[\frac{100 - 7.0}{100} \left(0.5 - \frac{62}{200} \right) \right] \right\} \times 100$$

$$Ef = 80.47\%$$

Datos generales para la prueba de uniformidad en el sector de Margaritayoc.

Prueba N° 7

Fecha: 30-06-2014

- Ubicación: Margaritayoc.
- Ubicación coordenadas UTM: 8578398 N - 748420 E
- Altitud: 1210 m.s.n.m.
- Parcela de propiedad: Santiago Dueñas.
- Cultivo: Cítricos.
- Pendiente: 25%
- Área regada: 580m²
- Inicio: 8:50 a.m.
- Final: 9:50 a.m.
- Tiempo de duración: 60 Minutos

Datos del Aspersor.

- Diámetro de boquilla: 4.8 mm 3.2mm.
- Radio de humedecimiento: 15 m.
- Modelo: VYR-70 Giro Completo.
- Altura de elevador: 1.80 m.
- Presión Estática (Hidrante): 5.8 Bares.
- Presión del aspersor: 5.2 Bares.
- Caudal en Hidrante: 1.14 L/seg.
- Caudal del aspersor: 0.60 L/seg.

Datos climáticos.

- Velocidad del viento (m/s): 5.05 m/seg.
- Humedad relativa: 74 %
- Temperatura: 19.62°C

Datos del sistema de riego.

- Espaciamiento entre pluviómetros: 2.00 m.
- Cantidad de Pluviómetros: 56.
- Tipo de conexión: Manguera Polietileno 3/4`.
- Longitud de la Línea: 25m.

Cuadro N° 57: Evaluación de lámina aplicada sector Margaritayoc.

EVALUACION DE UNIFORMIDAD			
Nº	ALTURA DE LLUVIA (mm)	M	XI-M
1	15	60.18	45.18
2	10	60.18	50.18
3	25	60.18	35.18
4	30	60.18	30.18
5	15	60.18	45.18
6	10	60.18	50.18
7	15	60.18	45.18
8	45	60.18	15.18
9	55	60.18	5.18
10	55	60.18	5.18
11	70	60.18	9.82
12	90	60.18	29.82
13	70	60.18	9.82
14	50	60.18	10.18
15	20	60.18	40.18
16	15	60.18	45.18
17	60	60.18	0.18
18	90	60.18	29.82
19	85	60.18	24.82
20	70	60.18	9.82
21	95	60.18	34.82
22	50	60.18	10.18
23	70	60.18	9.82
24	15	60.18	45.18
25	95	60.18	34.82
26	45	60.18	15.18
27	45	60.18	15.18
28	35	60.18	25.18
29	35	60.18	25.18
30	45	60.18	15.18
31	80	60.18	19.82
32	50	60.18	10.18
33	45	60.18	15.18
34	70	60.18	9.82
35	75	60.18	14.82
36	45	60.18	15.18
37	85	60.18	24.82
38	45	60.18	15.18

EVALUACION DE UNIFORMIDAD			
Nº	ALTURA DE LLUVIA (mm)	M	Xi-M
39	95	60.18	34.82
40	70	60.18	9.82
41	95	60.18	34.82
42	90	60.18	29.82
43	95	60.18	34.82
44	90	60.18	29.82
45	30	60.18	30.18
46	45	60.18	15.18
47	90	60.18	29.82
48	75	60.18	14.82
49	65	60.18	4.82
50	65	60.18	4.82
51	80	60.18	19.82
52	95	60.18	34.82
53	95	60.18	34.82
54	95	60.18	34.82
55	90	60.18	29.82
56	90	60.18	29.82
SUMA	3370	S(Xi-M)	1349.64
M	60.18		

Fuente: base de datos de campo, 2014.

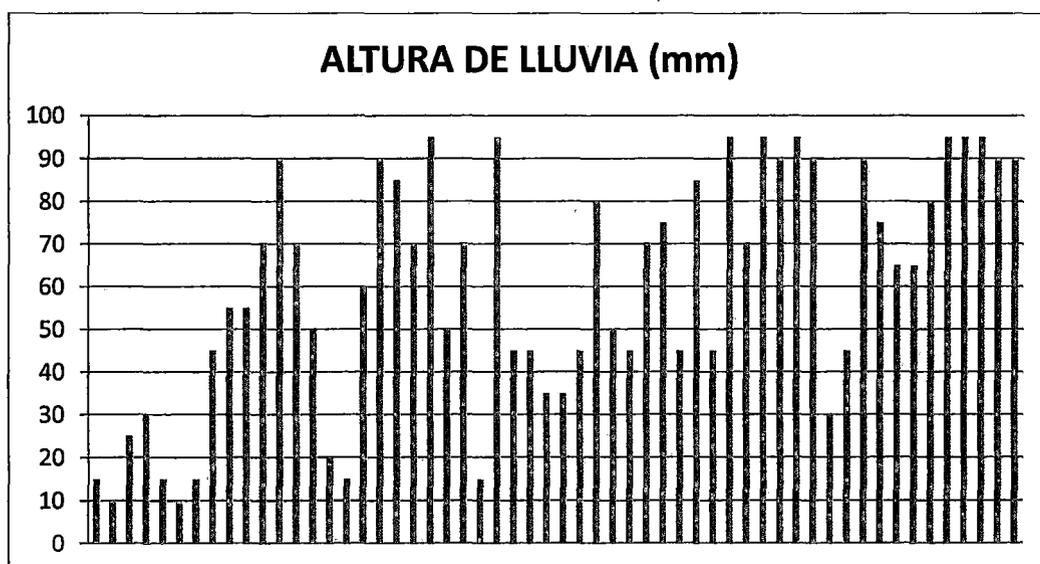
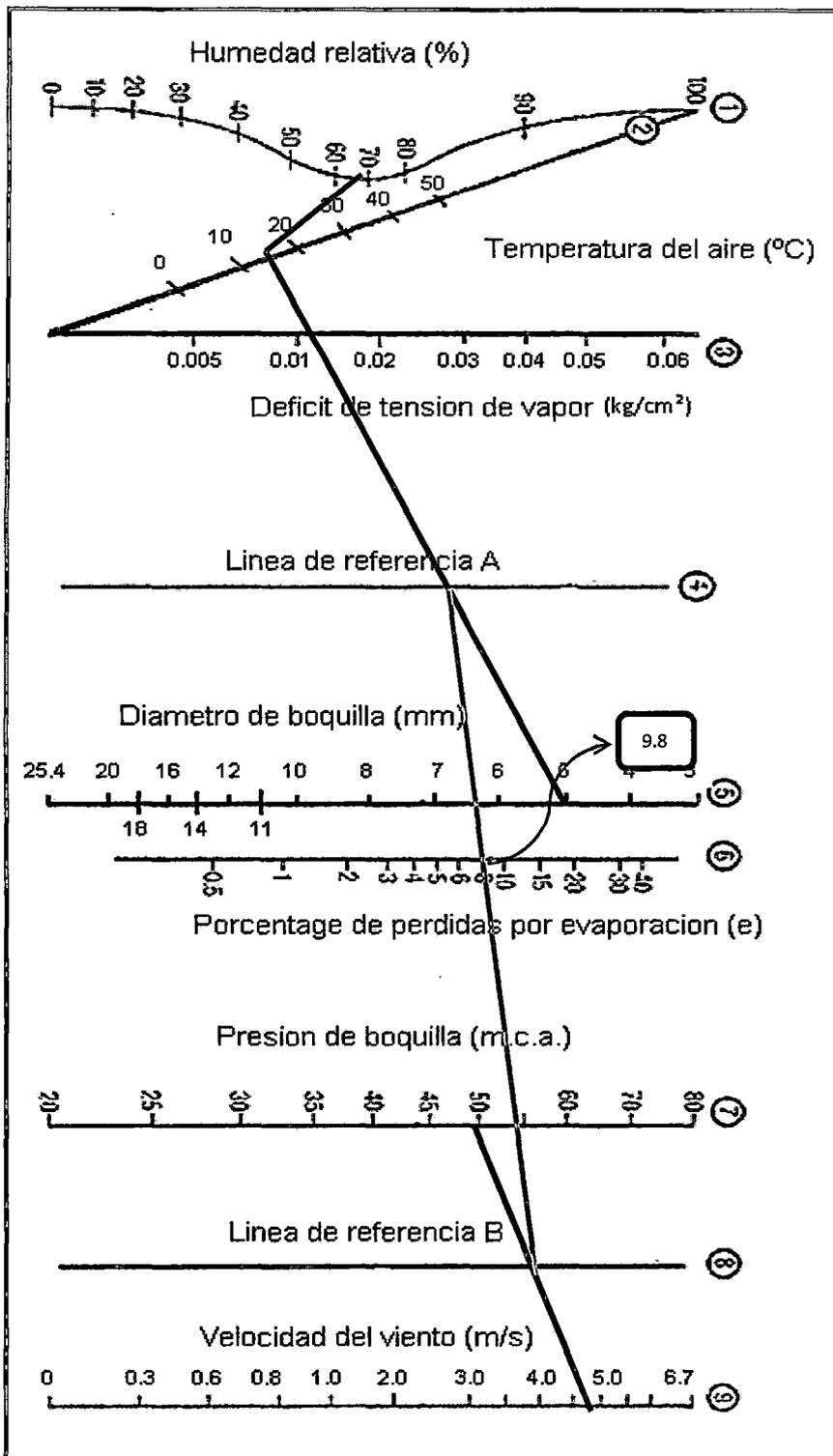


Figura Nº 14: Láminas captadas en cada pluviómetro sector Margaritayoc.

Cuadro N° 58: Abaco de SCHWALEM & FROST para estimar perdidas por evaporación en riego por aspersión.



Determinación del coeficiente de uniformidad.

$$CU = \left(1 - \sum \frac{|X_i - X|}{X(n)} \right) \times 100$$

$$CU = \left[1 - \frac{1349.64}{60.18 * 56} \right] \times 100$$

$$CU = 60\%$$

Cálculo de la eficiencia esperada en la Prueba.

Se calcula la eficiencia que se espera conseguir con el sistema de riego por aspersión mediante la ecuación:

$$Ef = \left\{ 1 - \left[\frac{100 - e}{100} \left(0.5 - \frac{CU}{200} \right) \right] \right\} \times 100$$

Dónde:

Ef = Eficiencia de aplicación.

e = Pérdida de evaporación en 9.0% se determina en el ábaco de pérdidas de evaporación de SCHWALEN Y FROST.

CU = Coeficiente de uniformidad de Christiansen (%)

$$Ef = \left\{ 1 - \left[\frac{100 - 9.8}{100} \left(0.5 - \frac{60}{200} \right) \right] \right\} \times 100$$

$$Ef = 86.24\%$$

Datos generales para la prueba de uniformidad en el sector de Margaritayoc.

Prueba N° 8

Fecha: 30-06-2014

- Ubicación: Margaritayoc.
- Ubicación coordenadas UTM: 8578050N - 747825 E
- Altitud: 1180 m.s.n.m.
- Parcela de propiedad: Isabel Cárdenas.
- Cultivo: Hortalizas.
- Pendiente: 8%
- Área regada: 380m²
- Inicio: 11:00 a.m.
- Final: 12:00 p.m.
- Tiempo de duración: 60 Minutos

Datos del Aspersor.

- Diámetro de boquilla: 4.4 mm 2.4mm.
- Radio de humedecimiento: 13 m.
- Modelo: VYR-35 Giro Completo.
- Altura de elevador: 1.80 m.
- Presión Estática (Hidrante): 4.5 Bares.
- Presión del aspersor: 4.0 Bares.
- Caudal en Hidrante: 1.32 L/seg.
- Caudal del aspersor: 0.52 L/seg.

Datos climáticos.

- Velocidad del viento (m/s): 5.05m/seg.
- Humedad relativa: 74 %
- Temperatura: 19.62°C

Datos del sistema de riego.

- Espaciamiento entre pluviómetros: 2.00 m.
- Cantidad de Pluviómetros: 42.
- Tipo de conexión: Manguera Polietileno 3/4`.
- Longitud de la Línea: 45m.

Cuadro N° 59: Evaluación de lámina aplicada sector Margaritayoc.

EVALUACION DE UNIFORMIDAD			
Nº	ALTURA DE LLUVIA (mm)	M	XI-M
1	15	40.24	25.24
2	35	40.24	5.24
3	25	40.24	15.24
4	30	40.24	70.24
5	30	40.24	10.24
6	25	40.24	15.24
7	15	40.24	25.24
8	20	40.24	20.24
9	55	40.24	14.76
10	55	40.24	14.76
11	45	40.24	4.76
12	40	40.24	0.24
13	30	40.24	10.24
14	30	40.24	10.24
15	20	40.24	20.24
16	35	40.24	5.24
17	45	40.24	4.76
18	35	40.24	5.24
19	45	40.24	4.76
20	30	40.24	10.24
21	45	40.24	4.76
22	50	40.24	9.76
23	35	40.24	5.24
24	45	40.24	4.76
25	95	40.24	54.76
26	20	40.24	20.24
27	20	40.24	20.24
28	35	40.24	5.24
29	20	40.24	20.24
30	35	40.24	5.24
31	40	40.24	0.24
32	50	40.24	9.76
33	35	40.24	5.24
34	40	40.24	0.24
35	35	40.24	5.24
36	35	40.24	5.24
37	85	40.24	44.76

EVALUACION DE UNIFORMIDAD			
Nº	ALTURA DE LLUVIA (mm)	M	Xi-M
33	35	40.24	5.24
34	40	40.24	0.24
35	35	40.24	5.24
36	35	40.24	5.24
37	85	40.24	44.76
38	40	40.24	0.24
39	95	40.24	54.76
40	70	40.24	29.76
41	95	40.24	54.76
42	10	40.24	30.24
SUMA	1690	S(Xi-M)	683.33
M	40.24		

Fuente: Base de datos de campo 2014.

