

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE AGRONOMÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TRABAJO DIRIGIDO

**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO EN EL CENTRO EXPERIMENTAL D
COTA COTA**

NESTOR APAZA VALERIANO

La Paz – Bolivia

2011

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE AGRONOMÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DE COTA COTA

*Trabajo dirigido presentado como requisito
Para optar el título de
Ingeniero Agrónomo*

NÉSTOR APAZA VALERIANO

Asesores

Ing. Rolando Céspedes Paredes

Ing. Eloy Quiquisana Quispe

Tribunal Revisor.

Ing. Ph. D. René Chipana Rivera

Ing. M. Sc. Jaime Alberto Córdova Espinoza

Ing. M. Sc. Paulino Ruiz Huanca

APROBADA

Presidente:

ÍNDICE GENERAL

PARTE I	11
INTRODUCCIÓN	15
1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.1 JUSTIFICACIÓN	16
1.2 OBJETIVOS	16
1.2.1. OBJETIVO GENERAL	16
1.2.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS.....	16
PARTE II	17
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	17
2.1. SITUACIÓN DEL RIEGO ACTUAL EN BOLIVIA	17
2.1.2. DEMANDA SOCIAL DE RIEGO	17
2.1.3. SISTEMAS DE RIEGO.....	18
2.1.3.1. Elementos básicos de un sistema de riego.	18
2.1.3.2. Componentes de un sistema de riego por aspersión a base de tuberías	19
2.1.3.3. Etapas de un proyecto de riego tecnificado.....	19
2.1.3.4. Criterios generales de diseño y construcción	20
a). Sostenibilidad	21
b). Funcionalidad	21
c). Manejabilidad	21
d). Mantenimiento.....	22
e). Seguridad.....	22
2.1.3.5. Diseño del sistema de riego	22
2.1.3.6. Datos climáticos	23
a) Precipitación efectiva (Pef.).....	23
b) Evapotranspiración (ET.).....	23
c) Velocidad y dirección del viento	24
2.1.3.7. Eficiencia	24
2.1.3.8. Obras de riego.....	24
a). Obras de toma Galerías Filtrantes	24
b). Estanque de almacenamiento de agua	25
c). Tubería de conducción	25
d). Bomba.....	25
2.1.3.9 Ventajas y desventajas del Riego Presurizado	25
a) Ventajas	25
b) Desventajas del riego presurizado	26
2.1.4. CÉDULA DE CULTIVOS	26
2.1.5. DISEÑO AGRONÓMICO.....	26
2.1.6. DISEÑO HIDRÁULICO.....	27
2.1.6.1. Diseño hidráulico de tuberías	27

2.1.7	GESTIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO PRESURIZADO	28
2.1.8	CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	28
2.1.9.	PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS	29
2.1.9.1.	Prácticas Agronómicas.....	29
2.1.9.2.	Prácticas mecánicas de conservación de suelos.	30
a).	Barreras vivas y muertas.....	30
b).	Terrazas	30
c)	Zanjas de infiltración.....	31
d)	Zanjas de ladera	31
e)	Control de cárcavas	31
2.1.10.	MURO DE CONTENCIÓN CON GAVIONES.....	32
2.1.11.	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	32
2.1.12.	AGRICULTORES, TENENCIA Y ÁREA BAJO RIEGO	32
2.1.13.	DERECHOS Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA	33
2.1.14.	CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO	33
2.1.15.	AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	34
2.1.16.	FUENTE DE ENERGÍA	34
2.1.17.	ACTORES BENEFICIARIOS	34
2.2	METODOLOGÍA.....	35
2.2.1.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA A SER REGADA.....	35
2.2.2.	BALANCE HÍDRICO	35
2.2.3	ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA.....	35
2.2.4.	ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS	36
2.2.5	CÉDULA DE CULTIVOS EXISTENTES.	36
2.2.6.	DISEÑO HIDRÁULICO DE LOS DIFERENTES COMPONENTES DE RIEGO.....	36
2.2.7.	DISEÑO HIDRÁULICO DE LAS TOMAS DE AGUA EN GALERÍAS FILTRANTES	36
2.2.8.	DISEÑO HIDRÁULICO DEL ESTANQUE.....	36
2.2.9	SELECCIÓN DE LA BOMBA.	37
2.2.10.	DISEÑO DE PEQUEÑAS OBRAS DE ARTE.....	37
2.2.11.	DISEÑO DE LA LÍNEA DE IMPULSIÓN.....	37
2.2.12.	UBICACIÓN DE HIDRANTES DE RIEGO	37
2.2.13.	CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCIÓN CON GAVIONES	37
2.2.14.	ANÁLISIS ECONÓMICO DE PROPUESTA DEL PROYECTO	38
2.2.15.	ORGANIZACIÓN DE LA GESTIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO.....	38
PARTE III.....	.....	39
DIAGNÓSTICO .....	.....	39
3.1 ASPECTOS GENERALES .....	.....	39
3.1.1.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	39
3.2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO .....	.....	40
3.2.1.	CARACTERÍSTICAS DEL ECOSISTEMA	40
3.2.2.	FISIOGRAFÍA.....	40
3.2.3. TOPOGRAFÍA DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	.....	40
3.2.4.	CLIMA.....	40

3.2.4.1. Temperatura.....	40
3.2.4.2. Precipitación.....	42
3.2.4.3. Días con helada	42
3.2.4.4. Humedad relativa	42
3.2.5. RECURSOS VEGETALES.....	42
3.2.6. SUELO.....	42
3.2.7. USO ACTUAL DE LA TIERRA	42
3.2.8. DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA PARA EJECUTAR EL PROYECTO DE RIEGO.	43
3.3. DISPONIBILIDAD DE AGUA	43
3.3.1 FUENTE DE AGUA.....	43
3.3.2. CALIDAD DE AGUA ACTUAL.....	44
3.3.3. USO ACTUAL DEL AGUA	44
3.3.4. DERECHO DE AGUA.....	45
3.3.5. ORGANIZACIÓN PARA LA DISTRIBUCIÓN DEL AGUA.....	45
3.3.6. ORGANIZACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO DE LOS CANALES DE CONDUCCIÓN	45
3.3.7. DETERMINACIÓN DE LA NECESIDAD DE MANTENER UN CAUDAL MÍNIMO ECOLÓGICO...	45
3.4. SISTEMA DE RIEGO ACTUAL.....	45
3.4.1. INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA DE RIEGO ACTUAL.....	47
3.4.1.1. Obra de toma	48
3.4.1.2. Conducción	48
3.4.1.3. Canal principal.....	48
3.4.1.4. Canales secundarios.....	49
3.4.2. APLICACIÓN DE MÉTODOS DE RIEGO	50
3.4.2.1. Riego Superficial	50
3.4.2.2. Riego Presurizado.....	50
3.4.3. DESCRIPCIÓN DE LA GESTIÓN DE RIEGO ACTUAL	51
3.4.3.1. Organización para el mantenimiento de los canales de conducción agua ...	52
3.4.3.2. Participación en el riego	52
3.4.3.3. Parcelas que tienen riego.....	53
3.4.4. LÓGICA DE RIEGO EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA.....	54
3.4.5. IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES LIMITACIONES Y PROBLEMAS EN EL SISTEMA....	54
3.4.6. APRECIACIÓN DE LOS ESTUDIANTES PARA EL MEJORAMIENTO DEL RIEGO.....	55
3.5. CARACTERIZACIÓN DE LA CÉDULA DE CULTIVOS EXISTENTES EN EL C.E.C.C.....	56
3.5.1. OBJETIVOS DEL CENTRO EXPERIMENTAL DE COTA COTA:.....	56
3.5.2. CULTIVOS DEL ÁREA DE DISEÑOS EXPERIMENTALES.....	58
3.5.3. CULTIVOS DEL ÁREA DE FRUTICULTURA.....	59
3.5.4. CULTIVOS DE ÁREA DE FERTILIDAD Y NUTRICIÓN VEGETAL.....	61
3.5.5. CULTIVOS DEL ÁREA DE AGRICULTURA 1	62
3.5.6. CULTIVOS DEL ÁREA DE FITOMEJORAMIENTO.....	63
3.5.7. CULTIVOS DEL ÁREA DE HORTICULTURA.....	63
3.5.8. CULTIVOS DEL ÁREA DE RIEGO Y DRENAJE.....	65
3.5.9. CULTIVOS DEL ÁREA DE DASONOMÍA Y SILVICULTURA	66
3.5.10. CULTIVOS DEL ÁREA DE FISIOLÓGÍA VEGETAL	67
3.6. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD, SEGURIDAD Y CONSERVACIÓN DE LOS SUELOS CENTRO EXPERIMENTAL DE COTA COTA.....	68
3.7 LEVANTAMIENTO TOPOGRAFÍA DEL CENTRO EXPERIMENTAL DE COTA COTA	68
3.7.1. TRABAJOS REALIZADOS.....	69

3.7.2 EQUIPOS EMPLEADOS	70
3.7.3 RECONOCIMIENTO DE TERRENO Y DELIMITACIÓN DE LAS ÁREAS DE INTERÉS	70
3.7.4. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN	70

PARTE IV..... 72

PROPUESTA..... 72

4.1. PROPUESTA TÉCNICA DEL PROYECTO.....	72
4.1.2. DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DEL SISTEMA DE RIEGO	72
4.2. DISEÑO AGRONÓMICO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO	73
4.2.1. DETERMINACIÓN DEL ÁREA INCREMENTAL DE RIEGO	73
4.2.2 REQUERIMIENTO DE RIEGO	74
4.2.3. OFERTA MENSUAL DE AGUA	76
4.2.4. OFERTA Y DEMANDA DE AGUA.-.....	77
4.2.5. CAUDAL DE DISEÑO (L/S):	78
4.3. EFICIENCIA DEL SISTEMA.....	78
4.3.1. EFICIENCIA DE CAPTACIÓN.....	79
4.3.2. EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN.....	79
4.3.3. EFICIENCIA DE APLICACIÓN	79
4.4. DISEÑO HIDRÁULICO PARA MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO	80
4.4.1. PLANTEAMIENTO DE LAS OBRAS DE HIDRÁULICAS	80
4.4.2. DOS ESTRUCTURAS DE TOMA DE CAPTACIÓN FILTRANTE SUPERFICIAL Y TIPO TÚNEL (GALERÍA FILTRANTE) DEL RÍO JILLUSAYA.	81
4.4.2.1 Obra de toma de captación de Galería Filtrante superficial.....	81
4.4.2.2 Obra de toma tipo túnel (Galería Filtrante)	81
4.4.2.3. Conductos a presión (Bomba sumergible)	83
a) Bomba Sumergible.....	83
b) Calculo de pérdida de energía (carga) por fricción	83
c) Caseta de bombeo	85
4.4.2.4 Cárcamo de bombeo	85
4.4.2.5. Tuberías de Impulsión	86
4.4.2.6. Tanques plásticos de almacenamiento	86
4.4.2.7. Red de distribución “A” y “B”	87
a) Red de distribución “A”	87
b) Red de distribución “B”	88
4.4.2.8. Cámaras de distribución e hidrantes	89
4.5. PROPUESTA GESTIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO	89
4.5.1. OPERACIÓN	90
4.5.2.... Mantenimiento del sistema.....	76
4.5.3. DISTRIBUCIÓN	90
4.5.4. ADMINISTRACION DEL RECURSO ECONOMICO	91
4.5.5. RUTINARIO O COTIDIANO	91
4.5.6. REFACCIÓN	92
4.5.7. EMERGENCIA.....	92
4.6. PLAN DE CAPACITACIÓN.....	92

4.6 1	MODALIDAD DE ADMINISTRACIÓN Y GESTIÓN DEL SISTEMA	92
4.6.2.	RESPONSABLE DE SISTEMA DE RIEGO DEL CENTRO EXPERIMENTAL DE COTA COTA:93	
4.6.2.1.	Responsabilidad	94
4.6.2.2.	Objetivos	94
4.6.2.3.	Función Básica	94
4.6.2.4.	Funciones Específicas.....	94
4.6.2.5.	Presidente Responsable de Riego	95
a)	Responsabilidad.....	95
b)	Objetivos	95
c)	Función Básica.....	95
d)	Funciones Específicas	95
4.6.2.6.	Dos Responsable de Operación.....	96
a)	Responsabilidad.....	96
b)	Objetivos	96
c)	Función Básica.....	96
d)	Funciones específicas.....	96
4.6.2.7.	Responsable Mantenimiento	97
a)	Responsabilidad.....	97
b)	Objetivos	97
c)	Función Básica.....	97
d)	Funciones específicas.....	97
4.6.2.8.	Responsable de administración del recurso económico.....	98
4.6.2.9	Derechos y deberes de los estudiantes, en el uso del agua de riego.....	98
PARTE V	.....	99
RESULTADOS OBTENIDOS	.....	99
5.1. CALIDAD DEL AGUA	.....	99
5.2.1.	ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DEL AGUA	99
5.2.1.1.	Presupuesto General del Mejoramiento de sistema Riego.....	101
5.2.1.2.	Información básica del presupuesto	102
5.2.1.3.	Evaluación económica y financiera	103
5.3 EVALUACIÓN, TÉCNICA SOCIAL Y AMBIENTAL	.....	103
5.3.1.	FACTIBILIDAD TÉCNICA	103
5.3.2.	FACTIBILIDAD SOCIAL	104
5.3.3.	FACTIBILIDAD AMBIENTAL	104
5.3.4.	MODALIDAD DE EJECUCIÓN PARA OBRAS DE INFRAESTRUCTURA	104
5.3.5.	PRESUPUESTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	105
PARTE VI	.....	106
CONCLUSIONES	.....	106
PARTE VII	.....	109
BIBLIOGRAFIA	.....	95

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro N° 1. Tamaño y Área regada en cada departamento de Bolivia.....	3
Cuadro N° 2. Velocidad de infiltración básica de suelos según textura.....	15
Cuadro N°3. Registro de temperatura máximas, mínimo media y precipitación, Estación Meteorológica de Achumani.....	27
Cuadro N° 4. Registro de precipitación pluvial, Estación Meteorológica de Achumani.....	27
Cuadro N° 5. Oferta actual de agua del río Jillusaya.....	29
Cuadro N° 6. Detalle de parcelas con y sin riego, por materia, en el área de estudio.....	39
Cuadro N° 7. Distribución de cultivos en el Área de Diseños Experimentales.....	44
Cuadro N° 8. Plantaciones frutales existentes en el Área de Fruticultura.....	46
Cuadro N°9. Distribución de cultivos en el Área Fruticultura.....	46
Cuadro N° 10. Distribución de cultivos en el Área de Fertilidad y Nutrición Vegetal.....	47
Cuadro N° 11. Distribución de cultivos en el Área de Agricultura I.....	48
Cuadro N° 12. Distribución de cultivos en el Área de Fitomejoramiento.....	49
Cuadro N° 13. Distribución de cultivos en el Área de Horticultura.....	50
Cuadro N° 14. Distribución de cultivos en el Área de Riegos.....	51
Cuadro N° 15. Distribución de cultivos en el Área de Dasonomía y Silvicultura.....	52
Cuadro N° 16. Distribución de cultivos en el Área de Fisiología Vegetal.....	53
Cuadro N° 17. Detalle del Área incremental regable en el Centro Exp. Cota Cota.....	59
Cuadro N° 18. Cedula de cultivos con estudio, Centro Experimental.....	60
Cuadro N° 19. Requerimiento de agua por cultivos en el mes de septiembre.....	61
Cuadro N° 20. Requerimiento de riego de cultivos propuestos con estudio.....	61
Cuadro N° 21. Oferta actual de agua del río Jillusaya año 2010.....	62
Cuadro N° 22. Oferta de agua de la galería Filtrante superficial.....	63
Cuadro N° 23. Balance de oferta y demanda de agua.....	63
Cuadro N° 24. Eficiencia del sistema de riego.....	64
Cuadro N° 25. Características y material a aplicarse en la ejecución de la obra.....	67
Cuadro N° 26. Datos para calculo de perdidas por fricción y bomba sumergible.....	69
Cuadro N° 27. Dimensiones de la caseta de bombeo del sistema de riego.....	71
Cuadro N° 28. Datos de ingreso para el diseño de tuberías.....	72
Cuadro N° 29. Datos de ingreso para el diseño de la tubería principal.....	73

Cuadro N° 30. Datos de ingreso para el diseño de las tuberías secundarias N° 1.....	73
Cuadro N° 31. Datos de ingreso para el diseño de las tuberías secundarias N° 2.....	74
Cuadro N° 32. Datos de ingreso para el diseño de la tubería central, Red de Distrib. B.....	74
Cuadro N° 33. Distribución de agua de riego por horario y asignatura.....	77
Cuadro N°34. Análisis físico químico de agua.....	86
Cuadro N° 35. Resumen de presupuesto general por estructura hidráulica.....	88
Cuadro N° 36. Evaluación financiera del estudio.....	89

ÍNDICE DE GRÁFICOS

		Pag.
GRÁFICO N° 1.	Disponibilidad de agua en las parcelas experimentales de Cota Cota.....	32
GRÁFICO N° 2.	Causas de la no disponibilidad de agua en las parcelas experimentales de Cota Cota.....	32
GRÁFICO N° 3.	Métodos de riego aplicados actualmente en las parcelas experimentales, en base a la encuesta realizada a estudiantes.	37
GRÁFICO N° 4.	Métodos de riego aplicados actualmente en las parcelas experimentales, en base a la encuesta realizada a estudiantes.	38
GRÁFICO N° 5.	Apreciación de los estudiantes para el mejoramiento del riego, en las parcelas experimentales de Cota Cota.....	41
GRÁFICO N° 6.	Estructura orgánica del Comité de Riego.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pag.
FIGURA N° 1.	Ubicación de la zona de estudio, Centro Experimental de Cota Cota.....	25
FIGURA N° 2.	Croquis de los canales principales de riego actual, en el Centro Experimental de Cota Cota.....	35

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Pag.
FOTOGRAFÍA N° 1. Aguas del río Jillusaya, con elevada turbidez se conducen por uno de los canales rudimentarios del Centro Experimental.....	30
FOTOGRAFÍA N° 2. Vista de la infraestructura de riego del Centro Experimental, en desgaste.....	33
FOTOGRAFÍA N° 3. Conducción de agua en acequias totalmente rudimentarias.....	34
FOTOGRAFÍA N° 4. Evaluadores internacionales durante la Acreditación de la Facultad de Agronomía.....	43
FOTOGRAFÍA N° 5. Disposición de las parcelas experimentales, con diferentes tratamientos.....	45
FOTOGRAFÍA N° 6. Estudiantes de la materia de Fruticultura en una de las prácticas poda.....	45
FOTOGRAFÍA N° 7. Vista general de las parcelas de la materia, con diferentes cultivos (habas, papa, rabanito, cebolla, cebada).....	47
FOTOGRAFÍA N° 8. Cultivo de amaranto, en la fase de madurez fisiológica.....	48
FOTOGRAFÍA N° 9. Cultivo de Brócoli, con producción ecológica, en uno de los invernaderos de la Materia.....	50
FOTOGRAFÍA N° 10. Sistema de riego por Microaspersión, en esquejes de uva.	51
FOTOGRAFÍA N° 11. Área de almácigos, con diferentes especies forestales.....	52
FOTOGRAFÍA N° 12. Cultivo de cebolla, donde realizan prácticas estudiantes de Tercer Semestre.....	53
FOTOGRAFÍA N° 13. Levantamiento topográfico del área del Centro Experimental de Cota Cota	55
FOTOGRAFÍA N° 14. Facultad de Agronomía, Centro Experimental de Cota Cota.....	58

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO Nº 1.** Resultados de análisis químico de agua
 - Anexo 1.1** Diagrama para clasificación de agua para riego
 - Anexo 1.2.** Criterio para evaluación de la calidad del agua
- ANEXO Nº 2** Informe agroclimático a
 - Anexo 2.1** Datos climáticos de la zona de estudio
 - Anexo 2.2** Radiación extraterrestre diaria para diferentes latitudes ($\text{MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{día}$)
 - Anexo 2.3** Tabla constante de gama para diferentes altitudes (z)
 - Anexo 2.4** Planilla de cálculo del coeficiente de cultivo en región del valle
 - Anexo 2.5** Planilla de cálculo de la ET_0 cuando solo se cuenta con temperaturas máximas y mínimas
- ANEXO Nº 3** Balance hídrico y calculo de área incremental
- ANEXO Nº 4.** Diseño hidráulico
 - Anexo 4.1** Diseño de cálculo potencia de la bomba
 - Anexo 4.2.** Diseño de verificación de la estructura de muro de la obra de toma
 - Anexo 4.3.** Diseño hidráulica de la tuberías
 - Anexo.4.4.** Diseño de cárcamo de bombeo
 - Anexo 4.5.** Calculo de aforos por el método volumétrico y canales
- ANEXO Nº 5** Calculo de tuberías
- ANEXO Nº 6** Cómputos métricos
- ANEXO Nº 7** Precios unitarios
- ANEXO Nº 8** Presupuesto general de infraestructura hidráulica
- ANEXO Nº 9.** Fotografías
- ANEXO Nº 10** planos
 - Anexo 10.1** Planimetría general del Centro Experimental de Cota-Cota Nº 1
 - Anexo 10.2** Plano de ubicación y componentes del sistema de riego Nº 2
 - Anexo 10.3** Plano de cárcamo de bombeo y captación directa del filtrante superficial Nº 3
 - Anexo 10.4** Plano de estructura hidráulica: obra de toma tipo túnel galería filtrante Nº 4
Presupuesto de costos de producción
 - Anexo 10.5** Plano de estructura hidráulica : cámara de distribución, hidrantes y tuberías Nº 5

DEDICATORIA:

La experiencia adquirida de formación en riego y La elaboración del presente trabajo dirigido, Me Significa un enorme placer dedicar a mis Padres Tomas Apaza, Barbará Valeriano, por su apoyo Constante e incondicional en mi Formación Profesional. A mi esposa Flora Por su paciencia y a mis Hijos Franklín, Leonardo, Jordi, Yhoselín, Pamela y a mis hermanos y (as) Hugo Apaza, Willy, Sonia, Lucía, Bertha, Hilda por. Alentarme a culminar este proyecto.

AGRADECIMIENTO

- A Dios, por el amor, la sabiduría, la inteligencia y el conocimiento, que nos da a cada uno de nosotros. Y a Jesús, por la enseñanza de su mandamiento de Dios, el primero: Amar a Dios con todo tu corazón, y con tu alma, y con toda tu mente. Y el segundo mandamiento nos enseña a Amarás a tu prójimo como a ti mismo. de estos dos mandamientos depende toda la ley.
- Deseo expresar mis más sinceros agradecimientos a las siguientes personas e institución que colaboro en la realización y culminación del presente trabajo.
- Al plantel docente de la Facultad de Agronomía, por las enseñanzas adquiridas en aulas durante la etapa de estudiante.
- Al Ex Director del Centro Experimental de Cota Cota, al Ingeniero Víctor Paye, por haber me invitado para realizar este proyecto de trabajo dirigido.
- Al Ex Director, del Centro Experimental Cota Cota, al Ingeniero Héctor Cortez y actual Director del Centro al Ingeniero. Juan Carlos Soria por el apoyo brindado en su momento para la culminación de este proyecto de riego.
- Al Ing. Rolando Céspedes Paredes como mi Asesor de trabajo dirigido por sus aportes y sugerencias en la revisión del presente Trabajo Dirigido.
- Al Ing. Eloy Quiquisana Quispe por valioso aporte y sugerencias en la revisión del presente Trabajo Dirigido.
- A los Ing. Ph.D. René Chipana Rivera, Ing. M.Cs. Jaime Alberto Córdova Espinosa, Ing. M.Sc. Paulino Ruiz Huanca. como revisores del trabajo dirigido, por las observaciones y recomendaciones hechas en su momento.
- Finalmente, agradecer a los Docentes Ing. Ph.D. David Cruz, Ing. Genaro Serrano, al Ing. René Calatayud, Ing. M.Sc. Ramiro Mendoza y amigos de la facultad de agronomía que de alguna forma me incentivaron para proseguir hasta al final de este proyecto de trabajo dirigido.

