

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TRABAJO DIRIGIDO

**ESTUDIO DEL SISTEMA RECURSOS HIDRICOS Y SU INFLUENCIA EN EL
ÁMBITO AGROPECUARIO DEL CANTON COPACABANA DE LA PROVINCIA
MANCO KAPAC DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

GERMAN JAVIER YANA CHAMBI

**La Paz – Bolivia
2008**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**ESTUDIO DEL SISTEMA RECURSOS HIDRICOS Y SU INFLUENCIA EN EL
ÁMBITO AGROPECUARIO DEL CANTON COPACABANA DE LA PROVINCIA
MANCO KAPAC DEPARTAMENTO DE LA PAZ**

*Trabajo Dirigido presentado como requisito
parcial para optar el Título
de Ingeniero Agrónomo*

GERMAN JAVIER YANA CHAMBI

Asesor:

Ing. M.Sc. Jorge Pascuali Cabrera

Tribunal Examinador:

Ph.D. René Chipana Rivera

Ing. M.Sc. David Morales Velásquez

APROBADA

Presidente Tribunal Examinador

INDICE GENERAL

Página

Contenido

Índice general.....	i
Índice de cuadros.....	iv
Índice de figuras.....	v
Índice de anexos.....	vi
Dedicatoria.....	vii
Agradecimiento.....	viii
Resumen.....	ix
Summary.....	x
I. INTRODUCCION.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Identificación del problema.....	1
1.3. Justificación.....	2
1.4. Objetivo General.....	2
1.5. Objetivos específicos.....	2
1.6. Metas.....	3
II. MARCO CONCEPTUAL.....	4
2.1. Recursos Hídricos.....	4
2.2. Cuenca Hidrográfica.....	4
2.3. La cuenca como Sistema.....	5
2.4. Hidrología.....	5
2.5. Hidrometría.....	5
2.6. Determinación del Caudal	5
2.6.1. Aforadores Parshall.....	5
2.6.2. Método del flotador.....	6
2.6.3. Método del molinete.....	7
2.6.4. Método Volumétrico.....	7
2.7. Calidad de agua para riego.....	8
2.8. Salinidad del agua.....	8
2.9. Sodicidad del agua.....	9
2.10. Relación de adsorción de sodio en al agua.....	11
2.11. Clasificación del agua para riego.....	11
2.12. Conductividad Eléctrica (C.E.).....	12
2.13. Toma de muestra de agua	13
2.14. Calidad de agua para consumo de ganado.....	13
2.15. Teledetección.....	14
2.16. Sistema de Información Geográfica (SIG).....	15
2.17. Microstation.....	16
2.18. Cartografía.....	16

III. SECCION DIAGNOSTICA.....	17
3.1. Delimitación de área geográfica.....	17
3.2. Descripción general de la zona.....	17
3.2.1. Extensión.....	17
3.2.2. División Política.....	18
3.3. Materiales.....	20
3.3.1. Material de campo.....	20
3.3.2. Material de gabinete.....	20
3.4. Metodología.....	20
3.4.1. Preparación.....	21
3.4.1.1. Recolección de la información secundaria.....	21
3.4.1.2. Contacto inicial con el municipio y las comunidades.....	21
3.4.1.3. Definición de los límites y la unidad de estudio.....	21
3.4.1.4. Técnicas e instrumentos empleados en la investigación.....	22
3.4.2. Medición.....	23
3.4.2.1. Entrevistas a informantes clave.....	23
3.4.2.2. Talleres participativos con las comunidades.....	23
3.4.2.3. Verificación de datos “in situ”.....	24
3.4.3. Análisis y Evaluación.....	25
3.4.3.1. Sistematización y clasificación de la información.....	25
3.4.3.2. Evaluación de la calidad de aguas.....	25
IV. SECCION PROPOSITIVA.....	26
4.1. Aspectos Físico-Naturales del Cantón Copacabana.....	26
4.1.1. Distribución geográfica.....	26
4.1.1.1. Superficie cultivable por comunidad.....	26
4.1.2. Riesgos Climáticos.....	27
4.2. Aspecto Socio Culturales.....	28
4.2.1. Población.....	28
4.2.2. Actividades principales.....	29
4.3. Estratificación Socioeconómica.....	29
4.3.1. Acceso de servicio básico.....	30
4.3.2. Vías Camineras.....	31
4.3.3. Comunicación.....	31
4.4. Aspecto Económico Productivos.....	31
4.4.1. Tenencia de Tierra.....	31
4.4.2. Tenencia de ganado.....	32
4.5. Productos principales existentes en el área de estudio.....	33
4.5.1. Papa.....	33
4.5.1.1. Insumos.....	33
4.5.1.2. Densidad de Siembra.....	33
4.5.1.3. Rendimiento.....	34
4.5.1.4. Plagas y enfermedades de la papa.....	35

4.5.2. Pesca.....	37
4.5.2.1. Implementos.....	37
4.5.2.2. Producción y ciclo de pesca.....	38
4.5.2.3. Destino de la producción.....	39
4.5.2.4. Calendario de pesca.....	40
4.6. Caudal de los ríos.....	41
4.7. Descripción de los Recursos Hídricos.....	42
4.7.1. Recurso disponible en cada comunidad.....	44
4.7.2. Usos del agua.....	45
4.7.3. Distancia de los Recursos Hídricos a la comunidad más cercana.....	45
4.8. Extensión de los ríos.....	45
4.9. Impacto ambiental.....	46
4.10. Calidad de las aguas.....	48
4.11. Análisis probabilístico de lluvias.....	49
4.12. Limitantes, problemas y alternativas de solución.....	49
 V. SECCIÓN PROPOSITIVA.....	 51
5.16. Propuesta de Proyectos.....	51
5.16.1. Construcción de atajados para riego	51
5.16.2. Construcción de canales de riego.....	51
5.16.3. Construcción de carpas solares.. ..	52
5.16.4. Crianza de Truchas.....	52
 VI. SECCION CONCLUSIVA.....	 53
6.1. Conclusiones y Recomendaciones.....	53
6.1.1. Conclusiones	53
6.1.2. Recomendaciones.....	55
 VII. BIBLIOGRAFIA.....	 56

INDICE DE CUADROS

	Página
CUADRO 1. Clasificación del contenido de sales.....	9
CUADRO 2. Valores de RAS para clasificar aguas de riego.....	9
CUADRO 3. Clasificación de salinidad y sodicidad.....	11
CUADRO 4. Clasificación del agua para uso del ganado en base a su Conductividad Eléctrica	14
CUADRO 5. División política del Municipio de Copacabana.....	18
CUADRO 6. Distribución de superficie cultivable por comunidad	26
CUADRO 7. Población por comunidades.....	28
CUADRO 8. Principales actividades en la jornada de la comunidad	29
CUADRO 9. Acceso de servicio básico por comunidad	30
CUADRO 10. Tenencia y uso de la tierra	32
CUADRO 11. Tenencia de ganado por comunidad	32
CUADRO 12. Rendimiento de papa y variedades utilizadas en el área de estudio	34
CUADRO 13. Principales plagas y enfermedades de la papa por comunidades.....	35
CUADRO 14. Rendimiento por producto de la pesca.....	38
CUADRO 15. Destino de la producción Pesca.....	39
CUADRO 16. Calendario de pesca	40
CUADRO 17. Caudal de los ríos	41
CUADRO 18. Disponibilidad, uso de agua y distancia a la comunidad más cercana.....	42
CUADRO 19. Principales ríos del área de estudio.....	46
CUADRO 20. Formas de contaminación del agua	47
CUADRO 21. Calidad de los principales ríos y el Lago Titicaca del Cantón Copacabana	48
CUADRO 22. Precipitaciones mensuales con probabilidad de excedencia de 60 y 80%.....	49
CUADRO 23. Limitantes, problemas y alternativas de solución del aspecto Físico Natural.....	50
CUADRO 24. Limitantes, problemas y alternativas de solución de los Recursos Naturales.....	50

INDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1.	Lago Titicaca.....	4
Figura 2.	Aforador de Parshall.....	6
Figura 3.	Normas Riverside: Diagrama para clasificar las aguas de riego según el U.S. Salinity Laboratory Staff (1954).....	10
Figura 4.	Conductivímetro.....	12
Figura 5.	Aplicación del programa Arc View GIS	15
Figura 6.	Aplicación del programa Microstation	16
Figura 7.	Ubicación geográfica del Cantón Copacabana	19
Figura 8.	Comunidades del Cantón Copacabana.....	19
Figura 9.	Contacto inicial con el Municipio.....	21
Figura 10.	Técnicas de investigación.....	22
Figura 11.	GPS navegador.....	22
Figura 12.	Entrevista a informante clave.....	23
Figura 13.	Taller Participativo.....	24
Figura 14.	Verificación In situ.....	24
Figura 15.	Pesca en el Lago Titicaca.....	39
Figura 16.	Abrevadero de ganado.....	45
Figura 17.	Contaminación de los ríos.....	48
Figura 18.	Mapa del Cantón Copacabana.....	60
Figura 19.	Ubicación de los Recursos Hídricos.....	61
Figura 20.	Criadero de trucha Comunidad Chani.....	62
Figura 21.	Estanque Cusijata	62
Figura 22.	Estanque 2 Cusijata.....	62
Figura 23.	Estanque 3 Cusijata.....	63
Figura 24.	Estanque en Chani.....	63
Figura 25.	Estanque de agua en Jisca Kota.....	63
Figura 26.	Lago Titicaca en Jisca Kota.....	64
Figura 27.	Estanque en Jisca Kota.....	64
Figura 28.	Estanque en Sopocachi.....	64
Figura 29.	Pozo en Cusijata.....	65
Figura 30.	Pozo Estanque Alto San Pedro Herramientas agrícolas de mujeres aymaras YAPUCHIRIS 1994.....	65
Figura 31.	Río Chamacani.....	65
Figura 32.	Río Kinko.....	66
Figura 33.	Río Challa.....	66
Figura 34.	Río Jinchaca.....	66
Figura 35.	Río Sopocachi.....	67
Figura 36.	Río Pabellón.....	67
Figura 37.	Río Apacheta.....	67
Figura 38.	Río Kinko 2.....	68
Figura 39.	Río Tocopa.....	68
Figura 40.	Río Apacheta 2.....	68
Figura 41.	Río Tipunku.....	68

INDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1.	Mapa cartográfico del Cantón Copacabana..... 60
Anexo 2.	Ubicación de los recursos hídricos..... 61
Anexo 3.	Criadero de trucha Comunidad Chani 62
Anexo 4.	Estanque Cusijata..... 62
Anexo 5.	Estanque 2 Cusijata..... 62
Anexo 6.	Estanque 3 Cusijata..... 63
Anexo 7.	Estanque en Chani..... 63
Anexo 8.	Estanque de agua en Jisca Kota..... 63
Anexo 9.	Lago Titicaca en Jisca Kota..... 64
Anexo 10.	Estanque en Jisca Kota 64
Anexo 11.	Estanque en Sopocachi..... 64
Anexo 12.	Pozo en Cusijata..... 65
Anexo 13.	Pozo Estanque Alto San Pedro Herramientas agrícolas de mujeres aymaras YAPUCHIRIS 1994..... 65
Anexo 14.	Río Chamacani..... 65
Anexo 15.	Río Kinko..... 66
Anexo 16.	Río Challa..... 66
Anexo 17.	Río Jinchaca..... 66
Anexo 18.	Río Sopocachi..... 67
Anexo 19.	Río Pabellón..... 67
Anexo 20.	Río Apacheta..... 67
Anexo 21.	Río Kinko 2..... 68
Anexo 22.	Río Tocopa..... 68
Anexo 23.	Río Apacheta 2..... 68
Anexo 24.	Río Tipunku..... 68
Anexo 25.	Cuestionarios..... 69
Anexo 26.	Observaciones climatológicas: Precipitaciones, Temperaturas máximas y mínimas..... 73
Anexo 27.	Análisis probabilística de precipitaciones..... 75
Anexo 28.	Valores de la conductividad eléctrica..... 79
Anexo 29.	Análisis Físico químico de los recursos hídricos..... 79
Anexo 30.	Cálculo de la RAS 81
Anexo 31.	Propuesta de proyectos..... 84

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación con mucho cariño a mis queridos padres:

NICOLÁS YANA y EUSEBIA CHAMBI DE YANA

Que impulsaron mi profesionalización por su valiosa cooperación moral

A mis hermanos Cristina, Edwin y René quienes me brindaron todo su respaldo, comprensión y apoyo en todo momento.

*El hombre no puede ganar nada, sin dar primero algo a cambio,
para crear algo de igual valor debe perderse.*

(Daisuki)

AGRADECIMIENTOS

Al Jefazo (Dios) por darme la oportunidad de vida y hacer posible llegar a este momento y cumplir con mi deseo de ser profesional.