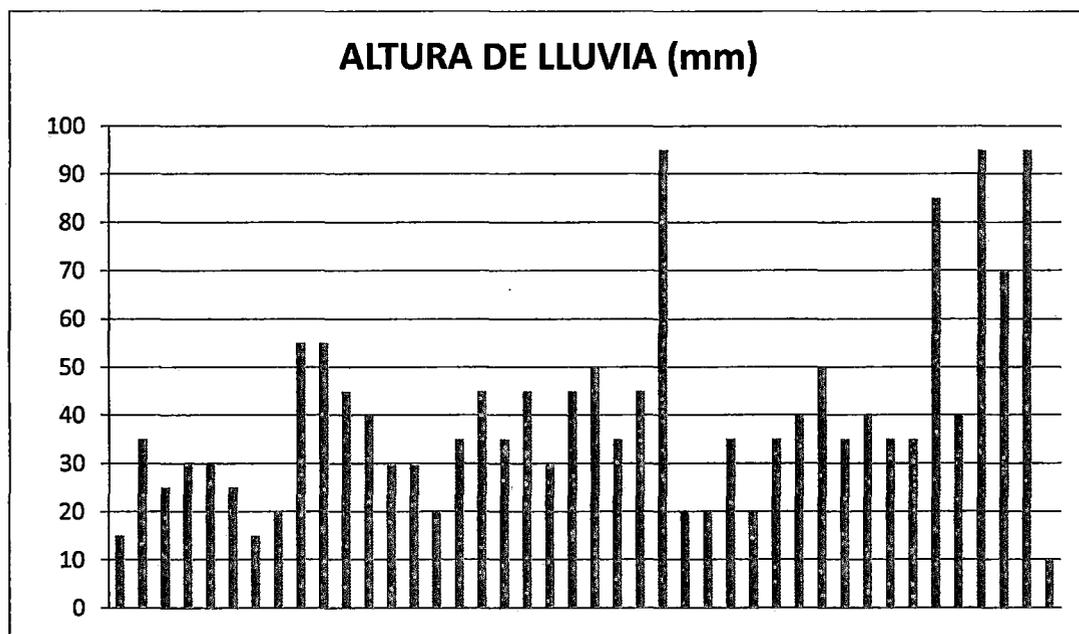
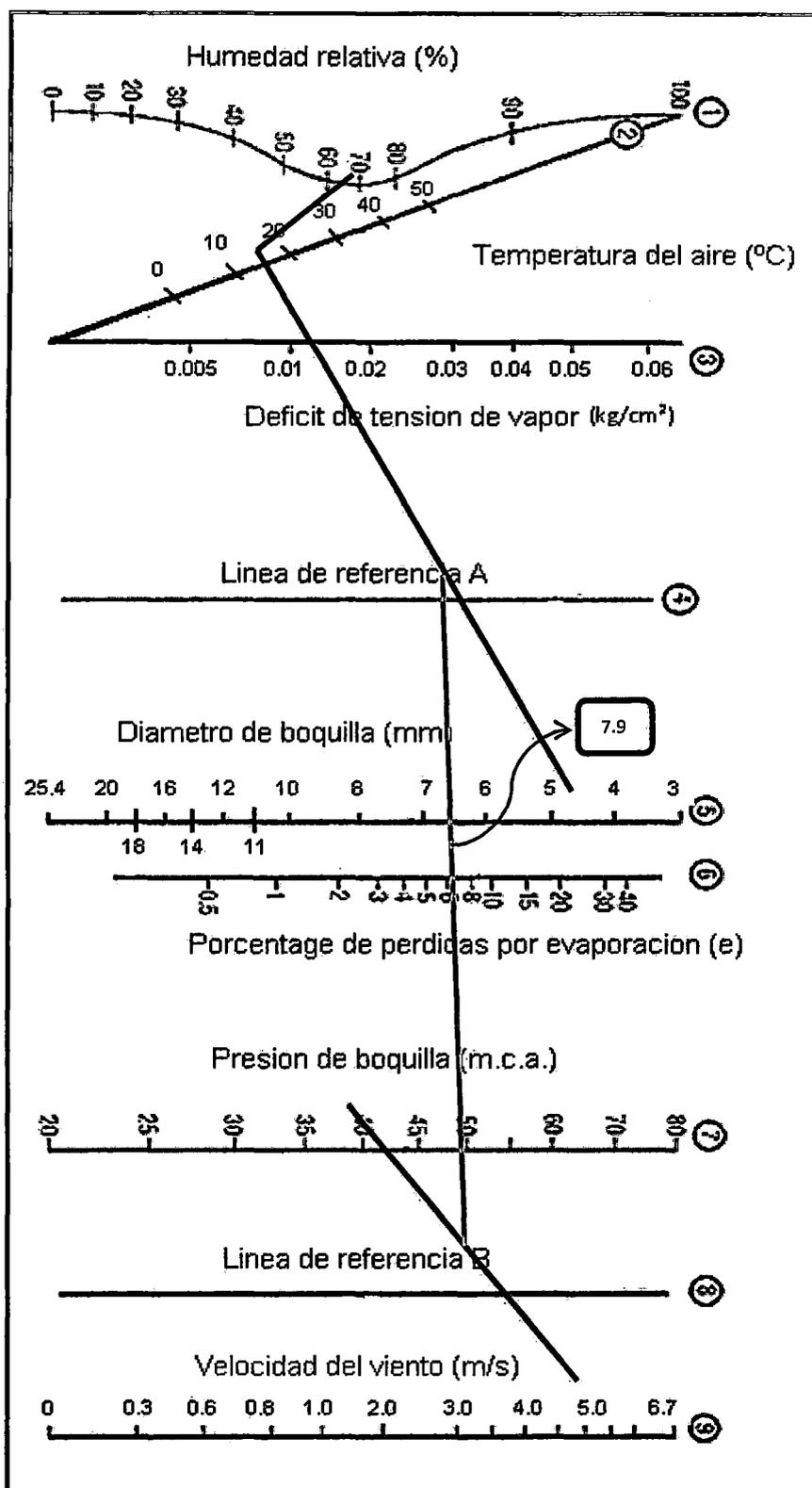


Figura Nº 15: Láminas captadas en cada pluviómetro sector Margaritayoc.

Cuadro N° 60: Abaco de SCHWALEM & FROST para estimar perdidas por evaporación en riego por aspersión.



Determinación del coeficiente de uniformidad.

$$CU = \left(1 - \sum \frac{|X_i - X|}{X(n)} \right) \times 100$$

$$CU = \left[1 - \frac{683.33}{40.24 * 42} \right] \times 100$$

$$CU = 60\%$$

Cálculo de la eficiencia esperada en la Prueba.

Se calcula la eficiencia que se espera conseguir con el sistema de riego por aspersión mediante la ecuación:

$$Ef = \left\{ 1 - \left[\frac{100 - e}{100} \left(0.5 - \frac{CU}{200} \right) \right] \right\} \times 100$$

Dónde:

Ef = Eficiencia de aplicación.

e = Pérdida de evaporación en 9.0% se determina en el ábaco de pérdidas de evaporación de SCHWALEN Y FROST.

CU = Coeficiente de uniformidad de Christiansen (%)

$$Ef = \left\{ 1 - \left[\frac{100 - 7.9}{100} \left(0.5 - \frac{60}{200} \right) \right] \right\} \times 100$$

$$Ef = 85.95\%$$

Cuadro N° 61: Eficiencia parcelaria por sector

Sector	Eficiencia Parcelaria/ Sector (%)	Promedio (%)
Sambaray Alto	83.27	85.00
	86.73	
Sambaray Centro	86.16	86.21
	86.25	
Isilluyoc	80.97	80.72
	80.47	
Margaritayoc	86.24	86.10
	85.95	
Eficiencia Parcelaria del sistema encontrada		84.51%

4.1.15.8. EVALUACION DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION SAMBARAY ALTO, CENTRO, ISILLUYOC Y MARGARITAYOC. ACTUAL.

4.1.15.8.1. Planteamiento Hidráulico.

El planteamiento hidráulico considera la ejecución de cinco bocatomas de concreto simple tipo fondo garganta de los riachuelos San Juan I, San Juan II, San Juan V, San Juan VIII y San IX, que capta 33.14 l/s., un canal de conducción entubado de 5+020 Km, la construcción de un reservorio de una capacidad de almacenamiento de 1036 m³, también obras de arte: 05 desarenadores, 14 puentes acueductos, 80 cámaras rompe presión (CRP), 337 válvulas de control de flujo (VCF), 13 válvulas reguladoras de presión (VRP), además se plantea la construcción de 4 líneas de distribución con una longitud total 51.46 Km, la instalación de 360 hidrantes y 148 válvulas de purga.

La generación de presión de trabajo es aprovechado por la pendiente del terreno; a partir de los hidrantes los beneficiarios realizan sus conexiones con equipos móviles de aspersión hasta sus parcelas de riego, el sistema opera con un número de aspersores, que pueden ser VYR-80, VYR-35, VYR-70.

En cuanto a los distanciamientos entre aspersores se observó que no manejan ningún distanciamiento esto debido a que no cuentan con capacitaciones que tienen en el riego disminuyendo así el área mojada que debe cubrir óptimamente estos aspersores.

El proyecto del sistema de riego de Sambaray Alto, Centro, Isilluyoc y Margaritayoc está compuesto por los siguientes componentes:

A. Captación Tipo Fondo Garganta (5Und).

Se construyó cinco captaciones tipo Fondo Garganta, que permitirá captar un caudal de 33.14 l/s. de los siguientes riachuelos, consta de una rejilla metálica de 1.00m x 0.25m, cada con una compuerta metálica y una canastilla PVC 1".

B. Reservorio de 1036 m³

Se construyó un reservorio en el sector de Sambaray alto, con una capacidad de 1036m³ con sus respectivas casetas y canal de rebose de acuerdo a los cálculos y los diseños respectivos.

C. Línea de Aducción Captación – Desarenador

Esta línea de aducción está ubicada en cada una de las cinco captaciones, conduce el agua desde la captación tipo fondo hasta el desarenador, tiene una longitud promedio de 47.72 ml, para 5 unidades de aducción, presentando en su recorrido una pendiente moderada. La tubería es PVC SAP con diámetros variables según los cálculos, y el caudal también variables de cada captación.

D. Línea de Conducción

Esta línea de conducción está ubicada en el sector de Sambaray alto, conducirá el agua desde el desarenador de la primera captación hasta el reservorio, tiene una longitud de 5020 ml, presentando en su recorrido una pendiente moderada de 9 %. La tubería es de PVC SAP con clases diferentes según los diseños y los cálculos respectivos.

E. Línea de Distribución de la Red de Riego por sector de riego.

La línea de distribución tiene 4 sectores de riego el cual muestra las longitudes y diámetros diferentes, presentando en su recorrido unas pendientes variables ocasionados por la fricción y perdidas por bifurcación. Los diámetros del diseño son variables con la que transporta el caudal necesario para cumplir con los requerimientos hídricos del sistema de riego por aspersión. La tubería utilizada es de PVC SAP de clases C -10, C-7.5 y C-5.

La mayoría de los tramos presentan pendientes muy variadas en un rango que oscila de 30 % a 50 %. Teóricamente, eso hace variar significativamente sus tirantes de agua.

Los diseños de las tuberías obedecen a un diseño estrictamente para las condiciones de demanda de un sistema de riego presurizado donde los consumos son diferentes para cada tramo donde se encuentran los hidrante y los caudales circulantes en las tuberías son de acuerdo al consumo de cada hidrante del sistema.

F. Cámaras Reductoras de Presión

El proyecto cuenta con la instalación de 13 Válvulas reductoras de presión, que permiten reducir la presión entrante de casi 70 – 80 m a una presión de salida de aproximadamente 25 a 30m, para evitar la rotura de las tuberías por la presión estática y para el adecuado funcionamiento de los hidrantes y los aspersores.

En el interior de la cámara tiene 01 Válvula reductora de presión de 2', 02 válvulas compuerta de 2", y 3". 02 manómetros a la entrada y salida que permitirán observar la reducción de las presiones.

G. Caja Hidrante de dos laterales

El sistema de riego Sambaray Alto, Centro, Isilluyoc y Margaritayoc cuenta con la instalación de 360 unidades de cajas hidrantes de dos laterales, que abastecerán a un laterales

H. Cajas de Válvulas de Control

El proyecto cuenta con 337 cajas de válvulas de control del paso del agua por las tuberías, siendo de concreto simple, con tapa metálica. El sistema cuenta con válvulas de control de diámetros variables.

I. Cajas de Válvula de purga.

El proyecto de riego Sambaray Alto, Centro, Isilluyoc y Margaritayoc cuenta con 148 cajas para la instalación de válvulas de purga, los cuales son de concreto simple, con tapa metálica, con la finalidad de prever cualquier imprevisto, que pueda ocurrir para el control del sistema.

J. Construcción Cajas de Válvula de Aire

El sistema cuenta con la instalación de 124 cajas de válvulas de aire, a fin de eliminar el aire que podría ingresar al sistema y así evitar posibles daños en el mismo. Son de concreto simples, con tapa metálica.

K. Instalación de Laterales de Riego Móvil

Los laterales de riego móvil están conectados a los hidrantes que se encuentran ubicados en las parcelas de los beneficiarios. Estos laterales de riego están compuestos por equipos de riego móvil como son: mangueras de polietileno de 32 mm, aspersores, trípode de soporte para los aspersores, tee HDPE, codos HDPE, y llaves bayonetas. Estas últimas, llamadas también válvulas macho, que están conectadas a las válvulas de acople rápido (hidrante), que tienen por función extraer el caudal (m³/s.) de mandado por los aspersores.