RESUMEN

El presente estudio, de Mejoramiento de Sistema de Riego se realizó en el Centro Experimental de Cota Cota, dependientes de la Facultad de Agronomía.

Para, ello se ha trabajado en un nuevo levantamiento topográfico de todo el área del Centro Experimental de Cota Cota, para diseñar la infraestructura hidráulica del sistema de riego.

La infraestructura de riego presenta dos fuentes de abastecimiento de agua cada uno con un caudal de 25,7 l/s que provenientes del río Jillusaya y 0,099 l/s, de captación de agua mediante unas galerías filtrantes.

Con la implementación de la infraestructura hidráulica, se mejora, el sistema de riego en el Centro Experimental. Cota. Cota. Para ello se ha planteado la construcción de obras hidráulicas de captación de agua, de galería filtrante superficial, galería filtrante tipo túnel, cárcamo de bombeo, tubería de impulsión, tanques de almacenamiento A y B, la red distribución por tuberías hacia las parcelas experimentales, cámaras hidrantes y equipo de riego presurizado manguera de lona de 50 metros.

Por tanto, con el nuevo sistema de riego se regará 4,13 ha de área incrementales (bajo riego optimo), donde los Docentes y Estudiantes de la Facultad de Agronomía realizaran practicas adecuadas dentro de la gestión académica.

En la gestión de riego se plantea una vez mejorado la infraestructura hidráulica del sistema de riego se tiene que organizarse para elegir un nuevo Responsable de Sistema de Riego para hacer cumplir las, normas, reglamentos, frecuencias de riego y la administración del sistema

El presupuesto general de la infraestructura hidráulica del sistema de riego presenta de acuerdo al trabajo análisis se tiene coste total 22.917,43 \$us que será financiado por la Facultad de Agronomía dependiente de la Universidad Mayor de San Andrés

Por último, de acuerdo al trabajo realizado se plantea la construcción de embovedado del río Jillusaya. En una longitud 580 metro lineales Para evitar el desborde del río y la erosión de los suelos en épocas de lluvia estos trabajos deben ser encarados por las Autoridades del Gobierno Municipal de La Paz y Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Adres.

PARTE I

INTRODUCCIÓN

1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La Facultad de Agronomía dependiente de la Universidad Mayor de San Andrés viene desarrollando acciones académicas desde hace 27 años atrás, entre las actividades están el desarrollo agrícola y pecuario planificado de forma estratégica, ya que las mismas se desarrollan en las Estación Experimental de Choquenayra, Estación Experimental Sapecho y Centros Experimentales de Cota Cota, cada una de ellas ubicadas en el Altiplano Paceño, Trópico Paceño y en cabeceras del Valle Alto respectivamente.

Bolivia por su topografía y escasez del recurso Hídrico, requiere optimizar el uso del agua y suelo. Es necesario que el recurso hídrico sea utilizado y aprovechado con el máximo de eficiencia, ya que no todo el agua aplicado a un cultivo es aprovechado por el mismo; pues una parte se pierde por conducción y otro en el terreno por la evaporación, escorrentía o percolación, y por la mala distribución en el cultivo.

En ese sentido, en el Centro Experimental de Cota Cota, la falta de agua es un factor limitante para el desarrollo de los cultivos que se practican en ella, la misma por no contar con suficiente y adecuada infraestructura hidráulica para la conducción del recurso agua, lo cual incide en la baja producción.

Entonces el problema de mayor importancia es la falta de agua, principalmente de buena calidad, para riego, ya que actualmente se practica el riego con aguas contaminadas y/o servidas del río Jillusaya la misma si debe buscar nuevas técnicas para mejorar.

La falta de agua se debe en parte a la escasa precipitación en el área de estudio, teniendo como dato de 488 mm/año, lo que es insuficiente para la producción de los cultivos implementados en el Centro.

1.1 Justificación

La Dirección de Centro Experimental de Cota Cota, ante la demanda de los docentes, estudiantes y la no existencia de una adecuada infraestructura de riego para aprovechar el agua proveniente del río Jillusaya que presenta el área de estudio, se constituye en un problema vigente.

Actualmente se encuentra con una infraestructura rústica que no tiene las óptimas condiciones para la captación y conducción del agua hacia las parcelas, la misma debe ser mejorada a través de la construcción de la obras de captación, cárcamo de bombeo, tubería de impulsión, estanque de almacenamiento, red de distribución.

Con la mejora de la infraestructura de riego del C.E.C.C., tendríamos una mejor producción en las parcelas experimentales, donde los Docentes y Estudiantes de la Facultad de Agronomía realizan prácticas adecuadas dentro de la gestión académica.

1.2 Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Mejorar el Sistema de Riego en el Centro Experimental de Cota Cota de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés.

1.2.2. Objetivo específicos

- Determinar y evaluar las características de las fuentes de abastecimiento de agua disponible para la implementación del método de riego presurizado.
- Caracterizar la cédula de cultivos existentes en el C. E .C. C.
- Determinar el diseño agronómico e hidráulico para la implementación del método de riego presurizado.
- Planificación de la gestión del riego en el Centro Experimental Cota Cota
- Analizar y evaluar la estabilidad, seguridad y conservación de los suelos, así como también los niveles de riesgo a los que se encuentran expuestos, debido a la presencia de cursos de agua que atraviesan los predios del C. E. C. C.

PARTE II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Situación del riego actual en Bolivia

Según PROAGRO/GTZ (2009) Bolivia tiene aproximadamente 226.500 hectáreas bajo riego, área que representa alrededor del 11% del total de superficie cultivada por año (2.100.000 ha). En el país existen más de 5.000 sistemas de riego, la mayor parte de ellos están ubicados en los valles y el altiplano, como se muestra en el Cuadro

Cuadro N° 1. Tamaño y Área regada en cada departamento de Bolivia

Departamento	MICRO RIEGO				RIEGO				Total		
	Micro >2 a=10ha.		Pequeños >10 a=100 ha.		Mediano >100 a = 500 ha.		Grande >500ha				
	Sistema.	Área	Sistema	Área	Sistema	Área	Sistema	Área	Sistema	Área	Familiar
Chuquisaca	275	1.653	373	11.370	26	4.261	4	3.884	687	21.168	17.718
Cochabamba	303	1.938	577	22.225	128	27.403	27	35.968	1.035	87.534	81.925
La Paz	263	1.703	665	21.047	28	6.052	5	7.192	961	35.994	54.618
Oruro	172	940	134	3.638	3	440	3	9.021	312	14.039	9.934
Potosí	549	3.240	392	10.146	14	2.254	1	600	956	16.240	31.940
Santa Cruz	42	269	144	5.456	44	8.434	2	1.080	232	15.239	5.865
Tarija	129	785	331	12.755	83	17.101	7	5.710	550	36.351	15.975
Total	1.733	10.528	2.616	86.638	326	65.944	49	63.454	4.724	226.35	217.975

Fuente Riego-PROAGRO/GTZ (2009)

2.1.2. Demanda Social de riego

Existe una alta demanda de proyectos de infraestructura de riego planteada por comunidades campesinas y organizaciones de productores a entidades de desarrollo, que excede a las capacidades institucionales y financieras de Gobiernos Municipales, Gobernaciones Departamentales y del Gobierno Central. Actualmente, la inversión pública en este rubro alcanza un promedio de 6 millones de dólares anuales; monto que está lejos de responder a la demanda en el corto plazo para lograr la atención de

las solicitudes sociales, se requiere una agresiva política de inversiones a mediano y largo plazo, según el Plan Nacional de Riego (Ex MACA, 2005).

2.1.3. Sistemas de riego

Amurrio (2006), menciona que los sistemas de riego en Bolivia se pueden definir como: un conjunto de estructuras hidrotécnicas necesarias para captar, conducir, distribuir y aplicar el agua al suelo para satisfacer la evapotranspiración de los cultivos en general. Son, obras que ayudan a mejorar el drenaje de los suelos.

2.1.3.1. Elementos básicos de un sistema de riego.

Según, Hoogendam y Ríos (2008). Un sistema de riego se define como la combinación de los siguientes elementos:

- Una fuente de agua,
- Una infraestructura para la captación, Conducción y distribución de
- agua (Eventualmente con embalsamiento).
- Un área geográfica con terrenos agrícola, donde se aplica el agua, denominada área de riego o de influencia.
- Un grupo de usuarios, quienes conjuntamente tienen el usufructo de la fuente

Y distribuyen el flujo de agua entre sobre la base de acuerdos locales.

- Un sistema de riego tecnificado o presurizado tiene los mismos elementos, pero a consecuencia del cambio de método de aplicación de agua en la parcela, con algunos elementos adicionales:
- Una red de conducción cerrada, que permite la distribución de agua bajo presión.
- Una serie de emisores (Aspersores, Micro aspersores y Goteros) a través de los cuales se realizan la aplicación controlada de agua al suelo.

- Una fuente de energía para generar presión en el sistema, que puede ser la diferencia de cota entre el lugar de carga y el sitio de aplicación para un equipo de impulsión (Bomba)
- .Estructuras o equipos auxiliares que permiten controlar presión y calidad

física del Agua.

2.1.3.2. Componentes de un sistema de riego por aspersión a base de tuberías

Lara (1990), señala que los componentes del sistema de riego presurizado son:

Fuente de agua: Puede ser un reservorio, un canal de riego, un río, etc. El agua puede conducirse de la fuente por gravedad, con tuberías de aducción.

Tubería principal: Al inicio de la tubería principal se tiene una válvula o llave de paso. El material puede ser de plástico PVC, el diámetro estará en función del equipo establecido según el diseño hidráulico.

Tuberías secundarias: estas tuberías se bifurcan desde la tubería principal hacia las tuberías laterales que pueden ser de material similar que la tubería principal.

Tuberías laterales: están unidas a las tuberías secundarias o también al principal por medio de té de PVC el lateral conduce el agua a la porta aspersores.

Porta aspersores: el porta aspersor está dispuesto en posición vertical.

Aspersores: el aspersor dispersa o distribuye el agua sobre la superficie del suelo a través de una o varias boquillas por efecto de la presión del agua.

2.1.3.3. Etapas de un proyecto de riego tecnificado

Según Bottega y Hoogendam, (2008).En la ejecución de un sistema de riego tecnificado se distinguen cuatro etapas:

a) Diagnóstico y verificación de condiciones (Fase Diagnóstica), en la que se levantan datos básicos y se verifica si existen condiciones para la posible instalación de equipos de riego. En esta etapa se elabora una línea base, se comprueba el interés local y se determina la conveniencia de la tecnificación.

b) El diseño del proyecto (Fase Propositiva), se divide en dos partes: una dedicada al diseño conceptual y otro al diseño hidráulico. En esta se seleccionan equipos de riego, se dimensiona la red de tuberías, se elabora un esquema de distribución acorde con las reglas locales de gestión, se verifica las capacidades de contraparte y se elabora los planos y detalles constructivos que permitan la posterior instalación. En esta etapa existe una comunicación intensiva entre diseñistas y agricultores para generar un planteamiento acorde con sus requerimientos y condiciones.

c) la instalación de la red de distribución y equipos de riego en esta etapa, se efectúa trabajos de replanteo, excavación, tendido de tuberías relleno y colocación de accesorios. Además se construyen las obras adicionales estanques, cámaras. Los actores principales son el contratista que ejecuta la obra y los estudiantes que aportan en mano de obra.

d) puesta en marcha del sistema, en la que los agricultores experimentan con los equipos y se realiza una capacitación básica para la operación adecuada del sistema construido adicionalmente se ajusta en forma participativa las reglas de funcionamiento para llegar a una operación óptima.

2.1.3.4. Criterios generales de diseño y construcción

Bottega y Hoogendam, (2008). El diseño y la construcción de las obras de riego en los sistemas auto gestionados en zonas montañosas deben basarse en los siguientes criterios generales: sostenibilidad y durabilidad, funcionalidad y flexibilidad, manejabilidad y transparencia, mantenibilidad, seguridad y eficiencia de costos

a). Sostenibilidad

La sostenibilidad se define como la capacidad de los usuarios de asegurar que la infraestructura siga cumpliendo sus funciones en el tiempo. La sostenibilidad tiene una relación estrecha con la durabilidad de las obras, pero no es exactamente lo mismo. La durabilidad acentúa la permanencia de la obra en el tiempo. En la mayoría de los casos, esta es una de las condiciones para la sostenibilidad, porque al contar con obras duraderas, se evita la necesidad de reponerlas. En general, entonces debe aspirarse a la durabilidad de las obras, lo que significa que deben ser resistentes y sufrir en lo mínimo erosión o desgaste, para este último se debe pensar en medidas de protección Bottega y Hoogendam, (2008)

b). Funcionalidad

La funcionalidad de una obra se define como un elemento organizado y útil que atiende eficazmente de acuerdo a sus fines (conducción, regulación, almacenamiento, etc.) para que las obras sean funcionales el diseño agronómico debe adecuarse al diseño hidráulico, considerando los caudales extremos (mucho agua y poco agua) y permite la efectiva conducción, distribución y aplicación en las parcelas de riego Las flexibilidades en el diseño se refieren a la capacidad de asimilar cambios en las condiciones y reglas de infraestructura. Las obras deben diseñarse de forma tal que permitan cierta flexibilidad en su operación, bajo cambiantes circunstancias de disponibilidad de agua). Variaciones en la modificación de distribución, cédulas de cultivos ampliaciones del área de riego y otros Bottega y Hoogendam,(2008)

c). Manejabilidad

La manejabilidad se refiere a la capacidad de los usuarios de operar las obras de forma que estas cumplan su función. La transparencia añade a este criterio la posibilidad que todos los usuarios puedan controlar el cumplimiento del manejo acordado. Una mayor transparencia en las obras permite a todos revisar la correcta aplicación de las reglas de distribución y evita fricciones conflictos sobre el reparto de

agua. El criterio de manejabilidad se aplica principalmente a las obras de distribución y en algunas que requieren de manejo específico como en las cámaras de purga de un sifón invertido, en tanto que el criterio de transparencia es importante en las obras de captación y conducción Bottega y Hoogendam, (2008)

d). Mantenimiento

Según Bottega y Hoogendam,(2008)La mantenibilidad de una obra se define como la característica necesaria que permite a los usuarios realizar operaciones y cuidados para el funcionamiento adecuado. Los trabajos de mantenimiento pueden ser: preventivo, rutinario y de emergencia o correctivos. La mantenibilidad de las obra no solo es característica intrínseca de la obra, también dependerá de la capacidad de los usuarios para movilizar los recursos necesarios en las tareas requeridas: mano de obra materiales locales, dinero para materiales o servicios ajenos, conocimiento y habilidades para efectuar reparaciones. Al diseñar las obras, proyectista y regantes deben analizar los futuros requerimientos de mantenimiento y determinar si los regantes son capaces de movilizar los recursos suficientes para mantener las obras.

e). Seguridad

Las medidas de seguridad en diseño cubren una gama amplia: entre ubicar obras de control del flujo, reforzar las estructuras, construir obras de protección (por ejemplo muros de contención), entubar canales en zonas inestables y ejecutar medidas de protección para evitar accidentes personales (por ejemplo escaleras en los estanques). Para evitar problemas de rebalses, es necesario contemplar en el diseño rutas seguras de desagüe, que evite el daño aún cuando el sistema se opere de forma inadecuada (Bottega y Hoogendam, 2008)

2.1.3.5. Diseño del sistema de riego

En el diseño conceptual se definen: las áreas de influencia, los métodos de riego a utilizarse, los principales equipos y accesorios requeridos, los tiempos y volúmenes de

aplicación, las reglas operativas y las necesidades de control de flujo. Paul Hoogendam y Carlos Ríos (2008).

2.1.3.6. Datos climáticos

a) Precipitación efectiva (Pef.)

Para determinar los requerimientos de riego es necesario tomar en cuenta el aporte de lluvias a los cultivos. Se propone utilizar las ecuaciones de precipitación efectiva formuladas por el Pronar para distintas zonas agroecológicas para estimar los requerimientos de lámina complementaria. Si no se cuenta con datos de precipitación para la zona específica del proyecto, hay que buscar información en estaciones cercanas. PRONAR (2008)

b) Evapotranspiración (ET.)

Según Hoogendam y Ríos (2008). La lámina de agua a aplicar al terreno debe reponer el agua perdida por evaporación desde el suelo y aquella transpirada por la planta, cuya suma se denomina evapotranspiración. Considerando que las tasas de evaporación y transpiración varían en función de varios parámetros climáticos, se debe estimar estas. Para el diseño, hay que determinar los valores máximos de reposición requerida por que guían al diseño y se recomienda usar la herramienta ABRO, Área Bajo Riego Optimo, que estima valores de evapotranspiración mensual sobre la base de la ecuación de Penman Monteith. Mínimamente se debe contar con valores extremos promedios mensuales de temperatura. Adicionalmente se puede incluir horas de sol, valores promedio de humedad relativa mensuales y velocidades de viento promedio mensuales. Utilizando la herramienta ABRO para el cálculo de ET, hay que identificar el mes de mayor déficit de agua en el periodo de crecimiento, dividir este valor mensual por los días del mes y así obtener el valor diario de ET. El valor calculado es base para dimensionar el sistema, se debe usar valores extremos de evapotranspiración diaria, calculados con probabilidades de ocurrencia entre 75 y 85, de manera de garantizar aplicaciones con un amplio margen de seguridad. Los valores estimados de ET. Son utilizados para definir las frecuencias de riego y

optimizar la infraestructura, de manera que el sistema pueda regar todas las unidades dentro del intervalo de distribución establecido. En aspersores, los equipos suelen emplearse una vez cada 7 u 8 días, por periodos de 8 a 12 horas en el caso de goteo, los equipos suelen trabajar cada día o día por medio tan solo algunas horas.

c) Velocidad y dirección del viento

Según Paul Hoogendam y Carlos Ríos (2008), indican que el viento tiene un efecto doble. Primero en el cálculo de la evapotranspiración, debido a que reduce la humedad relativa en la capa de aire inmediatamente superior al cultivo, lo que incrementa la evapotranspiración. Este efecto se analiza en la estimación de ET.

2.1.3.7. Eficiencia

Para evitar la construcción de obras excesivamente caras, en nuestro país se tiene que definir los parámetros de inversión por hectárea y por familia, por lo que el proyectista debe enmarcar el costo dentro de los montos máximos, elaborando diseños alternativos que se adecuen a los criterios locales, tratando de evitar los riesgos que amenazan la sostenibilidad de las obras y la agricultura regada, también consiguiendo la mayor eficiencia de costos. (Bottega y Hoogendam, 2008)

2.1.3.8. Obras de riego

a). Obras de toma Galerías Filtrantes

Mattos (2002), indica que la obra de toma es la estructura de mayor importancia en un sistema de Riego que alimentará al estanque de riego. En caso de sistemas en cuenca de montaña, debido a las condiciones topográficas, las posibilidades de desarrollo de embalses son limitados. La toma directa es una estructura construida lateralmente al cauce de un río, que mediante un orificio, permite captar las aguas de escurrimiento superficial.

b). Estanque de almacenamiento de agua

Bottega y Hoogendam (2004), mencionan que son estructuras de almacenamiento de agua destinadas a la acumulación de un cierto volumen de agua, la necesidad de contar con un estanque dentro de un sistema de riego son: regulación de caudal, regulación de intervalos y acumulación nocturna, la ubicación del estanque depende del área de influencia, la fuente de agua, la topografía del terreno y el método de riego. La estructura de acumulación puede tener los siguientes componentes como: toma, sedimentado, dissipador de energía de entrada, estanque, tubo de salida, válvula de control y dissipador de energía de salida.

c). Tubería de conducción

Berlijn y Brouwer (1982), señalan que en el sistema de conducción de agua, se emplean los diferentes tubos para la conducción de agua, su instalación consiste en: Tubo principal de plástico, unión T, diferentes codos, unión recta, válvula, conexión de un elevador, manera de bajar la tubería en la zanja, instalación de la tubería en la zanja, refuerzo de concreto en las esquinas de presión, manera de conectar los tubos en la zanja, conexión de tubos de plástico, diferentes accesorios para sistemas de tuberías plástica y conexiones entre tubos metálicos y tubos de plástico.

d). Bomba

Según José M. Tarjuela, (2009) Las bombas tienen la función de impulsar agua a presión por la red de tuberías. Por lo general, se utiliza bomba centrifugas, con motores de explosión o eléctricos. En zonas en ladera se aprovecha la diferencia de cota entre un punto de carga elevado y las parcelas agrícolas, para cargar el sistema tecnificado, sin tener que usar bomba.

2.1.3.9 Ventajas y desventajas del Riego Presurizado

a) Ventajas

Ahorro de agua, Uniformidad de aplicación, Aumento de la superficie, Menor presencia de maleza, Ahorro en labores culturales, Ahorro de mano de obra,

Aprovechamiento de terrenos marginales, Mejorar en la Producción y calidad de frutos, Fertiriego, Empleo de aguas salinas, Automatización

b) Desventajas del riego presurizado

Costo elevado de adquisición e instalación, Consumo de energía, Dependencia de la Electricidad, Necesidad de bomba de repuesto, Necesidad de sistema de filtrado Necesidad de mantenimiento y limpieza del sistema, Acumulación de sales, Necesidad de mano de obra especializada.

2.1.4. Cédula de cultivos

Un conocimiento real y preciso de la cédula de cultivos constituirá un elemento central para la determinación del requerimiento de agua de los cultivos propuesto en un determinado proyecto de mejoramiento. En efecto, una identificación precisa de las distintas variedades, épocas de siembra y cosecha, superficies de cultivos, facilitará por una parte la determinación de las necesidades de agua y por otra la estimación de parámetros climáticos y edafológicos requeridos para los cálculos de demanda (Ex - M.A.C.A., 2005).

2.1.5. Diseño agronómico

Se debe responder a los requerimientos de reposición de agua a los cultivos y el suelo. Los valores de requerimiento provienen del diseño agronómico que combina datos de los cultivos y del suelo para así determinar láminas de aplicación y los intervalos entre las aplicaciones.

Por tanto, en sistemas por aspersión, se debe planificar el riego para un conjunto de cultivos con características similares, como periodos de siembra cercanos, periodos de producción y tasas de aplicación similares. Paul Hoogendam y Carlos Ríos (2008).

2.1.6. Diseño Hidráulico

En el cálculo hidráulico de sistemas de riego presurizado se analiza con mucha frecuencia las relaciones entre las magnitudes: Caudal (Q), Diámetro interno (d), velocidad del agua (V), longitud de tubería (L) pérdida de carga por fricción (H), y la pérdida de carga unitaria. El diseño hidráulico de las tuberías consistirá en aplicar las ecuaciones según el tipo de régimen de acuerdo a la índole del problema. Mario A. Lotta, (2000).

2.1.6.1. Diseño hidráulico de tuberías

Según: Bottega A. Y Hoogendam, (2004). Se expone el análisis del flujo forzado en las tuberías. Esto es cuando el agua fluye bajo una presión diferente a la atmósfera, a diferencia de los conductos libres que funcionan a por gravedad como los canales y que deben ser calculados.