A mi Asesor Ing. M. Sc. Jorge Pascuali Cabrera, por su cooperación y orientación del trabajo de investigación.

Al Ing. M. Sc. David Morales Velásquez, Tribunal Examinador, por su desprendimiento, quien me brindó una serie de mejoras y formas de clarificar los conceptos, realizadas durante el proceso de redacción.

Al Ing. Ph. D. René Chipana Rivera, Tribunal Examinador, por su guía, observaciones y correcciones para mejorar el presente trabajo.

A la Licenciada Nancy Judith Yujra quien con su sencillez y entusiasmo, me demostró que existe el amor y que la vida hay que vivirla con alegría.

A mi Cuatacho de toda la vida Gery Marcelo Gonzáles Espinoza, quien con sus ocurrencias, vivencias y espíritu positivo supo llevarme por el buen camino de la superación.

A los Ingenieros: Ángel Soria, José Silva, Damián Sirpa, Félix Avalos, por su apoyo incondicional en todo momento.

A los compañeros: Genaro Sillerico, Edwin Mamani, Jhonny Cordero, Rolando Luna, Justiniano Jawira, Patricia Álvarez, Paulina Mamani, Guillermo Castillo, por la incondicional amistad que me brindaron.

A todos quienes de una u otra manera me colaboraron en la conclusión del presente documento.

Siempre Javier

Resumen

La característica de los Recursos Hídricos, es sin duda una de las actividades que más se ha descuidado, a pesar de ser una de las más necesarias para conocer las limitantes de cada región.

El Cantón Copacabana de la provincia Manco Kapac, se ha constituido en el medio físico para el presente estudio, para este fin se realizó un diagnóstico a las comunidades, utilizando una metodología participativa, pretendiendo rescatar el saber local y motivando la participación de las comunidades en pleno desde la planificación hasta la evaluación del mismo.

El cultivo de papa ocupa el primer lugar en la producción, siendo el de mayor superficie cultivada la comunidad de Huacuyo con 484 ha, Chani con 127 ha; seguido por la producción de haba en la comunidad de Tocopa con 360 ha.

Como promedio se tiene dos vacunos por familia, con respecto al ganado ovino poseen 15 ejemplares por familia.

El Cantón solo cuenta como fuente hídrica a las precipitaciones, cuyo drenaje da origen a una cantidad apreciable de ríos, entre los más importantes: Pabellón, Kinko, Sopocachi, Apacheta, Tocopa además del Lago Titicaca, que constituyen en una oferta hídrica no aprovechada y capaz de ser utilizada para fines de riego, consumo humano y consumo animal.

La disponibilidad de agua de los ríos es permanente, incluso en época seca que fluctúan entre 0.0227 l/s (Río Jokho, comunidad de Chisi), 0.1057 l/s (Río Apacheta 2 comunidad de Huacuyo).

Según el análisis de Laboratorio del CIDAB los ríos Pabellón, Sopocachi y Apacheta pertenecen a un clase C1S1, los ríos Kinko y Tocopa son de una clase C2S1, lo que significa que su uso para riego es apto.

Con respecto al Lago Titicaca pertenece a la clase C3S2, dicha agua no debe usarse en suelos cuyo drenaje sea deficiente, a causa de su alta salinidad.

Summary

The characteristic of the Resources Hídricos, is without a doubt one of the activities that more it has been neglected, in spite of being one of the most necessary to know the restrictive of each region.

The Canton Copacabana of the county Manco Kapac, it has been constituted in the physical means for the present study, for this end he was carried out a diagnosis to the communities, using a methodology participativa, seeking to rescue the local knowledge and motivating the participation of the in the middle of communities from the planning until the evaluation of the same one.

Potato's cultivation occupies the first place in the production, being that of more cultivated surface the community of Huacuyo with 484 ha, Chani with 127 ha; continued by the bean production in the community of Tocopa with 360 there is.

As average one has two bovine for family, with regard to the livestock sheep they possess 15 for family.

The Canton single bill as source hídrica to the precipitations whose drainage gives origin to an appreciable quantity of rivers, among the most important: Pabellón, Kinko, Sopocachi, Apacheta, Tocopa besides the Lake Titicaca that constitute in an offer not taken advantage of hídrica and able of being used for watering ends, human consumption and animal consumption.

The readiness of water of the rivers is permanent, even in dry time that they fluctuate among 0.0227 l/s (Laugh Jokho, community of Chisi), 0.1057 l/s (Laugh Apacheta 2 community of Huacuyo).

According to the analysis of Laboratory of the CIDAB the rivers Pabellón, Sopocachi and Apacheta belong to a class C1S1, the rivers Kinko and Tocopa are of a class C2S1, what means that its use for watering is capable.

With regard to the Lake Titicaca belongs to the class C3S2, this water should not be used in floors whose drainage is faulty, because of its high salinity.

I. INTRODUCCION

1.1. Antecedentes

La producción agrícola de la localidad de Copacabana se caracteriza por ser a secano, lo cual limita la diversificación productiva y el mayor rendimiento de productos alimenticios, en consecuencia provoca una poca estabilidad económica de los agricultores.

En la actualidad se cuenta con una información limitada de los recursos hídricos del Cantón Copacabana, lo cual restringe la planificación y ejecución de proyectos para el desarrollo agropecuario.

La disponibilidad de agua es un factor determinante, ya que donde no hay agua no hay vida, las comunidades del Cantón Copacabana de la Provincia Manco Kapac generalmente sólo esperan las precipitaciones pluviales para la producción de sus productos, debido que en éstas épocas de estiaje disminuyen considerablemente su producción y muchas veces no llegan a abastecer los requerimientos de los comunarios.

Con las inspecciones a las comunidades se logró comprobar el estado actual de los recursos hídricos, para luego plantear alternativas y estrategias de solución a los problemas.

Después de la identificación de los recursos hídricos, se realizó un plan de acción dirigido a fomentar las potencialidades del cantón, a mediano y largo plazo, a través de obras, estudios y proyectos que puedan aprovechar los agricultores.

En el mundo de cambios acelerados, existe la necesidad de contar con información de los recursos hídricos en forma oportuna y precisa, generalmente ésta información no ha sido valuada, estimada y utilizada como se debiera en el pasado.

1.2. Identificación del problema

En la actualidad las poblaciones del Cantón Copacabana, tienen su economía basada en el comercio, agricultura, ganadería y en la actividad turística.

Hoy en día su desarrollo económico está afectado por el bajo rendimiento en la agricultura y ganadería, debido a la falta de recursos hídricos, principalmente en la época de estiaje donde la demanda de alimentos tiende a incrementar a diferencia de otras épocas.

1.3. Justificación

El estudio de los recursos hídricos, es una prioridad para las comunidades, debido a la necesidad de contar con un caudal de agua durante la época seca, que garantice la producción constante de sus cultivos, obteniendo un incremento en los rendimientos de sus cultivos, por lo tanto también se incrementará los recursos económicos de los comunarios.

La inexistencia de información de los recursos hídricos, hace posible que el manejo de dichos recursos sea precario, sin ninguna orientación técnica, además que fomenta una alta migración campo-ciudad.

1.4. Objetivo General

- Estudiar el sistema recursos hídricos y su influencia en el ámbito agropecuario del Cantón Copacabana de la Provincia Manco Kapac Departamento de La Paz.

1.5. Objetivos específicos

- Determinar las potencialidades de los recursos hídricos en calidad y cantidad, para el desarrollo agropecuario en el Cantón Copacabana de la Provincia de Manco Kapac.
- Realizar un diagnóstico y descripción de las comunidades del Cantón Copacabana.
- Plantear alternativas de solución para mejorar el aprovechamiento y conservación de los recursos hídricos.

1.6. Metas

- Contar con alternativas de solución para mejorar el aprovechamiento y conservación de los recursos hídricos.
- Obtener información primaria y secundaria que permita cuantificar el impacto de los proyectos para el beneficio de las comunidades
- Elaborar un documento técnico que en un 60% sirva de guía, estímulo y difusión de propuestas para encontrar soluciones a las deficiencias que puedan existir en la zona de estudio.

II. MARCO CONCEPTUAL

2.1. Recursos Hídricos

El Lago Titicaca es el espejo de agua más grande y conocido de Sudamérica, es el Lago navegable más alto en el mundo. Se localiza en medio de la cordillera de Los Andes, la misma que al entrar a Bolivia se divide en dos, al medio de ambas cadenas montañosas se encuentra el Altiplano, en esta cuenca existe numerosas lagunas que se encuentran a los pies de los nevados las mismas se caracterizan por ser de aguas frías (LIDEMA, 1997).

El municipio de Copacabana cuenta con el mayor recurso hídrico como es el Lago Titicaca, además de ríos importantes, por su longitud y continuidad durante todo el año, vertientes y pozos que cubren necesidades de los pobladores, lo cual es utilizado para riego de los cultivos, cría de animales y consumo humano. (PDM, 2001).



Figura 1. Lago Titicaca

2.2. Cuenca Hidrográfica

Se refiere a toda área natural en la que el agua proveniente de la precipitación, toma un curso principal de recorrido, una cuenca hidrográfica es la unidad fisiográfica conformada por el conjunto de los sistemas de cursos de agua definidos caprichosamente por el relieve natural.

La cuenca se divide en subcuencas y microcuencas. El área de la subcuenca está determinada por la divisoria de aguas de un afluente, que forma parte de otra cuenca, que es la del cause principal al que fluyen sus aguas. En tanto la microcuenca, es una agrupación de pequeñas áreas de una subcuenca o de parte de ella (Ramakrishna, 1997).

2.3. La cuenca como Sistema

La cuenca, la conforman componentes biofísicos (agua, suelo), biológicos (flora, fauna) y antropocéntricos (socioeconómicos, culturales, institucionales), que están todos interrelacionados y en equilibrio entre si, de tal manera que al afectarse uno de ellos, se produce un desbalance que pone en peligro todo el sistema (Ramakrishna, 1997).

2.4. Hidrología

El análisis hidrológico es presentado como parte integral del estudio de los recursos naturales que nos permiten tener una idea de la disponibilidad de agua superficial y subterránea en el área de trabajo (ZONISIG, 1998).

2.5. Hidrometría

Gran parte de los problemas de la administración del agua radica en la deficiencia de controles del caudal en los sistemas de riego. La Hidrometría se encarga de medir, registrar, calcular y analizar los volúmenes de agua que circulan en una sección transversal de un río, canal o tubería; pertenecientes a un pequeño o gran sistema de riego en funcionamiento (Andrew, 1994).

2.6. Determinación del Caudal

El caudal en un tiempo dado, puede determinarse por diferentes métodos, y la elección depende de las condiciones halladas en un emplazamiento en particular.

2.6.1. Aforadores Parshall

El aforador Parshall es un aparato calibrado para medir el caudal del agua en los canales abiertos. Tiene la forma abierta en una sección convergente, una garganta y una sección divergente.

Los tamaños pequeños pueden ser portátiles y fabricados de hierro, lámina galvanizada ó madera para instalaciones permanentes y para los tamaños grandes concretos es el material común (Vásquez, 1998).

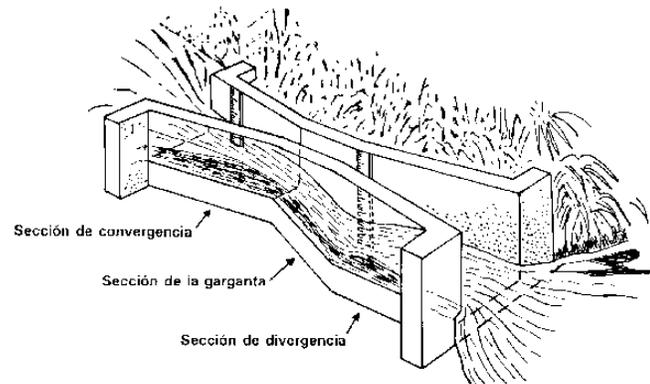


Figura 2. Aforador de Parshall

2.6.2. Método del flotador

El método del flotador se utiliza cuando no se tiene equipos de medición y para este fin se tiene que conocer el área de la sección y la velocidad del agua, para medir la velocidad se utiliza un flotador, con el se mide la velocidad del agua de la superficie, pudiendo utilizarse como flotador cualquier cuerpo pequeño que flote ejemplo: un corcho, un pedazo de madera. (Condori, 2001).

El cálculo consiste en

$$Q = A \times v \quad \text{(Ecuación 1)}$$

$$v = e / t \quad \text{(Ecuación 2)}$$

- Q** = Caudal
- V** = velocidad (m / s)
- E** = espacio recorrido del flotador (m)
- T** = tiempo recorrido por el flotador (s)
- A** = Área de la sección transversal (m²)

2.6.3. Método del molinete

Según Córdova (2001), el molinete es un instrumento que sirve para medir el caudal, con principio de una hélice, se debe hacer en distintos lugares sacando una media a diferentes profundidades y se debe realizar mediante un plano del lugar del cauce.