Cabe mencionar que de acuerdo a la evaluación realizada se encontró que los usuarios utilizan su línea de riego con solo dos aspersores esto debido a la falta de equipos y a la poca capacitación que recibieron para su operación de este sistema.

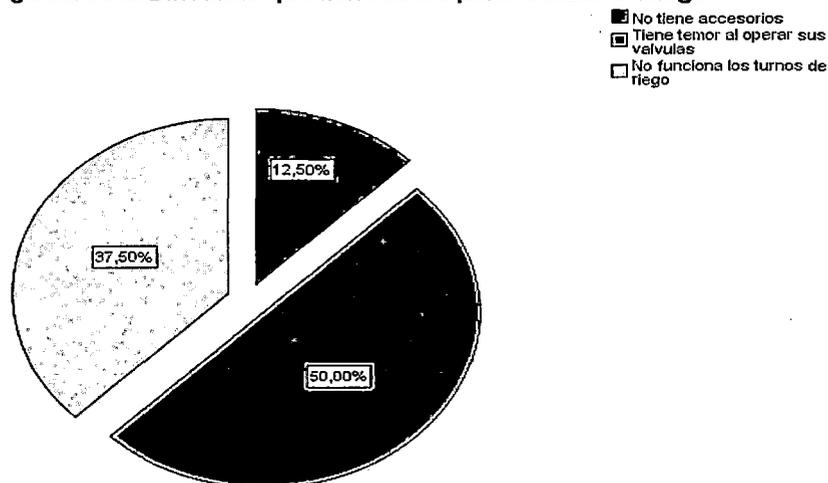
4.1.16. Evaluación de las condiciones de manejo del sistema de riego Sambaray Alto, Centro, Isilluyoc y Margaritayoc.

A continuación, se muestra los resultados del diagnóstico.

4.1.16.1. Tecnología de riego adaptado.

El sistema de riego por aspersión Sambaray Alto, Centro, Isilluyoc y Margaritayoc inicia su operación en el año 2012 cumpliéndose tres años del funcionamiento de este sistema para regar 116.76 hectáreas con toda la infraestructura que posee.

¿Cual es la Dificultad que tiene usted para realizar el Riego?



Fuente: Base de datos de resultados de campo, 2014.

4.1.16.2. Aspersores.

Los aspersores que usan en la actualidad los beneficiarios poseen características recomendadas de acuerdo al expediente técnico (modelo y marca). A continuación se describe las características de los aspersores.

Cuadro N° 62: Características de los Aspersores utilizados en el Ámbito del Proyecto.

Modelo de Aspersor	Boquilla (mm)	Caudal (l/s)	Ø de Humedecimiento (m)	Presión (m c a)
VYR-35	4,4 x 2,4	0.50	30	35
VYR-70	4,8 x 3,2	0.66	35	40

Fuente: Expediente técnico.

4.1.16.3. Instalación de equipo de Aspersión en parcela.

El expediente técnico del proyecto de Riego Sambaray Alto, Centro, Isilluyoc y Margaritayoc, plantea la instalación del equipo móvil de riego un traslape del 30%. De acuerdo a observaciones directas de campo se observó en la mayoría de los usuarios del sistema que el traslape entre aspersores es mayor al 30% indicado; encontrándose en la actualidad que solo utilizan un solo aspersor y de los usuarios que utilizan dos aspersores no existe traslape alguno, este exceso de traslape se viene presentando porque los agricultores no reciben capacitaciones, además de la falta de equipamiento por parte de los usuarios.

Por esta razón los agricultores realizan mayor número de cambios de posición para cubrir sus áreas de cultivo.

4.1.16.4. Cantidad de aspersores en funcionamiento.

En el expediente técnico se planteó la utilización de 3 aspersores simultáneamente en cada línea lateral del equipo de riego.

En la actualidad la cantidad de aspersores utilizados en equipos móviles es de 1 a 2 aspersores simultáneamente distribuidos de acuerdo al turno de riego.

4.1.16.5. Tiempo de riego por parcela.

De acuerdo al expediente técnico el tiempo de riego establecido es de 09 horas para cada usuario, cada 06 días, para todos los cultivos.

Por el trabajo de campo que se realizó se determinó un promedio de tiempo de riego de 6 a 8 horas para cualquier cultivo y en cualquier etapa, ya que el sistema cuenta con agua 10 horas diarias lo que hace que los agricultores determinen sus propios tiempos de riego.

4.1.16.6. Frecuencia de riego.

La frecuencia de riego determinada por el expediente técnico es de cada 6 días, el cual cumplen porque los agricultores cuentan con un cronograma de riego.

Módulo de riego.

Expediente técnico $M_r = 0.43$ l/s (VYR-35), 0.68 (VYR-70).

En el trabajo de investigación realizado se encontró un $M_r = 0.43$ l/s.

4.1.16.7. Tarifa de riego.

Los agricultores manifiestan poner una cuota de 15 soles por hectárea cada mes para cubrir los gastos de la junta de regantes y los servicios de un tomero, dicho cobro es realizado por el tesorero del comité de regantes.

4.1.16.8. Mantenimiento del sistema.

Los agricultores de los cuatro sectores del sistema de riego Sambaray Alto, Centro, Isilluyoc y Margaritayoc según las entrevistas realizan faenas de mantenimiento y limpieza del canal de conducción, canales de aducción, desarenadores cámaras rompe presión al inicio de cada campaña agrícola.

4.1.17. Evaluación económica del proyecto.

Se efectúa el análisis de rentabilidad del proyecto de riego durante la vida útil de diez años establecido durante la formulación del proyecto; se considera un período de maduración de cuatro años.

4.1.17.1. Elementos para la evaluación.

Se tomó en cuenta los siguientes aspectos:

- Las inversiones efectuadas durante la etapa de ejecución del proyecto para la construcción e implementación de la infraestructura de riego.
- Los costos capacitación y de asistencia técnica.
- Los costos de operación y mantenimiento incremental del sistema de riego por aspersión.
- Los ingresos y costos de producción agrícolas con proyecto.
- Los ingresos incrementales por uso del agua de riego
- La vida útil del proyecto es de diez años.
- El periodo de maduración es de cuatro años

4.1.17.2. Inversiones del proyecto

De acuerdo a los costos que han sido estimados para cada componente, el proyecto resulta tener un costo total S/. 4, 997,814.78 a precios privados, mientras que a precios sociales se tiene S/. 4, 597,989.60 respectivamente cuyo resumen se muestra a continuación.

Cuadro N° 63: Inversiones del proyecto

DESCRIPCION	
INVERSION DEL PROYECTO	
Instalación de Riego Tecnificado	4,174,107.70
Mitigación de Impacto Ambiental	121,696.16
Capacitación y Asistencia Técnica Con Pasantitas	126,731.98
Elaboración de Expediente Técnico	80,000.00
Costo Directo	4,502,535.84
Gastos Generales (8%)	360,202.87
Gastos de Supervisión (3%)	135,076.08
Presupuesto Total	4,997,814.78

Fuente: Expediente Técnico del proyecto de Riego Sambaray Alto, Centro, Isilluyoc y Margaritayoc.

4.1.17.3. Costos de Operación y Mantenimiento

Los costos de operación y mantenimiento son los siguientes:

Cuadro N° 64: Operación y Mantenimiento del Proyecto.

COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					
DESCRIPCION	UNID	CANTIDAD	METRADO	COSTOS (S/.)	
				UNIT	TOTAL
OPERACIÓN					5,456
TOMERO	GBL	1	4	1,000	4,000
MATERIALES Y EQUIPOS (MANOMETRO)	GBL	1	8.00	120	960
IMPREVISTOS (10%)	GBL				496
MANTENIMIENTO					1,375
LIMPIEZA GENERAL	JR	0	10	25	0
LIMIEZA DE DERRUMBES Y HUAYCOS	JR	0	7	25	0
ENCAUSAMIENTO DE CURSOS DE AGUA	JR	0	6	25	0
LIMPIEZA DE CAPTACIONES	JR	0	5	25	0
LIMPIEZA DEL CANIMO DE ACCESO	JR	0	8	25	0
LIMPIEZA DEL OBRAS DE ARTE	JR	0	3	25	0
PINTURAS	UNID	10	1	28	275
FILTROS DE MALLA	UNID	1	15	60	900
GRASA PARA VALVULAS	GLN	5	1	15	75
GASTOS GENERALES	GLB				125
TOTAL					6,831.00

Fuente: Expediente Técnico del proyecto del proyecto de Riego Sambaray Alto, Centro, Isilluyoc y Margaritayoc.

4.1.17.4. Ingresos y costos del proyecto en situación Actual.

Los ingresos para el ámbito del proyecto de riego Sambaray Alto, Centro, Isilluyoc y Margaritayoc fueron obtenidos en base a los costos de producción los cuales fueron elaborados en base a talleres desarrollados con los usuarios de los cuatro sectores de riego que abarca el proyecto; y a la información obtenida del Ministerio de Agricultura, mientras que los costos fueron obtenidos del expediente técnico del Proyecto de Riego Sambaray Alto, Centro, Isilluyoc y Margaritayoc el que fue proporcionado por La Municipalidad Provincial de la Convención.

Cuadro N° 65: Rendimientos de los cultivos con proyecto

CULTIVOS	RENDIMIENTOS			PRECIOS	RDTO PROMEDIO
	Con Proyecto (kg/ha)			Comercial S/ Por kg	
	MEDIO	BAJO	ALTO		
Café	557	460	690	8.2	569
Coca	1035	1207.5	1380	7.3	1,208
Plátano	9,660	12,000	14,000	0.6	11,887
Cacao	1,012			7.6	1,012
Palto	9,000	9,500	10,000	1.5	9,500
Piña	18,000	20,000	25,000	3.5	21,000
Cítricos	8,129			0.5	8,129
Granadilla	12,000	7,500	18,000	2.0	12,500
Yuca	8,000	10,000		1.1	9,000
Maíz	2,800	3,000		1.0	2,900
Frijol	1,500			1.4	1,500
Hortalizas	10,500			2.5	10,500
Achiote	602			3.0	602
Mango	4,167			3.7	4,167

Fuente: Ministerio de Agricultura – Agencia Agraria La Convención.

Cuadro N° 66: Cálculo del valor Neto de la Producción.

Cultivos	Situación Actual del Proyecto							
	Área ha	Rcto tn/ha	Volumen tn	Precio Unit. Chacra \$/tn	V.B.P \$/	Costo de Producción		V.N.P \$/
						\$/ por ha	Total \$/	
Cultivos Permanentes:								
Café	60.70	0.6	34	8,188	275,279	2,220	134,730	140,549
Coca	11.95	1.2	14	7,300	105,336	2,348	28,058	77,278
Plátano	9.40	9.7	91	600	54,482	1,620	15,228	39,254
Cacao	7.38	0.5	4	7,600	29,241	2,510	18,527	10,714
Cítricos	4.55	8.1	37	500	18,493	1,662	7,560	10,933
Mango	3.08	4.2	13	3,700	47,487	1,166	3,590	43,897
Piña	2.95	8.2	24	3,500	84,892	8,278	24,421	60,471
Achiote	2.25	0.6	1	3,000	4,061	1,327	2,985	1,076
Palto	1.50	3.4	5	1,500	7,650	818	1,228	6,422
Cultivos Anuales								
Yuca	6.125	8.4	51	1,000.0	51,144	3,727	22,830	28,314
Maíz	6.375	1.3	8	1,000.0	7,969	672	4,287	3,682
Hortalizas	0.500	15.0	8	2,500.0	18,750	1,945	972	17,778
Total	116.76				704,784		264,416	440,368.62

Fuente: Base de datos de campo 2014.

4.1.17.5. Ingresos por uso de agua

Estos datos fueron obtenidos del archivo del comité de regantes San Juan – Sambaray para el caso de la situación sin proyecto como también para la situación con proyecto.

Cuadro N° 67: Ingreso por uso de agua (2014)

Cultivos	Situación Actual del Proyecto		
	Área ha	Costo de Riego S/. Por ha	Costo Total S/.
Cultivos Permanentes:	89.43		1,500
Café	60.70	15.00	911
Coca	11.95	15.00	179
Plátano	9.40	15.00	141
Cacao	7.38	15.00	111
Cítricos	4.55	15.00	68
Mango	3.08	15.00	46
Piña	2.95	15.00	44
Achiote	2.25	15.00	34
Palto	1.50	15.00	23
Cultivos Anuales	13.00		195
Yuca	6.13	15.00	92
Maíz	6.38	15.00	96
Hortalizas	0.50	15.00	8
Total	102		1,695

Fuente: encuestas de campo.

4.1.18. Los indicadores de rentabilidad

Los indicadores de rentabilidad considerados para esta evaluación son: valor Actual Neto VAN, Tasa interna de retorno (TIR), y la relación beneficio costo (B/C). El VAN, TIR y el B/C se han calculado a una tasa descuento del 9% para el proyecto de riego SAMBARAY ALTO, SAMBARAY CENTRO, ISILLUYOC Y MARGARITAYOC que constituye la tasa de interés pasiva promedio anual en soles del sistema bancario comercial.

Para el cálculo de estos indicadores se ha elaborado el flujo de caja considerado los 10 años de vida útil.

Cuadro N° 68: Flujo de caja a precios Privados.