Los problemas de flujo en tuberías pueden ser clasificados en tres tipos

- Calcular el caudal que pasa por la tubería. Los datos son el diámetro, la longitud, la rugosidad, los accesorios y la energía impulsora (ya sea una diferencia de nivel entre y la salida de la tubería de la o la potencia de la bomba) y las propiedades del agua (densidad y viscosidad).
- Calcular la potencia necesaria (diferencia de nivel entre y la salida de la tubería) o la potencia de la bomba para conducir el caudal demandado a través de esa tubería los datos son el caudal demandado, el diámetro, longitud y rugosidad de la tubería, los accesorios y las propiedades del agua
- (densidad y viscosidad).
- Hallar el diámetro necesario. Los datos son el caudal, la energía disponible

(Diferencia de nivel entre la entrada y la salida de la tubería o la potencia de la bomba), la longitud y rugosidad de la tubería sus accesorios y las propiedades del fluido.

2.1.7. Gestión del sistema de riego presurizado

En este proceso de cambio hay que tomar en cuenta dos fundamentos claros: Según Paul Hoogendam y Carlos Ríos, (2008). Las modificaciones en el esquema de distribución solo conciernen a la operación del sistema, y no así a la tenencia del agua. En efecto no se modifican los derechos de agua, sino las formas de su entrega a los agricultores (caudal, tiempo y frecuencia). Para la modificación se tiene que diseñar claves de conversión sencillas. Por ejemplo, cuando antes se regaba cada sábado o cada semana con 28 l/s por el periodo de 1 hora, se puede proponer para el riego tecnificado regar cada semana con 3 aspersores de 0,5 l/s por 4,5 horas. En ambas situaciones, el regante recibe el mismo volumen de agua. El reordenamiento de la distribución al interior de un sistema solo es posible cuando se cuenta con una total claridad acerca de los derechos de cada usuario y existe una predisposición de los mismos agricultores para hacerlo.

El diseño conceptual de la gestión debe resultar en una definición preliminar de:

- Frecuencias y caudales de riego.
- Tiempo de aplicación
- Número de aspersores y posiciones para cada agricultor
- Tiempo por sectores.

2.1.8. Características del suelo

Paul Hoogendam y Carlos Ríos (2008), mencionan que la siguiente información básica debe determinarse en campo: Textura del suelo, Profundidad de la zona de raíces, Velocidad de infiltración y curva de infiltración, Características de drenaje, pendientes pronunciadas.

Cuadro N° 2. Velocidad de infiltración básica de suelos según textura

TEXTURA	VELOCIDAD DE INFILTRACION BÁSICA(mm/hr)
Arcilloso, arcillo limoso, arcillo arenoso	2,5-7,5
Franco arcillo arenoso, Franco arcilloso, Franco arcillo limoso	6,5-19,0
Franco arenoso fino, franco limoso	12,5-38,0
Franco arenoso	25,0-75,0
Arenoso Franco	50,0-100,0
Arenoso	>75,0

Fuente: Ex PRONAR 2009

2.1.9. Prácticas de conservación de suelos

2.1.9.1. Prácticas Agronómicas

Según V. Orsag (2007) Las prácticas agronómicas son aquellas labores que permiten en forma preventiva la conservación de los suelos, para el mantenimiento o incremento de su fertilidad natural, principalmente mediante el manejo de cultivos y suelo de acuerdo a su aptitud agronómica, localizando los diferentes tipos de cultivo (limpios, semilimpios, densos, pastos) según la potencialidades y restricciones que presentan los suelos.

Entre las prácticas agronómicas se tiene la implementación de una rotación de cultivos y la incorporación de la materia orgánica (estiércol, compost, abonos verdes) que permiten mejorar las propiedades del suelo, además de mantener o incrementar su fertilidad natural; de esta manera se disminuye el escurrimiento y la erosión de los suelos. Las coberturas vegetales, las siembras en contorno y los cultivos en franjas disminuyen la velocidad y la energía destructiva del agua de escurrimiento minimizando el arrastre del suelo, además aumentan la infiltración y almacenamiento del agua.

Las prácticas agronómicas o culturales se clasifican de la siguiente manera:

- Elección de cultivos de acuerdo a la aptitud del suelo
- Rotación de cultivos
- Siembras en contorno

- Cultivos en franjas o fajas, Coberturas vegetales y muertas
- Labranza conservacionista (labranza mínima y labranza cero)

2.1.9.2. Prácticas mecánicas de conservación de suelos.

Las prácticas mecánicas o físicas son obras más o menos complejas que se implementan en las tierras agrícolas, de pastoreo y forestales con el propósito de manejar y encauzar las aguas de escurrimiento y controlar la remoción en masa de los suelos.

El manejo de los suelos con ayuda de prácticas mecánicas o físicas, pretende también evitar que volúmenes considerables de agua recorran grandes distancias en las laderas (longitud crítica de escurrimiento), cortándolas y evacuándolas hasta lugares adecuados.

Otras prácticas mecánicas promueven la regulación de los causes naturales a través del control del material arrastrado (sedimentos), la protección de las orillas de los ríos, quebradas o acequias, la disminución de la velocidad y energía de las corrientes de agua y la rectificación de los causes.

Entre las prácticas más importantes se tienen:

Barreras Vivas y muertas

Terrazas, Zanjas de infiltración

Zanjas de ladera, Control de cárcavas (diques de gavión)

a). Barreras vivas y muertas

Las barreras son obstáculos de arbustos, pastos, piedras, troncos de árboles, que se colocan de forma transversal a la pendiente del terreno con el propósito de reducir no solo la velocidad del agua de escurrimiento, sino también incrementar su infiltración en los horizontes del suelo. Así mismo las partículas del suelo que son arrastradas por el agua, pueden ser atrapadas y sedimentadas en la parte superior de la barrera.

b). Terrazas

Las terrazas son plataformas construidas de manera transversal a la pendiente del terreno, y son consideradas como una de las prácticas de conservación de suelos

más efectivas, debido a que la pendiente del terreno original, se cambia o disminuye notoriamente. Las terrazas formadas reducen considerablemente el escurrimiento de agua, aumentan el almacenaje de agua en el suelo y mejoran el microclima; esta última debido a que disminuye la incidencia de heladas por la mayor acumulación de calor. Se amortigua el efecto de las heladas gracias a la turbulencia del aire y calentamiento de los taludes.

c) Zanjas de infiltración

Esta práctica consiste en la construcción de canales de forma trapezoidal a rectangular, los mismos que son implementados transversalmente a la pendiente máxima del terreno en zonas secas.

Los objetivos principales de las zanjas de infiltración son:

- Cosechar el agua de lluvia y/o escurrimiento en zonas secas o con problemas de almacenamiento.
- Disminuir el agua de escurrimiento y la erosión de suelos.
- Favorecer la infiltración de agua de lluvia o escurrimiento en el suelo, para favorecer la implementación o recuperación de praderas, árboles y de esta manera aumentar la producción de forrajes, madera y otros.

d) Zanjas de ladera

Son canales mucho más amplios que las zanjillas de desagüe, construidos transversalmente a la pendiente con el propósito de permitir una evacuación controlada del agua sobrante que se genera en las laderas. La construcción de zanjas cada cierta distancia reduce el largo de la pendiente y por consiguiente disminuye la erosión de los suelos.

e) Control de cárcavas

La cárcava funciona como una pequeña micro cuenca, es decir tiene un área de recepción, que concentra el agua de lluvia, que luego se escurre por el lugar más fácil. La energía del agua y otros factores que actúan (tipo de suelo, pendiente, profundidad, etc.) favorecen para que la cárcava se vaya ensanchando por socavamiento y derrumbes y al mismo tiempo vaya retrocediendo.

Para el control de la cárcava se deben cumplir tres pasos:

- Control del área de drenaje o vaso de contribución.
- Prácticas a nivel de la cárcava
- Estabilización de la cárcava con vegetación.

2.1.10. Muro de contención con gaviones

Según Orsag (2007), para el control mecánico de cárcavas existe los diques de gavión, que son construcciones de mayor envergadura en base a piedras y mallas de alambre, y su construcción está en función de zonas de alto riesgo, ya sea para la protección de taludes, control de torrenteras.

2.1.11. Levantamiento Topográfico

Según Holger y Ugarte (2009), los planos topográficos constituyen un auxilio importante en la planificación de los trabajos en general, en la elaboración de proyectos de las obras que se requieren para la construcción de un sistema de riego, de ahí que los planos topográficos para el estudio están a una escala 1:1000 y 1:10000. Para el diseño del sistema de riego presurizado o tecnificado es necesario elaborar planos parcelarios para el dimensionamiento de laterales, la ubicación de hidrantes y el trazado de tuberías. El levantamiento planimétrico debe contar con la siguiente información: Curvas de nivel cada 1 o 2 metros, límites de parcelas Agrícolas, Construcción en área, Interrupciones topográficos, como quebradas, caminos y bosques. La información topográfica permite determinar las pendientes de los terrenos e identificar obstáculos para el trazado de la red.

2.1.12. Agricultores, tenencia y área bajo riego

Durante el proceso de levantamiento de parcelas y sus características se tiene que relevar el nombre de los propietarios y las aéreas que desean habilitar bajo riego

Estas informaciones son útiles para definir superficies bajo riego presurizado o tecnificado: Número de emisores por usuario, de acuerdo con las superficies

indicadas, Demanda de agua, Derecho de agua, Aporte por usuario como contraparte. Paul Hoogendam y Carlos Ríos (2008).

2.1.13. Derechos y distribución de agua

Según Hoogendam y Ríos (2008), Por lo general todas las fuentes de agua cuentan con un grupo específico de usufructuarios, quienes han generado reglas específicas para su uso.

- La base sobre la cual se distribuye el agua, superficies a regar u horas de derechos con un caudal determinado.
- Los mecanismos por los cuales se adquieren y mantienen los derechos de agua.
- Vinculación del agua a la parcela o a la familia.
- Caudales de operación (considerando sus variaciones en el tiempo)
- Frecuencia con la cual se entrega agua a cada usuario. Tiempo de aplicación de cada integrante del grupo de interesados en riego tecnificado.

2.1.14. Calidad del agua de riego

De acuerdo a Vásquez y Chang-Navarro (1999), la calidad de agua de riego está determinada por la composición y concentración de los diferentes elementos que pueda tener ya sea en solución o en suspensión. La calidad del agua de riego determina el tipo de cultivo a sembrar y el tipo de manejo que debe darse al suelo.

Las características que determinan la calidad del agua de riego son:

- La concentración total de sales solubles
- La concentración relativa de sodio
- Contenido de bicarbonatos
- Contenido de boro y otras sustancias tóxicas

El contenido de estos iones en el agua de riego, no es de por sí, la causa del decrecimiento de las plantas, pero si su empleo no va unido a técnicas de mejoramiento, estas sales se van acumulando en la zona radicular o bien, las sales

contenidos en el agua del subsuelo pueden ascender por capilaridad y acumularse también en la misma zona creando la llamada salinidad secundaria.

2.1.15. Aguas subterráneas

En el país existen grandes disponibilidades de agua subterránea de buena calidad que constituye un alto potencial para el abastecimiento de agua potable a las ciudades y la industria, y para la expansión del riego en algunas regiones. Las aguas subterráneas no siempre son tomadas en cuenta en los planes de manejo de cuencas, a pesar de que un gran porcentaje del abastecimiento de agua de riego en las zonas rurales y urbanas proviene de acuíferos subterráneos (Ex MACA, 2005).

2.1.16. Fuente de energía

Todos los sistemas de riego tecnificado requiere presión para su funcionamiento para ello se necesita una fuente de energía, como una bomba de impulsión mecánica o la diferencia de altura entre el punto de carga y de salida del agua.

En campo es necesario medir diferencias de cota entre puntos de carga y zonas de aplicación. Para sistema de bombeo, se debe evaluar la disponibilidad de tipo de energía y sus costos. Según Hoogendam y Ríos (2008)

2.1.17. Actores beneficiarios

Los actores beneficiarios son los estudiantes y docentes de diferentes asignaturas de la Facultad de Agronomía, dependiente de la Universidad Mayor de San Andrés, los mismos realizaran prácticas de riego por superficie y riego presurizado son los principales demandantes por contar con un sistema de riego que se ajuste a las condiciones del terreno que realizan prácticas experimentales agrícola y pecuaria.

2.2 METODOLOGÍA

En el presente estudio de mejoramiento de sistema de riego se efectuó con el apoyo de las autoridades y docentes de la Facultad de Agronomía y con la participación de los estudiantes de cada materia.

2.2.1. Diagnóstico de la situación actual del área a ser regada

Se realizó el diagnóstico de la situación actual, con apoyo de encuestas estructuradas a los estudiantes y docentes de la facultada, para indagar las características del sistema de riego en el Centro Experimental, Cota Cota, identificando el estado de la infraestructura actual con la que cuenta, la disponibilidad de las fuentes de agua de riego y cultivos existentes.

2.2.2. Balance hídrico

Se determino la cantidad de agua con que se cuenta en las fuentes y la cantidad de área que será regada de manera óptima, para ello se ha trabajado con el programa ABRO Versión 3.1 (Área Bajo Riego Optimo). Que es un criterio técnico de elegibilidad para proyectos de riego, definido por el Ministerio de Agricultura, para fines de planificación de riego y uso eficiente de los recursos en el sector público. Fue aprobado mediante Resolución Ministerial N°095/02. Y se realizaron los aforos correspondientes PRONAR (2009).

2.2.3 Análisis de calidad de agua

Se realizó el levantamiento de muestras de agua para determinar la calidad de agua: pH, Conductividad eléctrica (dS/cm), determinación de cationes y aniones, relación de absorción de sodio (RAS), porcentaje de sodio soluble (P.S.S.), carbonato de sodio residual (C.S.R.) y otras sustancias toxicas que impiden el normal desarrollo. de los cultivos

.2.2.4. Estudios topográficos

Se realizó el levantamiento Topográfico, de toda el área del Centro Experimental de Cota Cota, para tener la base de estudio y mostrar, describir y diseñar la infraestructura hidráulica, cuyas curvas de nivel esta distribuidas cada un metro para diseñar y realizar el replanteo de componentes de obras hidráulicos, también se muestra áreas experimentales de cada asignatura, que la misma nos serví para determinar la área regable, áreas en descanso o sin cultivos.

2.2.5 Cédula de cultivos existentes.

Se realizó la caracterización de la cédula de cultivos existentes en el Centro experimental de Cota Cota, determinando los requerimientos de riego de los principales cultivos de importancia económica y de manejo agronómico, tales como: cebolla, cebada, papa, haba, amaranto, arveja, tarwi, lechuga y durazno

2.2.6. Diseño hidráulico de los diferentes componentes de riego

Luego de la inspección de toda el área de estudio y considerando las características topográficas de la zona, se planteó el diseño y la ubicación de los diferentes componentes de la infraestructura hidráulica, como ser: obras de toma, cárcamo de bomba, línea de impulsión, depósitos de almacenamiento de agua, cámaras hidrantes y red de distribución de agua en las parcelas experimentales.

2.2.7. Diseño hidráulico de las tomas de agua en galerías filtrantes

La toma de agua de galería filtrante río Jillusaya, se plantea con una construcción tipo túnel, para captar un caudal de 5 l/s. La obra de la toma se encuentra a una altura 3454 m.s.n.m., se plantea en la ladera del rio Jillusaya, filtrante superficial con un caudal de 0.099 l/s.

2.2.8. Diseño hidráulico del estanque

Se realizó el diseño hidráulico del estanque tomando encuentra los criterios de: estabilidad, volteo, deslizamiento y fuerza del tercio medio resultante, también se

realizó el cálculo del volumen requerido, accesorios necesarios y su respectiva ubicación para que tenga el acceso a todas las parcelas de riego. Propuesto por Bottega y Hoogendam (2004).

2.2.9 Selección de la bomba.

De acuerdo a las condiciones topográficas del área de estudio se selecciono una bomba sumergible monofasico, Para abastecer de agua a la zona de riego por tanto es necesario recurrir a las plantas de bombeo.

2.2.10. Diseño de pequeñas obras de arte

Se realizó el diseño de la estructura de cámaras de distribución e hidrantes. Y la caseta de bombeo para la instalación de control eléctrico (tablero),y que servirá para la protección y manipuleo de la bomba, la cual se mostrará detalladamente en planos.

2.2.11. Diseño de la línea de impulsión

El diseño hidráulico de la línea de impulsión se realizó mediante la hoja de Excel de “tuberías” diseñada por (Darcy Weisbach), que se basa en variables de caudal, temperatura, rugosidad y diferencia de cota, para el respectivo cálculo de diámetros de tuberías, pérdidas de carga y velocidad, lo cual se mostrará detalladamente en una hoja de reporte

.2.2.12. Ubicación de hidrantes de riego

La ubicación de los hidrantes será planteada de acuerdo a la ubicación de las. Parcelas, con el apoyo de la planimetría y en coordinación con los docentes

2.2.13. Construcción de muro de contención con gaviones

Para dar seguridad y estabilidad a los terrenos del Centro Experimental de Cota Cota que se ven amenazados por el desborde del río Jillusaya en época de lluvias, se tiene que construir un muro de contención con gaviones en los lugares que presentan riesgo o la canalización del río Jillusaya.

2.2.14. Análisis económico de propuesta del proyecto

Se realizó el análisis técnico social de precios unitarios, mediante cálculos métricos y el presupuesto general del proyecto. Se realizó también la evaluación del proyecto de riego determinando (Inversión, y operación-mantenimiento) y se determinará el análisis de sostenibilidad propuesto por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (Ex - MACA 2005).

2.2.15. Organización de la gestión del sistema de riego

La organización de la gestión de riego se plantea en una adecuada administración del sistema de riego, a través de la creación de la Organización de Riego, la cual estará conformado por docentes de riegos y estudiantes beneficiarios, bajo la siguiente estructura: Presidente, Secretario de Operación y Mantenimiento, Secretario de Distribución de agua.

PARTE III

DIAGNÓSTICO

3.1 Aspectos generales

3.1.1. Ubicación geográfica

El Centro Experimental de Cota Cota. Se encuentran ubicado en el campus universitario de la Facultad de Agronomía del departamento de La Paz, es parte del valle alto geográficamente se encuentra entre las coordenadas de Latitud Sur $16^{\circ} 32'04''$, Longitud oeste $68^{\circ}03'44''$, con una elevación media de 3445 msnm. El área de estudio se muestra en la Figura

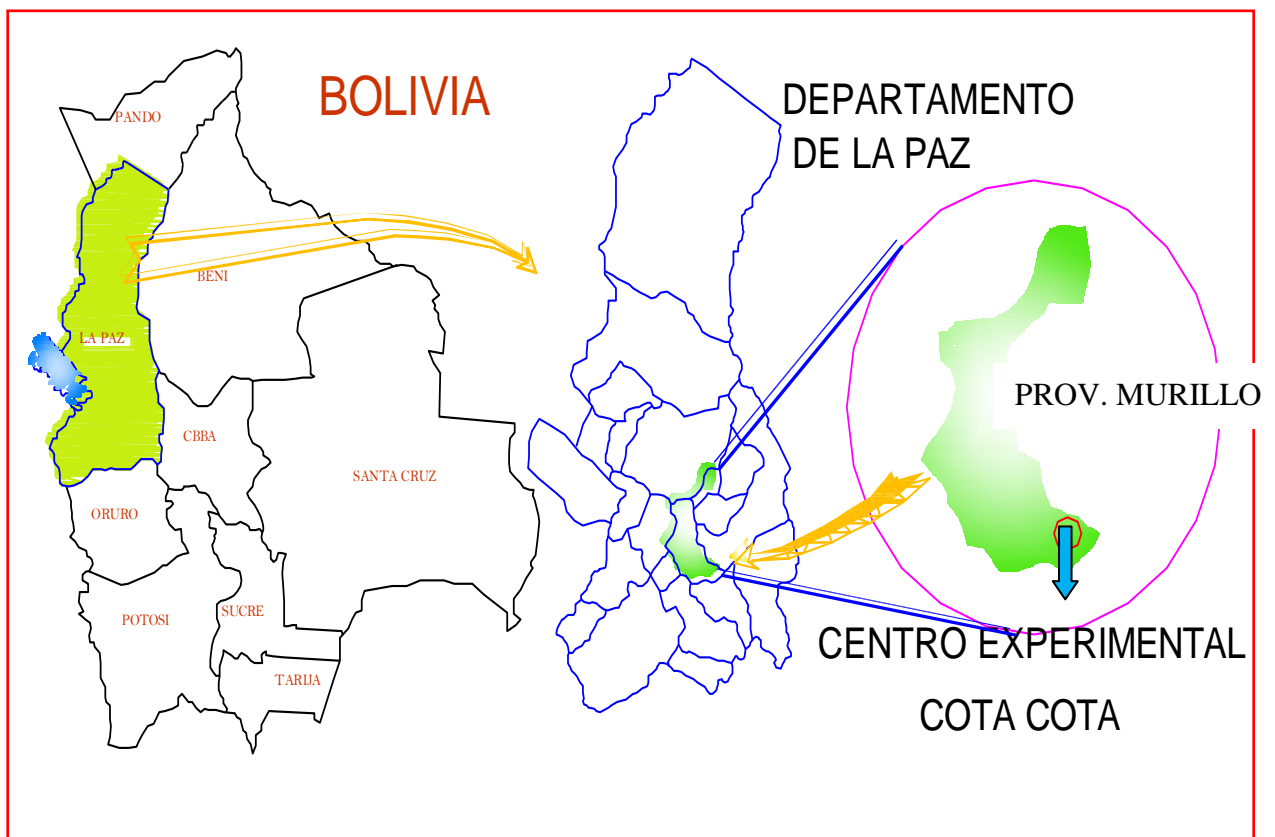


Figura 1 Ubicación de la zona de estudio, Centro Experimental de Cota Cota

3.2. Descripción del área de trabajo

3.2.1. Características del ecosistema

El área de estudio está constituida por un paisaje fisiográfico formado por parcelas experimentales de pie de valle alto, remodelado y truncado por procesos de erosión fluvial, cuya área de estudio está ubicada a una altura de 3445 msnm.

3.2.2. Fisiografía

Las pendientes del terreno del área del estudio varían entre el 1 a 21 %, la erosión hídrica que se da en el área se encuentra en la parte denominada pie de monte y terrazas de formación lenta, estas unidades se encuentran por debajo de la ladera de la serranía.

3.2.3. Topografía de la zona de estudio

La topografía que presenta en Centro Experimental de Cota Cota es accidentada debido a que se encuentra al pie de la quebrada de Wila Cota y la presencia del río Jillusaya, con un ancho variable de 80 m. aproximadamente.

3.2.4. Clima

El Centro Experimental de Cota Cota se encuentra en la cabecera del valle alto, con características secas, donde la masa de aire cálido y húmedo en la zona de la cumbre es impulsada por las montañas, por lo tanto al ascender rápidamente origina las precipitaciones pluviales desde zona norte –hacia de zona sur de La Paz.

3.2.4.1. Temperatura

La estación meteorológica de referencia para el área de estudio se ubica en la zona de Achumani, dependiente de SENAMHI, cuyos registros disponibles se han utilizado para el análisis de la temperatura que corresponden periodo de 10 años (2000 2010).

Cuadro N° 3. Registro de temperatura máximas, mínimo media y precipitación

Registro	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T° Máxima Media	20,9	20,7	21,3	21,4	21,6	20,4	19,6	20,8	21,6	22,1	23,1	22,2
T° Mínima Media	8,6	8,3	8,2	7,1	4,5	3,2	2,6	3,9	5,3	7,1	8,2	8,6
T° Máxima Extrema	24,5	24,2	24,7	24,1	24	23,1	22,8	24	24,5	25,9	26,6	26,1
T° Mínima Extrema	6,0	5,9	6,3	4,2	1,9	0	-0,6	1,1	2,4	4,6	5,4	5,4
Precipitación (mm)	141,7	77,4	60,2	26,4	7,1	6,7	8,0	11,4	2,2	42,7	43,2	80,1
Días con Precipitación	203,2	200,6	69,6	18,8	9,7	0	19,6	3,7	13,2	21,1	38,7	140,1
v. Media Viento nudos	6	4	2,7	2,5	1,4	0	1,2	1,6	2,1	1,7	1,3	1,2

Fuente: SENAMHI 2010

En el cuadro 3 se muestra que la temperatura máxima media anual es de a 23.1 °C, siendo los meses más calurosos noviembre a marzo con temperaturas máximas extremas de 26.6 °C y los meses más fríos corresponde a junio y agosto con temperatura mínima media 2,6 °C y temperaturas mínima extremas de - 0,6 °C.