La ecuación de continuidad se da bajo las siguientes normas:

- * Esta basada en la ley de la conservación de la materia.
- * Hay continuidad de la corriente.
- * El flujo debe ser permanente.

2.6.4. Método Volumétrico

Se emplea por lo general para caudales muy pequeños y se requiere de un recipiente para coleccionar el agua. El caudal resulta de dividir el volumen de agua que se recoge en el recipiente entre el tiempo que transcurre en coleccionar dicho volumen (Andrew, 1994).

$$Q = V / T \quad (\text{Ecuación 3})$$

Q	=	Caudal (l/s)
V	=	Volumen (l)
T	=	Tiempo (s)

El aforo volumétrico es el método más exacto para determinar el caudal, pero limitado en su aplicación a las pequeñas corrientes. Consiste en hacerla descargar a un recipiente de capacidad adecuada, durante un tiempo conocido y luego dividir el volumen de agua acumulado, entre el tiempo empleado en la operación. (Berlijn, 1990).

La forma más sencilla de calcular los caudales pequeños es la medición directa del tiempo que se tarda en llenar un recipiente de volumen conocido, la corriente se desvía hacia un canal que descarga en un recipiente adecuado y el tiempo que demora su llenado se mide por medio de un cronómetro (Scot, 2000).

2.7. Calidad de agua para riego

Según Prada (1996), indica que la calidad de agua para riego depende principalmente de su contenido de constituyentes sólidos. Por otro lado el complejo de cambio y la solución del suelo existe un equilibrio en lo que se refiere a los cationes adsorbidos y disueltos. Un índice característico de toda solución salina es la RAS (Relación Adsorción de Sodio).

Además cabe mencionar del porcentaje de sodio, que representa a los demás cationes adsorbidos la misma se expresa en mili-equivalentes (meq).

Según Allison (1993), indica que la calidad del agua de riego esta determinada por la concentración y composición de los constituyentes disueltos que contenga, así las características más importantes que diferencian esta calidad son:

- a) La concentración de sales solubles.
- b) La concentración relativa del sodio con respecto a otros cationes (Ca^{++} y Mg^{++}).
- c) Bajo ciertas condiciones, la concentración de bicarbonatos con relación a la concentración de calcio y magnesio.

2.8. Salinidad del agua

El riego con aguas de alto contenido salino puede ocasionar una acumulación de estas en el suelo, especialmente cuando su lavado es deficiente, ya sea por mal drenaje o por falta de agua (Ledezma, 1995).

Las plantas extraen el agua del suelo cuando las fuerzas de solución que ejercen las raíces son mayores que las fuerzas de retención ejercidas por las partículas del suelo, debido a la evapotranspiración, las fuerzas que retienen el agua

restante se incrementan y las plantas tienen que hacer mayor esfuerzo de succión (Fuentes, 1998).

Determinación de las clases de agua por su contenido de sales y es directamente proporcional a su capacidad para conducir la corriente eléctrica.

Cuadro 1. Clasificación de contenido de sales

Código	Intervalo de valor de Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S/cm}$)	Clase
C1	100-250	Baja
C2	251-750	Media
C3	751-2,250	Alta
C4	2,251-5,000	Muy Alta

Fuente: Medrano (2001)

2.9. Sodicidad del agua

Determinación de las clases de agua de acuerdo al contenido de sodio intercambiable.

Cuadro 2. Valores de RAS para clasificar aguas de riego

	CE=100 $\mu\text{S/cm}$	CE=750 $\mu\text{S/cm}$
S1	0-10	0 a 6
S2	10 a 18	6 a 12
S3	18 a 26	12 a 18
S4	>26	>18

Fuente: Medrano (2001)

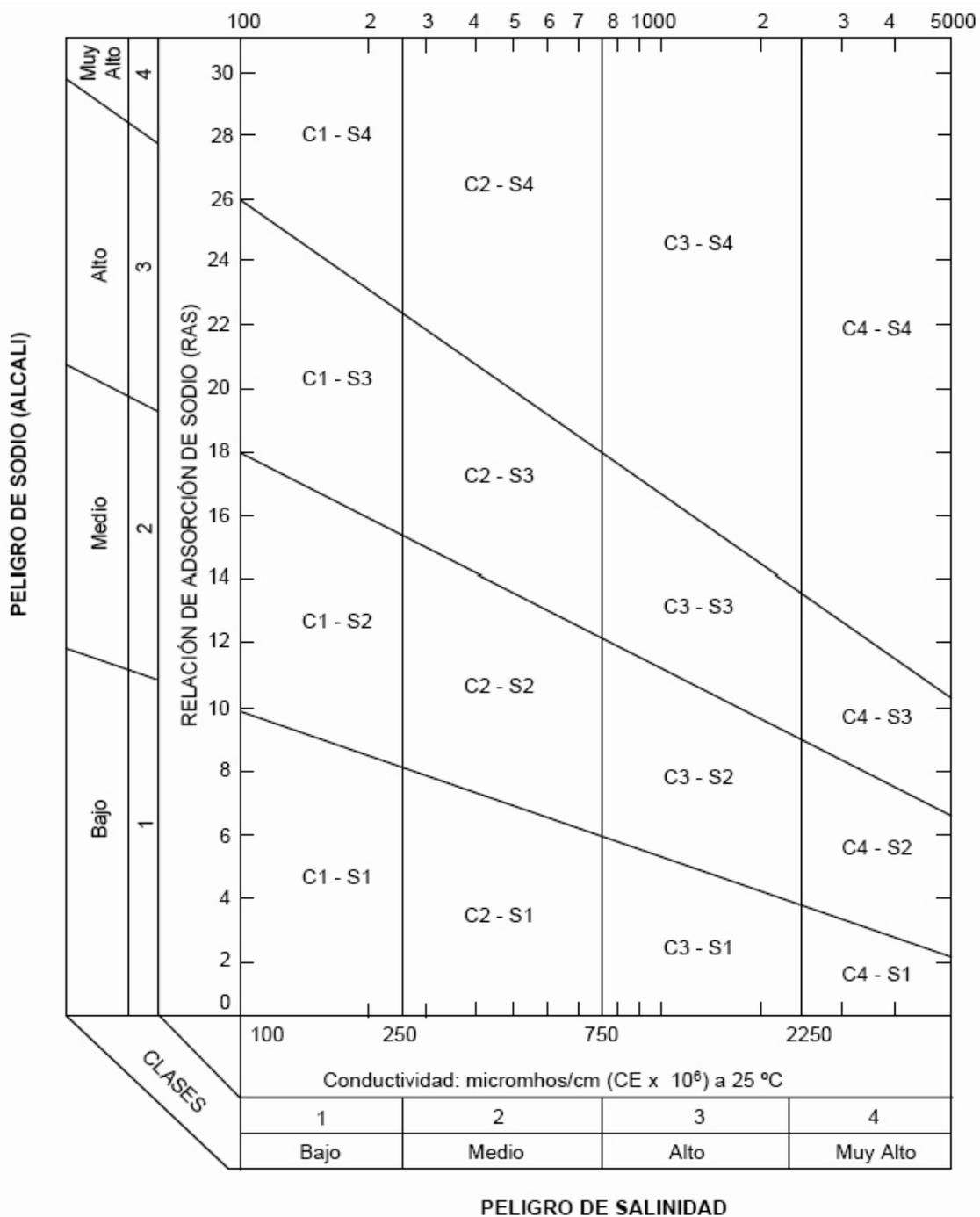


Figura 3. Normas Riverside: Diagrama para clasificar las aguas de riego según el U.S. Salinity Laboratory Staff (1954)

Fuente: Allison *et al.* (1993)

2.10. Relación de adsorción de sodio en al agua

Cálculo del valor que se refiere a la actividad relativa del ión sodio en las reacciones de intercambio con el suelo. En la que los cationes se expresan en meq/l. (Pavón, 2005)

2.11. Clasificación del agua para riego

Determinación de clases a partir de los parámetros de Conductividad Eléctrica (**CE**) y la Relación de Adsorción de Sodio (**RAS**) en el agua.

Cuadro 3. Clasificación de salinidad y sodicidad

Código	Clase
C1-S1	Agua de baja salinidad, baja en sodio
C1-S2	Agua de baja salinidad, media en sodio
C1-S3	Agua de baja salinidad, alta en sodio
C1-S4	Agua de baja salinidad, muy alta en sodio
C2-S1	Agua de salinidad media, baja en sodio
C2-S2	Agua de salinidad media, media en sodio
C2-S3	Agua de salinidad media, alta en sodio
C2-S4	Agua de salinidad media, muy alta en sodio
C3-S1	Agua altamente salina, baja en sodio
C3-S2	Agua altamente salina, media en sodio
C3-S3	Agua altamente salina, alta en sodio
C3-S4	Agua altamente salina, muy alta en sodio
C4-S1	Agua muy altamente salina, baja en sodio
C4-S2	Agua muy altamente salina, media en sodio
C4-S3	Agua muy altamente salina, alta en sodio
C4-S4	Agua muy altamente salina, muy alta en sodio

Fuente: FAO (2000)

2.12. Conductividad Eléctrica (C.E.)

Para conocer la concentración total de sales solubles en el agua, se pondera el método de la conductividad eléctrica, que mide fundamentalmente los componentes ionizados de las soluciones. Este procedimiento está relacionado con la suma total de cationes y aniones de la solución y guarda una estrecha relación con los sólidos totales disueltos.

Los modernos aparatos de conductividad o conductímetros, vienen con el dial adaptado para lectura directa de conductividad en milimhos o en micromhos, y poseen un sistema compensador de temperatura, basado generalmente en la intercalación de una celda que trabaja con una solución de yeso saturado. (Luque, 1981).



Figura 4. Conductímetro

La conductividad eléctrica se puede expresar en diferentes unidades: milimho por centímetro ($mmho/cm$) o en deciSiemens/metro (dS/m), ambos tienen el mismo valor; o en micromhos/centímetro (\muhos/cm) que es igual a microSiemens por centímetro ($\mu S/cm$). (Pavón, 2005).

$$1 \text{ dS/m} = 1 \text{ milimhos/cm} = 1000 \mu\text{S/cm}$$

2.13. Toma de muestra de agua

Los análisis requieren tomar una muestra representativa del agua a analizar, para ello se seguirán las siguientes normas:

El recipiente debe ser de vidrio de aproximadamente un litro de capacidad, se debe lavar varias veces el envase con el propio agua de riego.

La muestra debe ser tomada momento antes de ser llevada al laboratorio, ya que los resultados serán tanto mejor cuanto menor sea el intervalo de tiempo transcurrido entre la toma de la muestra y el análisis.

En ríos y embalses se recogen varias tomas en diferentes puntos representativos y se mezclan en una sola muestra.

Hay que cerrar el envase y etiquetarlo. Junto a la muestra debe acompañarse un informe indicando dónde ha sido tomada y cualquier otra información que pueda ser importante para determinar la calidad del agua. (Pavón, 2005).

2.14. Calidad de agua para consumo de ganado

Las aguas con elevado contenido salino, así como aquellas que contienen elementos tóxicos representan un peligro para los animales y pueden afectar la calidad de la carne y leche, hasta el punto de hacerlas inadecuadas para el consumo o pudiendo llegar a producir mortandad en el ganado con las consecuentes pérdidas económicas.

A continuación se muestra el cuadro de clasificación del agua para uso de ganado en base a su Conductividad Eléctrica.

Cuadro 4. Clasificación del agua para uso del ganado en base a su Conductividad Eléctrica

Salinidad del agua dS/m	Clase	Notas
Menor a 1.5	Excelente	Apta para todo tipo de ganado y aves de corral
1.5 a 5.0	Muy Satisfactoria	Apta para todo tipo de ganado y aves de corral. Generalmente provoca diarrea temporal al ganado.
5.0 a 8.0	Satisfactoria para ganado No apta para aves	Puede producir diarrea temporal o no ser aceptada por animales no acostumbrados a ellas Provoca a menudo excrementos acuosos, aumento de mortalidad y reducción de crecimiento, especialmente en pavos
8.0 a 11	De uso limitado para ganado No apta para aves	Apta con razón seguridad para vacas lecheras y carne, ovinos, porcinos, y caballar. Evitar en animales preñadas y lactación No apta para aves de corral
11 a 16	De uso muy limitado	No apta para aves y probablemente para porcinos. Gran riesgo con vacas lactantes o preñadas, ovinos y caballar. Evitar el uso, aunque los rumiantes, caballos, porcinos y aves más viejos puede subsistir bajo ciertas condiciones
Mayor a 16	No recomendado	Riesgos muy grandes

Fuente: FAO (1997)

2.15. Teledetección

La teledetección son todos los fenómenos detectados a distancia que recurren a la gravimetría, al aeromagnetismo, la acústica.