Rubro	PERIODO										
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
Beneficios		440,368.62	440,368.62	440,368.62	440,368.62	440,368.62	440,368.62	440,368.62	440,368.62	440,368.62	440,368.62
Ingresos		440,368.62	440,368.62	440,368.62	440,368.62	440,368.62	440,368.62	440,368.62	440,368.62	440,368.62	440,368.62
Costos	4,997,814.78	18,979.00									
INVERSION DEL PROYECTO	4,997,814.78										
Instalación de Riego Tecnificado	4,174,108										
Mitigación de Impacto Ambiental	121,696										
Capacitación y Asistencia Técnica Con Pasantías	126,732										
Elaboración de Expediente Técnico	80,000										
Costo Directo	4,502,536										
Gastos Generales (8%)	360,203										
Gastos de Supervisión (3%)	135,076										
COSTOS POST INVERSION		18,979.00									
Operación		8,976.00	8,976.00	8,976.00	8,976.00	8,976.00	8,976.00	8,976.00	8,976.00	8,976.00	8,976.00
Mantenimiento		10,003.00	10,003.00	10,003.00	10,003.00	10,003.00	10,003.00	10,003.00	10,003.00	10,003.00	10,003.00
Beneficios Netos Totales	-4,997,814.78	421,389.62									

Fuente: expediente técnico.

Cuadro N° 69: Flujo de caja a precios Sociales.

Rubro	PERIODO										
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
Beneficios		440,368.62	440,368.62	440,368.62	440,368.62	440,368.62	440,368.62	440,368.62	440,368.62	440,368.62	440,368.62
Ingresos		440,368.62	440,368.62	440,368.62	440,368.62	440,368.62	440,368.62	440,368.62	440,368.62	440,368.62	440,368.62
Costos	4,597,989.60	16,321.94	16,321.94	16,321.94	16,321.94	16,321.94	16,321.94	16,321.94	16,321.94	16,321.94	16,321.94
INVERSION DEL PROYECTO	4,597,989.60										
Instalación de Riego Tecnificado	3,840,179										
Mitigación de Impacto Ambiental	111,960										
Capacitación y Asistencia Técnica Con Pasantías	116,593										
Elaboración de Expediente Técnico	73,600										
Costo Directo	4,142,333										
Gastos Generales (8%)	331,387										
Gastos de Supervisión (3%)	124,270										
COSTOS POST INVERSION		16,321.94	16,321.94	16,321.94	16,321.94	16,321.94	16,321.94	16,321.94	16,321.94	16,321.94	16,321.94
Operación		7,719.36	7,719.36	7,719.36	7,719.36	7,719.36	7,719.36	7,719.36	7,719.36	7,719.36	7,719.36
Mantenimiento		8,602.58	8,602.58	8,602.58	8,602.58	8,602.58	8,602.58	8,602.58	8,602.58	8,602.58	8,602.58
Beneficios Netos Totales	-4,597,989.60	424,046.68	424,046.68	424,046.68	424,046.68	424,046.68	424,046.68	424,046.68	424,046.68	424,046.68	424,046.68

Fuente: expediente técnico.

Cuadro N° 70: Flujo de caja a precios Privados según Expediente Técnico.

RUBRO	PERIODO										
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
1.- BENEFICIOS INCREMENTALES		2,182,949.00	2,182,949.00	2,182,949.00	2,182,949.00	2,182,949.00	2,182,949.00	2,182,949.00	2,182,949.00	2,182,949.00	2,182,949.00
ALTERNATIVA I		2,182,949.00	2,182,949.00	2,182,949.00	2,182,949.00	2,182,949.00	2,182,949.00	2,182,949.00	2,182,949.00	2,182,949.00	2,182,949.00
2.- COSTOS INCREMENTALES	4,997,814.78	1,022,205.00	1,022,205.00	1,022,205.00	1,022,205.00	1,022,205.00	1,022,205.00	1,022,205.00	1,022,205.00	1,022,205.00	1,022,205.00
ALTERNATIVA I		1,005,800.00	1,005,800.00	1,005,800.00	1,005,800.00	1,005,800.00	1,005,800.00	1,005,800.00	1,005,800.00	1,005,800.00	1,005,800.00
Instalación de Riego Tecnificado	4,174,107.70										
Mitigación de Impacto Ambiental	121,696.16										
Capacitación y Asistencia Técnica Con Pasantías	126,731.98										
Elaboración de Expediente Técnico	80,000.00										
Gastos Generales (8%)	360,202.87										
Gastos de Supervisión (3%)	135,076.08										
OPERACIÓN		8,976.00	8,976.00	8,976.00	8,976.00	8,976.00	8,976.00	8,976.00	8,976.00	8,976.00	8,976.00
MATENIMIENTO		7,429.00	7,429.00	7,429.00	7,429.00	7,429.00	7,429.00	7,429.00	7,429.00	7,429.00	7,429.00
3.- BENEFICIOS NETOS TOTALES (1-2)	-4,997,814.78	1,160,744.00	1,160,744.00	1,160,744.00	1,160,744.00	1,160,744.00	1,160,744.00	1,160,744.00	1,160,744.00	1,160,744.00	1,160,744.00
Alternativa I		1,160,744.00	1,160,744.00	1,160,744.00	1,160,744.00	1,160,744.00	1,160,744.00	1,160,744.00	1,160,744.00	1,160,744.00	1,160,744.00
INDICADORES ECONOMICOS		VAN (11%)	TIR	B/C							
Alternativa I		1,838,075.94	19.22%	Suma de Beneficios	21819490.00	2.14					
				Suma de Costos	10222050.00						

Fuente: Perfil del Proyecto de Riego Sambaray Alto, Centro, Isilluyoc y Margaritayoc.

Cuadro N° 71: Flujo de caja a precios Sociales según Expediente Técnico.

RUBRO	PERIODO										
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
1.- BENEFICIOS INCREMENTALES		2,182,949.00	2,182,949.00	2,182,949.00	2,182,949.00	2,182,949.00	2,182,949.00	2,182,949.00	2,182,949.00	2,182,949.00	2,182,949.00
ALTERNATIVA I		2,182,949.00	2,182,949.00	2,182,949.00	2,182,949.00	2,182,949.00	2,182,949.00	2,182,949.00	2,182,949.00	2,182,949.00	2,182,949.00
2.- COSTOS INCREMENTALES	4,597,989.60	1,019,908.30	1,019,908.30	1,019,908.30	1,019,908.30	1,019,908.30	1,019,908.30	1,019,908.30	1,019,908.30	1,019,908.30	1,019,908.30
ALTERNATIVA I		1,005,800.00	1,005,800.00	1,005,800.00	1,005,800.00	1,005,800.00	1,005,800.00	1,005,800.00	1,005,800.00	1,005,800.00	1,005,800.00
Instalación de Riego Tecnificado	3,840,179.08										
Mitigación de Impacto Ambiental	111,960.47										
Capacitación y Asistencia Técnica Con Pasantías	116,593.42										
Elaboración de Expediente Técnico	73,600.00										
Gastos Generales (8%)	331,386.64										
Gastos de Supervisión (3%)	124,269.99										
OPERACIÓN		7,719.36	7,719.36	7,719.36	7,719.36	7,719.36	7,719.36	7,719.36	7,719.36	7,719.36	7,719.36
MATENIMIENTO		6,388.94	6,388.94	6,388.94	6,388.94	6,388.94	6,388.94	6,388.94	6,388.94	6,388.94	6,388.94
3.- BENEFICIOS NETOS TOTALES (1-2)	-4,597,989.60	1,163,040.70									
ALTERNATIVA I		1,163,040.70	1,163,040.70	1,163,040.70	1,163,040.70	1,163,040.70	1,163,040.70	1,163,040.70	1,163,040.70	1,163,040.70	1,163,040.70
INDICADORES ECONOMICOS		VAN (11%)	TIR	B/C							
ALTERNATIVA I		2,251,426.92	21.76%	Suma de Beneficios	21829490.00	2.14					
				Suma de Costos	10199083.00						

Fuente: Perfil del Proyecto de Riego Sambaray Alto, Centro, Isilluyoc y Margaritayoc.

Cuadro N° 72: Indicadores de Rentabilidad Económica del Proyecto

Indicadores	Unidades	Precios Privados según Evaluación	Precios Sociales según Evaluación	Precios Privados según Expediente	Precios Sociales según Expediente
TIR	%	-3%	-1%	19.22%	21.76%
VAN	Soles	S/. -2,293,480.47	S/. -1,876,603.18	S/. 1,838,075.94	S/. 2,251,426.92
B/C	Soles	0.85	0.92	2.14	2.14
i	%	9	9	11	11

Fuente: Perfil del proyecto y base de resultados de campo 2014

Valor Actual Neto (VAN).

En términos privados el proyecto analizado se ha evaluado utilizando una tasa de descuento del 9% habiendo resultado un VAN negativo de **S/. -2, 293,480.47** nuevos soles, lo que indica que el proyecto analizado tiene menos rentabilidad que el proyecto alternativo representado por la tasa de descuento (i=9%).

Socialmente el proyecto analizado se ha evaluado utilizando una tasa de descuento de 9% habiendo resultado un VAN negativo de **S/. -1, 876,603.18** nuevos soles, lo que indica que el proyecto analizado tiene menos rentabilidad que el proyecto alternativo representado por la tasa de descuento (i=9%).

Tasa interna de Retorno (TIR).

Este indicador compara los costos del proyecto analizado contra los beneficios que genera durante su vida útil. Se ha calculado la TIR= -3% a precios privados y una TIR= -1% a precios sociales, lo que nos indica que el proyecto analizado tiene menos rentabilidad tanto a precios privados y a precios sociales que el proyecto alternativo representado por la tasa de descuento (i=9%).

Relación Beneficio Costo (B/C).

Se calculó en el presente estudio la relación B/C = 0.85, a precios privados y B/C =0.92 a precios sociales lo que nos indica que los costos actualizados son mayores a los beneficios actualizados por lo tanto el proyecto analizado es peor que el proyecto alternativo.

4.1.19. Los impactos del proyecto

Se obtuvo la información sobre los beneficios netos obtenidos por las 139 familias beneficiarias en el ámbito de las 116.76 Has del proyecto considerando los ingresos netos anuales y mensuales.

a.- Cambios en los rendimientos

Con respecto a los rendimientos encontrados en el ámbito del proyecto se observa que la mayoría de los cultivos aun no alcanzan los rendimientos propuestos en el proyecto debido a que estos recién empiezan a ser implementados y en otros casos siguen aferrados a los cultivos tradicionales que se tenía en el ámbito del proyecto.

Cuadro N° 73: Rendimientos propuestos con Proyecto y en Situación Actual

Cultivos	Planteamiento del Proyecto Kg/ha	Situación Actual del Proyecto Kg/ha	Diferencia del Rendimiento Kg/ha
Cultivos Permanentes:			
Café	1,120.00	553.00	567.00
Coca	No existe en la cedula	1,207.50	1,207.50
Plátano	25,000.00	9,660.00	15,340.00
Cacao	810.00	520.00	290.00
Cítricos	20,000.00	8,129.00	11,871.00
Mango	31,000.00	4,167.00	26,833.00
Piña	No existe en la cedula	8,222.00	8,222.00
Achiote	1,320.00	600.00	720.00
Palto	No existe en la cedula	3,400.00	3,400.00
Cultivos Anuales			
Yuca	13,500.00	8,350.00	5,150.00
Maíz	3,150.00	1,250.00	1,900.00
Hortalizas	29,200.00	15,000.00	14,200.00

Fuente: perfil del proyecto de riego (2009)

b.- Cambios en los ingresos netos por hectárea

Los ingresos anuales por hectárea se obtienen de la división del valor neto de la producción total entre la cantidad de área cultivada y para el ingreso mensual por hectárea se divide el ingreso anual por hectárea entre los meses del año.

De acuerdo al análisis realizado en el ámbito del proyecto se observa que los ingresos mensuales por hectárea solo llega a los S/ 314.30 nuevos soles, debido a que los agricultores no realizan la renovación de sus cultivos y la mayoría emigraron a la ciudad ya que no les es rentable los cultivos porque no realizan inversión alguna.

Cuadro N° 74: Ingresos netos por hectárea

Descripción	Situación Actual del proyecto
Valor Neto de la Producción Total	440,368.62
Área Cultivada	116.76
Ingreso/ha	3,771.57
Ingreso/ha/mes	314.30

c.- Cambios en los ingresos familiares anuales y mensuales

Los ingresos anuales se obtienen mediante la división de los ingresos netos totales entre el número de familias beneficiarias.

Para el caso de ingresos mensuales se divide el ingreso anual entre los meses del año.

Se ha determinado que en el proyecto los beneficiarios obtienen S/ 264.01 nuevos soles en tanto se puede apreciar que con la producción no alcanzan el sueldo mínimo vital que viene a ser S/. 760.00 nuevos soles (resultados de los trabajos realizados)

Cuadro N° 75: Beneficios netos por familia

Descripción	Situación actual del Proyecto
Valor Neto de la producción total	440,368.62
Número de Familias	139.00
Ingreso/Familia	3,168.12
Ingreso/Familia/mes	264.01

4.2. Discusión

4.2.1. De los aforos realizados

De acuerdo al expediente técnico encontramos dos datos de caudales aforados de 33.135 l/s. y 49.9 l/s donde no indica la fecha de aforo, ni el caudal ecológico.

En la evaluación realizada se encontró un caudal de 31 l/s para el mes crítico que viene hacer el mes de julio, donde existe un déficit de 13.369 m³/s, existiendo una diferencia de 2.135 l/s en comparación a los datos que indica el expediente técnico de disminución del caudal, considerando el 10% del caudal total como caudal ecológico. (Cuadro 39)

4.2.2. De los resultados de análisis de suelos

Según los resultados de análisis de suelo obtenidos en el trabajo de investigación, para cada uno de los sectores se observa:

Sector de Sambaray Alto se tiene un pH ligeramente ácido de 6.33, con 40% de arena, 32% de limo, 28% de arcilla, con una textura de suelo arcilloso, con Capacidad de Campo =18.73%, Punto de Marchitez permanente 10.11%, densidad aparente = 1.304g/cc.

Sector de Isilluyoc se tiene un pH fuertemente ácido de 5.59, con 46% de arena, 28% de limo, 26% de arcilla y con una textura de suelo franco, Capacidad de Campo 21.05%, Punto de Marchitez Permanente 11.36%, densidad aparente 1.303 g/cc.