Cuadro 4. Registro de precipitación pluvial.

AÑO	Ene	Feb.	Mar	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Annual
2000	0	0	0	0	0	0	0	21,8	0,5	59,8	9,1	102,6	193,8
2001	166,5	93,5	66	29,7	18,5	5,2	9,6	31	14,8	61	13,1	87,6	596,5
2002	79,6	104	109,4	29,7	13,6	9,7	37,5	9,2	37	95,2	33	70,9	628,8
2003	137	123,6	85,6	16,6	5,8	0,6	2,3	7,6	27,6	28,9	23,2	94,1	552,9
2004	211,8	69,4	49,6	8,7	6	5,3	15,3	13,3	26,2	18,3	77,9	68,5	570,3
2005	109,5	59,9	29,6	26,1	0	0	1	0	46,5	76,4	76,2	49,8	475
2006	173,6	89,6	69,7	18	2	0	0	17	13,2	34,1	77,3	122	616,5
2007	123,9	98,4	93,1	61,8	12,2	0	28	0,1	43,1	21,1	35,2	140,1	657
2008	211,5	66,4	37,7	3,4	12,6	9,8	5,7	4,5	10,6	35	16,1	118,2	531,5
2009	88,2	115,3	37,6	20,5	3,6	0	9,9	3,6	27,2	36,8	60,8	110,4	513,9
2010	200,7	37,2	38,5	18	9,7	0	19,6	3,7	25,6	37,1	34,9	140	247,6
Max	211,8	123,6	109,4	61,8	18,5	9,8	37,5	31	46,5	95,2	77,9	140,1	963,1
Min	79,6	37,2	29,6	3,4	2	0	1	0	0,5	18,3	9,1	49,8	230,5
Media	150,2	85,73	57,83	21,45	8,4	3,06	10,93	10,81	24,67	46,66	42,19	96,42	558,4

Fuente: SENAMHI 2010

3.2.4.2. Precipitación

Como se observa en el cuadro anterior, la precipitación pluvial máxima media anual es de 558,38 mm.

3.2.4.3. Días con helada

El fenómeno de las heladas se manifiesta por lo general entre los meses comprendidos entre junio y agosto, teniendo temperaturas mínimas extremas de hasta -0,6 °C (Bajo cero).

3.2.4.4. Humedad relativa

La Humedad Relativa varía de 46 a 63% en la zona de investigación. Siendo en los meses de enero a marzo los más húmedos y junio con menor humedad relativa.

3.2.5. Recursos vegetales

En el área de estudio existe una gran variedad de especies vegetales como ser: Eucalipto, acacias, ciprés, retama, suncho (*Viguera s p.*), sewenca (*Cortaderia quilla*), quikuyo (*Penicetum*), álamo (*Populus deltoides*), Aromo negro (*Acacia melanoxilon*), *Acacia dealbata*.

3.2.6. Suelo

Las características de los tipos de suelo varían a lo largo del Área de riego, con predominancia de cierto tipo de suelo de textura franco arcilloso, Arenoso franco, con presencia de grava, con características adecuadas para el drenaje y con pendientes pronunciadas, capa arable de 0,3 m a 0,4 m, tiene aptitudes para la práctica de cultivos.

3.2.7. Uso actual de la tierra

El uso de la tierra está destinado principalmente a la actividad de investigación. En la actualidad los suelos están distribuidos en parcelas, de diferentes asignaturas, las

mismas son sembradas con cultivos de manera continua, sin descanso alguno, para la cual los estudiantes introducen abonos orgánicos para fortalecer el suelo

3.2.8. Disponibilidad de mano de obra para ejecutar el proyecto de Riego.

En el área de estudio, existe la disponibilidad de la mano de obra de los Estudiantes, pero no es suficiente para ejecutar la obra, es necesario adquirir mano de obra externa como ser maestros albañiles, plomero, especialistas en la instalación eléctrica, tractor para excavaciones.

3.3. Disponibilidad de agua

3.3.1 Fuente de agua

El Centro Experimental de Cota Cota presenta dos fuentes de agua cada uno con un caudal de 0,099 l/s de galería filtrante superficial y 25,7 l/s, provenientes del río Jillusaya ubicado en una altitud 3445 msnm. Según el aforo realizado en la época seca en el mes agosto 35 l/s y en el mes noviembre 33 l/s del, (2010) en la cual en cada fuente se plantea dos obra de captación de galería filtrante. superficial y de galería filtrante tipo túnel cuyas estructuras se adaptan de acuerdo a las condiciones topográficas del lugar, también se dispone de agua potable que proviene del Instituto de Hidráulica dependiente de la Universidad Mayor de San Andrés; de la Facultad de Ingeniería Civil el agua es utilizada para el riego por goteo y micro aspersion en los invernaderos.

Cuadro N° 5. Oferta mensual de agua del río Jillusaya, gestión 2010, en base a aforos realizados en campo

meses	Jun	Jul.	Ago	Sep	Oct.	Nov	Dic.	Ene	Feb	Mar	Abr.	May
Oferta l/s.	0.0	19.2	35	25.7	35.5	33	138	201.	328	38	18	9.4

Fuente Elaboración propia (2010)

3.3.2. Calidad de agua actual

En el área de estudio también se puede observar que actualmente se riega con aguas del río, que al solo observar se puede ver la elevada turbidez y alto contenido de material sólido, no existe un análisis adecuado que evalúe las características físicas, químicas y bacteriológicas para evaluar microorganismos patógenos de las aguas superficiales del río Jillusaya, y más aún en época de lluvias, debido a las descarga de alcantarillado sanitario, aguas arriba del Centro Experimental.



Fotografía N° 1. Aguas del río Jillusaya, con elevada turbidez se conducen por uno de los canales rudimentarios del Centro Experimental

3.3.3. Uso actual del agua

Actualmente Los estudiantes de diferentes asignaturas, utilizan agua servida del rio Jillusaya para riego de prácticas experimentales, que presenta un caudal de 25,7 l/s en el aforo realizado en el mes de septiembre de 2010. También se Utiliza actualmente agua potable del Instituto de Hidráulica para consumo humano, para riego por goteo en invernaderos y para consumo animal (Manejo de Ganado).

3.3.4. Derecho de agua

Actualmente el derecho de agua es libre del río Jillusaya, los estudiantes captan agua del río libremente a través de canales rústicos dentro del área de estudio el agua es propiedad de la Facultad de Agronomía, y la utilizan los estudiantes de acuerdo a los requerimientos de sus cultivos.

3.3.5. Organización para la distribución del agua

En el sistema actual de riego no existe una organización para la distribución de agua es libre la toma de agua, el estudiante que llega primero riega su parcela.

3.3.6. Organización para el mantenimiento de los canales de conducción

Actualmente no existe una organización para el mantenimiento de los canales de conducción; tiene que organizarse por asignatura un representante a través del director del Centro Experimental Cota Cota.

3.3.7. Determinación de la necesidad de mantener un caudal mínimo ecológico

Se ha determinado dejar escurrir un 20 % del caudal total, el mismo que aguas abajo sirve en algunos casos como recipiente para las plantas y animales. El resto desemboca al río abajo. En la obra de toma del río Jillusaya, existe el peligro del desborde de agua, en épocas de lluvia el caudal alcanza 328 l/s. la alcaldía debería canalizar para mayor seguridad.

3.4. Sistema de riego actual

El Centro Experimental de Cota Cota cuenta con servicio de riego de río Jillusaya con un caudal 25,7 l/s. con la misma se riegan los Cultivos Experimentales de Diseños Experimentales, Fruticultura, Agricultura 1, Fisiología Vegetal, Fertilidad y Nutrición Vegetal, sistema de riegos y drenaje y otras asignaturas.

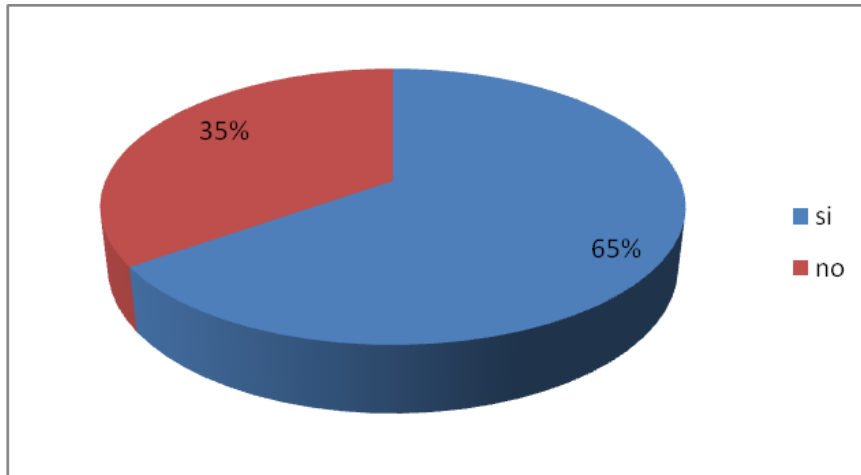
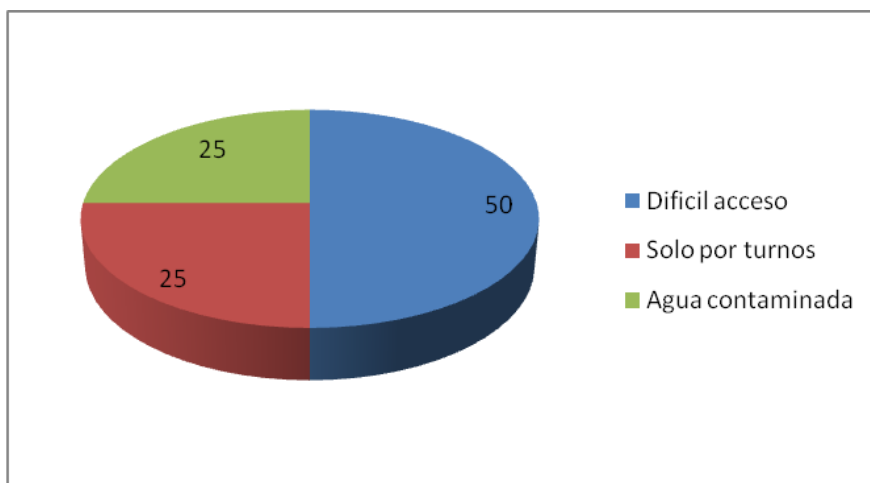


Gráfico N°1. Disponibilidad de agua en las parcelas experimentales de Cota Cota

Según la encuesta realizada (Gráfico 1), en el mes diciembre del año 2010 a estudiantes de diferentes asignaturas de la Facultad de Agronomía, se afirma que el 65% de los estudiantes dispone de agua del río Jillusaya en sus parcelas experimentales y un 35 % no dispone de agua, debido a las causas que se aprecian en la figura 3:



Fuente Elaboración propia 2010

Gráfico N°2. Causas de no disponibilidad de agua en las parcelas experimentales de Cota Cota

En el gráfico N° 2, se aprecia que las causas para no disponer de agua en las parcelas experimentales de Cota Cota en los momentos requeridos, son principalmente el difícil acceso (50 %), que se refiere a la elevada demanda de agua

por parte de los estudiantes de las diferentes asignaturas, esto ocurre sobretodo en las parcelas de Dasonomía y Fruticultura.

Un 25 % de los estudiantes mencionan que el acceso al agua es solo por turnos, y otro 25 % de ellos, hacen mención a que el agua que utilizan es contaminada, lo cual se suma a la falta de una buena gestión de riego.

3.4.1. Infraestructura del sistema de riego actual

En el recorrido de todas las áreas del Centro Experimental se ha podido conocer la situación actual de la infraestructura de riego que presenta claras muestras deterioro y falta de un adecuado mantenimiento, como podemos observar en la fotografía 2.



Fotografía N° 2. Vista de la infraestructura de riego del Centro Experimental, en desgaste

En la foto es posible apreciar que los canales son rústicos sin revestimiento de cemento, y algunos de ellos no fueron concluidos, y presentan fisuras, provocando desbordes de agua hacia otras parcelas. También se puede ver una tubería de PVC tendida superficialmente, la misma que constituye la aducción, a otra acequia.

3.4.1.1. Obra de toma

La obra de captación de agua del río Jillusaya, consiste en una toma rústica, con un caudal de 25,7 l/s en el aforo realizado septiembre del año 2010, derivándose de un canal hacia la acequia principal, la misma que se distribuye posteriormente en dos ramales, por los cuales se conducen las aguas de riego hasta las diferentes parcelas.

3.4.1.2. Conducción

La conducción se realiza a través de acequias totalmente rudimentarias (tal como se observa en la fotografía N° 3), sin revestimiento y sin ningún mantenimiento, las hierbas y plantas del lugar se han desarrollado en sus cauces, reduciendo sustancialmente su capacidad de transporte, en otros tramos están prácticamente destruidas debido a deslizamientos del terreno y presencia de montones de tierra y escombros.



Fotografía N° 3. Conducción de agua en acequias totalmente rudimentarias

3.4.1.3. Canal principal

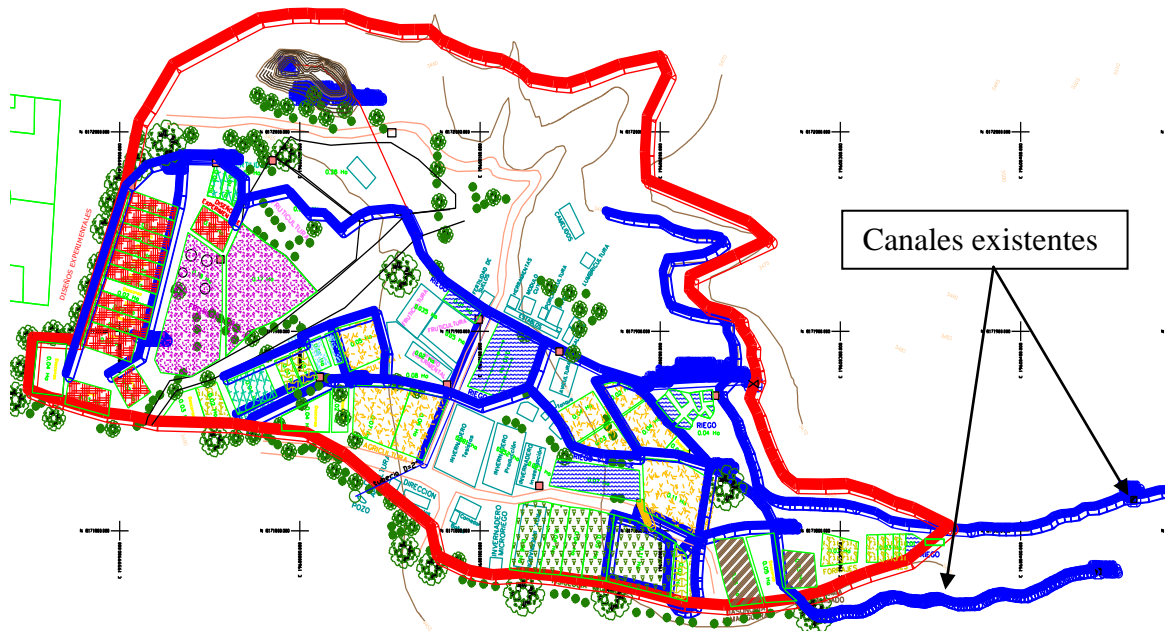
En el canal principal la conducción de agua empieza desde la toma del río Jillusaya, pasando por parcelas de Agricultura 1, parcela de riegos, se deriva hacia Fisiología

Vegetal, Horticultura y continua hasta fruticultura luego se divide para parcelas de Fertilidad y Diseños Experimentales con una longitud de 950 m.

3.4.1.4. Canales secundarios

Los canales secundarios son derivados de los canales primarios; en la zona de estudio se tienen dos canales secundarios, cuyas longitudes son 870 m y 270 m, los mismos que conducen el agua hacia las parcelas experimentales de diferentes asignaturas.

Uno de los canales secundarios (en la parte superior del Centro), que se deriva hacia las parcelas de Agricultura 1, con una longitud de 170 m; el otro canal secundario (en la parte inferior del Centro), conduce las aguas hacia parcelas de Horticultura, Fitomejoramiento, Agricultura 1, Fertilidad y Forrajes, con una longitud de 870m (Ver Figura siguiente, líneas de color azul son canales primarios y secundarios)



Fuente Elaboración propia 2010

Figura 2. Croquis de los dos tomas rústicas de color azul y canales de riego existentes actualmente, en el Centro Experimental de Cota Cota

3.4.2. Aplicación de métodos de riego

La aplicación de Métodos de riego consiste en mantener cierta cantidad de humedad como para contrarrestar el proceso de la evapotranspiración y que permite el desarrollo normal de los cultivos no se debe esperar que la humedad del suelo baje al punto de marchites permanente (PMP), para evitar que el cultivo realice esfuerzos en obtener el agua del suelo en vez que dicho esfuerzo sea utilizado para el buen desarrollo y la producción de los cultivos. Los Estudiantes realizan prácticas de riego con diferentes métodos de riego en el Centro Experimental.

3.4.2.1. Riego Superficial

- Riego por inundación (en suelos a nivel)
 - Bancales de inundación
- Riego por surcos, (en suelos con declive)

Melgas de escurrimiento, Surcos rectos, Surcos en contorno

3.4.2.2. Riego Presurizado

- Aspersión
- Goteo
- Micro aspersión

La implementación de riego por aspersión requiere de ciertas condiciones básicas, desde una fuente de abastecimiento de agua cuya ubicación debería estar a una un nivel elevado en relación al área de riego (para evitar el bombeo), a partir del cual se realiza la conducción del agua mediante tuberías o canales hasta una red de distribución de tuberías que deberán garantizar necesaria para el funcionamiento de los aspersores.

Las convencionales: son dos Fijas, son permanentes, Amovibles. Semifijas, Móviles transporte manual, mecanizado, cobertura total, pivotantes maquinas regadoras

Es fácil de manejar, se adapta a diversos cultivos y topografía de terreno. En su mecanismo de funcionamiento y formas de instalación son variables, desde los convencionales hasta los sistemas mecanizados con funcionamiento automático.

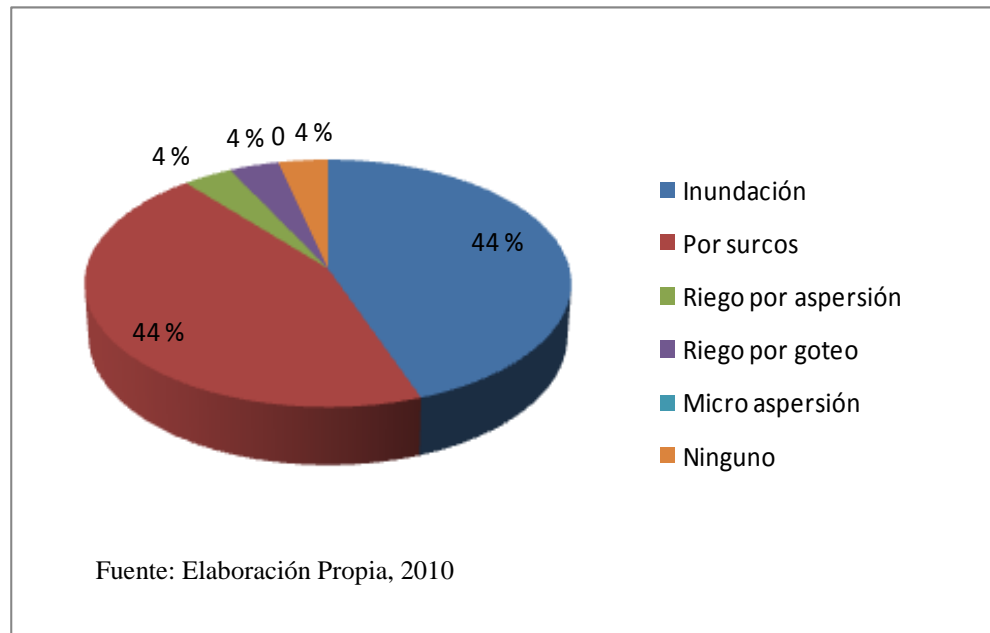


Gráfico N° 3. Métodos de riego aplicados actualmente en las parcelas experimentales, en base a la encuesta realizada a estudiantes

En el gráfico N° 3, se observa que los métodos de riego más utilizados por los estudiantes son: inundación y por surcos, ambos con 44 %, y riego por aspersión y por goteo están con un porcentaje muy bajo del 4 %.

3.4.3. Descripción de la Gestión de riego actual

En cada Asignatura no existe responsable del Funcionamiento del Sistema de Riego, ya que cada Materia conduce el agua libremente de acuerdo al requerimiento de sus cultivos de prácticas, no existe normas ni reglamentos para los estudiantes que constituyen la base de la gestión de riego

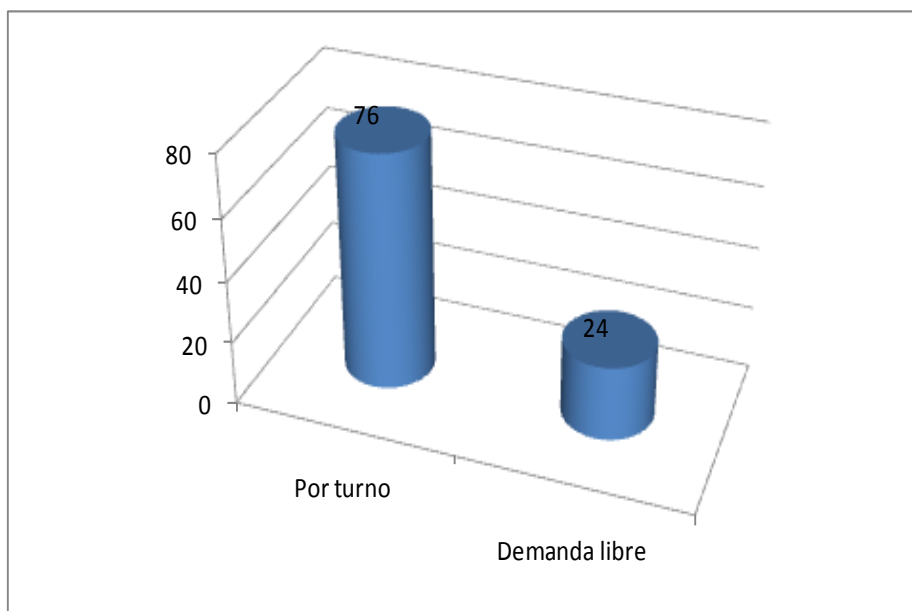


Gráfico N° 4. Métodos de riego aplicados actualmente en las parcelas experimentales, en base a la encuesta realizada a estudiantes

De acuerdo al gráfico N° 4, según la encuesta realizada en el mes de diciembre del año 2010, el 76 % de los estudiantes hace mención a que manejan el agua por turnos, sin horarios establecidos para las diferentes asignaturas; utilizando el agua en primera instancia el estudiante de la materia que llega más temprano a la toma, y así sucesivamente; un 24 % de los encuestados, se refieren a que utilizan el agua de manera libre de acuerdo a sus requerimientos, esto se debe, a que son parte de las parcelas que se encuentran en la cabecera de los canales principales.