La teledetección se refiere sólo a los fenómenos en que intervienen ondas electromagnéticas y por lo demás estas ondas son habitualmente detectadas y registradas a partir de un avión o de un satélite (Fisher, 1991).

Montoya (1990), basándose en el manual *of Remote Sensing* (1983), denomina teledetección a la medición o adquisición de información sobre alguna propiedad

de un objeto o fenómeno, por un instrumento de registro que no esta en contacto físico o intimo con el objeto o fenómeno bajo estudio.

2.16. Sistema de Información Geográfica (SIG)

Chuviego (1994), indica que los Sistemas de Información Geográfica (SIG), se define como programas que almacenan, gestionan, manipulan y representan gráficamente datos con algún tipo de componente espacial.

Gasto (1993), define al Sistema de Información Geográfica (SIG) como bases informatizadas de datos con algún tipo de componentes espaciales, donde la información que se almacena esta referida geográficamente, ya sea que se trate de mapas, estadísticas o datos climáticos sobre un territorio dado.

Bosque (1994), indica que el SIG debe relacionarse dos cosas diferentes: en primer lugar, un programa informático y por otro lado de una base de datos especializada que contiene los datos geográficos.

Lane (1996), menciona que el GIS Arc View, es un potente software de sistemas de información geográfica (GIS) y trazado de mapas para ordenadores de sobremesa. Arc View le brinda la capacidad de visualizar, explorar, consultar y analizar datos de forma espacial.

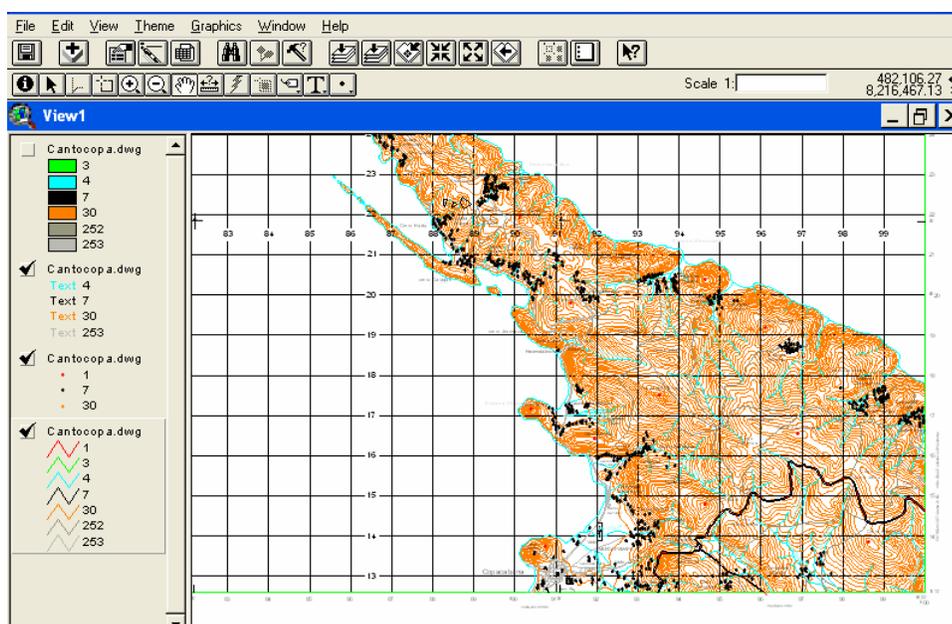


Figura 5. Aplicación del programa Arc View GIS

2.17. Microstation

Microstation es un programa CADD bidimensional y tridimensional con todas las facilidades, de Intergraph Corporation, Huntsville, para computadores personales, Macintosh y estaciones de trabajo Intergraph, Sun y HP (Bentley, 2006).

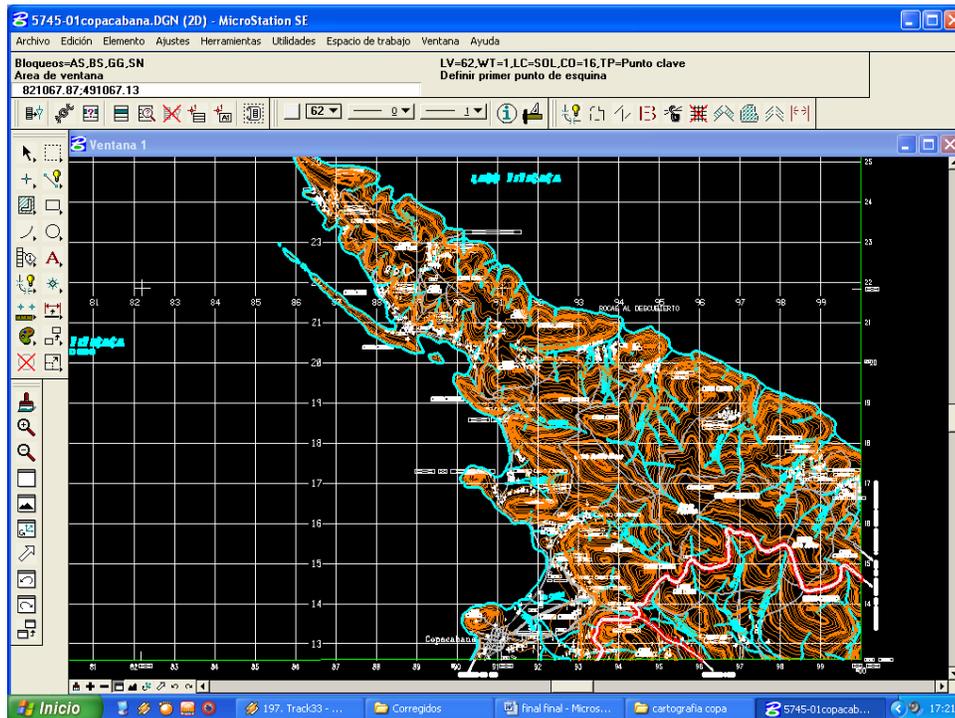


Figura 6. Aplicación del programa Microstation

2.18. Cartografía

ZONISIG (1998), afirma que la cartografía es el arte y ciencia de hacer mapas y cartas, la misma está aliada con la geografía en sus inquietudes y preocupaciones por los aspectos más amplios de la tierra y su vida.

La Cartografía es la ciencia mediante la cual se realiza la representación gráfica de la superficie terrestre o parte de ella, sobre un plano a escala determinada. (I.G.M., 2006).

III. SECCION DIAGNOSTICA

3.1. Delimitación de área geográfica

El estudio se llevó a cabo en el Cantón Copacabana de la Provincia Manco Kapac la misma se encuentra ubicada en el Departamento de La Paz, específicamente en la península del Lago Titicaca.

Geográficamente el Cantón Copacabana está ubicada entre los paralelos 16°06'56" a 16°07'21" y 16°11'48" a 16°11'44" Latitud Sur; 69°05'5" a 69°00'11" y 69°06'25" a 68°57'26" Longitud Oeste (PDM, 2001).

3.2. Descripción general de la zona

Las formaciones de las serranías se caracterizan por su topografía abrupta con pendientes muy pronunciadas que forman pequeños valles estrechos y causes de ríos poco profundos (Montes de Oca, 1997).

Características de la zona

Temperatura Media anual	=	10 – 17 °C
Humedad relativa	=	50 – 60%
Insolación	=	2950 – 1235 hr / año
Precipitación	=	829 mm/año.

Fuente: Montes de Oca (1997)

3.2.1. Extensión

El municipio de Copacabana tiene una extensión aproximada de 241.6 km², lo cual representa el 0.28% del total del departamento de La Paz (PDM, 2001).

3.2.2. División Política

El municipio de Copacabana se divide en tres Cantones

1. Zampaya
2. Copacabana
3. Lock'a, donde cada cantón tiene diferentes comunidades

.Cuadro 5. División política del Municipio de Copacabana

CANTON	COMUNIDADES
ZAMPAYA	Challapampa, Challa, Yumani, Yampupata, Sicuani, Isla de la Luna o Coati, Sicuani, Zampaya, Titicachi, Santa Ana, Siripaca, Quellay Belén, Kollasuyo, Chachapoyas.
COPACABANA	Chani, San Miguel de Hueco, Marca Cosco, Cusijata, Alto San Pedro, Chamacani, Copacabana, Chapampa, Jisca Kota, Huacuyo, Sopocachi, Villa Ajanani, Chisi, Tocopa
LOCK'A	Copacati Alto, Copacati Bajo, Khasani, Huayra Sucupa, Sahuiña, Lock'a, Viluyo.

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal de Copacabana (2001)

Ubicación del área de estudio



Figura 7. Ubicación geográfica del Cantón Copacabana

Fuente: PDM Copacabana (2001)



Figura 8. Comunidades del Cantón Copacabana

Fuente: PDM Copacabana (2001)

3.3. Materiales

3.3.1. Material de campo

- 1 GPS (geoposicionador)
- Conductivímetro
- Cámara fotográfica
- Cuestionarios
- Tablero
- Cronómetro
- Calculadora
- mapas

3.3.2. Material de gabinete

- Mapas cartográficos (digitales)
- Mapas satelitales
- Computadora
- Software Microstation, Versión 05.07.00.26
- Software Arc View GIS. Versión 3.2
- Calculadora
- Datos históricos agrometeorológicos

3.4. Metodología

El trabajo fue desarrollado en base a la macro metodología de sistemas descriptivos según, León-Velarde y Quiroz (1994), citado por Morales (2002). Esta metodología de estudio descriptivo comprende cuatro etapas:

- Primera etapa la preparación
- Segunda etapa la medición
- Tercera etapa el análisis
- Cuarta etapa la síntesis.

3.4.1. Preparación

3.4.1.1. Recolección de la información secundaria

La obtención de la información secundaria se recolecto mediante los mapas satelitales, cartas topográficas del IGM (Instituto Geográfico Militar), diagnósticos del Cantón Copacabana, datos climáticos históricos, lo cual permitió conocer la situación de los recursos hídricos.

3.4.1.2. Contacto inicial con el municipio y las comunidades

Se coordinó con las autoridades del Gobierno Municipal de Copacabana y las organizaciones locales (Subcentrales) con el fin de informar a cerca del alcance del estudio, además se propuso todas las actividades a realizarse con el fin de garantizar el abastecimiento del recurso agua.



Figura 9. Contacto inicial con el Municipio

3.4.1.3. Definición de los límites y la unidad de estudio

Sobre la base de la información secundaria, cartografías y diagnósticos de la zona, se definió el área de estudio, asignando como unidad mayor al Cantón Copacabana del Municipio de Manco Kapac y la unidad menor al lago, ríos, vertientes y pozos. Además dicho estudio da mayor énfasis al estudio de las aguas superficiales y no así a las aguas subterráneas por el gran costo que ésta significaría.

3.4.1.4. Técnicas e instrumentos empleados en la investigación

En la recopilación de datos se utilizó las técnicas de cuestionarios preestablecidos, reuniones comunales para recopilar informes de las comunidades respecto a los temas socioculturales, socioeconómicos, económico productivos y técnicos referidos a los recursos hídricos.



Figura 10. Técnicas de investigación

Para la obtención de los datos georeferenciados se utilizó el GPS (Sistema de Posicionamiento Global)



Figura 11. GPS navegador

3.4.2. Medición.

3.4.2.1. Entrevista a informante clave

Se seleccionaron a personas representativas de la comunidad (ancianos, subalcaldes de cada comunidad, representante de padres de familia de los profesores), identificadas con el funcionamiento de su entorno, dichas entrevistas se realizaron en sus respectivos hogares o en su fuente de trabajo.



Figura 12. Entrevista a informante clave

3.4.2.2. Taller participativo con las comunidades.

Estos talleres se realizaron en todas las comunidades con el objetivo de seguir recopilando y de esta manera validar la información recolectada a las personas informantes claves.



Figura 13. Taller Participativo

3.4.2.3. Verificación de datos “in situ”

Se hizo un recorrido general al Cantón Copacabana, donde se verificó todos los recursos hídricos existentes en la región, como el lago, ríos, vertientes y pozos.

De los cuales se llevaron varias muestras al laboratorio correspondiente para determinar su calidad de utilización del mismo.

En cuanto a la conductividad eléctrica se realizaron lecturas directas, las mismas fueron registradas en las hojas de toma de datos mediante un conductivímetro digital.