Sector de Margaritayoc se tiene un pH fuertemente ácido de 5.39, con 66% de arena, 10% de limo, 24% de arcilla y con una textura de suelo franco arcillo arenoso, Capacidad de Campo 19.17%, Punto de Marchitez Permanente 10.35%, densidad aparente 1.417 g/cc. Los resultados fueron reportados por el Laboratorio de suelos de la facultad de Ciencias Químicas y físicas de la UNSAAC y en el Laboratorio de suelos de la Central de Cooperativas Agrarias COCLA.

El expediente técnico muestra un solo dato general para los cuatro sectores referentes a: Tipo de suelo franco arcilloso; Capacidad de Campo = 49.6%; Punto de marchites = 26.7% y con una densidad aparente = 1.14.

4.2.3. De la cedula de cultivos

En el cuadro 35 donde se aprecia la cédula de cultivo propuesto por el proyecto de riego en el año 2009, se observa que la intensidad de uso de suelos es de 1 aun cuando el proyecto no estaba en funcionamiento, mientras que en el cuadro 36 donde se aprecia la cedula de cultivo actual, se observa que la intensidad de uso de suelos disminuye a 0.77, cuando el proyecto se encuentra en el tercer año de funcionamiento, esta disminución de la intensidad de uso de suelo se debe a que los agricultores de dichos sectores no están realizando la renovación de sus cultivos, manteniendo aun sus plantaciones añejas, con un abandono de sus parcelas debido a la baja rentabilidad de la agricultura tradicional por varios factores como la carencia de mano de obra, bajos precios de los productos, baja innovación tecnológica reducida inversión en las áreas de cultivo, la gran mayoría no instalaron equipos móviles a los hidrantes

4.2.4. De los resultados del análisis de agua

En la evaluación del sistema de riego, los resultados fueron reportados por el laboratorio de análisis de agua de la facultad de Ciencias Químicas, físicas y Matemáticas de la UNSAAC, de las cinco captaciones, son aptas para riego.

El expediente técnico del proyecto Instalación de Riego Tecnificado en los Sectores de Sambaray Alto, Sambaray Centro, Isilluyoc y Margaritayoc, carece de análisis físico químico, sin embargo con los resultados obtenidos en la evaluación se recomienda el uso del agua con fines de riego.

4.2.5. De las pruebas de infiltración del sistema de riego

En el cuadro N° 40 donde se muestra el registro de infiltración del sistema de riego de los sectores de Sambaray alto, Sambaray centro, isilluyoc y Margaritayoc, en los datos del expediente técnico se observa que no existe mucha variación con los datos de las pruebas realizadas en el trabajo de investigación, para los sectores de Sambaray Alto, Sambaray Centro, Isilluyoc sin embargo para el sector de Margaritayoc se tiene una velocidad de infiltración de 9.60 mm/h, dato que no fue considerado en el expediente técnico del proyecto estos datos son considerados como moderadamente lento, de acuerdo a la tabla de interpretación de Landon de 1984.

Cárdenas (2009), en su trabajo de investigación realizado, determinó que la velocidad de infiltración fue muy rápida lo que indica que no genera problemas de impermeabilidad en el suelo, lo que muestra que la zona es propia para uso de riego por aspersión.

Huamán (1999), en su trabajo de investigación, concluye que la velocidad de infiltración básica es los sectores de Pampa Echarati y Calcapampa, son altas que están entre 2cm/h a 21cm/h

4.2.6 De las pruebas de uniformidad y eficiencia de aplicación

En la evaluación realizada en el sistema de riego se obtuvo los siguientes resultados para los cuatro sectores. Se determinó un coeficiente de uniformidad de 72% y 64%; 61% y 72%; 68 y 62%; 60% y 60% respectivamente, con una eficiencia de aplicación de 83.27% y 86.73%; 86.16% y 86.25%; 80.97% y 80.47%; 86.24% y 85.95% siendo considerados aceptables, puesto que se mantienen por encima del 80%, sin embargo en el Expediente Técnico no fueron considerados estos datos.

Cárdenas (2009), en su trabajo de investigación intitulado Evaluación de la Uniformidad de Aplicación de Riego en cinco modelos de aspersores en el cultivo de naranjo proyecto Pampa Concepción, distrito de Echarati, determinó: que el coeficiente de la uniformidad de distribución, al evaluar los 5 modelos de aspersores el modelo de aspersor VYR 65 presenta mayor coeficiente de uniformidad con un promedio de 79%.

Olarte (2009), en su trabajo de investigación intitulado Determinación del coeficiente de uniformidad del Sistema de Riego por Aspersión en el Cultivo de naranjo el Sector de San Pedro-Caldera, distrito de Santa Ana, determinó: que el coeficiente de uniformidad es variado utilizando un solo tipo de aspersor que en 21 pruebas presenta un coeficiente de uniformidad que fluctúa de 19% a 86% presentando un promedio de 52%.

Salazar (2013), en su tesis "Evaluación Técnica de la Eficiencia de Riego en el Sistema de Irrigación Aguilayoc en los distritos de Echarati – Santa Ana – La convención- cusco." Determino la eficiencia de Aplicación para el riego por Aspersión alcanza una eficiencia del 83% por lo que se concluye que existe una eficiencia de aplicación alta.

4.2.7. De los indicadores económicos

En el cuadro N° 72, donde se muestra los indicadores de rentabilidad económica del proyecto, La tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Actual Neto (VAN), Relación Beneficio Costo (B/C).

se observa que en el expediente técnico a precios sociales la Tasa Interna de Retorno (TIR) es de 21.76%, y en el trabajo realizado a precios sociales la Tasa Interna de Retorno (TIR) es de -1%; el Valor Actual Neto (VAN), según expediente técnico es de 2,251,426.92 soles, en la evaluación realizada el Valor Actual Neto es de -1,876,603.18 soles; en la relación Beneficio Costo, en el expediente técnico es de 2.14 soles a precios sociales, en el trabajo de investigación es de 0.92 soles a precios sociales, en el expediente técnico se consideró una tasa de descuento del 11% mientras que en el trabajo de investigación se consideró una tasa de descuento del 9%.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los indicadores económicos se observa que el proyecto analizado tiene menos rentabilidad que el proyecto alternativo.

La Tasa Interna de Retorno nos indica de acuerdo al expediente técnico, existe una buena rentabilidad, de acuerdo al trabajo realizado nos indica que por cada s/ 100 invertido se pierde s/ 1.00.

Relación beneficio costo nos indica de acuerdo al expediente técnico por cada sol invertido tiene una ganancia de s/ 2.14, según el trabajo realizado es de s/ 0.92 a precios sociales.

V. Conclusiones.

1. De los componentes del sistema de riego por aspersión, La operatividad de los componentes del sistema de riego se encuentra en condiciones adecuadas para la operación de este sistema, el equipo móvil no funciona como se planificó en el expediente técnico, debido a que los agricultores hasta el momento no se implementaron con sus equipos y accesorios de riego.
2. El suelo tiene nivel bajo de N-P-K, con textura de suelo arcilloso para el sector de Sambaray Alto; un nivel alto, medio, bajo de N-P-K, con textura franco, para el sector de Isilluyoc y nivel bajo, medio, bajo de N-P-K, con textura franco arcillo arenoso para el sector de Margaritayoc.
En los sectores de Sambaray Alto, Centro, Isilluyoc, Margaritayoc de acuerdo al análisis del agua, no se encontró ningún limitante, catalogándose como C1S1 aptas para riego.
3. De los aforos realizados en el mes de Julio se tiene un caudal captado de 31 l/s el cual llega por medio del canal de San Juan, en comparación con el expediente técnico muestra un caudal de 33.135 l/s y 49.66 l/s, lo que demuestra una disminución de este recurso.
Las condiciones de manejo en lo que respecta a los parámetros de riego, en los sectores de Sambaray Alto, Sambaray Centro, Margaritayoc e Isilluyoc, se tiene un tiempo de riego de 8 horas por día para regar su parcela, con una frecuencia de riego de 2 días, y se hace sólo dos cambios, funcionando uno a dos aspersores por parcela con un intervalo de 6 días.
4. Se determinó un coeficiente de uniformidad de 72% y 64%; 61% y 72%; 68 y 62%; 60% y 60% de los cuatro sectores Sambaray Alto, Centro, Isilluyoc y Margaritayoc respectivamente, realizando dos pruebas de uniformidad por cada sector, con una eficiencia de aplicación de 83.27% y 86.73%; 86.16% y 86.25%; 80.97% y 80.47%; 86.24% y 85.95% para los cuatro sectores siendo considerados aceptables, puesto que se mantienen por encima del 80%.

5. En la evaluación realizada, el proyecto con una tasa del 9% planteado no tiene la rentabilidad que debe tener un proyecto, debido a que no se cumple con la cédula de cultivo.

VI. Sugerencias.

1. Realizar la capacitación en el manejo integral del sistema de riego por aspersión a los usuarios de Sambaray Alto, Centro, Isilluyoc y Margaritayoc.
2. Se recomienda el uso de rejillas de menor distanciamiento entre varillas para evitar el ingreso de los restos vegetales que obstruyen los aspersores.
3. Realizar el uso adecuado de los componentes del sistema de riego, realizando instalaciones adecuadas de los accesorios del equipo móvil de riego, mantener cerradas las tapas de los hidrantes y válvulas de control.
4. Se recomienda usar mangueras de longitudes adecuadas para los aspersores VYR – 35, VYR - 70, VYR - 70V para cubrir las necesidades de agua y cumplir con el módulo de riego encontrado en el ámbito del proyecto.
5. Realizar una evaluación técnica y económica a los proyectos ejecutados por los Gobiernos locales y entidades privadas.
6. Efectuar plantaciones con especies nativas adaptadas. En la cabecera de los manantes.
7. Realizar acciones de mantenimiento al inicio, fase intermedia y al final de cada campaña de riego.
8. Se recomienda dar cumplimiento a la cedula de cultivo propuesta.

VII Bibliografía.

- 1.- AQUISE, C. J. 1997. "Metodología de utilización de sistemas de riego por aspersión" Asistencia técnica, Lima - Perú.
- 2.- BERLIJN, D. J.1982. "Riego y Drenaje", Editorial Trillas. 1ra edición. México.
- 3.- BACA, G. C.2011 "Manual Técnico de Riego Presurizado" Gobierno Regional Cusco
- 4.- BACA G. C. J. 2009. Diapositivas "curso de capacitación captaciones, bocatomas".
- 5.- CALDERÓN, CH. A.1992. "Edafología", Editorial Universitaria. Cusco.
- 6.- CASTAÑÓN, G.2000. "Ingeniería del riego utilización racional del agua" 2000, Editorial Paraninfo 1ra edición. España.
- 7.- CÁRDENAS, S. 2009. "Evaluación de la uniformidad de aplicación de riego en cinco modelos de aspersores en el cultivo de naranjo (*Citrus sinensis L*)" Proyecto Pampa Concepción. Tesis UNSAAC Facultad de Ciencias Agrarias Tropicales Quillabamba - Cusco
- 8.- FAO, boletín N° 56, 2006 "Evapotranspiración del cultivo, Guía para la determinación de los requerimientos de agua por los cultivos".
- 9.- FUENTES, Y. J.2003. "Técnicas de riego" 4ta edición, Editorial Mundi – Prensa. Madrid.
- 10.- FACI, G. J.M.2013. "Riego por Aspersión: efecto de la baja presión en la uniformidad."
- 11.-HUAMAN A 1999. "Evaluación de eficiencias de riego parcelario, en cultivos peremnes (*Citrus Sinensis L. Coffea arábica L y Theobroma cacao L*) en Echarati – La Convención" Tesis UNSAAC Facultad de Ciencias Agrarias Tropicales Quillabamba - Cusco
- 12.- HURTADO, H. F.2003. "Lo que usted debe recordar para formular un proyecto de desarrollo rural" Editorial IIUR Cusco – Perú
- 13.-MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LA CONVENCION 2009. Expediente técnico. Instalación de riego tecnificado en los sectores de Sambaray Alto, Centro, Isilluyoc y Margaritayoc.

- 14.- OLARTE, H. W. 2002. "Diseño y Gestión de Sistemas de Riego por Aspersión en laderas" Cusco.
- 15.- OLARTE, H. W. 1987. "Manual de Riego por gravedad", Comisión de coordinación Tecnológico Andina (CCTA). Lima – Perú
- 16.- OLARTE F. 2009. "Determinación del coeficiente de uniformidad del sistema de riego por aspersión en el cultivo de naranjo (*Citrus sinensis*), en el sector de san Pedro – Calera. Tesis UNSAAC Facultad de Ciencias Agrarias Tropicales Quillabamba - Cusco
- 17.- PORTA, C. 2003. "Edafología para la agricultura y el medio ambiente" 3ra edic. Editorial Mundi – Prensa, Madrid – España
- 18.- PORTA, J, ROQUERO, C. 2003. "Edafología para la agricultura y el medio ambiente" Ed. Mundi-prensa. Madrid. BRADY.
- 19.- SOTO, H. J. 2002. "Manual para el Diseño y Gestión de Pequeños Sistemas de riego por Aspersión en Laderas"
- 20.- SALAZAR, D. E. 2013. "Evaluación Técnica de la Eficiencia de Riego en el Sistema de Irrigación Aguilayoc en los Distritos de Echarate – Santa Ana – provincia de La Convención- Cusco." UNSAAC- KAYRA
- 21.- TARJUELO, M. B. 1999 "El riego por aspersión y su tecnología" 2da edic. Mundi. Prensa España.
- 22.- VASQUEZ, V. A. 2000 "Manejo de Cuencas Alto Andinas", tomo I, Editorial Charles Sutton. Lima - Perú.
- 23.- VELARDE, F. 2008. Manual de técnicas de jardinería II mantenimiento. Editorial Mundi – prensa Madrid - España.
- 24.- VILLON, B. M. 1982 "Riego por Aspersión". Editorial PubliDrat, Universidad Nacional Agraria "La Molina". Lima Perú.