3.4.3.1. Organización para el mantenimiento de los canales de conducción agua actualmente no existe un organización para el mantenimiento rutinario de los canales de riego existentes en el campo experimental, solo los estudiantes realizan la distribución del agua y algunas limpiezas de mantenimiento esporádico del sistema.

3.4.3.2. Participación en el riego

Los Docentes, Auxiliares Docentes y estudiantes participan en las prácticas de riego en las parcelas experimentales de diferentes asignaturas.

3.4.3.3. Parcelas que tienen riego

Cuadro N° 6. Detalle de parcelas con y sin riego, por materia

Docente	Materia	Parcelas con riego	Superficie con riego (m2)	Parcelas sin riego	Superficie sin riego (m2)	Nro. Total Parcelas	Área total (m2)
Ing. Yakov Arteaga	Diseños Experimentales	16	4400	0	0	16	4400
Ing. René Calatayud	Fruticultura	0	0	3	5800	3	5800
Ing. Jorge Pascuali	Fertilidad	4	700	2	610	6	1310
Ing. René Calatayud	Agricultura I	8	3800	1	500	9	4300
Ing PH.D. Alejandro Bonifacio	Fitomejoramiento	2	200	2	230	4	430
Ing. Freddy Porco	Horticultura	3	510	0		3	510
	Horticultura (Inv.)	2	750	1	600	3	1350
Ing. PhD. René Chipana	Riegos	4	2212	0	0	4	2212
	Riegos (Inv.)	3	810	0		3	810
	Floricultura	2	850	0		2	850
Ing. Luis Goitia	Dasonomía	0	0	4	2610	4	2610
Ing. Hugo Bosque	Fisiología Vegetal	3	1800	1	600	4	2400
	Forrajes	0	0	7	1510	7	1510
Ing. V. Orsag	Manejo y Conservación de Suelos	0	0	1	2800	1	2800
TOTAL		47	16.032	22	15.260	69	31.292

En el cuadro 6, se observa que se tienen en total 69 parcelas, de las cuales, 47 tienen riego, siendo el 68,1 % y 22 parcelas carecen de riego, lo cual representa un 31,9 % de los terrenos. Las parcelas de Fruticultura, Dasonomía y Forrajes, son las que no tienen riego. Las parcelas de Diseños Experimentales, Agricultura 1, Fisiología vegetal, Fitomejoramiento, Horticultura, tienen riego por surcos.

En el cuadro anterior se observa también que la superficie total bajo riego de las parcelas experimentales es de 16.032 m².

3.4.4. Lógica de riego en la producción agrícola

El riego se utiliza para los principales cultivos que se riegan por inundación y surcos, actualmente en orden de importancia económica y de manejo agronómico son: Cebolla, Rosas, Amaranto, Tomate, Haba, Papa. Durazno, Manzana, Ciruelo, Tarwi y Cebada.

La época más crítica para el riego son los meses Junio a Noviembre que necesitan riego toda las parcelas es totalmente seco.

3.4.5. Identificación de las principales limitaciones y problemas en el sistema

Las limitaciones y observadas en el lugar de estudio son:

- La Falta de implementación de componentes sistema de riego y la construcción de obras hidráulicas.
- Falta aguas de buena calidad para riego en el centro.
- Desborde del río Jillusaya, por la falta de Obras de Protección y seguridad de los predios del Centro Experimental en época de lluvias.
- Falta de abastecimiento de agua potable propia de la facultad de agronomía, para servicios básicos actualmente se utiliza agua potable del Instituto Hidráulicas.
- Falta de embovedado del río Jillusaya y la construcción del puente para épocas de lluvia.

3.4.6. Apreciación de los estudiantes para el mejoramiento del riego

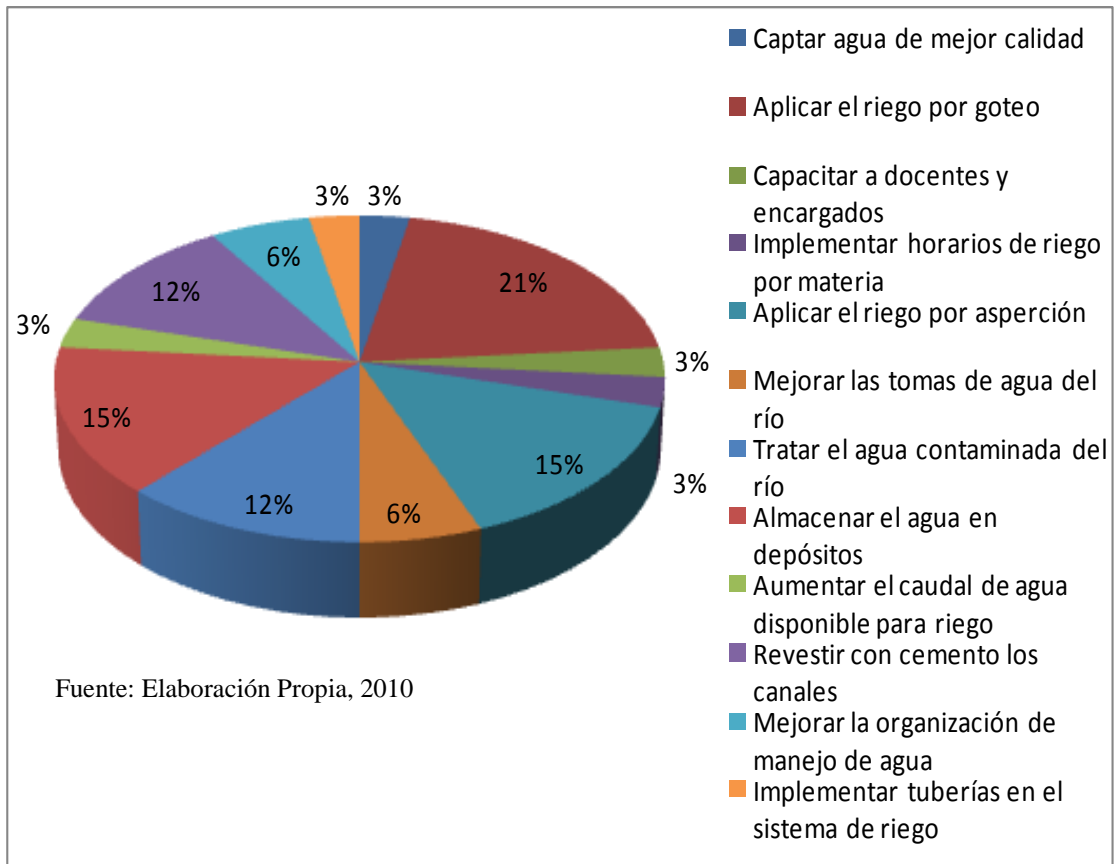


Gráfico N°5. Apreciación de los estudiantes para el mejoramiento del riego, en las parcelas experimentales de Cota Cota

Según el gráfico N° 5, se observan las diferentes propuestas que tienen los estudiantes de Agronomía para mejorar la aplicación del riego en el Centro Experimental de Cota Cota, un 21% de los estudiantes sugieren la aplicación del sistema de riego por goteo; un 15 % solicita la aplicación del riego por aspersión; otro 15 % pide el almacenar agua en depósitos, para cada materia; con 12 % se tienen los pedidos de revestimiento de los canales con cemento y también la purificación del agua de riego. Con 6 % de la percepción de los estudiantes está el mejorar la organización de manejo de agua y también mejorar la toma de agua, finalmente con 3 % se tienen: la implementación de tuberías, aumentar el caudal de agua disponible, capacitar a los docentes y encargados, aplicar horarios de riego.

3.5. Caracterización de la cédula de cultivos existentes en el C.E.C.C.

El Centro Experimental de Cota Cota, se caracteriza por la formación de profesionales de alto nivel académico de la Facultad de Agronomía; complementando la formación teórica con la prácticas experimentales. En el Centro también se realiza la producción ecológica y convencional de cultivos, buscando la innovación tecnológica en las siguientes asignaturas:

- Diseños Experimentales
- Fruticultura
- Fertilidad y Nutrición Vegetal
- Agricultura 1
- Fitomejoramiento
- Horticultura
- Riegos y Drenajes
- Dasonomía y Silvicultura
- Fisiología Vegetal
- Forrajes
- Floricultura

Los docentes cumplen con la más alta dedicación en la formación de profesionales, con el entrenamiento en prácticas experimentales. Se introduce a los estudiantes en el campo empresarial, por ejemplo con la producción de flores, hortalizas, y otros cultivos de investigación en invernaderos, así como a través de la utilización del sistema de riego por goteo.

3.5.1. Objetivos del Centro Experimental de Cota Cota:

Los principales objetivos del centro Experimental de Cota Cota son:

- Proporcionar a los estudiantes de Agronomía, las herramientas de aprendizajes Teórico – práctico, como un instrumento para lograr el cambio científico en el desarrollo agrícola de la región y el país.

- Formar a los estudiantes de forma teórica y práctica, así como capacitarlos en políticas medio ambientales y de seguridad alimentaria, orientadas a un desarrollo tecnológico sostenible en el país.
- Motivar a los estudiantes a contribuir al desarrollo de pequeños y grandes agricultores.
- Fomentar en los estudiantes la innovación y la búsqueda de la mejora continua en el desarrollo agropecuario.
- Ayudar a la capacitación práctica de los estudiantes, a través de experimentos y prácticas de campo, para una formación profesional integral.



Fotografía N° 4. Evaluadores internacionales durante la acreditación de la facultad de agronomía

En la fotografía N° 4, se observa a evaluadores de diferentes países, en el cultivo de rosas en uno de los invernaderos del Centro Experimental de Cota Cota, durante la acreditación de la Facultad de Agronomía. Esto nos muestra el avance técnico y científico que viene alcanzando la Facultad, en beneficio de la comunidad facultativa, de la región y el país.

3.5.2. Cultivos del área de Diseños Experimentales

En el área de Diseños Experimentales, actualmente se tienen parcelas de cultivos, de cebolla, donde se viene realizando trabajos de investigación utilizando Diseños estadísticos, para comparar diferencias significativas.

Cuadro N° 7. Distribución de cultivos en el Área de Diseños Experimentales

Docente	Materia	Nro. Parcelas	Área (m ²)	Actividad	Cultivos
Ing.MSc.Yakov Arteaga García	Diseños Experimentales	1	400	Descanso	
		2	300	Prácticas	Tarwi
		3	400	Descanso	
		4	200	Prácticas	Tarwi
		5	400	Prácticas	Tarwi
		6	300	Descanso	
		7	200	Prácticas	Tarwi
		8	200	Descanso	
		9	200	Prácticas	Cebolla
		10	200	Prácticas	Cebolla
		11	200	Prácticas	Cebolla
		12	200	Prácticas	Cebolla
		13	300	Prácticas	Cebolla
		14	200	Prácticas	Cebolla
		15	400	Descanso	
		16	300	Prácticas	Cebolla
Área Total (m²)			4400		

Fuente Elaboración propia (2010)

En el cuadro anterior se pueden observar, el detalle de las parcelas existentes en esta materia, donde los principales cultivos son cebolla y tarwi; el tamaño de las parcela varía entre 200 y 400 m², alcanzando un área total de 4.400 m².



Fotografía N° 5. Disposición de las parcelas experimentales, con diferentes tratamientos

3.5.3. Cultivos del área de Fruticultura

En el área de Fruticultura actualmente se tienen parcelas de cultivos de frutales, donde se viene realizando trabajos de investigación en el manejo técnico de los mismos, a través de trabajos de poda, raleo, tratamientos fitosanitarios y de fertilización.



Fotografía N° 6. Estudiantes de la materia de Fruticultura durante una de las prácticas de poda

Cuadro N°8. Plantaciones frutales existentes en el Área de Fruticultura

Plantación	Nº Plantas	Distribución (m)
Durazno	40	4 x 4
Guinda	35	4 x 4
Manzana	50	6 x 6
Ciruelo	60	4 x 4
Pera	10	6 x 6
Damasco	30	6 x 6
Viveros	70	

Fuente Elaboración propia 2010

En el cuadro anterior se observan las diferentes plantaciones frutales que existen en el área de fruticultura, notándose que existen mayor cantidad de árboles de ciruelos y manzanas, mientras que las plantas de pera son las que se encuentran en menor cantidad.

Cuadro N° 9. Distribución de cultivos en el Área de Fruticultura

Docente	Materia	Nro. Parcelas	Área (m ²)	Actividad	Cultivos
Ing. René Calatayud	Fruticultura	1	1800	Prácticas	Frutales
		2	1700	Prácticas	Frutales
		3	2300	Prácticas	Frutales
Área Total (m²)			5800		

Fuente Elaboración propia 2010

En el cuadro anterior se aprecia, el detalle de las parcelas existentes en la materia de Fruticultura, donde los cultivos son netamente frutales; el tamaño de las parcela varía entre 1800 a 2300 m², alcanzando un área total de 5.800 m².

3.5.4. Cultivos de área de Fertilidad y Nutrición Vegetal

En el área de Fertilidad y Nutrición Vegetal se viene realizando diferentes trabajos de investigación en el manejo de fertilizantes, tanto orgánicos como químicos, buscando el mejoramiento de las técnicas de fertilización de cultivos.

Cuadro N° 10. Distribución de cultivos en el Área de Fertilidad y Nutrición Vegetal

Docente	Materia	Nro. Parcelas	Área (m ²)	Actividad	Cultivos
Ing. Jorge Pascuali	Fertilidad	Parcela 1	100	Prácticas	Haba
		Parcela 2	100	Prácticas	Rabanito
		Parcela 3	100	Prácticas	Cebolla
		Parcela 4	400	Prácticas	Cebolla
		Parcela 5	610	Prácticas	Descanso<
Área Total (m²)			1310		

En el cuadro anterior, se observa detalles de las parcelas existentes en la materia de Fertilidad y Nutrición Vegetal, con cultivos hortícolas (Fotografía N° 7); el tamaño de la parcela varía entre 100 y 610 m², alcanzando un área total de 1310 m².



Fotografía N° 7. Vista general de las parcelas de fertilidad con diferentes cultivos (habas, papa, rabanito)

3.5.5. Cultivos del Área de Agricultura 1

El área de Agricultura 1, realiza prácticas en diferentes cultivos extensivos, realizando investigaciones en la introducción de cultivos, fases fenológicas y manejo de cultivos, tanto de valle como de altiplano.



Fotografía N° 8. Cultivo de amaranto, en la fase de madurez fisiológica

En la fotografía N° 8, se aprecia uno de los cultivos de amaranto en la fase de madurez fisiológica, este cultivo se valoriza bastante en el mercado por sus altos valores nutritivos es importantes de la materia, Agricultura.

Cuadro N° 11. Distribución de cultivos en el Área de Agricultura I

Docente	Materia	Nro. Parcelas	Área (m ²)	Actividad	Cultivos
Ing. René Calatayud	Agricultura I	1	600	Prácticas	Maíz
		2	700	Prácticas	Tarwi
		3	500	Prácticas	Amaranto
		4	1100	Prácticas	Cebada
		5	400	Prácticas	Habas
		6	200	Prácticas	Nabo
		7	400	Prácticas	Amaranto
		8	400	Prácticas	Cebolla
Área Total (m²)			4.300		

En el cuadro anterior se observa con detalle, las parcelas existentes en la materia de Agricultura I, con cultivos extensivos como el amaranto, la cebada y el tarwi. Se aprecia también el cultivo de haba, que es importante, en la rotación de cultivos para el cuidado de la fertilidad nitrogenada de los suelos. El tamaño de parcelas varía entre 200 y 1100 m², alcanzando un área total de 4.300 m².

3.5.6. Cultivos del Área de Fitomejoramiento

El área de Fitomejoramiento realiza prácticas en varios cultivos hortícolas, con prácticas de mejoramiento genético a través de cruzas y polinizaciones artificiales.

Cuadro N° 12. Distribución de cultivos en el Área de Fitomejoramiento

Docente	Materia	Nro. Parcelas	Área (m ²)	Actividad	Cultivos
Ing. PH. D.	Fitomejoramiento	1	100	Prácticas	Arveja
Alejandro		2	100	Prácticas	Ajo
Bonifacio		3	230	Prácticas	Descanso
Área Total (m²)			430		

Fuente elaboración propia (2010)

En el cuadro anterior se observa, las parcelas existentes en esta área del Centro Experimental, contiene los cultivos de arveja y haba. El tamaño de parcelas es de 100 a 230 m², alcanzando un área total de 430 m².

3.5.7. Cultivos del Área de Horticultura

El área de Horticultura realiza prácticas en diferentes cultivos hortícolas en invernaderos, estos se caracterizan por su rápido crecimiento y por contar con el sistema de riego por goteo; se producen ecológicamente principalmente tomate, lechuga, brócoli (Fotografía N° 9) y acelga. También se tienen cultivos en campo abierto, principalmente de ajo y cebolla.



Fotografía N° 9. Cultivo de Brócoli, con producción ecológica, en uno de los invernaderos de la Materia

Cuadro N° 13. Distribución de cultivos en el Área de Horticultura

Docente	Materia	Nro. Parcelas	Área (m ²)	Actividad	Cultivos
Ing. Freddy Porco	Horticultura	1	100	Prácticas	Cebolla
		2	200	Prácticas	Cebolla
		3	200	Prácticas	Ajo
		Invernadero 1	520	Goteo - Producción	Tomate, pepino
		Invernadero 2	230	Goteo - Investigación	Acelga, Repollo
		Invernadero 3	600	En construcción	
Área Total (m²)			1860		

En el cuadro anterior se observa los diferentes cultivos existentes, tanto en campo abierto, como en invernadero, contiene los cultivos de arveja y haba. Es de destacar la utilización de los invernaderos para esta materia, buscando la producción ecológica y empresarial. El tamaño de parcelas varía de 100 a 600 m², alcanzando un área total de 1850 m².

3.5.8. Cultivos del Área de Riego y Drenaje

En el área de Riego se realiza prácticas de riego en diferentes cultivos, tales como cebolla papa y cebada, mientras que en invernaderos se tienen cultivo de rosas con riego por goteo y esquejes de uva con riego por Micro Aspersión (Fotografía).



Fotografía N° 10. Sistema de riego por Microaspersión, en esquejes de uva

Cuadro N° 14. Distribución de cultivos en el Área de Riegos

Docente	Materia	Nro. Parcelas	Área (m2)	Actividad	Cultivos
Ing. Ph D. René Chipana	Riegos	Parcela 1	1000	Riego aspersión	Descanso
		Parcela 2	700	Riego inundación	Cebada
		Parcela 3	400	Riego por melgas	Cebada
		Parcela 4	100	Riego inundación	Cebolla
		Parcela 5	12	Microaspersión	Uva
		Invernadero I	810	Goteo - Inv. Tesisistas	Frutilla, lechuga
		Invernadero II	500	Floricultura	Rosas
Área Total (m2)			3522		

Fuente Elaboración propia (2010)

En el cuadro anterior, se observa los diferentes cultivos del área de Riegos y Drenajes, tanto en campo abierto, como en invernadero. A campo abierto se tiene principalmente el cultivo de cebada; mientras que en invernadero el cultivo de rosas es el que más éxito tiene, por su producción escalonada y su rápida venta. El tamaño de parcelas varía de 100 a 1.000 m², alcanzando un área total de 3.522 m².

3.5.9. Cultivos del Área de Dasonomía y Silvicultura

En el área de Dasonomía se realiza prácticas de manejo de especies forestales, desde los almácigos en vivero pasando por el área de repique y crecimiento, hasta establecimiento definitivo en campo, donde se evalúa su desarrollo.



Fotografía N° 11. Área de almácigos, con diferentes especies forestales

Cuadro N° 15. Distribución de cultivos en el Área de Dasonomía y Silvicultura

Docente	Materia	Nro. Parcelas	Área (m2)	Actividad	Cultivos
Ing. Luis Goitia	Dasonomía	Parcela 1	600	Almacigueras	Forestales
		Parcela 2	500	Prácticas	Descanso
		Parcela 3	300	Estamijado	Forestales
		Parcela 4	1.210	Prácticas	Descanso
Área Total (m2)			2.610		

En el cuadro anterior, se observa las diferentes áreas del predio de Dasonomía y Silvicultura. El tamaño de los espacios asignados a las diferentes actividades varía entre 300 a 1.210 m², alcanzando un área total de 2.610 m².

3.5.10. Cultivos del Área de Fisiología Vegetal

En el área de Fisiología Vegetal (Fotografía N° 12), se realiza prácticas de manejo de cultivos agrícolas con la finalidad de analizar el funcionamiento fisiológico de las plantas, verificando: Fases fenológicas, respuesta a fertilización y diferentes factores externos tales como el riego.



Fotografía N° 12. Cultivo de cebolla, donde realizan prácticas los estudiantes de Tercer Semestre

Cuadro N° 16. Distribución de cultivos en el Área de Fisiología Vegetal

	Materia	Nro. Parcelas	Área (m2)	Actividad	Cultivos
Ing. Hugo Bosque	Fisiología Vegetal	Parcela 1	1.100	Prácticas	Cebolla
		Parcela 2	500	Descanso	
		Parcela 3	400	Descanso	
		Parcela 4	400	Descanso	
Área Total (m2)			2.400		

En el cuadro anterior, se observa las diferentes parcelas del área de Fisiología Vegetal, donde la mayoría se encontraban en descanso. El tamaño de las parcelas varía entre 400 y 1.100 m², alcanzando un área total de 2.400 m²

3.6. Análisis y evaluación de la estabilidad, seguridad y conservación de los Suelos Centro Experimental de Cota Cota.

En el recorrido del Centro Experimental de Cota Cota, se ha podido observar un proceso de erosión y desestabilización de las parcelas experimentales que se encuentran próximas al cauce del río Jillusaya, el mismo que está avanzando peligrosa y gradualmente hacia las áreas del Centro Experimental. Existe mucho material de arrastre en dicho río, lo que ha provocado que suba notoriamente la cota de su solera, la cual en algunos tramos está prácticamente al mismo nivel de las parcelas

Esta es una amenaza de desborde de las aguas del río y en su caso la próxima inundación y destrucción de las parcelas experimentales de las asignaturas de Forrajes, Dasonomía, Fisiología Vegetal, y posterior erosión de los suelos.

Las construcciones actuales, tales como comedor, invernadero de micro riego, toma de agua para riego actual, también corren el riesgo de daños por el desborde del río.

3.7 Levantamiento Topografía del Centro Experimental de Cota Cota

Para el presente trabajo dirigido se realizó un levantamiento Topográfico de toda el área del Centro Experimental de Cota Cota, ubicado en el Distrito 19, para tener la base de estudio, mostrar, describir y diseñar la infraestructura hidráulica de conducción de agua entre las altura de cota de 3.445 m hasta 3.475 m, en ambos extremos del Área de estudio, con curvas de nivel cada metro para diseñar la obra. Se determinó también el área total, áreas por parcelas experimentales de cada asignatura, áreas regables, áreas en descanso o sin cultivos y la ubicación de fuentes de agua del río Jillusaya. Este levantamiento topográfico se lo puede ver a detalle en el (Anexo 10).



Fotografía N° 13. Levantamiento topográfico del área del Centro Experimental de Cota Cota

En la fotografía N° 13, se observa uno de los puntos de referencia para la determinación del Área de estudio, donde también se colocará uno de los tanques de 5000 litros para el almacenamiento de agua del sistema de riego presurizado en el Centro Experimental de Cota Cota.

3.7.1. Trabajos realizados

Estos trabajos se realizaron tomando como referencia dos puntos obtenidos con GPS navegador. El sistema de coordenadas de referencia es WGS-84, con proyección UTM para la zona 19, Banda K. Las tareas efectuadas fueron las siguientes:

- ✓ Reconocimiento del terreno.
- ✓ Delimitación de las áreas de interés
- ✓ Control con GPS navegador.
- ✓ Levantamiento topográfico del área del proyecto y zonas adyacentes.
- ✓ Procesamiento de Información.