Figura 14. Verificación In situ

3.4.3 Análisis y Evaluación.

3.4.3.1 Sistematización y clasificación de la información

La información recopilada para su análisis fue sistematizada y clasificada, en cada una de las etapas del proceso metodológico que anteriormente fue detallado, tomando indicadores que satisfagan los objetivos de la investigación en el área estudio, referido a la problemática de cada comunidad.

3.4.3.2. Evaluación de la calidad de aguas

Mediante el análisis químico realizado en el CIDAB (Centro de Investigación y Desarrollo Acuícola Boliviano) (anexo 29), se calculó la Relación de Adsorción de Sodio corregida (RAS°) (anexo 30), mediante la siguiente ecuación

$$RAS^{\circ} = \frac{\text{Sodio}}{\sqrt{\frac{\text{Calcio}^{\circ} + \text{Magnesio}}{2}}} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

RAS° = Relación de adsorción de sodio corregida.

Na = Contenido de sodio en el agua de riego en meq/l.

Ca° = Contenido corregido de calcio en el agua de riego en meq/l.

Mg = Contenido de magnesio en el agua de riego en meq/l.

IV. SECCION PROPOSITIVA

Los parámetros de respuesta que se tomaron en cuenta en la evaluación de este trabajo de investigación fueron: aspectos socio culturales, socio económicos, económico productivos, caudal de los ríos, recurso hídrico, agua disponible de cada comunidad, usos de aguas, distancia de los recursos hídricos a la comunidad más cercana, extensión de los ríos, impacto ambiental, calidad de las aguas, análisis probabilístico de precipitación.

4.1. Aspectos Físico – Naturales del Cantón Copacabana

4.1.1. Distribución geográfica

4.1.1.1 Superficie cultivable por comunidad

La distribución de la superficie cultivable del Cantón de Copacabana, se consiguió mediante los talleres de diagnóstico comunal.

Cuadro 6. Distribución de superficie cultivable por comunidad

Comunidad	Superficie Total (ha)	Terreno cultivable (%)
Alto San Pedro	860	40
Chamacani	251	45
Chani	1100	35
Chapampa	505	23
Chisi	1179	33
Cusijata	748	75
Huacuyo	2691	30
Jisca Kota	700	30
Marca Cosco	500	25
San Miguel de Hueco	750	34
Sopocachi	860	40
Tocopa	1200	60
Villa Ajanani	600	25

Fuente: Elaboración propia en base a talleres de diagnóstico Comunal (2006)

De acuerdo al cuadro 6, la comunidad de Huacuyo tiene una superficie mayor de 2691 ha donde se verificó que su área de superficie cultivable es menor del 30% (807 ha), lo cual se debe a que la mayor parte de este terreno es pedregoso donde no se adapta fácil los diversos cultivos; por otro lado la comunidad Cusijata cuenta con una superficie de 748 ha donde su área de terreno cultivable es mayor al 75% (560 ha), de esto se puede manifestar que la mayor cantidad de su superficie es apto para todo tipo de cultivo.

4.1.2. Riesgos Climáticos

Los principales riesgos climáticos que afectan al Municipio, son producto del rigor del clima como: las heladas, granizadas, escasez de lluvias (sequías), exceso de lluvias (inundaciones).

Las heladas, son muy frecuentes en la cuenca del altiplano presentándose a partir de los meses de abril - mayo (primeras heladas) e incrementando su intensidad en los meses de junio, julio y agosto, las últimas heladas se dan en los meses de septiembre a octubre, pero no se manifiestan de una manera rigurosa en Copacabana especialmente en la zona lacustre, debido a la cercanía al Lago Titicaca por la humedad existente.

La sequía meteorológica, ocurre durante uno o varios meses de ausencia de lluvias, este fenómeno afecta a la producción agrícola, como a las comunidades de las serranías de: Chisi, Sopocachi, Huacuyo y no así a las comunidades cercanas a la ribera del lago, como: Cusijata, Jisca Kota, Chapampa, Chani.

Las granizadas, son fenómenos climáticos que provocan considerables daños, debido al impacto físico que ejerce sobre los cultivos, su presencia se da generalmente en los meses de diciembre a marzo, llegando a registrarse valores menores de 5 días al año.

Las inundaciones, se manifiestan en las riberas del lago cuando existen la crecida de las aguas del lago Titicaca, generalmente se presenta en la época de lluvias (noviembre a febrero).

En la zona de las serranías se presentan desbordes ocasionando inundaciones, en cauces de ríos formando profundas cárcavas, cuando las precipitaciones son muy fuertes arrasan con los campos de cultivos debido a las pendientes que presentan.

Desde el punto de vista socioeconómico, estos fenómenos naturales conocidos como riesgos climáticos tienen como principal efecto, el daño en los cultivos y la pérdida de las cosechas totales en algunos casos dependiendo de la rigurosidad con el que se manifiesta el fenómeno (PDM, 2001)

4.2. Aspecto Socio Culturales

4.2.1. Población

Cuadro 7. Población por comunidad

Comunidad	Nº Fam	Hombres	Mujeres	Hijos	Hijas	Viven Fuera	Viven en la comunidad	Total
Alto San Pedro	75	90	80	20	20		210	210
Chamacani	70	155	85	20	20	70	280	350
Chani	250	230	235	100	150	175	715	890
Chapampa	80	80	80				380	380
Chisi	200	200	200	50	60	80	510	590
Cusijata	125	130	130	50	20	10	330	340
Huacuyo	210	210	220	70	60	150	560	710
Jisca Kota	50	25	31	8	4	50	68	118
Marca Cosco	20	18	20	14	19	49	71	120
San Miguel de Hueco	43	43	43	34	24		144	144
Sopocachi	47							
Tocopa	100							
Villa Ajanani	45	49	86	30	23		188	188

Fuente: Elaboración propia en base a talleres de diagnóstico Comunal (2006)

Las familias se mantienen en núcleos familiares (padre, madre e hijos) en la mayor parte de los casos. La migración ocurre en pequeña escala normalmente solo migra el padre o los hijos jóvenes, las razones del flujo migratorio principalmente es la falta de recursos económicos.

4.2.2. Actividades principales

Cuadro 8. Principales actividades en la jornada de la comunidad

Hora	Hombres	Mujeres	Jóvenes	Niños
Mañana 6:00 – 12:00	Alimentan y pastorean al ganado vacuno. Los pescadores entran al lago a recoger la red y los peces, desayunan, van a trabajar a las parcelas.	Se levantan y preparan el desayuno, luego la comida, sacan las ovejas del corral y las llevan a pastorear, llevan la merienda a la parcela	Se levantan en la mañana realizan sus tareas de colegio, ayudan a los padres, se van al colegio, los que no asisten al colegio ayudan a sus padres	Se levantan desayunan realizan sus tareas, van a la escuela. Los que no asisten a la escuela se encargan del pastoreo del ganado
Tarde 12:00 – 18:00	Meriendan en el campo junto a su esposa, trabaja hasta el final de la tarde, retorna a casa lleva el ganado también de regreso	Merienda junto a su esposo e hijos que están al momento, Ayuda a trabajar a su esposo en la parcela hasta terminar.	Ayudan a sus padres en los trabajos que realizan en sus parcelas. Los que asisten al colegio, realizan sus tareas.	Los más pequeños se quedan a cuidar la casa y animales, ayudan a sus padres en recoger los animales. Otros pastorean ganado ovino por la tarde.
Noche 18:00 – 22:00	Los pescadores entran a colocar la red en el lago, ayudan a su esposa a preparar la cena escuchando las noticias en la radio, cena y duerme	Prepara te y sirve a toda su familia, inmediatamente prepara la cena. Come y luego duerme	Los estudiantes realizan sus tareas de colegio. Ayudan a preparar la cena. Los varones van a la cancha a practicar deportes. Cena y duerme	Los que asisten a la escuela realizan sus tareas. Ayuda a la madre a preparar la cena. Cena y duerme.

Fuente: Elaboración propia en base a Talleres de Diagnóstico Comunal (2006)

Cada uno de los componentes de la familia posee un rol importante, proporcionando protección, compañía, seguridad y socialización, a cada uno de sus componentes.

4.3. Estratificación Socioeconómica

De acuerdo a los talleres comunales se llegó a los siguientes resultados:

4.3.1. Acceso de servicio básico

Cuadro 9. Acceso de servicio básico por comunidad

Comunidad	Energía Eléctrica	Agua	Vivienda	Educación	Caminos	Transporte	Comunic
Alto San Pedro	92%	25%	100 % de Adobe	15% superior 80% bachilleres 100% primaria	Asfalto	Diario	Celular
Chamacani	70%	100%	7% Ladrillo 83% adobe	30% bachilleres 60% primaria	Asfalto	Diario	ENTEL Celular
Chani	100%	95%	10% Ladrillo 83% adobe	50% bachilleres 100% primaria	Asfalto	Diario	ENTEL Celular
Chapampa	75%	75%	100% adobe	20% bachilleres 100% primaria	Tierra	Jueves y domingos	ENTEL
Chisi	95%	100%	2% Ladrillo 98% adobe	70% bachilleres 100% primaria	Asfalto, tierra	Solo domingos	ENTEL Celular
Cusijata	90%	90%	4% Ladrillo 96% adobe	50% bachilleres 100% primaria	Tierra	Domingos y jueves	Celular
Huacuyo	90%	100%	1% Ladrillo 99% adobe	30% superior 50% bachilleres 100% primaria	Asfalto, Tierra	Solo domingos	Celular
Jisca Kota	30%	50%	100% adobe y piedra	100% primaria	Tierra mal estado	Domingos	Celular
Marca Cosco	70%	100%	100% adobe	9% bachilleres 100% primaria	Asfalto, tierra buen estado	No	Celular
San Miguel de Hueco	54%	100%	5% Ladrillo 95% adobe	9% bachilleres 100% primaria	Tierra	Domingos y jueves	Celular
Sopocachi	90%	90%	100% adobe	8% bachilleres 100% primaria	Tierra	No	Celular
Tocopa	50%	50%	6% Ladrillo 94% adobe	5% bachilleres 100% primaria	Asfalto, Tierra	Solo Domingos	Celular
Villa Ajanani	50%	70%	100% adobe	8% bachilleres 92% primaria	Tierra mal estado	No	Celular

Fuente: Elaboración propia en base a Talleres de Diagnóstico Comunal (2006)

Agua, Respecto a este recurso, se han visto dos aspectos:

1. El uso domestico
2. La producción de los cultivos.

En lo referente al uso domestico, 8 de cada 10 familias, cuenta con agua en su hogar, las cuales son captaciones de las fuentes hídricas existentes en las comunidades, es decir viene de pozos y estanques.

En las comunidades de Jisca Kota y Tocopa solo la mitad de la población tiene acceso a este servicio directamente en su hogar, en Alto San Pedro solo la cuarta parte. Las comunidades cercanas a Copacabana como son: Cusijata, San Miguel

de Hueco, Chamacani, Marca Cosco, disponen de este servicio para toda su población; así mismo comunidades con agua a lo largo del año son Huacuyo y Sopocachi debido a la presencia de fuentes hídricas permanentes a lo largo de todo el año.

Respecto a la producción, la carencia de agua en muchas comunidades podría ser un obstáculo determinante para el rendimiento óptimo de los cultivos, es vital la proyección a mediano plazo de sistemas de acopio y conducción de agua para riego.

4.3.2. Vías Camineras

El acceso a Copacabana cuenta con una carretera totalmente asfaltada desde la ciudad de La Paz hasta Copacabana, y de esta se accede a todas las comunidades.

4.3.3. Comunicación

Todas las comunidades tienen señal de telefonía celular, lo que no implica que en todas exista una buena cobertura.

4.4. Aspecto Económico Productivos

La estructura económica de las comunidades se basa principalmente en la agricultura casi de manera exclusiva. Por lo que la comercialización es dinámica e importante en los mercados de Copacabana, Yunguyo y la ciudad de La Paz.

4.4.1. Tenencia de Tierra

El área cultivable supera las 4300 hectáreas de todo el Cantón de Copacabana, siendo las comunidades de Huacuyo, Cusijata y Tocopa las que cuentan con mayor terreno cultivable. (Cuadro 10).