VIII ANEXOS

Anexo N° 01

REGIONALIZACIÓN DE
TEMPERATURAS MEDIAS

TEMPERATURAS MEDIA MENSUAL, MEDIA MAXIMA MENSUAL Y MEDIA MINIMA MENSUAL
REGISTRADAS Y GENERADAS

Temperatura Mínima Mensual (°C)													
Estación	Altitud	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Quillabamba	1,027	19.65	19.51	19.34	19.33	18.59	17.81	16.88	17.91	18.45	19.46	19.94	19.96
Quebrada	1,205	18.43	18.14	18.26	17.92	17.22	16.19	15.37	16.16	16.84	17.89	18.56	18.56
Machupicchu	2,080	11.90	11.90	11.70	11.53	10.13	8.85	8.55	9.30	11.00	11.40	11.70	12.10
Regresión Lineal	1,437.33	16.66	16.52	16.43	16.26	15.31	14.28	13.60	14.46	15.43	16.25	16.73	16.87
	168,373.44	8.94	8.97	8.44	9.44	10.75	12.44	10.75	11.92	9.13	10.30	10.27	9.52
	53,978.78	3.13	2.63	3.35	2.76	3.64	3.64	3.14	2.91	1.98	2.69	3.35	2.85
	413,020.44	22.66	21.30	22.42	22.40	26.90	29.52	25.51	26.61	19.61	23.53	25.35	22.80
	460.21	3.40	3.31	3.38	3.40	3.71	3.90	3.62	3.72	3.20	3.49	3.60	3.42
	a	27.29	26.86	26.98	26.86	26.90	26.46	24.92	26.06	25.41	27.14	27.99	27.57
	b	0.0074	0.0072	0.0073	0.0074	0.0081	0.0085	0.0079	0.0081	0.0069	0.0076	0.0078	0.0074
r	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
Proyecto Sambaray	1,565	15.7	15.6	15.5	15.3	14.3	13.2	12.6	13.4	14.5	15.3	15.7	15.9

Temperatura Media Mensual (°C)													
Estación	Altitud	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Quillabamba	1,027	24.72	24.51	24.40	24.67	24.45	23.93	23.31	24.58	24.91	25.57	25.80	24.95
Quebrada	1,205	23.73	23.70	23.55	23.56	23.29	22.88	22.46	23.55	23.83	24.34	24.31	23.66
Machupicchu	2,080	16.18	16.35	16.20	16.40	15.88	15.28	15.45	16.30	16.10	17.40	17.00	16.50
Regresión Lineal	1,437.33	21.54	21.52	21.38	21.54	21.20	20.69	20.41	21.48	21.61	22.44	22.37	21.70
	168,373.44	10.10	8.94	9.10	9.77	10.54	10.48	8.42	9.62	10.88	9.82	11.76	10.54
	53,978.78	4.78	4.75	4.69	4.07	4.34	4.76	4.22	4.30	4.90	3.62	3.77	3.84
	413,020.44	28.80	26.73	26.87	26.46	28.39	29.36	24.58	26.79	30.38	25.36	28.85	27.08
	460.21	3.82	3.67	3.68	3.67	3.80	3.86	3.52	3.68	3.92	3.60	3.85	3.72
	a	33.44	32.96	32.86	32.99	33.06	32.72	31.39	32.97	33.85	33.67	34.38	33.31
	b	0.0083	0.0080	0.0080	0.0080	0.0082	0.0084	0.0076	0.0080	0.0085	0.0078	0.0084	0.0081
r	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
Proyecto Sambaray	1,565	20.48	20.50	20.36	20.53	20.15	19.62	19.43	20.45	20.52	21.44	21.30	20.67

Temperatura Máxima Mensual (°C)													
Estación	Altitud	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Quillabamba	1,027	29.60	29.43	29.40	29.96	30.07	29.97	29.79	31.12	31.48	31.69	30.97	29.97
Quebrada	1,205	28.84	28.93	28.66	29.01	29.46	29.51	29.48	30.64	30.78	30.53	30.00	28.70
Machupicchu	2,080	20.50	20.83	20.68	21.33	21.35	21.70	22.40	23.25	24.00	23.38	22.28	20.85
Regresión Lineal	1,437.33	26.31	26.39	26.25	26.77	26.96	27.06	27.22	28.34	28.75	28.53	27.75	26.51
	168,373.44	10.80	9.22	9.95	10.20	9.68	8.46	6.60	7.76	7.44	9.99	10.38	11.99
	53,978.78	6.39	6.41	5.84	5.05	6.24	6.01	5.08	5.29	4.09	3.98	5.07	4.81
	413,020.44	33.81	31.01	31.03	29.60	31.46	28.74	23.25	25.87	22.58	26.57	29.96	32.00
	460.21	4.12	3.94	3.95	3.87	3.97	3.80	3.41	3.60	3.37	3.68	3.89	4.03
	a	39.15	38.64	38.54	38.82	39.31	38.84	37.80	39.53	39.26	40.01	39.88	39.10
	b	0.0089	0.0085	0.0086	0.0084	0.0086	0.0082	0.0074	0.0078	0.0073	0.0080	0.0084	0.0088
r	-1.00	-0.99	-1.00	-1.00	-1.00	-0.99	-0.99	-0.99	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00	-1.00
Proyecto Sambaray	1,565	25.2	25.3	25.2	25.7	25.9	26.0	26.3	27.3	27.8	27.5	26.7	25.4

Anexo N° 02

Radiación media Diaria RMD en su equivalente en (mm/día)

Latitud	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	dic
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
12 °	16.6	16.3	15.4	14.0	12.5	11.6	12.0	13.2	14.7	15.8	16.4	16.5
14 °	16.7	16.4	15.3	13.7	12.1	11.2	11.6	12.9	14.5	15.8	16.5	16.5
12	16.60	16.30	15.40	14.00	12.50	11.60	12.00	13.20	14.70	15.80	16.40	16.50
RMM=	514.6	456.4	477.4	420	387.5	348	372	409.2	441	489.8	492	511.5

RM = 5320 mm/año

Número de horas de Sol Media diaria

Latitud	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	dic
	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
10 °	12.6	12.4	12.1	11.8	11.6	11.5	11.6	11.8	12.0	12.3	12.6	12.7
15 °	12.9	12.6	12.2	11.8	11.4	11.2	11.3	11.6	12.0	12.5	12.8	13.0
12	12.72	12.48	12.14	11.80	11.52	11.38	11.48	11.72	12.00	12.38	12.68	12.82
mensual	394.3	349.4	376.3	354	357.1	341.4	355.9	363.3	360	383.8	380.4	397.4

N = 4413 h/año

Anexo N° 03

REGISTRO DE HUMEDAD RELATIVA
REGISTROS HISTÓRICOS
 (%)

Estación : **QUILLABAMBA** Latitud : 12°50' N Departament : Cusco
 Tipo : CP Longitud : 72°44' E Provincia : La Convención
 Altitud : 1,027.00 msnm Distrito : Santa Ana

N° REGISTRO	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
37	2000	81.00	83.00	81.00	86.00	73.00	80.00	78.00	78.00	69.00	81.00	85.00	89.00	964.00
38	2001	88.00	86.00	81.00	86.00	88.00	88.00	83.00	78.00	77.00	72.00	80.00	81.00	988.00
39	2002	84.00	88.00	84.00	78.00	81.00	81.00	73.00	69.00	71.00	73.00	75.00	79.00	936.00
40	2003	80.00	82.00		82.00	83.00	74.00	75.00	76.00	73.00	70.00	70.00	76.00	841.00
41	2004	77.00	77.00	85.00	75.00	78.00	77.00	84.00	82.00	80.00	78.00	81.00	79.00	953.00
42	2005	80.00	86.00	82.00	85.00	81.00	79.00	78.00	89.00	85.00	81.00	76.00	81.00	983.00
43	2006	83.00	84.00	85.00	84.00	85.00	85.00	81.00	82.00	82.00	83.00	84.00	86.00	1,004.00
44	2007	84.00	85.00	85.00	83.00	85.00	82.00	79.00		80.00	80.00	82.00	84.00	909.00
45	2008	85.00	84.00	81.00	78.00	76.00	80.00	79.00	81.00	79.00	80.00	83.00	83.00	969.00
46	2009		84.00		82.00	83.00	80.00	83.00	81.00	77.00	80.00	82.00		732.00
N° Datos		29	29	30	33	31	30	30	29	30	29	29	29	33
Media		79.34	80.48	79.83	78.70	76.35	73.63	72.00	70.69	71.63	72.00	73.79	77.41	802.95
Desv. Estándar		4.92	4.85	4.40	4.94	6.81	8.29	8.67	8.66	7.71	7.30	7.72	6.12	233.17
Coef. Variacion		6.20	6.03	5.51	6.28	8.92	11.25	12.04	12.25	10.76	10.14	10.47	7.91	29.04

Anexo N° 04

REGISTRO DE HORAS DE SOL (HORAS Y DECIMOS SOL)
REGISTROS HISTÓRICOS
(hr)

Estación : **QUILLABAMBA** Latitud : 12°50' N Departamento : Cusco
 Tipo : CP Longitud : 72°44' E Provincia : La Convención
 Altitud : 1,027.00 msnm Distrito : Santa Ana

N° REGISTRO	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
37	2000	95.10	95.00	101.00	155.10	193.00	155.00	163.20	182.40	176.00	139.00	149.50	104.00	1,708.30
38	2001	83.20	93.50	121.00	151.70	139.00	152.70	169.20	196.70	156.00	123.20	127.50	131.30	1,645.00
39	2002	124.10	87.50	99.00	155.00	193.00	157.00	141.30	183.90	130.20	142.90	131.50	115.70	1,661.10
40	2003	111.00	126.00	158.80	223.00	168.00	170.00	199.60	174.10	166.70	182.30	171.20	76.10	1,926.80
41	2004	116.10	118.40	116.50	163.30	178.30	162.90	151.40	163.80	82.70	141.60	143.20	141.70	1,679.90
42	2005	126.50	125.60	131.90	149.20	208.20	190.60	169.30	203.40	82.70	155.80	142.40	91.20	1,776.80
N° Datos		19	19	19	19	19	19	19	19	18	18	18	18	19
Media		109.54	94.48	125.86	154.29	183.65	180.91	186.37	177.13	144.34	147.02	134.59	109.34	1719.36
Máxima		135.40	128.70	158.80	223.00	225.20	227.60	225.00	221.10	187.50	209.00	174.70	141.70	1938.00
Mínima		70.00	11.50	89.10	123.20	139.00	152.70	141.30	139.90	82.70	99.80	90.40	76.10	1142.70

Anexo N° 05

REGISTRO DE VELOCIDAD MEDIA MENSUAL
REGISTROS HISTÓRICOS
(m/s)

Estacion : **QUILLABAMBA** Latitud : 12°50' N Departamento : Cusco
 Tipo : CP Longitud : 72°44' E Provincia : La Convención
 Altitud : 1,027.00 msnm Distrito : Santa Ana

N° REGISTRO	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
37	2000	4.50	4.20	4.30	4.90	5.50	4.50	5.00	4.60	5.10	4.80	5.40	5.00	57.80
38	2001	5.60	4.50	5.00	4.90	5.40	4.90	5.70	4.20	5.20	5.00	4.90	5.30	60.60
39	2002	5.00	5.30	4.70	5.10	5.00	4.80	5.20	5.10	3.90	4.70	4.00	4.90	57.70
40	2003	4.90	4.90		5.70	5.20	4.60	5.40	5.10	4.40	4.50	4.60	4.10	53.40
41	2004		5.20	5.60	5.10	5.60	4.30	4.30	5.80	4.80	4.40	5.20	6.10	56.40
42	2005	6.70	5.60	6.80	5.80	5.60	7.20	6.30	7.90	7.30	5.90	6.60	7.30	79.00
N° Datos		5	6	5	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6
Media		5.34	4.95	5.28	5.25	5.38	5.05	5.32	5.45	5.12	4.88	5.12	5.45	60.82
Desv. Estandar		0.86	0.52	0.97	0.40	0.24	1.07	0.67	1.32	1.17	0.54	0.88	1.11	9.21
Coef. Variacion		16.03	10.59	18.43	7.60	4.46	21.28	12.67	24.14	22.91	11.10	17.15	20.42	15.14

Anexo N° 06

COSTOS DE PRODUCCION DEL CULTIVO DE CAFÉ						
Precios promedio Campaña 2013-2014						
DESCRIPCION	COSTO UNITARIO S/.	UNIDAD	A PRECIOS PRIVADOS		A PRECIOS SOCIALES	
			ACTUAL		FACTOR	ACTUAL
			Cantidad	S/. Por ha	AJUSTE	S/. Por ha
INGRESOS				4.535		4.535
- Granos	8,2	kg	554	4535	1,00	4.535
PREPARACION DEL TERRENO 1)						
- Arado y Mullido	120,0	Hora	0	-	0,81	-
- Ni velación y Surcado	120,0	Hora	0	-	0,81	-
INSUMOS:				140		118
- Semillas	25,0	kg	-	-	0,81	-
- Fertilizantes :					0,81	-
* N	3,8	kg	-	-	0,81	-
* P2O5	4,8	kg	-	-	0,81	-
* K2O	3,8	kg	-	-	0,81	-
* Abono Foliar	81,3	litro	-	-	0,84	-
* Guano de Isla	1,4	kg	100	140	0,84	118
* Roca Fosfórica	1,2	kg	-	-	0,84	-
* Estiercol	0,5	kg	-	-	0,84	-
- Herbicidas	35,4	Litro	-	-	0,81	-
- Insecticidas	48,6	Litro	-	-	0,81	-
- Fungicidas	45,0	kg	-	-	0,81	-
- Adherente	15,0	Litro	-	-	0,81	-
- Agua para riego (S/ha)	2,9	Riego	-	-	0,84	-
- Otros (Alquiler Pulverizadora)	10,0	Dia	-	-	0,84	-
SUB TOTAL				140		118
MANO DE OBRA		Jornal	55	1.650		677
- Abonamiento	30	"	-	-	0,41	-
- Control Fitosanitario	30	"	4	120	0,41	49
- Deshierbe (2)	30	"	20	600	0,41	246
- Poda	30	"	3	90	0,41	37
- Riego	30	"	-	-	0,41	-
- Cosecha y Secado	30	"	28	840	0,41	344
SUB TOTAL				1.790		794
IMPREVISTOS	0%					
SUB TOTAL				1.790		794
INTERES AL CAP.CIRCULANTE	2%	mes	12	430		191
TOTAL				2.220		985
CONTRIBUCION MARGINAL				2.315		3.550
BENEFICIO INCREMENTAL				2.315		3.550