3.7.2 Equipos empleados

Para estos trabajos se emplearon los siguientes equipos:

Un GPS Navegador Garmin Etrex Summit.

Un Estación Total Sokkia SET 530RK serie 30RK. Producto láser de Clase 3R

Un Porta Prismas y prismas Simples

Un Bastones Telescópicos

Dos Radios intercomunicadores portátiles Motorola

UN Lap Top, Core 2 Dúo

Software: Sokkia Link, Excel 2007, AutoCAD 2008 Espanola, Eagle Point 2008

3.7.3 Reconocimiento de terreno y delimitación de las áreas de interés

Sobre la base de la información de referencia para el proyecto se procedió a recorrer las zonas del proyecto. Determinando la ubicación de los puntos estacados que servirán para control en el momento de la ejecución de la obra.

3.7.4. Procesamiento de información

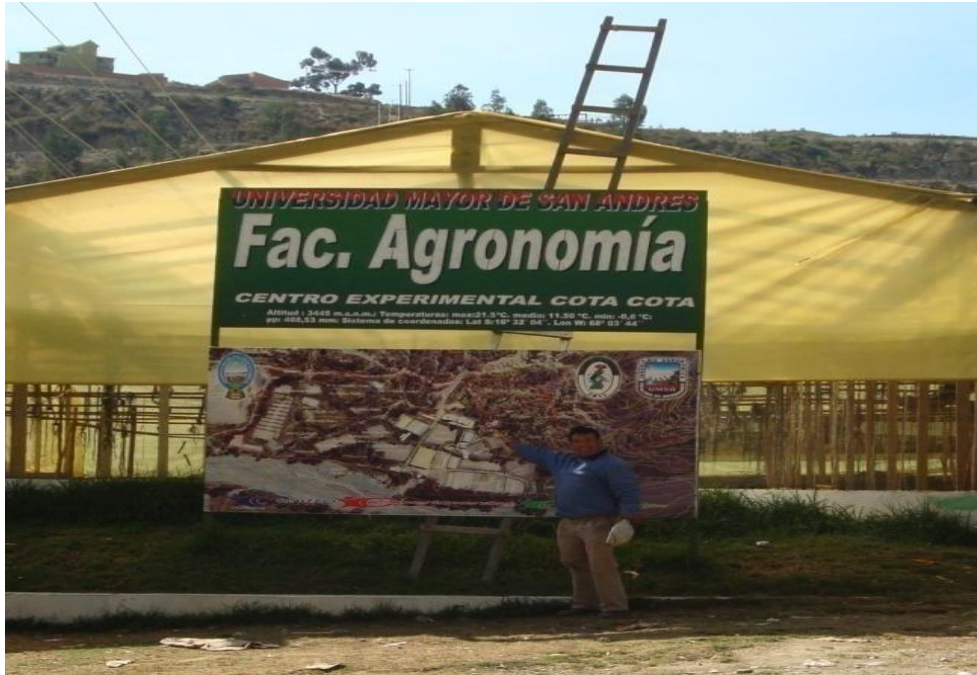
De la memoria de las estaciones se extrajo la información de coordenadas rectangulares. Dicha información incluye, las coordenadas este, norte, elevación y descripción de las características de la medición.

1. Una vez obtenidos los datos de la Estación Total, mediante el programa Sokkia Link, estas fueron verificadas en la Hoja de cálculo del Excel.
2. Verificados los datos en el Excel, estos fueron ploteados en un editor
3. Gráfico (Eagle Point 2008), observando los puntos obtenidos en el levantamiento y descripciones de cada punto.
4. Paso siguiente con la ayuda del Autocad se procede a dibujar los perímetros de parcelas, y los detalles respectivos (ríos, canales, ubicación de cárcamo de bombeo, tomas de agua etc.).

5. Con las herramientas del Eagle Point, se procede a generar su triangulación de interpolación.
6. Una vez concluida la triangulación se procede a generar las curvas de nivel.
7. Y como siempre ocurre se presentan curvas que están mal interpoladas. Esto se debe a que el DTM generado aún falta editarlo. Con las herramientas del Eagle Point se procede a editar estas líneas de interpolación (DTM), para que se realice una correcta interpolación.
8. Terminada la interpolación se vuelve a generar las curvas de nivel, cada metro y sus respectivos textos de cota a las curvas.
9. El paso final es preparar las láminas para su presentación y ploteo respectivo. Para esto se utilizan las herramientas del AUTOCAD.

PARTE IV

PROPUESTA



Fotografía Nº 14. Facultad de Agronomía, Centro Experimental de Cota Cota

4.1. Propuesta técnica del proyecto

4.1.2. Descripción de los principales componentes del sistema de riego

En el trabajo de campo se realizó el levantamiento topográfico, del Centro Experimental de Cota Cota. Para tener la base de estudio y para diseñar la infraestructura hidráulica, para el mejoramiento del sistema de riego Ver el (anexo).

En este sentido, el sistema de riego en el Centro Experimental de Cota Cota, plantea la construcción de un sistema de riego, cuyas características son las siguientes:

- La Construcción de dos tomas de captación de agua, uno de galería filtrante superficial y otra galería filtrante tipo túnel
- La construcción de cárcamo de bombeo
- La construcción de caseta de bombeo
- La construcción de 3 cámaras de distribución

- La construcción de 34 hidrantes de distribución
- La instalación de dos tanques de plástico de 5000 litros de almacenamiento de agua para la red “EA” y “EB”
- La instalación de tuberías aducción PVC de 4” Clase 6 de 74 m.
- La instalación de tuberías impulsión PVC de 2” Clase 9 de 605 m. para ambos estanques
- La instalación de tubería de conducción por gravedad de PVC. 2” clase 9 de 440 m. lineales de EA. hasta los hidrantes y 950 m lineales de EB hasta los hidrantes.

Para el riego se utilizará el método presurizado utilizando una manguera de lona de 50 m. en cada asignatura de diámetro de una pulgada, la conexión se realizara en las cámaras hidrantes que los mismos serán direccionados hacia las parcelas de riego.

4.2. Diseño agronómico para el mejoramiento del sistema de riego

4.2.1. Determinación del área incremental de riego

Para la determinación del área incremental de riego se procedió a la utilización de la planilla electrónica del balance hídrico (Anexo N° 3) propuesto por PROAGRO/GTZ, 2009, la cual fue de 1,6 Ha bajo riego actual y de 5,74 Ha bajo riego óptimo con estudio, obteniendo un área incremental de 4,13 Ha, que es denominado micro proyecto de interés institucional, como se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 17. Detalle del área incremental regable en el Centro Experimental

Detalle de Áreas	Superficie (m²)	Superficie (Has)
Área total del Centro Experimental de Cota Cota	87.929,8	8.79
Área total regable en situación actual	16.000,0	1.60
Área total regable con estudio	57.400,0	5,74
Área incremental	41.300,0	4,13

Fuente Elaboración propia 2010

4.2.2 Requerimiento de riego

Para determinar el requerimiento de riego, consiste en calcular en primer lugar, la evapotranspiración de referencia para cada mes (ET_o) expresado en mm/día, en base a datos meteorológicos registrados en la estación meteorológica de Achumani proporcionado por SENAMHI, para utilizando el método de Penman Monteith (Anexo) para luego realizar el cálculo de la evapotranspiración de cultivo (ET_c) expresado en mm/día, en base a la cédula de cultivos planteado (Cuadro 18), con sus respectivos coeficientes de cultivo (k_c), utilizando valores ajustados por FAO e investigaciones de EX. PRONAR (2009).

Cuadro N° 18. Cédula de cultivos con estudio, Centro Experimental

Cultivos	Ciclo Vegetativo (días)	Coeficiente de cultivo K _c				Área bajo riego óptimo (Ha)
		Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	
Cebolla	150	0,78	0,91	1,05	1,02	1,50
Papa	120	0,24	0,74	1,02	0,48	1,60
Cebada	120	0,37	0,76	1,15	0,60	0,80
Haba	120	0,43	0,79	1,14	1,03	0,60
Amaranto	210	0,75	0,85	1,00	0,70	0,05
Arveja	120	0,41	0,78	1,15	1,05	0,55
Tarwi	240	0,65	0,92	0,97	0,91	0,24
Lechuga	120	0,38	1,00	0,90	0,80	0,30
Durazno	270	1,05	1,15	1,15	1,15	0,10
Total área óptima de riego (ha):						5,74

Fuente Elaboración propia 2010

Del cuadro anterior se puede observar que la área optima de riego con estudio asciende a 5.74 ha, con relación en situación actual es de 1.6 ha, además se puede observar los coeficientes de cultivos en cuatro etapas en su periodo vegetativo para el cálculo del requerimiento de riego.

Cuadro N° 19. Requerimiento de agua por cultivos en el mes de septiembre

Cultivos	Pr (m)	n	Kc	ETP (mm/mes)	ETPc (mm/mes)	ETPc mm/día	Ln (mm)	Lb (mm)	Frec. (días)	Frec. (días)	Ln C.	Lb C.
Cebolla	0,35	0,35	0,93	126,40	117,56	3,92	18,27	22,83	4,66	5,00	19,59	24,49
Papa	0,40	0,40	0,62	126,40	78,37	2,61	23,86	29,82	9,13	9,00	23,51	29,39
Cebada	0,30	0,35	0,71	126,40	89,75	2,99	15,66	19,57	5,23	5,00	14,96	18,70
Haba	0,45	0,40	0,85	126,40	107,44	3,58	26,84	33,55	7,49	7,00	25,07	31,34
Durazno	1,50	0,45	0,99	126,40	125,14	4,17	100,65	125,81	24,13	24,00	100,11	125,14
Amaranto	0,35	0,40	0,65	126,40	82,16	2,74	20,88	26,09	7,62	8,00	21,91	27,39
Arveja	0,30	0,45	0,85	126,40	107,44	3,58	20,13	25,16	5,62	6,00	21,49	26,86
Tarwi	0,45	0,35	0,78	126,40	98,60	3,29	23,48	29,36	7,15	7,00	23,01	28,76
Lechuga	0,30	0,30	0,82	126,40	103,65	3,46	13,42	16,77	3,88	4,00	13,82	17,28

n = Coeficiente de tolerancia de humedad para algunos cultivos

Después de elegir la cédula de todos cultivos a implementarse con estudio, se procedió a calcular los requerimientos de agua por cada mes (cuadro 19), El cual se ha utilizando la hoja de cálculo en Micro soft Excel desarrollado por EX. PRONAR, (2009), que nos muestra una planilla en situación actual del riego, y una planilla en situación con proyecto de riego, además del cálculo del área incremental

Cuadro N° 20. Requerimiento de riego de cultivos propuestos con estudio

Meses	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DEC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
ET (mm/mes)	95,85	98,19	113,37	126,40	140,78	146,52	146,23	135,90	118,79	127,16	114,08	110,66
Req. Neto (m3)	1575,81	2388,91	4039,54	4729,88	4120,12	2248,83	1056,88	327,97	427,08	300,85	0,00	285,51
Req. Riego (mm.)	75,04	64,57	93,94	95,57	83,25	93,65	62,17	36,44	47,45	35,39	0,00	47,58
Caudal Neto (l/s)	0,61	0,89	1,51	1,82	1,54	0,87	0,39	0,12	0,18	0,11	0,00	0,11
Caudal (l/s/ha)	0,29	0,24	0,37	0,37	0,31	0,47	0,23	0,14	0,20	0,13	0,00	0,18

Fuente: elaboración propia (2010)

Del anterior cuadro se puede observar que el mayor requerimiento neto de riego para los cultivos planteados, se presenta en el mes de septiembre, con un valor de 4.729,88 m³, por tanto se tomó como referencia el diseño agronómico e hidráulico de los laterales móvil de la manguera, también se puede observar que en el mes de octubre se presenta un requerimiento neto de riego de 4.120,12 m³, en el mes de noviembre se presenta un requerimiento neto de riego de 2.248,83 m³ que es inferior al mes de octubre , noviembre y septiembre superior a los demás meses.

En tanto el requerimiento de riego o lámina de riego de todos los cultivos, se encuentra en mayor énfasis en los meses de agosto y septiembre con 93.94 y 95.57 mm respetivamente. Por otro lado, es necesario que se tenga un caudal neto de la filtrante superficial y galería filtrante caudal del mes de septiembre con 1,82 l/s que es de mayor demanda con relación a los demás meses.

4.2.3. Oferta mensual de agua

De acuerdo a los aforos realizados, de galería filtrante superficial se dispone de una caudal de 0.099 l/s en el mes de junio y 0.046 l/s de promedio de junio a noviembre de 6 meses, en época de estiaje. Para llenar el cárcamo de bombeo se cálculo el volumen de agua de riego, 8.553.4 l/día de galería filtrante superficial y de galería filtrante tipo túnel 5 l/s según los cálculos se llegaría a llenar al cárcamo de bombeo, 432.000 l/ día y .la suma de los dos captaciones de agua satisfacerla la falta de agua de riego del Centro Experimental y se utilizó para el aforo método de medición directa. Se dispone del agua del río Jillusaya con un caudal de 25.7 l/s según el aforo realizado en el mes de septiembre que ingreso al canal principal de conducción del centro se promedio 24 l/s de Junio a noviembre, y se calculo por el método flotador

Cuadro Nº 21. Oferta actual de agua del río Jillusaya, año 2010

Meses	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct.	Nov	Dic.	Ene.	Feb.	Mar	Abr.	May.
Oferta (lt/s)	0.0	19.2	35	25,7	35,5	33	138	201	328	38	18	9.4

Fuente: Elaboración propia 2010

Cuadro N° 22 Oferta de agua de la galería filtrante del río Jillusaya, año 2010

Meses	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct.	Nov	Dic.	Ene.	Feb	Mar	Abr.	May.
Oferta (lt/s)	0,099	0,092	0,094	0,027	0,017	0.016	0,05	0,9	1,2	0.87	0,55	0,09

Fuente: Elaboración propia

4.2.4. Oferta y demanda de agua.-

Para el cálculo del balance de la oferta y la demanda de agua se utilizó la planilla electrónica del balance hídrico y cálculo del área incremental (ABRO), que se muestra en el Cuadro.

Cuadro N° 23. Balance de oferta y demanda de agua

Meses	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DEC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
DEMANDA TOTAL (l/s)	0,85	1,25	2,12	2,56	2,16	1,22	0,55	0,17	0,25	0,16	0,00	0,15
CAUDAL UNITARIO (l/s/ha.)	0,41	0,34	0,52	0,52	0,44	0,66	0,33	0,19	0,28	0,19	0,00	0,25
OFERTA TOTAL (l/s)	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03
OFERTA REAL (l/s)	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03
BALANCE (l/s)	4,17	3,77	2,91	2,46	2,87	3,81	4,47	4,86	4,78	4,87	5,03	4,88
Superficie de Riego Max. (ha)	12,37	14,85	9,74	9,71	11,52	7,63	15,42	26,32	18,25	27,09	0,00	20,15
Superficie Adicional (has.)	10,27	11,15	5,64	4,76	6,57	5,78	13,72	25,42	17,35	26,24	0,00	19,55
AREA DEFICITARIA (has.)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente Elaboración propia 2010

De acuerdo al cuadro anterior, existe demanda de agua en todos los meses, la mayor demanda de caudal de agua está en el mes de septiembre con 2,56 l/s, siendo superior con respecto a los demás meses. Con relación a la oferta mensual de agua se realizó aforos (medición directa) teniendo un caudal mínimo de 0.099 l/s

en el mes junio del filtrante superficial del río Jillusaya mientras que en la galería filtrante es de 5 l/s, que cubren fácilmente la demanda requerida por los cultivos.

Con relación a la superficie adicional de riego se observa que en el mes de Enero y Febrero se puede llegar a regar hasta 25,42 y 17,35 Ha, esto debido a las precipitaciones elevadas durante este periodo, existiendo una oferta libre de riego, con respecto a 4,13 Ha de superficie incremental planteada con proyecto.

4.2.5. Caudal de diseño (l/s):

En base a los resultados se evidencia que la oferta del caudal disponible de agua, varía de acuerdo a la época. En la época de estiaje que comprende los meses de junio a noviembre se dispone de un caudal promedio de aforo del filtrante superficial de 0,046 l/s; el ultimo aforo se la realizo en el mes de junio del 2011 con un caudal 0.099 l/s. en los meses de junio hasta noviembre se dispone en el río Jillusaya de un caudal mínimo de 25.7 l/s. y del galería filtrante 5 l/s.

4.3. Eficiencia del sistema

Las eficiencias consideradas en el sistema de riego con estudio son: captación, conducción, y aplicación de agua de riego

Cuadro Nº 24. Eficiencia del sistema de riego

Tipo de Eficiencia	Eficiencia Actual	Eficiencia con Estudio
Eficiencia de captación	0,80	0,95
Eficiencia de conducción	0,66	0,98
Eficiencia de aplicación	0,70	0,85
Eficiencia total (%)	0,26	0,70

Fuente Elaboración propia 2010

En el cuadro se concluye que la eficiencia total del sistema, para las situaciones actual sin estudio es de 26% y 70% con estudio se incrementará en un 44%

4.3.1 Eficiencia de captación

Se realizó el cálculo de caudal ecológico, para preservar la vida vegetal y animal que actualmente es requisito para la aprobación de este estudio, se establece que el 20% del caudal mínimo del río Jillusaya se debe dejar libre como caudal ecológico.

Esta eficiencia se refiere a las dos obras de toma, de galería filtrante y filtrante superficial que se pretende captara agua de buena calidad de mayor volumen de caudal, que nos permitirá captar en un 95% es decir que tendremos pérdidas solo el 5%. (Amurrio, 2006).

4.3.2. Eficiencia de conducción

Esta eficiencia, se refiere a la relación que existe entre la toma y la zona de riego, la cual varía por la longitud de las tuberías, accesorios y modalidad de operación del sistema. Esta eficiencia se considera de un 98% de conducción y la restante de 2% es debido a las pérdidas por accesorios o quiebres de tuberías (Amurrio, 2006).

4.3.3. Eficiencia de aplicación

Es la relación existente entre volumen, de agua que se almacena en la profundidad radicular de los cultivos y el volumen total de agua aplicado al terreno, de acuerdo al método de riego será de 85% (Amurrio, 2006).

4.4. Diseño Hidráulico para mejoramiento del sistema de riego

4.4.1. Planteamiento de las obras de hidráulicas

El estudio de Mejoramiento de Sistema de Riego en el Centro Experimental de Cota Cota, por las características fisiográficas, pendiente, tipo de suelo que presenta el área de estudio y el tipo de cultivos variables que se practica en diferentes asignaturas, para su investigación o trabajo de campo, se ha determinado aprovechar la pendiente que presenta el área estudio. Para regar por gravedad por el método de riego presurizado aplicando un sistema de riego por bombeo se bombear desde cárcamo de bombeo de cota 3454 m hasta el estanque “EA” y “EB” de cota 3469 y 3475 m. desde esta altura se distribuirá el agua de riego mediante una red de tuberías a toda las parcelas experimentales, del centro.

La captación del agua de riego de buena calidad se ha optado captar del filtrante superficial y de galería filtrante tipo túnel para el abastecimiento del agua riego.

Considerando las características topográficas y agronómicas del centro, se plantea los siguientes componentes hidráulicos: Dos estructuras de toma de captación directa, una de la filtrante superficial que se conecta directamente hacia cárcamo de bombeo y la otra de tipo túnel de galería filtrante del río Jillusaya.

- Tubería de aducción de la galería filtrante de tipo túnel
- Tuberías de Impulsión, Tubería de red de distribución de “A” Y “B”
- Manguera de goma de lona para riego presurizado de un diámetro y de 50 metros para cada parcela experimental.
- Dos tanques de plásticos de 5.000 litros, para almacenamiento de agua
- Cámaras de distribución e hidrantes. Se coordinó con los docentes de riegos de la Facultad de Agronomía, identificando la ubicación óptima de cada estructura hidráulica

4.4.2. Dos estructuras de toma de captación filtrante superficial y Tipo túnel (Galería filtrante) del río Jillusaya.

4.4.2.1 Obra de toma de captación de Galería Filtrante superficial

Una de las estructuras de captación de agua se plantea en el lecho del río Jillusaya, la misma se efectivizará con una obra de toma de captación directa hacia el cárcamo de bombeo o estanque de almacenamiento de agua. Ver el plano (anexo 10)

4.4.2.2 Obra de toma tipo túnel (Galería Filtrante)

En la segunda toma de captación de agua para obtener mayor cantidad de volumen de recurso hídrico se planteó la construcción de una galería filtrante, con barbacanas. Tipo túnel con el propósito de mejorar la calidad de agua, a través piedra, grava y arena que se colocarán antes del ingreso a la estructura de recolección La estructura de construcción será de Hormigón ciclópeo reforzado con fierro, la misma presenta aleros de recolección de agua. El diseño hidráulico de verificación de la estructura del muro de la obra de toma se realizó de acuerdo a las características del lugar y el tipo de material a aplicarse en su ejecución, en cuadro.

Cuadro N° 25. Características del lugar y el tipo de material a aplicarse en la ejecución de la obra.

Datos de ingreso (muro)	Valor promedio	Unidad
Peso específico agua	1000	[Kg/m ³]
Peso específico Ho Co	2200	[Kg/m ³]
Peso específico del suelo	2100	[Kg/m ³]
Angulo de fricción	38	
Coefficiente de fricción	0,488	
Relleno sobrecarga	3000	[Kg/m ³]
Coefficiente de partículas en suspensión	1,05	
Resistencia del suelo	1,5	kg/cm ²
Longitud del muro director	12	m
Altura del muro director	2	m
Angulo de muro	82	grados
Constante (K)	1	m

De acuerdo al cuadro anterior, se muestran datos de ingreso para la edificación del muro, También se verificó la resistencia de la estructura como se detalla a continuación:

a.1). Cálculo de momento de resistencia al desplazamiento

$$F = (P + Ev) \cdot \square$$

$$F / Eh > 1,51, 5731 > 1,5 \text{ OK}$$

a.2). Verificación del vuelco

$$Mv = Eh \cdot YE \text{ Momento de vuelco}$$

$$Mv = 3624,42$$

$$Me = P \cdot Xp + Ev \cdot XE + s \cdot 0,821 \cdot (B - (1,3 + 0,82) / 2)$$

$$Me = 14627,70$$

Momento estabilizador de
fuerzas verticales

$$Me / Mv > 1.5 \ 4,0359 > 1,5 \text{ OK}$$

a.3). Verificación de la resistencia al hundimiento

$$er = B/2 - (Me - Mv) / (P + Ev + s \cdot 0.8211)$$

Excentricidad de resultante de las
fuerzas actuantes

$$er / B < 1/6 \text{ OK}$$

$$er = -0,0736$$

$$er / B \ -0,057 < 1/6 \text{ OK}$$

De acuerdo a los cálculos efectuados se observa que en ninguna, presenta fallas, ya que la estructura nos garantiza su resistencia en desplazamiento, vuelco y hundimiento.