Cuadro 10. Tenencia y uso de la tierra

Comunidad	Área Cultivable (ha)	Papa (ha)	Haba (ha)	Oca (ha)	Maíz (ha)	Avena y Cebada (ha)	Otros cultivos (ha) *
Alto San Pedro	344	86	86	43	43	86	
Chamacani	113	39	28		1	2	43
Chani	385	127	127	32	8	63	28
Chapampa	114	22	57	11	11	2	11
Chisi	391	10	98	4	3	1	275
Cusijata	560	80	70	40	15	14	341
Huacuyo	807	484	161	121		35	6
Jisca Kota	20	7	6	2	1		4
Marca Cosco	125	10	18		4	1	92
San Miguel de Hueco	250	10	15		1	1	223
Sopocachi	347	120	19	1		3	204
Tocopa	720	90	360	23	23	35	189
Villa Ajanani	150	38	60	9	15	5	23

Fuente: Elaboración propia en base a Talleres de Diagnóstico Comunal (2006)

* Corresponde a cultivos como: Tarwi, quinua, paraliza, gladiolos, arveja, izaño, cebolla y otros

4.4.2. Tenencia de ganado

Cuadro 11. Tenencia de ganado por comunidad

Comunidad	Vacuno		Ovino		Camélido		Porcino		Equino		Aves		Cuyes	
	Flia	Prom	Flia	Prom	Flia	Prom	Flia	Prom	Flia	Prom	Flia	Prom	Flia	Prom
Alto San Pedro	75	3	75	13	1	2	75	2	75	1	75	2		
Chamacani	10	3	70	8			25	2	35	1	5	3		
Chani	150	2	230	5			100	3	130	3	100	3		
Chapampa	20	2	75	5	2	2	56	2	10	1	1	72		
Chisi	20	2	180	15	3	2	100	2	100	1	100	2		
Cusijata	50	2	105	10	37	3	125	1	8	1	65	2		
Huacuyo	210	6	210	35			210	2	190	1	105	3		
Jisca Kota	10	3	45	15	3	4	45	2	40	1	5	2		
Marca Cosco	17	1	20	25	1	1	15	2	20	2	19	2	20	5
San Miguel de Hueco	38	1	43	8	10	2	25	2	3	1	20	2	20	10
Sopocachi	40	3	45	25	4	5	35	2	4	1	20	2	24	5
Tocopa	50	2	10	10			50	2	80	1	50	2		
Villa Ajanani	35	3	42	20	8	2	36	2	45	1	45	3	45	5

Fuente: Elaboración propia en base a Talleres de Diagnóstico Comunal (2006)

El cuadro 11, muestra la tenencia de ganado en la mayoría de las comunidades, el promedio de ganado vacuno es de dos por familia, siendo de triple propósito: leche, carne y trabajo; con respecto al ganado ovino su producción es la más importante no por su rentabilidad sino por la cantidad de animales existentes, en promedio cada familia posee entre 10 a 15 animales, por otra parte cada familia cuentan con ganado porcino, equino, aves, cuyes en menor cantidad.

4.5. Productos principales existentes en el área de estudio

4.5.1. Papa

4.5.1.1. Insumos

Se proveen de semilla temporada tras temporada seleccionando de sus propias plantaciones, en algunos casos la semilla es adquirida en sus mismas comunidades de otros agricultores que consideran buena para semilla. También se dirigen a ferias de la ciudad de El Alto La Paz para adquirir la semilla, por su proximidad a sus comunidades se dirigen a Yunguyo o comunidades del lado peruano para comprar semilla de variedades de papa mejoradas.

4.5.1.2. Densidad de Siembra

Existe una gran variación en la densidad de siembra aplicada en cada comunidad, sin embargo un promedio de aplicación en el área de estudio es de aproximadamente 1480 kg/ha.

La época de siembra varía de la quincena del mes de octubre, extendiéndose hasta fines del mes de noviembre, algunas comunidades utilizan un tamaño de semilla menor al tamaño de un huevo.

4.5.1.3. Rendimiento

Cuadro 12. Rendimiento de papa y variedades utilizadas en el área de estudio

Comunidad	Variedades	Densidad de Siembra (kg/ha)	Rendimiento (kg/ha)
Alto San Pedro	Chiar imilla	1296	5664
Chamacani	Pureja, Huaycha y Sani	1384	6160
Chani	Huaycha	1172	5840
Chapampa	Chiar imilla	1200	7800
	Sani	1296	4072
Chisi	Chiar imilla	1112	5280
Cusijata	Chiar imilla	1200	6680
Huacuyo	Chiar imilla, Sani, luk'i	1268	4240
Jisca Kota	Huaycha, sani	1168	6576
Marca Cosco	Chiar imilla	1112	7520
San Miguel de Hueco	Sani, luk'i	1028	4960
Sopocachi	Chiar imilla	1080	6480
Tocopa	Huaycha, Sani, Chiar imilla	1240	7080
Villa Ajanani	Chiar imilla	1100	5960

Fuente: Elaboración propia en base a Talleres de Diagnóstico Comunal (2006)

Existe una gran variación de los datos en el área de estudio, éstos fueron extraídos de acuerdo a la información vertida por los mismos agricultores, esta variación puede ser atribuible a que los agricultores no pesan la cantidad que siembran y tampoco pesan la cantidad cosechada, por lo que la información que entregaron es netamente estimada.

4.5.1.4. Plagas y enfermedades de la papa

Cuadro 13. Principales plagas y enfermedades de la papa por comunidades

Comunidad	Plagas y enfermedades	Lugar de ataque	Época de ataque	Control
Alto San Pedro	Putridión del tubérculo	Tubérculo	mayo-junio	
	Gorgojo de los andes	Hojas y tubérculo	Prefloración (enero)	Karate y Aldrin
	Ticona	Tubérculo y cuellos del tallo	Prefloración (abril)	Aldrin
	Lak'atu	Tubérculo	Floración (febrero y abril)	Control cultural (remoción del suelo)
	Pulgón negro	Hojas	Floración (enero febrero)	Metasexto, folidol y karate
	Pulgón verde	Hojas	Floración (enero febrero)	Metasexto y karate
	Kasawi	Follaje	Floración (enero febrero)	
	Virosis	Follaje	Prefloración (diciembre)	
	Janc'a	Tubérculo	Formación de tubérculos (febrero)	
Chamacani	Berrugosis (sarna)	Tubérculo	Formación del tubérculo (abril-mayo)	
	Gorgojo de los andes	Hojas y tubérculo	Prefloración (enero)	Karate y Aldrin
	Lawa laq'o	Tubérculos	Abril y mayo	
	Ticona	Tubérculos y cuellos del tallo	Prefloración (abril)	Aldrin
	Lak'atu	Tubérculo	Floración (febrero abril)	Control cultural (remoción del suelo)
	Ophurophur (chijchi k'epi)	hojas	Prefloración (diciembre)	
	Pulgón verde	hojas	Floración (enero febrero)	
	Kasawi	Follaje	Floración (enero febrero)	
	Virosis	Follaje	prefloración	
Chani	Janc'a	tubérculo	Formación del tubérculo (febrero)	
	Berrugosis (sarna)	tubérculo	Formación del tubérculo (abril-mayo)	
	Gorgojo de los andes	Hojas y tubérculo	Prefloración (enero)	Karate y Aldrin
	Lawa laq'o	tubérculos	Diciembre - enero	
	Ticona	Tubérculo y cuellos del tallo	Prefloración (abril)	Aldrin
	Lak'atu	Tubérculo	Floración (febrero y abril)	Control cultural (remoción del suelo)
	Pulgón negro	Hojas	Floración (enero febrero)	Metasexto folidol y karate
	Pulgón verde	Hojas	Floración (enero febrero)	Metasexto y karate
	Kasawi	Follaje	Floración (enero febrero)	
	Virosis	Follaje	Prefloración (diciembre)	
	Janc'a	Tubérculo	Formación de tubérculos	
Chapampa	Berrugosis (sarna)	Tubérculo	Formación de tubérculos (abril y mayo)	
	Ticona	Tallo	Noviembre	no controlan
	Pulgón negro	Hojas	Noviembre	Karate
	Gorgojo de los andes	Raíz tubérculo y tallo	Noviembre, diciembre, enero	Karate
	Manchas	Tubérculo	Abril y mayo	no controlan

Comunidad	Plagas y enfermedades	Lugar de ataque	Época de ataque	Control
Chisi	Pulgón	Hojas	Diciembre	Tamaron, karate
	Karwa karwa	Hojas	Diciembre, enero	Tamaron, karate
	Gusano blanco	Tubérculo	Todo el ciclo	no controlan
	Gorgojo de los andes	Tallo y hojas	Todo el ciclo	Tamaron, karate
Huacuyo	Gorgojo de los andes	Hojas y tubérculo	Prefloración (enero)	Karate y aldrin
	Ticona	Tubérculos y cuellos del tallo	Prefloración (abril)	Aldrin
	Ophurophur (chijchi k'epi)	Hojas	Prefloración (diciembre)	
	Lak'atu	Tubérculo	Floración (febrero abril)	Control cultural (remoción del suelo)
	Pulgón negro	Hojas	Floración (enero febrero)	Metasexto, folidol y karate
	Pulgón verde	Hojas	Floración (enero febrero)	Metasexto y karate
	Kasawi	Follaje	Floración (enero febrero)	
	Virosis	Follaje	Prefloración (enero y febrero)	
	Janc'a	Tubérculo	Formación de tubérculos (febrero)	
	Berrugosis (sarna)	Tubérculo	Formación de tubérculos (abril y mayo)	
Jisca Kota	Gorgojo de los andes	Hojas y tubérculo	Prefloración (enero)	Karate
	Ticona	Tubérculo y cuellos del tallo	Prefloración (abril)	Aldrin
	Lak'atu	Tubérculo	Floración (febrero abril)	Control cultural (remoción del suelo)
	Pulgón negro	Hojas	Diciembre - enero	
	Lawa laq'o	Tubérculos	Abril y mayo	
Marca Cosco	Gorgojo de los andes	Tubérculo	Todo el ciclo	Karate, aldrin y actara
	Ticona	Tubérculo y tallo	Todo el ciclo	Karate, aldrin y actara
	Lak'atu	Tubérculo	Todo el ciclo	Karate, aldrin y actara
	pulgón (negro y amarillo)	Hojas	Todo el ciclo	Karate, aldrin y actara
	Karwa karwa	Hojas	enero	Karate, aldrin y actara
	Berrugosis (janka o sirki)	Tubérculo	En la cosecha	no controlan
S. M. Hueco	Ticona	Raíz y tallo	Diciembre	Aldrin y karate
	Gorgojo de los andes	Tubérculos y hojas	marzo	Aldrin
	Babosas	Tubérculos	Enero	no controlan
	Karwa karwa (gusanos negros)	Hojas	Enero	Karate
	Pulgón negro	Hojas	Noviembre, diciembre, enero	Karate
Sopocachi	Gorgojo de los andes	Tubérculo	Diciembre hasta la cosecha	Aplican Biosidas (a base de k'oa, ajeno, altamisa, ajo, tarwi, cebolla) y karate
	Pulgon (llake)	Hojas y flores	Diciembre, enero	Aplican Biosidas (a base de k'oa, ajeno, altamisa, ajo, tarwi, cebolla) y karate
	Karwa karwa (escarabajo negro)	Hojas	Diciembre, enero	Control manual (recolectan unos cuantos)
	Lak'atu (gusano blanco)	Tubérculo y hojas	Todo el ciclo	no controlan
	Babosas	Tubérculo	Enero hasta la cosecha	no controlan
	Polilla de la papa	Tubérculo	Durante la cosecha	no controlan

Comunidad	Plagas y enfermedades	Lugar de ataque	Época de ataque	Control
Tocopa	Gorgojo de los andes	Hojas y tubérculo	Prefloración (enero)	Karate y aldrin
	Ticona	Tubérculo y cuellos del tallo	Prefloración (abril)	Aldrin
	Lawa laq'o	Tubérculos	Diciembre-enero	
	Ophurophur (chijchi k'epi)	Hojas	Prefloración (diciembre)	
	Lak'atu	Tubérculo	Floración (febrero abril)	Control cultural (Remoción del suelo)
	Pulgón negro	Hojas	Floracion (enero febrero)	Metasexto, folidol y karate
	Kasawi	Follaje	Floracion (enero febrero)	
	Virosis	Follaje	Prefloración (diciembre)	
	Janc'a	Tubérculo	Formación de tubérculos (febrero)	
	Berrugosis (sarna)	Tubérculo	Formación de tubérculos (abril-mayo)	
Villa Ajanani	Gorgojo de los andes	Hojas y tubérculos	Diciembre, enero	Karate
	karwa karwa	Hojas	Diciembre, enero	Karate
	pulgones negros y amarillos	Hojas	Enero	Karate (antes aplicaban Aldrin)
	Zorrino	Escarba la papa (desentierra la papa)	Abril	No controlan
	Berrugosis	Tubérculo	Abril	No controlan

Fuente: Elaboración propia en base a Talleres de Diagnóstico Comunal (2006)

Como se observa en el cuadro 13 en todas las comunidades del área de estudio emplean productos Kárate, Aldrin y en algunos casos Tamarón, su utilización es exclusivamente para el cultivo de la papa.

4.5.2. Pesca

4.5.2.1. Implementos

La provisión de implementos como redes, latas, flotadores, la realizan en las distintas ferias de la zona, especialmente los jueves y domingos en Copacabana y Yunguyo, sin embargo, algunos pescadores salen hasta la ciudad de La Paz a adquirir estos implementos.