1) Con Tractor Agrícola

COSTOS MANTENIMIENTO DEL CULTIVO DE PLATANO						
Precios promedio Campaña 2013-2014						
DESCRIPCION	COSTO UNITARIO S/.	UNIDAD	A PRECIOS PRIVADOS		A PRECIOS SOCIALES	
			ACTUAL		FACTOR AJUSTE	ACTUAL S/.
			Cantidad	S/.		
INGRESOS				5.796		5.796
- Frutos	0,6	kg	9660	5796	1,00	5.796
PREPARACION DEL TERRENO 1)						
- Arado y Mullido	120,0	Hora	-	-	0,81	-
- Nivelación y Surcado	120,0	Hora	-	-	0,81	-
INSUMOS:						
- Semillas	5,0	kg	-	-	0,81	-
- Fertilizantes :						
* N	3,8	kg	-	-	0,81	-
* P2O5	4,8	kg	-	-	0,81	-
* K2O	3,8	kg	-	-	0,81	-
* Abono Foliar	81,3	litro	-	-	0,84	-
* Guano de Isla	1,4	kg	-	-	0,84	-
* Roca Fosfórica	1,2	kg	-	-	0,84	-
* Estiercol	0,5	kg	-	-	0,84	-
- Herbicidas	35,4	Litro	-	-	0,81	-
- Insecticidas	48,6	Litro	-	-	0,81	-
- Fungicidas	45,0	kg	-	-	0,81	-
- Adherente	15,0	Litro	-	-	0,81	-
- Agua para riego (S/ha)	2,9	Riego	-	-	0,84	-
- Otros (Alquiler Pulverizadora)	10,0	Dia	-	-	0,84	-
SUB TOTAL						
MANO DE OBRA		Jornal	54	1.620		664
* Preparación Plántulas:		Jornal	-	-	0,41	-
- Selección y desinfección de hijuelos	30	"	-	-	0,41	-
* Instalación en Terreno Definitivo		"	54	1.620		664
- Roce y Limpieza Vegetación Arbustiva	30	"	10	300	0,41	123
- Trazo y Apertura de Hoyos	30	"	20	600	0,41	246
- Abonamiento	30	"	-	-	0,41	-
- Control Fitosanitario	30	"	-	-	0,41	-
- Deshierbe	30	"	4	120	0,41	49
- Deshije, deshoje y destronque	30	"	10	300	0,41	123
- Riego	30	"	-	-	0,41	-
- Cosecha	30	"	10	300	0,41	123
SUB TOTAL				1.620		664
IMPREVISTOS	0%					
SUB TOTAL				1.620		664
INTERES AL CAP.CIRCULANTE	2%	mes	12	389		159
TOTAL				2.009		824
CONTRIBUCION MARGINAL				3.787		4.972
BENEFICIO INCREMENTAL				3.787		4.972

1) Con Tractor Agrícola

COSTOS DE MANTENIMIENTO DEL CULTIVO DE CACAO

Precios promedio Campaña 2013-2014

DESCRIPCION	COSTO UNITARIO S/.	UNIDAD	A PRECIOS PRIVADOS		A PRECIOS SOCIALES	
			ANTES		FACTOR	ANTES
			Cantidad	S/. Por ha	AJUSTE	S/. Por ha
INGRESOS				3.962		3.962
- Granos	7,6	Kg	521,33	3.962	1,00	3.962
PREPARACION DEL TERRENO 1)						
- Arado y Mullido	120	Hora	0	-	0,81	-
- Ni velación y Surcado	120	Hora	0	-	0,81	-
				-		-
INSUMOS:				91		74
- Plantones de Cacao	4,5	kg	-	-	0,81	-
- Fertilizantes :					0,81	-
* N	3,8	kg	-	-	0,81	-
* P2O5	4,8	kg	-	-	0,81	-
* K2O	3,8	kg	-	-	0,81	-
* Abono Foliar	81,3	litro	-	-	0,84	-
* Guano de Isla	1,4	kg	-	-	0,84	-
* Roca Fosfórica	1,2	kg	-	-	0,84	-
* Estiercol	0,5	kg	-	-	0,84	-
- Herbicidas	35,4	Litro	2	71	0,81	57
- Insecticidas	48,6	Litro	-	-	0,81	-
- Fungicidas	45,0	kg	-	-	0,81	-
- Adherente	15,0	Litro	-	-	0,81	-
- Agua para riego (S/ha)	2,9	Riego	-	-	0,84	-
- Otros (Alquiler Pulverizadora)	10,0	Día	2	20	0,84	17
SUB TOTAL				91		74
MANO DE OBRA		Jornal	36	1.080		443
- Abonamiento	30	"	-	-	0,41	-
- Control Fitosanitario	30	"	-	-	0,41	-
- Deshierbe (4)	30	"	8	240	0,41	98
- Poda	30	"	10	300	0,41	123
- Riego	30	"	10	300	0,41	123
- Cosecha	30	"	8	240	0,41	98
SUB TOTAL				1.171		517
IMPREVISTOS	0%					
SUB TOTAL				1.171		517
INTERES AL CAP.CIRCULANTE	2%	mes	12	281		124
TOTAL				1.452		641
CONTRIBUCION MARGINAL				2.510		3.321
BENEFICIO INCREMENTAL				2.510		3.321

Anexo N° 07

Plan de operación y Mantenimiento

- **Bocatoma.-** Las piedras, y otros materiales arrastrado, en época de lluvia, deterioran los componentes de las bocatomas, provocando fisuras y erosión en la solera, muros de encause, rejilla de captación y el barraje.

Los daños causados deben repararse en forma inmediata, se tendrá que realizar el picado respectivo del concreto deteriorado, y la limpieza, y el lacheado respectivo para que pegue la nueva mezcla.

- **Desarrenador.-** Debe limpiarse periódicamente, por lo menos una vez por mes o las veces que sea necesario, para ello se cierra la llave de entrada de la bocatoma y se abre la llave de limpia del desarrenador.

Esta limpieza puede realizarse con agua a presión o mecánicamente con pico si es necesario y pala botando los sedimentos hacia fuera del desarrenador.

- Engrasar y pintar las válvulas.

- Limpiar el contorno de la rejilla donde se pegan hojas y ramas.

- Después del periodo de lluvias se debe de revisar para ver si necesita algún refuerzo con concreto.

- **Reservorio.-** Sacar la tierra depositada en el reservorio.

- Cada año antes del tiempo de riego resanar el piso y paredes del reservorio que pudieran estar desgastados por el arrastre del agua.

- Aplicar selladoras de concreto al piso y pared cada año.

- Sacar a mano la tierra depositada en la base del reservorio, conservando los niveles.

- La tierra que se extrae de los reservorios debe ser colocado lejos de los muros para evitar sobre cargas y deslizamientos.

- Proteger los muros de cemento del empuje normal del terreno de la parte externa manteniendo el reservorio con agua a la mitad en tiempos de lluvias.

- **Caja de válvulas del reservorio.-** Mantener los alrededores de los muros del reservorio en forma plana, esto permite el crecimiento de arbustos y hierbas que ayudan a estabilizar mejor la infraestructura del reservorio. Pero estos no

deben estar muy cerca de los muros para que sus raíces no deterioren a los mismos.

- Proteger las laderas y los alrededores del reservorio con plantaciones de árboles y arbustos para evitar derrumbes.

- Retirar los materiales acumulados en su interior

- Hacer resanes al interior y exterior (corona, muros, pisos, y juntas)

- Proteger las laderas cercanas al reservorio con zanjas de contorno de infiltración y plantas arbustivas del lugar.

- **Sistema de filtración.-** Se hace mantenimiento ordinario el sistema es automático es decir se lava solo pero hay que obligarlo a realizar funciones el lavado en forma manual cada semana o cada 15 días utilizando los mandos open clouse, para dejarlo en aud después del lavado.

- **Cámara Rompe Presión.-** Realizar una limpieza al iniciar los riegos:

- Limpiar la cámara cuando lo necesite.

- Engrase y pintado de las tapas metálicas

- Resanado de la obra con cemento

- Protección de la cámara de carga, colocando cercos.

- **Tuberías de conexión y distribución**

- Cerrar y abrir las válvulas en forma lenta

- Hacer la limpieza de las captaciones, reservorios y otras obras, al iniciar el riego para que no se tapen los tubos

- Guardar las tuberías una vez usadas.

- Debe cambiarse las tuberías malogradas

- Para evitar que los derrumbes de tierra malogren las tuberías se debe proteger de la siguiente manera:

- . Plantación de arbustos en laderas por encima de las tuberías.

- . Control de cárcavas

- . Construcción de zanjas de infiltración en las partes altas para cortar la velocidad del agua.

- **Línea de conducción**

- Verificar si el agua fluye normalmente desde el desarenador hasta el reservorio.
- Revisar el interior de cada cámara rompe presión recorrer toda la línea de conducción observando cuidadosamente alguna filtración. Si hubiera filtraciones se debe de reparar inmediatamente.
- Verificar el buen estado de las válvulas de purga de aire.

- **Válvulas**

Aperturar suavemente cualquiera de las válvulas para no causar sobre presión (golpe de ariete) y evitar la ruptura de las tuberías.

- **Puente acueducto**

- Pintar con petróleo o aceite quemado la plataforma de madera.
- Engrasar todas las partes metálicas.

- **Hidrantes**

- Asegurar que la caja de concreto este en buenas condiciones
- Asegurar que la tapa tenga su cadena engrasada y su candado en buenas condiciones
- Quitar los sedimentos acumulados del interior cada vez que se deposite algún material.
- Verificar que no existan fugas de agua en la válvula de acople rápido.

- **Aspersores**

- Cambiar la boquilla cada dos años
- Abrir y cerrar lentamente los hidrantes
- Revisar y ajustar los resortes porque pueden sufrir estiramiento.

Anexo N°08



Foto N° 01: aforado de la captacion N° 04 Sector sambaray alto



Foto N° 02: Aforado en la captación N° 05 Sector Sambaray Alto



Foto N° 03: Prueba de infiltración en el sector de Sambaray Centro



Foto N° 04: Prueba de uniformidad en el sector de Sambaray Centro



Foto N° 05: Medida del área de aspersión en el sector de Sambaray Centro

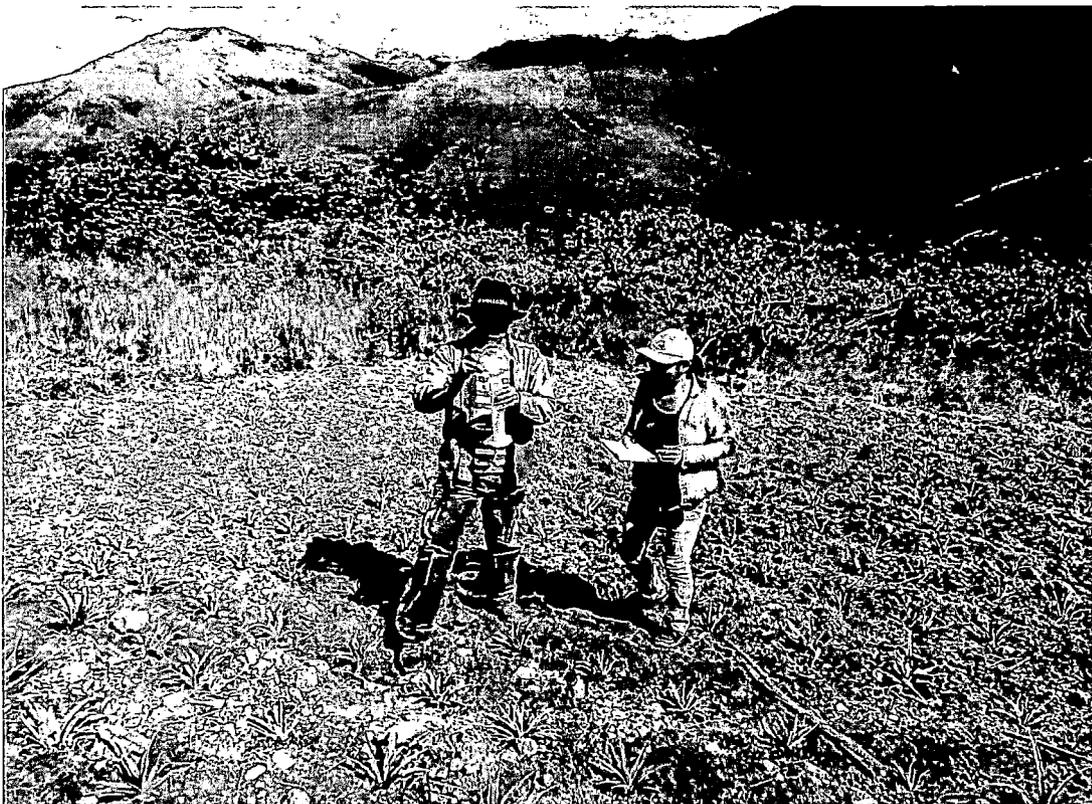


Foto N° 06: Medición de la altura de agua captada en la prueba de uniformidad en probeta graduada, en el Sector de Sambaray Alto