4.4.2.3. Conductos a Presión (Bomba sumergible)

a) Bomba Sumergible

De acuerdo a las condiciones topográficas del terreno se plantea instalar una bomba sumergible monofásica. Las bombas sumergibles son las más utilizadas en el riego, por las numerosas ventajas que ofrecen caudal constante presión uniforme bajo mantenimiento y flexibilidad de regulación

b) Calculo de pérdida de energía (carga) por fricción

Por las características fisiográfica, pendientes, tipo de suelo, que presenta el área de estudio se ha optado conducir el agua por tubería a presionas con bombas sumergibles para la misma se ha utilizado la ecuación “Darcy Weisbach”, para calcular la pérdidas locales de carga por fricción que se produce en el movimiento del liquido, se cálculo con los datos obtenidos del campo ver el (anexo N° 4 y 5 a detalle)

Cuadro N° 26. Datos para cálculo de pérdida por fricción y bomba sumergible

DATOS DE INGRESOPARA CALCULAR Hf	Cantidad	Unidad
Caudal de bombeo	5	l/s
Diámetro de tubería	2	pulgadas
Longitud de tubería	286	Metros “EA”
Altura de bombeo de pozo	2	metros
Desnivel del terreno	16	m.s.n.m.
Altura total de bombeo	25	metros
g = aceleración debida a la gravedad (m/s)	9.8	m/s
f = factor o coeficiente de fricción	0.0094	
v = velocidad media	2.47	m/s
hf = perdida de energía (carga) por fricción		(m)

Formula de Darcy Weisbach

$$H_f = \frac{f \times L \times V^2}{D \times 2 \times g} = 17.1356 \text{ m}$$

RESULTADO OBTENIDO

Hf t = Total pérdidas de carga + altura total de bombeo

Hf = 37,1456 m.

CÁLCULO DE LA POTENCIA DE BOMBA

Datos para cálculo de la bomba

Y w= Densidad del agua = 1000

Q = Caudal = 5 l/s

H elev = Altura total de bombeo(25m)

Hf = Total pérdidas de carga(37,14m)

n = Eficiencia bomba 80

Potencia de la Bomba

$$\text{Pot. B} = \frac{\gamma w * Q (H_f + H_{\text{elev}})}{n * 76}$$

$$\text{Pot. B.} = \frac{1000 * 0.005 \text{ m}^3 * 37.1456 \text{ m}}{0.8 * 76} = 3.23 \text{ HP}$$

Potencial de la bomba = 3 HP

CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL MOTOR

P motor = 1/n x (P bomba)

n = 0,80

P motor = 3,39948

P motor = 3,39948 x 0,746 = 2,54 Kw

De acuerdo a los resultados obtenidos se tiene compra bomba sumergible de 3 HP de potencia y motor de 3.39948 y de energía 2,54 kw. Monofásico

c) Caseta de bombeo

Otra de las infraestructuras de mayor importancia es la caseta de bombeo la cual servirá para la protección de la bomba y el tablero de control de energía.

La caseta se construirá encima del carcamo de bombeo, el cual será de muros de ladrillo cambote de 18 huecos y con techo de calamina, cuyas dimensiones se muestra cuadro

Cuadro N° 27 Dimensiones de la caseta de bombeo del sistema de riego

DIMENSIONES DE LA CASETA DE BOMBEO		
Ancho	2,5	metros
Largo	2,0	metros
Alto	2,47	metros
Nro. de puertas	1,0	Pza.
Nro. de Ventanas/rejilla	1,0	Pza.
Calamina metálica (para el techo)	8,0	Pza.

4.4.2.4 Cárcamo de bombeo

Para el almacenamiento de agua se construirá un estanque de muros de Hormigón Armado (H°A°) con losa base de fierro y encadenado de fierro con medidas interiores de 4,0 x 2,50 x 1,96 m, con su respectiva cámara de válvula, y albergará un volumen de almacenamiento de 19 m³.

La función que cumple el tanque será de almacenar agua y la impulsión de agua mediante una bomba sumergible que estará depositada en el interior del tanque. Por otro lado en la losa se construirá una caseta de bombeo, para el mejor manipuleo y operación de la bomba.

4.4.2.5. Tuberías de Impulsión

Se realizó el diseño hidráulico de tuberías, tomando en cuenta los siguientes datos de ingreso:

Cuadro Nº 28. Datos de ingreso para el diseño de tuberías.

Parámetro	Cantidad	Unidad
Q impulsión	5	litros/segundo
Diámetro	2	pulgadas
Longitud de impulsión	483 red AYB	metros
Ecuación Utilizada	Darcy Weisbach	

Fuente Elaboración propia 2010

Por consiguiente, para el tendido de tuberías se utilizará, tuberías de 2 pulgadas, de Clase – 9 (90 m.c.a.) acampanada, cuya instalación será realizada utilizando insumos como el pegamento Parabon, limpiador pavco.

Por otro lado se recomienda que para la instalación de las tuberías, la apertura de zanjas sea realizada a una profundidad de 0,5 metros y un ancho de 0,3 metros, por otro lado deberá tener una cama de tierra cernida, con el fin de evitar el quiebre de las tuberías, y la vibración de la bomba.

4.4.2.6. Tanques plásticos de almacenamiento

Para el almacenamiento de agua se utilizarán dos tanques plásticos de 5000 litros, que se colocarán a una elevación de 3469 y 3475 metros con respecto al cárcamo de bombeo, los mismos se utilizarán para el sistema de riego presurizado, a través de las redes de distribución, luego se aplica los métodos de riego presurizado con el bombeo. Los tanques de almacenamiento donde cada uno deberá ser empotrado en el suelo a una profundidad de 50 cm; cuya base deberá ser vaciada con mezcla de piedra y cemento, para tener mayor resistencia y durabilidad.

Cada uno de estos tanques tendrá su respectiva llave de paso ubicada en hidrante a la salida de la distribución del agua hacia la red de distribución.

4.4.2.7. Red de distribución “A” y “B”

a) Red de distribución “A”

La red de distribución “A”, conducirá el agua hasta las parcelas de Diseños Experimentales, Fruticultura y Fertilidad, ver plano en el Anexo 9.

Para la conducción de agua por tuberías, se realizó el diseño hidráulico tomando los siguientes datos:

Red Principal:

Cuadro Nº 29. Datos de ingreso para el diseño de la tubería principal.

Parámetro	Cantidad	Unidad
Q conducción red principal	2	litros/seg
Diámetro red principal	2	Pulgadas
Longitud de conducción	121	Metros
Ecuación Utilizada	Darcy Weisbach	

Fuente Elaboración propia 2010

Tuberías secundarias número 1:

Cuadro Nº 30. Datos de ingreso para el diseño de las tuberías secundarias

Parámetro	Cantidad	Unidad
Q secundario 1	2	litros/seg
Diámetro secundario	2	Pulgadas
Longitud de secundario	115	Metros
Ecuación Utilizada	Darcy Weisbach	

Fuente Elaboración propia 2010

Tuberías secundarias número 2:

Cuadro N° 31. Datos de ingreso para el diseño de las tuberías secundarias

Parámetro	Cantidad	Unidad
Q secundario 1	2	litros/seg
Diámetro secundario	2	pulgadas
Longitud de secundario	184	metros
Ecuación Utilizada	Darcy Weisbach	

Fuente Elaboración propia 2010

b) Red de distribución "B"

La red de distribución "B", conducirá el agua hasta las parcelas de las asignaturas de Riegos, Agricultura I, Fisiología Vegetal, Dasonomía, Horticultura y Forrajes, Anexo 9 Para la conducción de agua por tuberías se realizó el diseño hidráulico tomando los siguientes datos:

Cuadro N° 32. Datos de ingreso para el diseño de la tubería principal, Red distribución B

Parámetro	Cantidad	Unidad
Q conducción red principal	2	litros/segundo
Diámetro red principal	2	pulgadas
Longitud de conducción	188	metros
Ecuación Utilizada	Darcy Weisbach	

Ambas redes de distribución (A y B), presentan presiones adecuadas para el buen funcionamiento del sistema de riego, y una mejor operación durante el manipuleo del sistema.

Por lo general, para el tendido de tuberías se utilizarán tuberías de 2 pulgadas, de Clase – 9 (resistencia 90 m.c.a.) acampanada, cuya instalación será realizada utilizando insumos como ser pegamento paraboon y limpiador pavco.

Para la instalación y tendido de las tuberías se realizará la apertura de zanjas a una profundidad de 0,5 metros y un ancho de 0,3 metros; por otro lado se colocará una cama de tierra cernida, con el fin de evitar el quiebre o vibración de las tuberías.

4.4.2.8. Cámaras de distribución e hidrantes

También se realizará la construcción de tres cámaras de distribución de 2" pulgadas, con el objetivo de distribuir el agua a las tuberías de conducción, cubriendo la totalidad del área regable. Cada cámara contará con un depósito de 0,6 x 0,6 x 0,4 m de muros de H°C°, con su respectiva tapa metálica y candado.

Se realizará la construcción de 32 cámaras hidrantes, de las cuales 10 de ellas se ubican en la red "A" y 22 cámaras hidrantes se ubican en la red "B", ubicadas en las tuberías principales y secundarias, con un depósito de 0,5 x 0,5 x 0,4 m de muros de H°C°, con su respectiva tapa metálica y candado.

4.5. Propuesta de la gestión de sistema riego

La propuesta para la gestión de riego se basa en el manejo y administración del sistema de riego, a través de la creación de un (Responsable del sistema de Riego) del Centro Experimental de Cota Cota. Se determinarán los diferentes turnos, horarios y frecuencia de riego para diferentes asignaturas y se asignarán las tareas y responsabilidades a los encargados de la gestión del riego, lo cual tendrá un fuerte impacto en la adecuada distribución del agua y finalmente en el incremento del rendimiento de los diferentes cultivos del Centro.

Por ello la gestión del sistema estará compuesta por cuatro niveles operativos los cuales deberán cumplirse con toda rigurosidad, puesto que así se garantiza el funcionamiento del sistema de riego de manera más eficiente, a continuación se describe: a los operadores del sistema: presidente, operación, mantenimiento, y un responsable de administración económica.

4.5.1. Operación

En este nivel las obras mayores, como son la toma y el cárcamo de bombeo, serán operados por el responsable de operación, tendrá las llaves de la caseta de bombeo y encenderá personalmente la bomba y controlará las válvulas retención, para evitar el retorno del agua y el tiempo de bombeo necesario para llenar al estanque A y B. Se deberá evitar el mal manejo se elaborarán normas y reglas de distribución mediante el (Responsable de Sistema Riego) y se harán conocer a todos los docentes y estudiantes, para que exista un control por asignaturas de parte del responsable de riego sobre la entrega del agua, la distribución se realizará de acuerdo al horario establecido. Los primeros riegos serán destinados a la preparación de suelos, para mantener los suelos húmedos y garantizar una germinación homogénea de los cultivos.

4.5.2. Mantenimiento del sistema

Las acciones de mantenimiento son fundamentales para el éxito del funcionamiento de las obras, en este sentido la organización de usuarios deberá generar labores permanentes de limpieza y prevención en cuanto se concluya el riego de una temporada. Los estudiantes serán organizados por tramos y de acuerdo a un cronograma de actividades, para la limpieza de las obras (toma, cárcamo de bombeo, hidrantes, cámaras de distribución).

4.5.3. Distribución

El responsable de Distribución del Riego, velará el turno por horarios y por asignatura para la satisfacción de los estudiantes según el cuadro N° 33 de acuerdo al requerimiento de los cultivos para diferentes asignaturas. Los responsables de operación, serán los encargados de hacer cumplir la distribución equitativa de agua de riego a los estudiantes lo más eficiente posibles.

4.5.4. Administración recurso económico

La administración de recurso económica se encargara ha recaudara el aporte de los docentes y estudiantes de 40 Bs al finalizar de cada semestre para el mantenimiento del sistema de riego

Cuadro Nº 33 Distribución de agua de riego por horarios y asignatura

Volumen de bombeo 5 l/s, Tiempo de bombeo 8.5 Horas, la mayor demanda es 2,57 l/s

horarios	semana	Riego por asignaturas	Área de riego m ²	Volumen Requerido m ³	Caudal disponible Q= 5,03 l/s	Frecuencia de Riego	Estanques EA y EB	Nº de Bombeo
8-12	Lunes	Fisiología Vegetal	2.400	52,8	Q = 5.03 l/s	Semanal 1	EB	3
14-6	Lunes	Forrajes	1.510	33,22	Q = 5.03 l/s	Semanal 1	EB	1
8-12	Martes	Dasonomía y S.	2.610	57,42	Q = 5.03 l/s	Semanal 1	EB	3
14-6	Martes	Horticultura	1.350	29,7	Q = 5.03 l/s	Semanal 1	EB	1
8-12	Miércoles	Riegos y D.	2.212	48,66	Q = 5.03 l/s	Semanal 1	EB	3
12-6	Miércoles	Agricultura 1	4.300	94,6	Q = 5.03 l/s	Semanal 1	EB	5
8-12	Jueves	Agricultura 1	4.300	94,6	Q = 5.03 l/s	Semanal 1	EB	2
12-6	Jueves	Fruticultura	5.800	127,6	Q = 5.03 l/s	Semanal 1	EA	7
8-12	Viernes	Riegos y D	2.212	48,66	Q = 5.03 l/s	Semanal 1	EB	3
14-6	Viernes	Conservación de suelo	2800	61,6	Q = 5.03 l/s	Semanal 1	EA	3
8-12	Sábado	Diseño Experimental	4400	96,8	Q = 5.03 l/s	Semanal 1	EA	5
14-6	Sábado	Fertilidad y Nutrición	1310	28,82	Q = 5.03 l/s	Semanal 1	EA	1

Fuente elaboración propia, (2010)

4.5.4. Rutinario o cotidiano

El mantenimiento rutinario comprenderá la limpieza de las obras al inicio del semestre. La limpieza de todas las estructuras hidráulicas, será realizada por todos

los estudiantes, mientras que los laterales, serán de responsabilidad de las asignaturas que se benefician con él sistema de riego.

4.5.5 Refacción

Para que la refacción no ocurra en forma frecuente se plantea el acompañamiento a cargo de la Facultad de Agronomía para, realizar actividades de capacitación en el manejo apropiado del sistema, mismas que deben ser desarrolladas de acuerdo a una planificación coordinada. La refacción del sistema se la realizará con los beneficios reportados por la utilización del sistema de riego.

4.5.6 Emergencia

En caso de daños imprevistos los operarios y beneficiarios tienen la obligación de asumir la responsabilidad de informar al (Responsable de Gestión Riego), para planificar la solución en los casos de emergencias que podrían ocurrir en contra de la infraestructura y funcionamiento del sistema de riego

4.6. Plan de capacitación

Los docentes del Área de Riegos, capacitarán a los integrantes del (Responsable de Gestión Riego), fortaleciendo su capacidad, en el manejo adecuado del agua, organización y funcionamiento. Asimismo capacitarán a todos los estudiantes usuarios, a través de cursos y talleres sobre el manejo de sistemas de riego.

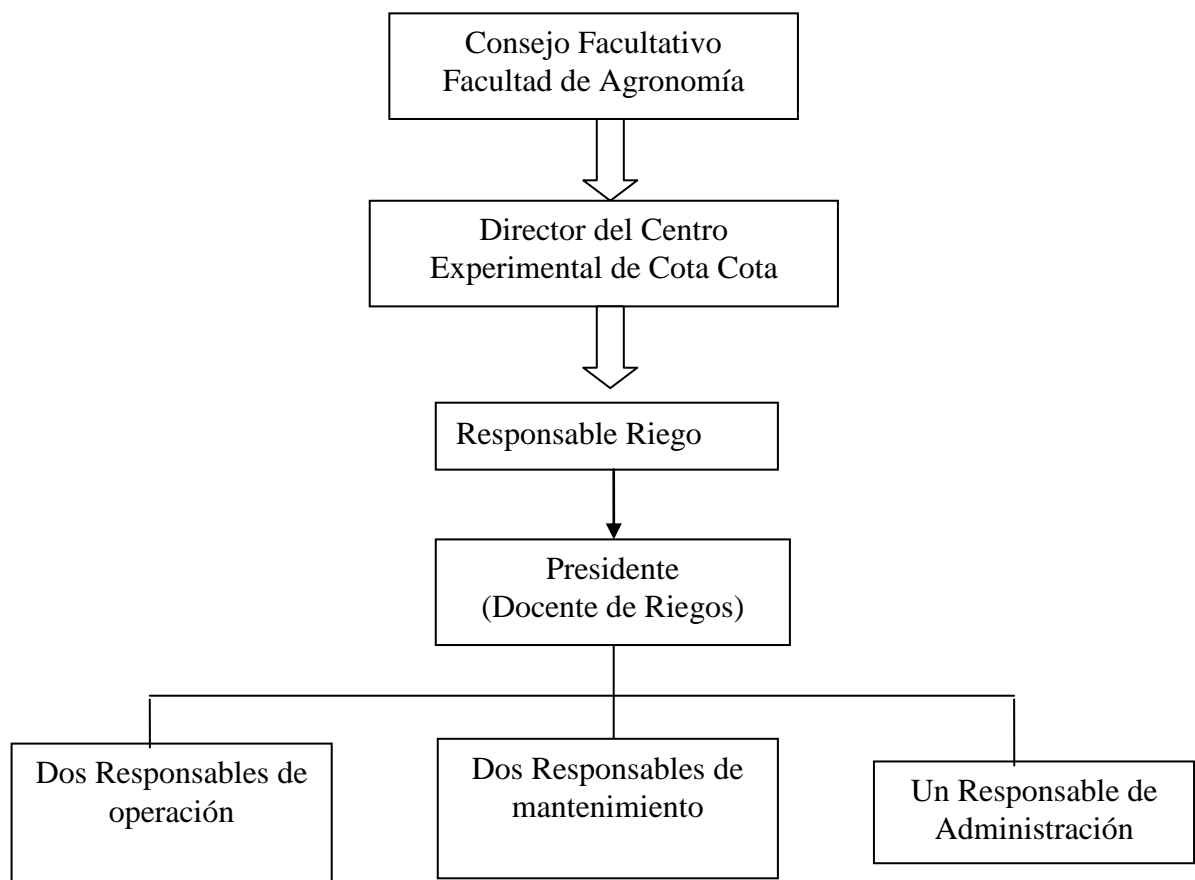
También los docentes del Área de Riegos, realizarán la capacitación del manejo adecuado del sistema de riego por aspersión, para así alcanzar eficacia y eficiencia en el manejo del sistema de riego, por otro lado se capacitará a los estudiantes usuarios en la operación de la infraestructura de riego, operación del equipo lateral móvil y mantenimiento de la infraestructura de riego y del equipo móvil.

4.6 1 Modalidad de administración y gestión del sistema

La Gestión del Sistema de Micro Riego del CECC, es un sistema autogestionario y sostenible, donde los estudiantes tienen la capacidad y la responsabilidad de manejo

la gestión de riego. En ese sentido para una adecuada operación y administración de sistema de riego se conformará un (**Responsable de Sistema de Riego**), cuyos miembros serán docentes y estudiantiles, el responsable dependerá del Director del Centro Experimental de Cota Cota, se elegirá la directiva en una asamblea docente y estudiantil de acuerdo a la estructura orgánica que se presenta, estarán encargadas de operar y tramitar las necesidades, de La organización de la estructura orgánica del (Responsable de sistema de Riego).

Gráfico Nº 6. Estructura orgánica del (Responsable de sistema de Riego)



4.6.2. Responsable de Sistema de Riego del Centro Experimental de Cota Cota:

El Responsable de sistema de riego se reunirá en asamblea de manera mensual, empezando a inicios de semestre, para tomar decisiones inherentes al manejo y aprovechamiento del agua dentro el Centro Experimental de Cota Cota, y estará conformado por los siguientes representantes:

- Docentes de riegos
- Director del centro o de otras materias que realizan prácticas
- Auxiliares de Docencia, de las materias que realizan prácticas
- Dos representantes estudiantil por materia que realizan prácticas

El Responsable de Sistema Riego elegirá a sus directivos, bajo el siguiente orden:

- Presidente (Responsable de Sistema del Riego), que será uno de los docentes de las materias relacionadas con el riego.
- Dos Responsable de operación
- Dos Responsable de mantenimiento y distribución
- Un Responsable de administración económica

4.6.2.1. Responsabilidad

- Se responsabiliza de tomar las decisiones de manejo y funcionamiento del Sistema de Riego, en sujeción a las normas y reglamentos de la Facultad de Agronomía.

4.6.2.2. Objetivos

- Coordinar actividades relativas al manejo del agua dentro del Centro Experimental.
- velar que se efectúe una adecuada distribución del agua para riego dentro del Centro Experimental.

4.6.2.3. Función Básica

Normar el manejo del agua dentro el Centro Experimental y coordinar todas las actividades en forma directa con el Director.

4.6.2.4. Funciones Específicas

Elegir a sus responsables de la gestión del riego. Formular y aprobar los reglamentos internos de uso del agua de riego. Aprobar los planes de trabajo, concernientes a

mantenimiento, limpieza de toda la infraestructura del riego dentro el centro experimental. Atender las queja de los usuarios de los estudiantes.

4.6.2.5. Presidente Responsable de Riego

**PRESIDENTE
(DOCENTE DE RIEGOS)**

a) Responsabilidad

- Se responsabiliza de coordinar el manejo eficiente y eficaz del sistema.

b) Objetivos

- Hacer cumplir las disposiciones e instrucciones del Responsable de Sistema del Riego
- Coordinar actividades relativas al Sistema de Riego
- Velar que se efectúe una adecuada distribución del agua para riego dentro del Centro Experimental.

c) Función Básica

- Coordinar todas las actividades relativas al Sistema de Riego, en forma directa con el Director del Centro Experimental de Cota Cota y los responsables de operación y mantenimiento y de distribución del agua.

d) Funciones Específicas

- Presidir las reuniones del Responsable de Sistema del Riego
- Cumplir y hacer cumplir los reglamentos internos de uso del agua de riego del Centro Experimental. realizar el rol de riegos dentro del Centro Experimental, para su consideración y aprobación del Responsable de Sistema de Riego, viendo las necesidades de agua de las diferentes asignaturas.

- Elaborar planes y programas de trabajo, concernientes al mantenimiento, limpieza del cárcamo de bombeo, canales, hidrantes, obras de toma y mejoramiento del sistema de riego establecido; para su consideración en la Asamblea del Responsable de Sistema de Riego.
- Capacitar en temas de métodos de riegos a los estudiantes de diferentes materias que realizan prácticas de riego dentro del Centro Experimental. Atender las quejas de los usuarios del servicio.

4.6.2.6. Dos Responsable de Operación

DOS RESPONSABLES DE OPERACIÓN
--

a) Responsabilidad

- Se responsabilizan del mantenimiento eficiente y eficaz del sistema de riego

b) Objetivos

- Informar al Responsable de Sistema de Riego sobre la situación del manejo del sistema de riego
- Cumplir con las disposiciones emanadas del Responsable de sistema de Riego.

c) Función Básica

- Efectuar el mantenimiento permanente del sistema para un adecuado funcionamiento del mismo.

d) Funciones específicas

- Manejo de la caseta de bombeo del sistema de riego, para el llenado de los estanques reservorios de agua.
- Mantener informado al Responsable de Sistema riego
- Coordinar actividades con el encargado de Distribución del Agua

- Solicitar mediante nota al Responsable de Sistema de Riego los materiales e insumos necesarios para el arreglo de los desperfectos que se presenten en el funcionamiento del sistema.
- Resolver inmediatamente cualquier problema que se presenta en el normal suministro de agua.

4.6.2.7. Responsable Mantenimiento

<p style="text-align: center;">DOS RESPONSABLES DE MANTENIMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DEL AGUA DE RIEGO</p>
--

a) Responsabilidad

- Se responsabilizan de mantenimiento permanentes de limpieza y prevención en cuando se concluya el semestre y una adecuado rol de distribución de agua a los estudiantes de cada materia, de acuerdo a la planificación efectuada por el Responsable de Sistema de Riego.

b) Objetivos

- Hacer cumplir la planificación del rol de distribución de agua
- Informar al Responsable de Sistema de Riego sobre asuntos relativos a la distribución.

c) Función Básica

Llevar correctamente las planillas de distribución de agua para uso del sistema.

d) Funciones específicas

- Deberá cumplir con la planificación de distribución realizada por el Responsable de Riego.
- Informar inmediatamente al Responsable de Sistema de riego sobre cualquier anomalía que se presente con los estudiantes.