Por otro lado se pudo observar que los pescadores utilizan materiales caseros como bidones, latas y otros, los cuales son adaptados para el uso que ellos requieran acopiar los productos.

4.5.2.2. Producción y ciclo de pesca

Esta actividad se la realiza a lo largo de todo el año, según la frecuencia con que se presentan los peces de acuerdo a los análisis que se realizaron, se determinó que en los meses correspondientes al periodo de lluvias (enero, febrero y marzo) se concentran mayores cantidades de peces; el resto del año las cantidades son pequeñas.

Cuadro 14. Rendimiento por producto de la pesca

Comunidad	Especie	Cantidad en peso	Precio (bs.)
Chani	Pejerrey	3 libras/noche	1 libra/ 5bs
	Ispi	1 lata/noche	1 libra/ 1,5 bs
Chisi	Pejerrey	10 libras/noche	1 libra/ 4bs
	Ispi	1 lata/noche (30 libras)	1 lata/ 5bs
	Carachi	5 unidades/noche	Autoconsumo
	Trucha	3 unidad/noche	Autoconsumo
	Mauri	5 unidades/noche	Autoconsumo
Cusijata	Pejerrey	3 libras/noche	1 libra/4-5 bs
	Carachi	1 libra/noche	1/2 libra/ 2bs
	Ispi	2 libras/noche	2 libras/ 2 bs
	Mauri	Raras veces pescan	
Jisca Kota	Carachi	2 libra/noche	1 libra/ 3 bs
	Ispi	1 lata/noche	1 libra/ 2 bs
San Miguel de Hueco	Ispi	2 libras/noche	1 lata/ 6bs
	Pejerrey	1/2 a 1 libra/noche	1 libra/ 5bs
Tocopa	Pejerrey	1/2 @/noche	1 libra/ 5 bs
	Ispi	1 lata/noche	1 libra/ 2 bs
Villa Ajanani	No pescan		
Alto San Pedro	No pescan		
Chamacani	No pescan		
Chapampa	No pescan		
Huacuyo	No pescan		
Marca Cosco	No pescan		
Sopocachi	No pescan		

Fuente: Elaboración propia en base a Talleres de Diagnóstico Comunal (2006)

El cuadro 14, indica que las cantidades extraídas son bastante bajas. De acuerdo a lo mencionado por los comunarios, la mejor época para la venta de pescado es en semana santa, porque los precios se elevan considerablemente.

Existen otras comunidades que no realizan la pesca, porque se encuentran muy alejadas del Lago Titicaca, pero se abastecen en las ferias más cercanas.



Figura 15. Pesca en el Lago Titicaca

4.5.2.3. Destino de la producción

El destino de la producción es muy variado existen algunas comunidades que pescan solamente para el autoconsumo, mientras que otras destinan toda la pesca para la venta.

Cuadro 15. Destino de la producción Pesca

Comunidad	Autoconsumo (%)	Venta (%)	Sub-Productos (%)
Chani	60	40	eventualmente, venden
Chisi	20	80	venden
Cusijata	100		no
Jisca Kota	70	30	no
San Miguel de Hueco	17	83	83 (transformado en ispi seco)
Tocopa	50	50	no

Fuente: Elaboración propia en base a Talleres de Diagnóstico Comunal (2006)

Solo en algunos casos se pudo evidenciar que se realiza la elaboración de pescado seco, para su venta, por lata de 30 libras de ispi seco el costo es de 20 a 25 bs.

4.5.2.4. Calendario de pesca

Con respecto al calendario de pesca se tiene lo siguiente: (Cuadro 16)

Cuadro 16. Calendario de pesca

Comunidad	Especie	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Chani	Pejerrey	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Ispi							X	X	X	X	X	
	Trucha criadero							X	X		X		
Chisi	Pejerrey	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Ispi							X	X	X	X	X	
	Carachi	X	X					X	X	X	X	X	X
	Trucha										X	X	
Cusijata	Pejerrey	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Carachi	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Ispi	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Mauri	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Jisca Kota	Carachi	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Ispi		X	X	X	X	X	X	X				
San Miguel de Hueco	Ispi				X	X							
	Pejerrey	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Tocopa	Pejerrey	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Ispi							X	X	X	X	X	

Fuente: Elaboración propia en base a Talleres de Diagnóstico Comunal (2006)

En el cuadro 16, se puede observar que la mayoría de las comunidades ubicadas a orillas del lago se dedican a la pesca de las distintas especies mencionadas; Sin embargo algunas comunidades se dedican todo el año a la pesca, frente a otras que realizan esta actividad en forma estacional, de acuerdo a la aparición de peces en distintas épocas del año.

4.6. Caudal de los ríos

Durante la época seca se aplicó el método volumétrico, debido a que los caudales que presentaban los ríos eran muy bajos, en la época húmeda se midió el caudal con el molinete, debido a que los caudales de los mismos aumentaron considerablemente.

Los datos obtenidos fueron los siguientes (Cuadro 17)

Cuadro 17. Caudal de los ríos

Nombre del río	Comunidad	Caudal (l/s) Época Seca	Caudal (l/s) Época Húmeda
Kinko 1	Marca Cosco	0,0552	1,104
Kinko 2	San Pedro	0,0497	0,994
Challa	Cusijata	0,0953	2,382
Cusijata	Cusijata	0,0618	1,545
Pabellón 1	San Miguel de Hueco	0,0581	1,422
Pabellón 2	San Miguel de Hueco	0,0711	1,452
Apacheta 1	Sopocachi	0,0894	2,682
Apacheta 2	Huacuyo	0,1057	3,171
Sopocachi	Sopocachi	0,0752	1,88
Tipunku	Sopocachi	0,0309	0,98
Tocopa	Tocopa	0,0855	2,565
Jokho	Chisi	0,0227	0,975
Ajanani	Villa Ajanani	0,0284	0,994
Jinchaca	Chani	0,0391	1,173

Fuente: Elaboración propia (2006)

El cuadro 17, presenta la medición media de los caudales en los meses de junio, julio y agosto, los rangos de los caudales varían, siendo los menores de los ríos Kinko 2, Jokho, Ajanani, Jinchaca, donde por decisión comunal se vio por conveniente la construcción de atajados de hormigón armado en las comunidades de los ríos mencionados, esta actividad se realizará por contar con un terreno accidentado que favorece su pendiente para regar por gravedad.

Por otra parte las comunidades de Cusijata, San Miguel de Huevo, Sopocachi, Huacuyo, por contar con un caudal moderadamente medio se vio por conveniente la construcción de canales de riego; además éstos canales de distribución, apoyarán al mejoramiento de riego dentro de las carpas solares.

En la época húmeda se cuenta con suficiente caudal en la mayoría de las comunidades.

4.7. Descripción de los Recursos Hídricos

Cuadro 18. Disponibilidad, uso de agua y distancia a la comunidad más cercana

COMUNIDAD ALTO SAN PEDRO						
	DISPONIBILIDAD		USO DE AGUA			Distancia (m)
	Temporal	Permanente	Humano	Animal	Riego	
Río Kinko		X	X	X		290
Vertiente Pilaj	X	X	X			20
Vertiente Wilapuranjaque		X	X	X		200
Vertiente Charapuri		X	X	X		2000
Pozo San Pedro	X		X			670
Estanque Herramientas agrícolas de mujeres aymaras YAPUCHIRIS 1994		X	X			720

COMUNIDAD CHANI						
	DISPONIBILIDAD		USO DE AGUA			Distancia (m)
	Temporal	Permanente	Humano	Animal	Riego	
Río Jinchaca		X		X		1820
Río Chincani		X		X		80
Río Uncallani	X			X		100
Vertiente Quellaypuju		X	X			90
Vertiente Jankokagua		X	X			85
Estanque		X	X			150
Lago Titicaca		X		X		406

COMUNIDAD SAN MIGUEL DE HUECO						
	DISPONIBILIDAD		USO DE AGUA			Distancia (m)
	Temporal	Permanente	Humano	Animal	Riego	
Río Pabellon		X		X	X	93
Río Larancota		X			X	405
Vertiente Titinpuju		X	X	X		260
Vertiente Pirwa		X	X	X	X	320
Lago Titicaca		X	X	X		1000

COMUNIDAD MARCA COSCO						
	DISPONIBILIDAD		USO DE AGUA			Distancia (m)
	Temporal	Permanente	Humano	Animal	Riego	
Río Sewencani	X			X	X	100
Vertiente Sin Nombre	X			X	X	400
Estanque		X	X			220
COMUNIDAD CUSIJATA						
	DISPONIBILIDAD		USO DE AGUA			Distancia (m)
	Temporal	Permanente	Humano	Animal	Riego	
Río Challa		X		X		180
Río Huaranka		X		X		40
Río Chillca		X		X		1500
Lago Titicaca		X		X		2000
COMUNIDAD CHAMACANI						
	DISPONIBILIDAD		USO DE AGUA			Distancia (m)
	Temporal	Permanente	Humano	Animal	Riego	
Río Chamacani		X	X	X	X	50
Río Pacchajawira	X			X	X	3500
Río Chojñajawira	X			X	X	65
Vertiente Chictani			X	X	X	2000
COMUNIDAD CHAPAMPA						
	DISPONIBILIDAD		USO DE AGUA			Distancia (m)
	Temporal	Permanente	Humano	Animal	Riego	
Río Chiarjawira	X			X		100
Pozo Lamramani		X	X	X		50
Lago Titicaca		X		X		250
COMUNIDAD JISCA KOTA						
	DISPONIBILIDAD		USO DE AGUA			Distancia (m)
	Temporal	Permanente	Humano	Animal	Riego	
Pozo Sin Nombre		X	X			180
Estanque		X	X			250
Lago Titicaca		X	X	X	X	200
COMUNIDAD HUACUYO						
	DISPONIBILIDAD		USO DE AGUA			Distancia (m)
	Temporal	Permanente	Humano	Animal	Riego	
Río Huacuyo		X		X		200
Río Apacheta		X	X	X		300
Río Sopocachi		X	X	X	X	250
COMUNIDAD SOPOCACHI						
	DISPONIBILIDAD		USO DE AGUA			Distancia (m)
	Temporal	Permanente	Humano	Animal	Riego	
Río Tipunku		X		X		170
Río Sopocachi		X		X		70
Pozo Siñijoko		X	X	X	X	150
Estanque		X	X			500

COMUNIDAD VILLA AJANANI						
	DISPONIBILIDAD		USO DE AGUA			Distancia (m)
	Temporal	Permanente	Humano	Animal	Riego	
Río Ajanani	X			X		600
Río Vilaque		X		X		700
Vertiente Tiyenpunku	X			X		300
Vertiente Wilajake	X			X		250

COMUNIDAD TOCOPA						
	DISPONIBILIDAD		USO DE AGUA			Distancia (m)
	Temporal	Permanente	Humano	Animal	Riego	
Río Tocopa		X		X		100
Río Achioko		X	X	X	X	4000
Estanque		X	X			370
Lago Titicaca		X		X		920

COMUNIDAD CHISI						
	DISPONIBILIDAD		USO DE AGUA			Distancia (m)
	Temporal	Permanente	Humano	Animal	Riego	
Río Jokho		X	X	X		2000
Vertiente Umajalsu		X		X	X	500
Lago Titicaca		X		X		4000

Fuente: Elaboración propia en base a Talleres de Diagnóstico Comunal (2006)

4.7.1. Recurso disponible en cada comunidad

De acuerdo al cuadro 18, la disponibilidad del agua en todas las comunidades es permanente; aun en la época seca, se tiene caudales bajos los mismos que son almacenados en reservorios precarios para ser utilizados en la época de estiaje.

Esta disponibilidad esta relaciona con las precipitaciones pluviales ya que las mismas alimentan a los recursos, aumentando sus caudales. En épocas de sequía estos caudales disminuyen considerablemente y muchas veces no llegan a abastecer los requerimientos de los comunarios.