Foto N° 07: Medida de la presión del aspersor en el sector de Margaritayoc



Foto N° 08: Aforado de hidrante en el sector de Sambaray Alto



Foto N° 09: Medida de presión del hidrante en el sector de Margaritayoc



Foto N° 10: Toma de muestra de agua de la captación N° III Sector: Sambaray Alto



Foto N° 11: Materiales y equipos utilizados en pruebas de uniformidad e infiltración

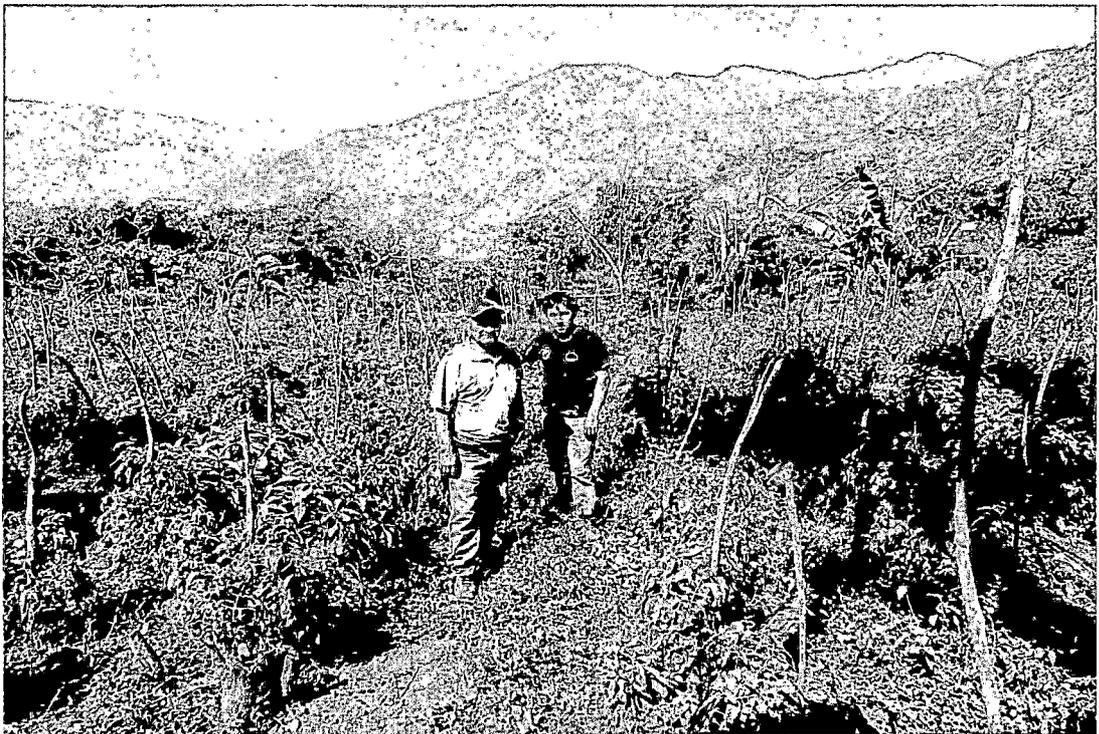


Foto N° 12: Monitoreo de la evaluación en campo por parte del Asesor Arq. Mario Oviedo Bellota Sector: Isilluyoc



Foto N° 13. Verificación de la Caseta de control del Sistema de Filtrado sector: Sambaray Alto



Foto N° 14: Reservorio principal Sector: Sambaray Alto



Foto N° 15: Medicion de caudal en el canal princiapal del reservorio Sector: Sambaray Alto



Foto N° 16: Derrumbes en el sector de Sambaray Alto



DATOS GENERALES DE LA PARCELA

Nombres y Apellidos del Solicitante: DORIS MARGOT CAMACHO COLOMA 04-03-14

Parcela: _____ Provincia LA CONVENCION Distrito: SANTA ANA

C.A.C. UNSAAC Sector: SAMBARAY ALTO

CULTIVO

CAFÉ

ALTITUD

ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION Y MICROELEMENTOS

pH (1:1)	CE (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	MO %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico %			Clase Textural
						A	Li	Ar	
6.33	0.49	0	5%	5.1	59	40	32	28	Ar.

CIC Total	Cationes Cambiable meq/100g					Suma de Catione	Suma de Bases	% de Bases
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ +H ⁺			
13.76	10	2.1	0.6	0	0.5	13.2	12.7	92

Micronutrientes (ppm)				
B	Cu	Zn	Mn	Fe
0	1.1	1.8	31.1	148



CENTRAL COCLA LTDA. N° 231
DEPARTAMENTO TECNICO
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS

ELIACAR YVY ALIOPAUCAH



DATOS GENERALES DE LA PARCELA

Nombres y Apellidos del Solicitante: DORIS MARGOT CAMACHO COLOMA 04-03-14

Parcela: _____ Provincia LA CONVENCION Distrito: SANTA ANA

C.A.C. UNSAAC Sector: ISILUYOC

CULTIVO

CAFÉ

ALTITUD

ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION Y MICROELEMENTOS

pH (1:1)	CE (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	MO %	P ppm	K ppm	Analisis Mecanico %			Clase Textural
						A	Li	Ar	
5.59	0.16	0	1%	21.1	98	46	28	26	Fr.

CIC Total	Cationes Cambiable meq/100g					Suma de Catione	Suma de Bases	% de Bases
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ +H ⁺			
25.6	13.98	3.4	0.5	0	0.5	18.38	17.88	70

Micronutrientes (ppm)				
B	Cu	Zn	Mn	Fe
0	6.1	5.9	23	163



CENTRAL COCLA LTDA. N° 221
DEPARTAMENTO TÉCNICO
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS

ELIAZAR NAVALGOS PAUCAR
RESPONSABLE



Producers and Exporters of Coffee

WEB SITE: www.coclaperu.com / E-mail: cocla@coclaperu.com

LIMA: Calle 4 Mz. "D", Lote 4 / Urb. Grimanesa - Callao - Perú - Telf. (51) 15720519 - (51) 15725296 - Fax. (51) 15725070

DATOS GENERALES DE LA PARCELA

Nombres y Apellidos del Solicitante: DORIS MARGOT CAMACHO COLOMA 25-03-14

Parcela: _____ Provincia LA CONVENCION Distrito: SANTA ANA

C.A.C. UNSAAC Sector: MARGARITAYOC

CULTIVO

CAFÉ

ALTITUD

ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION Y MICROELEMENTOS

pH (1:1)	CE (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	MO %	P ppm	K ppm	Analisis Mecanico %			Clase Textural
						A	Li	Ar	
5.39	0.07	0	2%	7.6	98	66	10	24	Fr.Ar.A.

CIC Total	Cationes Cambiable meq/100g					Suma de Catione	Suma de Bases	% de Bases
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ +H ⁺			
8	7	0.01	0.25	0.35	1	8.61	7.61	95

Micronutrientes (ppm)				
B	Cu	Zn	Mn	Fe
0	4.6	13	11.8	126



CENTRAL COCLA LTDA. N° 261
DEPARTAMENTO TÉCNICO
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS

ELIAZAR DAVALOS PAUCAR
RESPONSABLE

PLANTA PROCESADORA:
Prolg. Edgar de la Torre N° 1353 - Quillabamba - Cusco
Telefax. (084) 281377 / Anexo 111
E-mail: coclaocot@gmail.com - coclaocot@hotmail.com

CUSCO:
Mezón de la estrella N° 137
Telf. (084) 239072
E-mail: gesek2@hotmail.com



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

Av. de la Cultura 722
Pabellón C - Of. 106

Apartado Postal 921 - Cusco Perú
Teléfono - fax - modem: 224831



UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANALISIS QUIMICO DEPARTAMENTO ACADEMICO DE QUIMICA INFORME DE ANALISIS

Nº0393-14-LAQ

SOlicitante: YON CAMACHO COLOMA
DORIS MARGOT CAMACHO COLOMA

MUESTRA : AGUAS

- 1.-Captación San Juan I
 - 2.-Captación San Juan II
 - 3.-Captación San Juan III
 - 4.-Captación San Juan IV
 - 5.-Captación San Juan V
- DISTRITO SANTA ANA LA CONVENCION CUSCO

FECHA : 6/01/07/2014

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

	1	2	3	4	5
pH	6.60	6.55	6.50	6.32	6.48
C.E. uS/cm	48.00	61.00	64.00	45.00	48.00
Dureza ppm CaCO ₃	34.10	43.30	45.44	32.40	34.00
Calcio ppm	9.12	12.16	12.92	9.20	9.88
Magnesio ppm	2.48	2.85	2.90	2.12	2.07
Sodio ppm	5.00	7.80	8.20	4.40	4.80
Potasio ppm	1.20	1.55	1.68	1.10	1.35
Cloruros ppm	2.60	3.10	3.52	2.20	2.00
Sulfatos ppm	10.50	14.90	17.20	8.80	11.40
Bicarbonatos ppm	37.70	50.30	50.80	36.90	37.88
Carbonatos ppm	0	0	0	0	0
Hierro ppm	0.035	0.044	0.050	0.031	0.040
Boro ppm	0.012	0.017	0.019	0.012	0.012
Sólidos disueltos ppm	77.50	90.20	92.70	68.10	74.50

* Todas las muestras son aptos para riego.

Cusco, 08 de Julio 2014

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Unidad de Prestación de Servicios de Análisis Químico

[Signature]

Melquisedec Herrera Arceles
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

Av. de la Cultura 722
Pabellón C - Of. 106

Apartado Postal 921 - Cusco Perú
Teléfono - fax - modem: 224831

UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANALISIS QUIMICO DEPARTAMENTO ACADEMICO DE QUIMICA INFORME DE ANALISIS

Nº0609-14-LAQ

SOLICITANTE: MARGOT CAMACHO COLOMA
YON CAMACHO COLOMA

MUESTRA : SUELOS

- 1.-Sector Sambaray Centro
- 2.-Sector Isiluyoc
- 3.-Sector Sambaray Alto
- 4.-Sector Margaritayoc

Distrito Santa Ana La Convención.

FECHA : 0/07/10/2014

RESULTADO ANALISIS FISICOMECANICO:

	1	2	3	4
Capacidad de Campo (C.C.) %	20.12	21.05	18.73	19.17
P.M.P. %	10.86	11.36	10.11	10.35
d.a. g/cc	1.336	1.303	1.304	1.417
d.r. g/cc	2.219	2.156	2.224	2.202

Cusco, 17 de Octubre 2014

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
Servicio de Prestación de Servicios Químicos

[Firma]

Beiguades Herrera Arivilca
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO

ENCUESTA SOCIOECONÓMICA

PROYECTO: "INSTALACIÓN DE RIEGO TECNIFICADO EN LA COMUNIDAD DE SAMBARAY ALTO, CENTRO, MARGARITAYOC E ISILUYOC, DISTRITO DE SANTA ANA, PROVINCIA DE LA CONVENCION"

Nombre del Encuestado... Alfredo Gomez Coscova EDAD... 67 DNI... 24945338
 Nombre de la unidad familiar... Pueyrrecusa Has... 2.5 Altitud.....
 Nº de hijos presentes..... / Otros miembros.....

1. CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA.

Tenencia	Nº pisos	Nº habitaciones	Pared	Techo	Piso	Acabados SI () NO ()
	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>adobe</u>	<u>calamina</u>	<u>tierra</u>	
Tipo combustible para cocinar	Fogón de piedra y barro	Fogón mejorado	Cocina a gas	Fogón y gas	Ubicación de la vivienda	
	<u>X</u>				C. Poblado ()	Chacra ()
Alumbrado de la vivienda	Electricidad (<u>X</u>)		Vela ()	Otros ()		

2. SERVICIOS A LA QUE ACCEDE.

Servicios básicos	Marque	Estado actual	Distancia: m, Km al servicio	Observaciones
Agua de acequia(), rio(), entubada(<u>X</u>)				<u>Ja</u>
Agua potable				
Sistema de desagüe	<u>X</u>			
Letrina, pozo ciego				
Servicios de Salud (C.S ó P. S.)				<u>santa sus</u>
Institución educativa Inicial(), Prim(<u>X</u>), Sec.()				<u>primario</u>
Trocha Carrozable (nombre)				<u>Galuro</u>
Teléfono fijo ()	<u>ninguno</u>		Celular ()	

3. INGRESOS.

a. Actividad agrícola.

Cultivos	Área cultivada Has		Nº años plantación	Rendimiento (qq, Kg, @, Cientos.)	Cantidad total: qq, Kg, @, Cientos.	Precio Chacra S/.	Ingresos S/.
Café	Secano	Bajo riego					
cafe	<u>1.5</u>		<u>0.25</u>	<u>15.99</u>			
Cacao							
Achiote							
Coca	<u>0.25</u>			<u>3 @</u>	<u>6 @</u>		
Cítricos							
Yuca	<u>0.25</u>			<u>150 kg</u>			
Maíz				<u>1 qq</u>			
Plátano							
Mango							
Otros							
Total							

Forma de trabajo: Familiar (X), Ayni (), Con jornales (), Costo S/..... con alimentación SI (), NO ()

Nº trabajadores contratados por actividad..... Costo..... En que épocas.....

b. Actividad pecuaria.

Especies	Cantidad	Sexo		Destino		Ingresos	Observaciones
		M	H	% Consumo	% comercial		
Vacunos							
Cerdos							
Aves							
Cuyes							