- Llevar registro periódico de la distribución de agua
- Coordinar actividades con el encargado de mantenimiento.

4.6.2.8. Responsable de administración del recurso económico

El responsable de la administración económica debe manejar adecuadamente los recursos económicos de los estudiantes y docentes, después de realizarlos cobro de aporte de 40 Bs de cada asignaturas para la operación y mantenimiento del sistema de riego, antes de culminar el semestre se debe realizara la rendición de cuentas y informe al director del Centro Experimental. Por otra parte el Programa Operativo de la Facultad de Agronomía, se programará el apoyo económico al Centro Experimental de Cota Cota

4.6.2.9 Derechos y deberes de los estudiantes, en el uso del agua de riego

Los derechos de los estudiantes con respecto al agua son los siguientes:

- Todo estudiante tendrá derecho a utilizar libremente el agua de acuerdo a las necesidades de sus cultivos en sus asignaturas conforme

Un rol de riego previamente establecido por el Responsable de Gestión de Riego.

- Participar en la toma de decisiones y en las actividades de operación, mantenimiento y distribución a través de sus respectivos representantes dentro del Responsable de Gestiona del Riego.

Las obligaciones de los estudiantes con respecto al agua son los siguientes:

- Todos los estudiantes deberán participar con la mano de obra no calificada durante la ejecución de la obra
- Realizar los trabajos de mantenimiento, limpieza del cárcamo de bombeo, canales, hidrantes, obras de toma y mejoramiento del sistema de riego, de acuerdo a lo establecido por el (Responsable de Riego.)

PARTE V

RESULTADOS OBTENIDOS

5.1. Calidad del agua

5.2.1. Análisis Físico-Químico del Agua

La muestra de agua fue tomada del río Jillusaya en fecha 14 de junio de 2011 y de galería filtrante superficial (vertiente) en fecha 14 de septiembre de 2010, en el sector de la obra del Centro Experimental de Cota Cota, la cual fue enviada para su análisis Físico-Químico en el laboratorio del Instituto de Ingeniería Sanitaria y Ambiental para determinar la calidad de agua, con fines de riego, los resultados se muestran en el cuadro y ver en el (anexo N°1)

Cuadro N° 34. Análisis Físico-Químico de aguas

Muestra 1: Rio Jillusaya		Muestra 2: Filtrante superficial	
PARAMETROS	VALOR	PARAMETROS	VALOR
C.E(mS/cm)	0,808	C.E(mS/cm)	0,8396
Ph	7,96	Ph	7,2
Sodio (mg/l)	65	Sodio (mg/l)	94
Potasio (mg/l)	24,8	Potasio (mg/l)	0
Calcio (mg/l)	44,09	Calcio (mg/l)	54,51
Magnesio (mg/l)	14,58	Magnesio (mg/l)	26,24
Cloruros (mg/l)	44,99	Cloruros (mg/l)	43,49
SAR	2,17	SAR	2,62
Tipo de Agua	C ₃ S ₁	Tipo de Agua	C ₃ S ₁

Fuente: Análisis Físico-Químico IIS.

De acuerdo a los normas y criterios para evaluar la calidad del agua propuesto por la FAO, se observa que la calidad de agua de la muestra del rio Jillusaya, y filtrante superficial con respecto a la conductividad eléctrica es de 0,808 mS/m y 0,8396 mS/m, el agua de riego pertenece a un riesgo ligero a moderado de salinidad (0,7 – 3 dS/cm), y se requiere un cuidado progresivamente mayor con respecto al manejo de agua y, con el fin de que no disminuya el rendimiento de los cultivos.

Según la relación del RAS con el PSI, propuesto por Richards (1954), del Laboratorio de Salinidad de Suelos de Estados Unidos, se establece que las aguas analizadas corresponden al rango de aguas utilizables para riego con precauciones (C3-S1). Según resultado de análisis químico de agua del instituto de ingeniería sanitaria y ambiental (IIS).la conductividad eléctrica (CE) es C_3 el drenaje de los suelos en que se usen estas aguas no puede ser deficiente; aun con drenaje adecuados se pueden a veces necesitar practicas especiales que permitan controlar la salinidad y solo deben cultivarse planta tolerantes a la salinidad cebolla, papa, tomate, zanahoria, apio, brócoli, calabaza, lechuga, maíz dulce, melón, pepino, rábano, remolacha, cebada, habas, maíz, trigo, en frutales ciruelo, fresa, granada, higuera, manzana, peral, vid, limonero en cultivo de forrajes alfalfa, cebada forrajera, trébol hibrido, ballico, maíz forrajero, trigo forrajero,son algunas cultivos tolerantes a la salinidad tiene mejor capacidad de adaptación osmótica, que les permite absorber mayor cantidad de agua en condiciones de alta salinidad. Otros tratamientos, la lixiviación, drenaje, cambio de cultivos y la incorporación de materia orgánica al suelo para prevenir, corregir o retrasar los problemas de infiltración causados por la mala calidad del agua.

Relación de absorción de sodio (RAS) presentan un valor de 2,17 meq/l y 2,62 meq/l y pertenece a la clase S-1, que indica un bajo riesgo de sodicidad, con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable.

La concentración de cloruro de 44,99 mg/l y 43,49 mg/l, según parámetros de la FAO (Fuentes, 1998), no muestra ningún riesgo de toxicidad en uso del agua para riego.

Respecto al sodio de 65,0 mg/l y 94,0 mg/l, según indica la FAO, representa una ligera a moderada, en cuanto a las restricciones de uso del agua para riego por problemas de toxicidad. Por otra parte según el USDA, el agua muestreada para riego, corresponde a una clase S_1 , de Bajo contenido de sodio, y puede usarse sin que sean de esperar serios perjuicios en el desarrollo vegetal. Solo plantas muy sensibles, como los frutales de hueso y los aguacates son dañados.

El pH es de 7,96 y 7,20 oscila entre la clase neutro, que se encuentra en el rango normal para agua de riego.

La calidad es un término que se utiliza para indicar la conveniencia o limitaciones del agua, con fines de riego de cultivos agrícolas, todas las aguas de riego tienen un contenido mayor o menor de sales solubles, éstas se originan de la descomposición de las rocas, también se puede incorporar con el agua de riego.

5.2.1.1. Presupuesto General del Mejoramiento de sistema Riego

El presupuesto general de costos está estimado a partir de la identificación de los ítems de trabajo, de acuerdo a todas las estructuras hidráulicas, con los respectivos cómputos métricos que fueron calculados con el programa PRESCOM diseñado en el programa Excel. Ver el (anexo 6 y 7) a detalle En el siguiente cuadro se muestra el costo total, por sus componentes del sistema

Cuadro Nº 35. Resumen de presupuesto general para la construcción hidráulica

OBRAS CIVILES	UNIDAD	CANTIDAD	APORTE UMSA (\$US)	APORTE DOC-EST	TOTAL (\$US)
OBRA DE TOMA (FILTRANTE)	PZA	1	2.892,41	677.08	3.569,49
LINEA DE IMPULSION	ML	483	1.311,75	477.10	1.788,85
CARCAMO DE BOMBEO(4,0x2,5x1.8 m3)	PZA	1	1.740,40	627.78	2.368,17
TENDIDO DE TUBERIAS PVC 2"RED DE DISTRIBUCION	PZA	1390	3.216.00	1.372,65	4.588,65
TANQUE PLASTICO DE ALMACENAMIENTO	PZA	2	1.786,22	32.93	1.819,15
CASETA DE BOMBEO	PZA	1	1.166,53	224.33	1.390,86
EQUIPO DE BOMBEO	PZA	1	1.569.48	7.10	1.576,58
CAMARAS HIDRATES	PZA	32	1.577,23	328.75	1.905,99
CAMARAS DE VALVULAS TANQUE PLASTICO HIDRANTES	PZA	2	138.18	9.63	147.81
LINEA MOVIL	PZA	3	744.55	0	744.55
PRUEBA HIDRAULICA	PZA	1	28.06	0	28.06
TOTAL			16.170,80	3.757.3	19.928,20

De acuerdo al cuadro anterior se desglosa el presupuesto de todos los componentes hidráulicos del sistema de riego, costo total de 19.928,2 \$us del cual 16.170,8 \$us tiene que financiar la Facultad de Agronomía dependiente de la Universidad Mayor

de San Andrés (UMSA.) y el resto 3.757,3 \$us como contraparte de docentes y estudiantes. (Que consiste recoger los materiales de construcción arena, piedras del río Jillusaya y otros materiales.)

5.2.1.2 Información básica del presupuesto total

La piedra y agregados se adquirirán de la misma zona, del banco de materiales que se encuentra en el río Jillusaya. En cuanto a otros de materiales se recurrirá a la ciudad de La paz.

En el análisis de los precios unitarios, se tiene el detalle de los costos de los distintos materiales y mano de obra calificada para el proyecto. Cabe aclarar que los áridos deberán ser acopiados y trasladados por los estudiantes de diferentes asignaturas.

La Facultad de Agronomía junto con los estudiantes tiene la disponibilidad de mano de obra no calificada y cubre los requerimientos del proyecto, con la participación de los docentes y estudiantes se consolidara el proyecto anhelado

Los resultados del estudio son medidos en función de la inversión programada en las infraestructuras hidráulicas en un monto total de inversión de 19.928,2 \$us, los cálculos económicos y financieros se resumen en el siguiente Cuadro

Cuadro Nº 36. Evaluación Financiera del Estudio

INDICADOR	COSTO	
Presupuesto de obras	\$us	19.928,2
Supervisión (5%)	\$us	996.41
Estudio de pre inversión (10% de inversión total)	\$us	1992.82
Total Inversión	\$us	22.917,43

5.2.1.3. Evaluación económica y financiera

De acuerdo con los resultados obtenidos, se justifica plenamente la inversión de 22.961,17 \$us. Ya que es una necesidad de la Facultad de Agronomía para el área de riego de enseñar los diferentes métodos de riego y la infraestructura hidráulica que se tiene manejar con bombeo en ambos extremo de la cota.

5.3 Evaluación, técnica social y ambiental

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede llegar a la conclusión de que el estudio está ajustado de acuerdo a los requerimientos básicos. La asignación de recursos para la implementación del estudio, se justifica plenamente debido a que los resultados obtenidos en la economía financiera muestran la factibilidad del estudio.

Los criterios de evaluación como: aspectos, técnicos, sociales y ambientales, del presente estudio considera a los protagonistas, quienes a través de las Autoridades de la Universidad Mayor de San Andrés y la Facultad de Agronomía priorizará los recursos económicos una demanda consensuada para contar con la implementación del sistema de riego presurizado en el Centro Experimental de Cota Cota.

5.3.1. Factibilidad técnica

El presente estudio pretende regar una área incremental con riego de 4.13 Ha que será cubierta con el caudal del diseño, realizando la gestión de riego, distribución por horarios establecido, turnos y de acuerdo a la eficiencia propuesta por el estudio, que es suficiente para el desarrollo de la cédula de cultivos propuestos, garantizando de esta manera un riego adecuado y que la producción asegura los ingresos al Centro Experimental

Por otro lado los suelos son medianamente profundos y aptos para la implantación de los cultivos propuestos que garantizan la producción bajo las condiciones

adecuadas para una práctica bajo riego, sin embargo debido a su moderada fertilidad será necesario incorporar abonos orgánicos en el empiezo de cada semestre y realizar prácticas de rotación de cultivos.

La implementación del sistema de riego presurizado, en comparación a sistemas tradicionales, implica su transformación en la operación, organización y producción agrícola, que será fácilmente asimilada por los estudiantes.

5.3.2. Factibilidad social

Los criterios sociales para la implementación del sistema de riego se obtuvieron con la participación de los docentes y estudiantes de diferentes asignaturas a través de encuestas, entrevistas los estudiantes serán beneficiadas, por un cambio de método de riego por aspersión y goteo que tanto anhelan para sus parcelas experimentales y la facultad de agronomía se fortalecerá con la implementación de este proyecto es totalmente factible la inversión para un futuro

5.3.3. Factibilidad ambiental

Los criterios ambientales de la implementación de las infraestructuras hidráulicas del sistema, hacia una autogestión de los regantes en la ejecución, no presentan impactos negativos sobre los factores ambientales que son de menor magnitud y de corta duración, que no influirá en el desequilibrio ecológico, más bien los impactos positivos favorecen con la implementación del sistema riego creando microclimas favorables al Centro Experimental de Cota Cota.

5.3.4 Modalidad de ejecución para obras de infraestructura

La modalidad de la construcción se la realizará mediante adjudicación propia que desarrollará el Centro Experimental de Cota Cota o el encargado del estudio, es decir que la entidad financiera será la Facultad de Agronomía dependiente de la Universidad Mayor de San Andrés, la misma deberá ser ejecutada con el apoyo de los docentes y estudiantes de diferentes asignaturas. La supervisión se la realizará de acuerdo a normas institucionales.

La supervisión deberá ser realizada por las máximas autoridades y centros de estudiantes de la Facultad de Agronomía. Las entidades responsables son:

- Facultad de Agronomía (Universidad Mayor de San Andrés)
- Docentes de diferentes asignaturas y plantel administrativo de la Facultad de Agronomía.
- Estudiantes de diferentes asignaturas con mano de obra no calificada

5.3.5 Presupuesto de operación y mantenimiento

En los costos de producción no se consideran los precios del agua para riego, por que los costos de operación y mantenimiento del sistema mejorado, pagarán los docentes y estudiantes de cada materia que está incluido en el proyecto con cuotas estimadas en \$us 648,00 el mismo que será cubierto en parte con aportes de los usuarios en orden de Bs. 500 que equivale aproximadamente a Bs. 40,00 por mes, además de los jornales necesarios para el mantenimiento de todas las estructuras hidráulicas que coordinará el Responsable de Riegos y mas dos jornales en trabajos de limpieza de las obras hidráulicas, cuyas actividades deberán ser desarrolladas por todas las asignaturas insertadas en el proyecto.

PARTE VI.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones:

El Centro Experimental de Cota Cota presenta dos fuentes de agua en el río Jillusaya, ubicado en una altitud 3445 msnm, que presenta un caudal promedio de 6 meses durante la época seca, de Junio a Noviembre, 24 l/s y 25.7 l/s en el aforo realizado en el mes de septiembre del 2010 y de galería filtrante superficial, galería filtrante tipo túnel que no están siendo aprovechadas actualmente, con un caudal de 0.099 l/s y 5 l/s respectivamente agua de buena calidad para riego y también se calculo el promedio anual del filtrante superficial de 0,046 l/s. y se dispone de agua potable que proviene del Instituto Hidráulica dependiente de la Universidad Mayor de San Andrés; de la Facultad Ingeniera Civil, esta agua es utilizada para el método de por aspersión, riego por goteo y micro aspersión en los invernaderos.

La calidad del agua del filtrante superficial y del río Jillusaya, según el análisis de laboratorio, es de clase C_3S_1 , según la clasificación USDA, corresponde aguas utilizables para el riego con precauciones y con bajo contenido de sodio, de utilizarse esta agua se requiere de buen drenaje, y otras prácticas especiales que permitan controlar la salinidad, y se requiere también de plantas tolerantes a las sales. (cebolla, papa, tomate, zanahoria, apio, brócoli, calabaza, lechuga, maíz dulce, melón, pepino, rábano, remolacha, cebada, habas, maíz, trigo, en frutales ciruelo, fresa, granada, higuera, manzana, peral, vid, limonero en cultivo de forrajes alfalfa, cebada forrajera, trébol híbrido, ballico, maíz forrajero, trigo forrajero) son algunas cultivos tolerantes a la salinidad tiene mejor capacidad de adaptación Osmótica que les permite absorber mayor cantidad de agua en condiciones de alta salinidad en relación con la disminución de su rendimiento (FAO) Por otro lado el bajo contenido de sodio indica que el desarrollo vegetal de los cultivos es normal, solo plantas muy sensibles como los frutales de hueso son dañados.

En el Centro Experimental de Cota Cota, se caracterizo en la temática de investigación y producción agrícola. Los estudiantes experimentan en deferentes asignaturas las primeras experiencias de manejo de cedula de cultivos.

Los más sobresalientes, por su mayor rentabilidad y utilización en prácticas experimentales, son los siguientes: en invernadero, rosas, tomate, acelga, brócoli, lechuga; en campo abierto, cebolla, papa, amaranto, haba, tarwi, cebada, ajo, frutales manzana, durazno, ciruelo y forestales.

La superficie total del Centro Experimental de Cota Cota, según el levantamiento topográfico, es de 8,79 Ha; el área bajo riego sin proyecto es de 1,6 Ha bajo riego el área incremental regable con el mejoramiento del sistema de riego, asciende a 4,13 Ha; y con estudio se incrementa hasta 5,74 Ha

El mayor requerimiento neto mensual de riego para los cultivos planteados, se registró en el mes de septiembre con un volumen de 4729,9 m³, lo cual requiere de un caudal de agua disponible de 1,82 l/s, equivalente a una lámina de riego de 95,57 mm en el mes indicado. Tomando en cuenta la eficiencia de riego con proyecto es de 70 %, se tiene una demanda total de agua de 2,56 l/s, lo cual se abastece sin problemas con las fuentes de agua disponibles.

La eficiencia total del sistema de riego, se mejora de la situación actual que es de 26%, se ha incrementado en un 70% con estudio la eficiencia de captación 95%, conducción 98%, aplicación es de 85%.

Para el mejoramiento del sistema de riego se debe implementar los siguientes componentes hidráulicos: la construcción de dos obras de captación de agua uno del filtrante superficial y galería filtrante, cárcamo de bombeo, tubería de impulsión, dos tanques plásticos de 5000 l/s, redes de distribución "A" y "B" cámaras, hidrantes, y método de riego por aspersión.

El presupuesto de obras es de 19.928,20 \$us, la supervisión de 996.41 \$us y el estudio de pre inversión de 1.992,82\$us, obteniéndose una inversión total de

22.917,43 \$us que será financiado por la Facultad de Agronomía en un 81 % y con una contraparte del 19 % de los docentes y estudiantes (que consiste recoger los materiales de construcción arena, piedras del río Jillusaya)

Los indicadores económicos indican que son viables para la ejecución, considerando que se trata de un proyecto de investigación y el presupuesto erogado se irá recuperando en el mediano plazo.

La gestión de riego se basa en el manejo y administración del sistema de riego, a través de la formación del (Responsable del sistema de Riego) del Centro Experimental de Cota Cota, donde una vez implementado la mejora de la infraestructura se determinarán los diferentes turnos y frecuencias de riego para las parcelas de cada materia, y se asignarán las tareas y responsabilidades a los encargados de la gestión del riego así como también a los usuarios, lo cual tendrá un fuerte impacto en la adecuada distribución del agua y finalmente en el incremento del rendimiento de los diferentes cultivos.

Para evitar el desborde del río Jillusaya, Se debe construir muro defensivos con gaviones o embovedado del río Jillusaya en una longitud de 580 metros lineales o la canalización del río y la limpieza del río, de materiales de arrastre acumulado en el lecho del río, estos trabajos deben ser encaradas por el gobierno Municipal, y las autoridades de la Universidad Mayor de San Adres a través del Rectorado y el Decanato de la Facultad de Agronomía, para evitar desbordes del río Jillusaya y la erosión del suelo en las parcelas experimentales del Centro Experimental de Cota-Cota, sobre todo en épocas de lluvias

PARTE VII

BIBLIOGRAFÍA

- AMURRIO R. F. 2006. Métodos de Riego y Principios Básicos de la Ingeniería de Riego y Drenaje y su Aplicación Cochabamba- Bolivia. Pp 136-182,157-200
- AGUA (2009) Centro Andino para la gestión y uso del agua .diseño de la gestión de agua en embalses. Programa de posgrado en gestión integral de recursos hídricos UMSS. Cochabamba, Bolivia.
- BOTTEGA A., HOOGENDAM P. 2004. Obras de Riego para Zonas Montañosas. Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios. Programa Nacional de Riego. Cochabamba – Bolivia. pp 17-20, 55-83.
- CURSO INICIACION AL RIEGO PRESURIZADO, 2004. Ministerio de Trabajo
San Juan-INTI.9 AL11 de noviembre.
- CHIPANA R.R. 2006. Apuntes de Principio de Riego y Drenaje. IRTEC. La Paz- Bolivia PP 159-176.
- FLORES C. O. 2005. Evaluación del riego tradicional respecto a la salinidad en la localidad de Maca Maca (Provincia Loayza – Departamento de La Paz). Tesis - Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia. pp 27 -30.
- FLORES srl. 2006. Estudio a Diseño Final de Sistemas de Microriego en las comunidades de Kacapi, Cutucutu, Wilajaya. Provincia Camacho del Municipio de Puerto Acosta Ong. Intervida – Carabuco. La Paz –Bolivia.
- FUENTES Y. J.L. 1990. Curso de Riego para Regantes Madrid – España. Pp.60-64
- FUGARZÓN A. V. 2002. Propuesta de mejoramiento de la infraestructura de un sistema de riego en tres comunidades del Municipio de Palca. Trabajo dirigido

licenciatura en Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia. pp 51-70.

GERBRANDY, G. 1997. Gestión de agua y derechos de agua: Curso de postgrado de especialización en Gestión campesina de sistema de riego PRONAR Cochabamba, Bolivia.

HOOGENDAM P. - CARLOS R. 2008. Manual de riego tecnificado para los valles. La Paz – Bolivia pp.14-37,40-41,51-65,103-104, 127-137.

JHON VIC srl. 2004. Estudio a Diseño Final Sistema de Microriego Villa Barrientos en las comunidades de Cañamina y Villa Barrientos en la provincia Inquisivi del Municipio de Cajuata. La Paz – Bolivia.

JIMENES J., DELGADILLO O. 2006. Guía para la Evaluación de Sistemas de Riego por Aspersión Estacionarios. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua. Cochabamba – Bolivia. Pp.17-19

LUZA P. D. 2006. Introducción al riego presurizado y Diseño de un sistema de riego por aspersión. Curso – Parte 1, 2, 3. Programa de Postgrado en Gestión Integral de Recursos Hídricos. Universidad Mayor de San Simón. La Paz – Bolivia.

MACA, 2005. Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios. Guía para la formulación de estudios de pre inversión en riego. Cochabamba, Bolivia.
GANDARILLAS, H (2002) Calculo del área bajo riego optimo. Cat: PRONAR.

MATTOS R. R. 2002. Pequeñas Obras Hidráulicas. Aplicación a Cuencas Andinas. Instituto de Hidráulica e Hidrología. Facultad de Ingeniería. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANDERIA Y DESARROLLO RURAL (MAGDR) SENARRE. (2009) Guía para la formulación de proyectos de sistemas de

riego pequeño por gravedad. Vice ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (VAGP). Dirección general Suelos y Riego (DGSR). La Paz – Bolivia.

MINISTERIO DE ASUNTOS CAMPESINOS Y AGROPECUARIOS (MACA) 2005. Guía para la formulación de proyectos de riego a diseño final. Vice ministerio de Asuntos Agropecuarios y Riego. Dirección de Servicios Agropecuarios y Riego. Unidad de Aguas y Suelos. Bolivia.

REGLAMENTO BASICO DE PREINVERSIÓN. 2007. Ministerio de planificación del desarrollo. Vice ministerio de inversión pública y financiamiento externo. Bolivia. pp 6-7.

QUIQUISANA Q. E. 2007. Propuesta de Implementación del Método de Riego por Aspersión en la sub Central la Florida del Municipio de Chulumani. La Paz - Bolivia.

SERRANO C. G. 2006. Ingeniería del riego y drenaje. La Paz – Bolivia pp.53-99