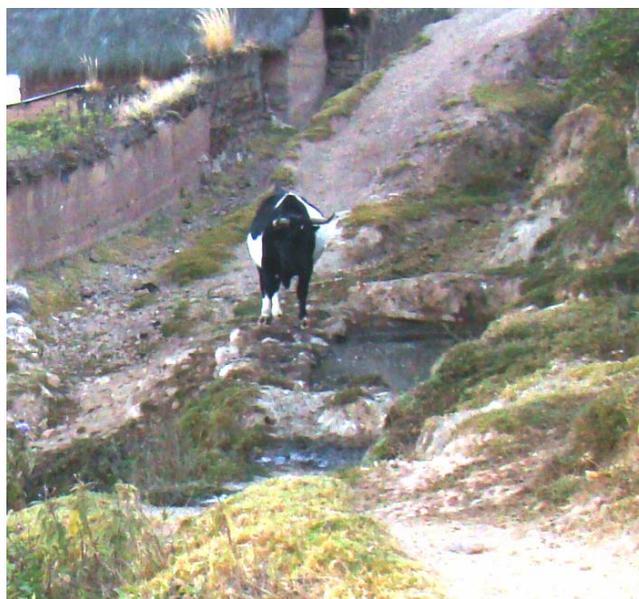


Figura 16. Abrevadero de ganado

4.7.2. Usos del agua

El cuadro 18, indica que el agua se utiliza para consumo humano, cría de animales y para riego de los cultivos; Sin embargo se puede verificar que existen comunidades que están restringidos del uso de agua para riego, esto debido a no contar con un caudal necesario que pueda abastecer el consumo humano y tenencia de animales.

4.7.3. Distancia de los Recursos Hídricos a la comunidad más cercana.

Como se puede observar en el cuadro 18, las distancias de los recursos hídricos en la mayoría de las comunidades se encuentran próximas a sus terrenos, a diferencia de las comunidades, Chamacani y Chisi que la distancia es mayor 2000 m, por lo cual se plantea como prioridad la construcción de canales de riego para optimizar su uso y de esta manera la mayoría de los comunarios puedan acceder a este recurso natural.

4.8. Extensión de los ríos

Entre los ríos más importantes del Cantón Copacabana se tiene:

Cuadro 19. Principales ríos del área de estudio

Nombre del río	Extensión (km.)	Recorrido	Comunidades beneficiadas
PABELLON	3,514	De la naciente hasta el Lago Titicaca	San Miguel de Hueco
CHANI	1,546	De naciente hasta donde se desvanece	Chani
CHALLA	2,665	De la naciente hasta el Lago Titicaca	Cusijata
KINKO	3,209	De la naciente hasta el Lago Titicaca	Alto San Pedro
APACHETA	2,279	De la naciente hasta el Lago Titicaca	Huacuyo
MILLUNI	2,47	De la naciente hasta el río principal de Sopocachi	Sopocachi
SOPOCACHI	3,625	De la naciente hasta el Lago Titicaca	Sopocachi, Huacuyo
VILAQUE	2,588	De la naciente hasta donde se desvanece	Villa Ajanani
TIPUNKU	2,709	De la naciente hasta donde se desvanece	Sopocachi
TOCOPA	2,29	De la naciente hasta el Lago Titicaca	Tocopa
TITICACHI	1,44	De la naciente hasta el Lago Titicaca	Chisi
JOKHO	1,819	De la naciente hasta el Lago Titicaca	Chisi

Fuente: Elaboración propia en base a mapas del IGM y el software Microstation (2006)

De acuerdo al cuadro 19, los ríos más extensos son: el río Pabellón (3,514 km) y el río Sopocachi (3,625 km), entre los menos extensos están el río Titicachi (1,440 km) y el río chani (1,546 km), dicha extensión de corriente de agua fluye por un lecho, desde un lugar elevado a otro más bajo, por donde su trayecto beneficia a varias comunidades que se encuentran aledañas a éstos ríos.

4.9. Impacto ambiental.

De acuerdo a los talleres realizados en las comunidades, donde participaron hombres, mujeres y niños, se describió las diferentes formas de contaminación del agua, obteniendo los siguientes resultados (cuadro 20).

Cuadro 20. Formas de contaminación del agua

Comunidad	Causa
Copacabana	Gasolina y aceite de lanchas, aguas de alcantarilla, bolsas de nylon, botellas de plástico (Pett).
Jisca Kota	Lavado del chuño, botellas de pett, latas.
Chapampa	No
Cusijata	Lavado del chuño
Chamacani	Se bota nylon a los ríos
Alto San Pedro	No
Marca Cosco	Basura a los ríos
San Miguel Hueco	Latas de conservas, nylon
Chani	No
Huacuyo	Se bota plásticos.
Sopocachi	Nylon en el agua
Villa Ajanani	No
Chisi	Se bota embases de refrescos
Tocopa	No

Fuente: Elaboración propia en base a Talleres de Diagnóstico Comunal (2006)

El cuadro 20, muestra las formas más habituales de contaminación de los ríos como ser: lavado del chuño, basura, latas de conserva, desechos de plástico, además botan con exceso bolsas de nylon.

En el lago, otra forma de contaminación se debe al derrame de gasolina que ocasionan las lanchas, por otro lado, en la población de Copacabana la contaminación se debe a desechos de alcantarilla que van directamente al Lago, los cuales pueden causar una modificación drástica del hábitat del mismo.

No se encontraron desechos minerales que ocasionen contaminación de las aguas. Por todo lo anterior se considera de absoluta necesidad establecer un conjunto de medidas de regulación para la protección local.

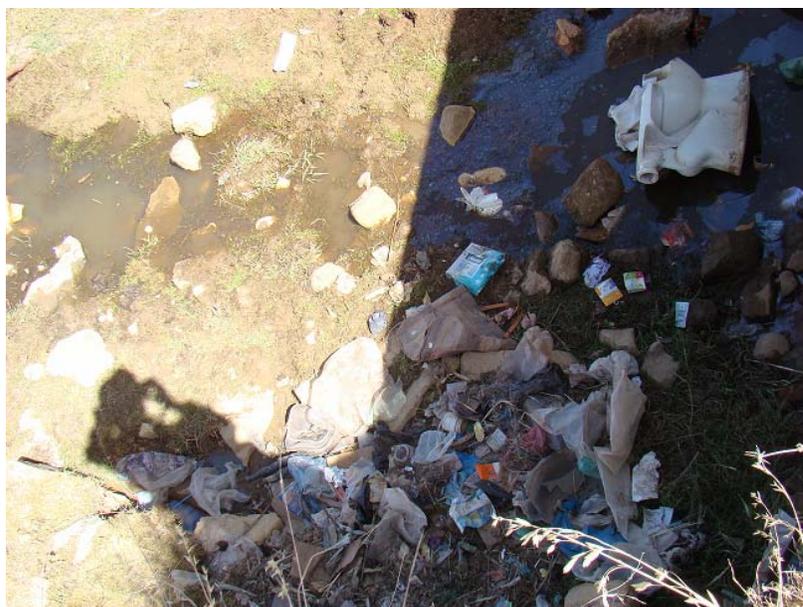


Figura 17. Contaminación de los ríos

4.10. Calidad de las aguas

Para la determinación de este parámetro se realizó un análisis químico, de los ríos del Cantón de Copacabana en el CIDAB (anexo 29).

La clasificación de la calidad del agua fue utilizando los criterios de salinidad y sodicidad. Para lo cual se consideró la conductividad eléctrica (CE), (anexo 28) y la relación de adsorción de sodio (RAS), (anexo 30)

Cuadro 21. Calidad de los principales ríos y del Lago Titicaca del Cantón Copacabana

	C.E. (microSiemens/cm)		RAS (Meq/l)		
Río Pabellón	150	C1	0,169	S1	Agua de baja salinidad, baja en sodio
Río Kinko	265	C2	0,424	S1	Agua de salinidad media, baja en sodio
Río Sopocachi	60,89	C1	0,423	S1	Agua de baja salinidad, baja en sodio
Río Apacheta	98,42	C1	0,420	S1	Agua de baja salinidad, baja en sodio
Río Tocopa	336	C2	0,424	S1	Agua de salinidad media, baja en sodio
Lago Titicaca	1379	C3	6,310	S2	Agua altamente salina, media en sodio

Fuente: Elaboración propia en base al análisis de laboratorio del CIDAB (2006)

De acuerdo al cuadro 21, los ríos Pabellón, Sopocachi y Apacheta pertenecen a una clase de agua C1S1, por ende es baja en salinidad y tiene poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable, dichas aguas pueden usarse para riego de la mayor parte de los cultivos y en cualquier tipo de suelo.

Los ríos Kinko y Tocopa, son de una clase de agua C2S1, lo que refleja agua de salinidad media, además tiene poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable, con estas aguas se pueden producir plantas moderadamente tolerante a las sales.

La muestra del Lago Titicaca fue tomada en la localidad de Copacabana, la cual determina la clase C3S2, dicha agua no debe usarse en suelos cuyo drenaje sea deficiente, a causa de su alta salinidad; por otro lado en suelos de textura fina el sodio representa un peligro considerable, estas aguas sólo deben usarse en suelos con textura gruesa o en suelos orgánicos de buena permeabilidad.

4.11. Análisis probabilístico de lluvias

Con los datos correspondientes al período de 1985 a 2005, se realizó el análisis probabilístico. Para tal fin se empleó la distribución normal. (Anexo 27)

Cuadro 22. Precipitaciones mensuales con probabilidad de excedencia de 60 y 80%

Probabilidad de excedencia (%)	Precipitación (mm)											
	Enero	Febre	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Octu	Novie	Diciem
60	149,749	86,831	85,426	41,499	9,782	10,504	7,544	16,468	20,015	32,995	41,588	83,024
80	105,868	60,831	58,739	24,065	1,029	0,023	0,715	7,628	10,081	13,610	16,893	54,683

Fuente : Elaboración propia en base a datos del SENAMHI (2006)

El cuadro 22, muestra que las probabilidades de lluvias son menores en los meses de mayo, junio y julio, por otro lado las mayores precipitaciones se encuentran en los meses de diciembre, enero y febrero.

4.12. Limitantes, problemas y alternativas de solución.

Limitantes, problemas y alternativas de solución del área de estudio (Cuadro 23)

Cuadro 23. Limitantes, problemas y alternativas de solución del aspecto Físico Natural.

VARIABLES	LIMITANTES	PROBLEMAS	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN
Situación geográfica	-Topografía accidentada en serranías (Com. Chisi, Huacuyo, Sopocachi, Tocopa, Alto San Pedro, Villa Ajanani)	- Rendimientos bajos en la producción. - Utilización de tecnología limitada (tradicional)	- Asistencia técnica en toda la cadena productiva
Recurso suelo	-Suelos con textura gruesa (piedra y grava).	-Presencia de suelos erosionados.	-Diseñar y ejecutar un programa integral de manejo de suelos (construc de terrazas)
Recursos hídricos	-La accesibilidad a los recursos hídricos es limitada por la topografía de algunas comunidades.	-Inaccesibilidad a los recursos hídricos por la distancia y ubicación de algunas comunidades. -Escasos recursos económicos en el municipio, para el manejo de los recursos hídricos	-Diseñar y ejecutar proyectos de riego, represas concurrentes entre el Municipio y Prefectura
Clima	-Riesgos climáticos, erosión de suelos, vientos, heladas, granizo y precipitación pluvial excesiva.	-Baja productividad como efecto de los riesgos climáticos	

Fuente: Elaboración propia en base a Talleres de Diagnóstico Comunal (2006)

Cuadro 24. Limitantes, problemas y alternativas de solución de los Recursos Naturales.

VARIABLES	LIMITANTES	PROBLEMAS	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN
Cultivos	Falta de capacitación del manejo de plagas y enfermedades	Desequilibrio ecológico por masiva presencia de plagas y enfermedades.	Mejorar el plan de rotación de cultivos
Horticultura y Floricultura	Falta de carpas solares, para una producción intensiva.	-Escasos ingresos propios. -Reducido personal técnico calificado para dar cursos de capacitación con respecto al tema.	Programar mas talleres de capacitación a recursos humanos
Forestales	Escaso conocimiento a cerca del manejo de forestales	Explotación y repoblación forestal no planificado	Ordenanza municipal que regule la forma de explotación
Fauna	Falta de forrajes para la alimentación del ganado vacuno	Carencia de planes pecuarios por parte del Gobierno Municipal.	Diseñar y ejecutar proyectos de mejoramiento de praderas considerando la carga animal

Fuente: Elaboración propia en base a Talleres de Diagnóstico Comunal (2006)

V. SECCION PROPOSITIVA

5.16. PROPUESTAS DE PROYECTOS

Se plantearon proyectos en las Comunidades del Cantón Copacabana de la provincia Manco Kapac, Departamento de La Paz, con la participación de Instituciones que trabajan en el área de estudio y el apoyo de la Prefectura del Departamento de La Paz, la Honorable Alcaldía Municipal de Copacabana.

5.16.1. CONSTRUCCION DE ATAJADOS PARA RIEGO

Las comunidades participantes son:

Comunidad	Nº de familias
Alto San Pedro	75
Villa Ajanani	45
Chisi	200
Chani	250

El proyecto planteado se puede verificar en el (Anexo 31-a)

5.16.2. CONSTRUCCION DE CANALES DE RIEGO

Las comunidades participantes son:

Comunidad	Nº de familias
Chamacani	70
Sopocachi	47
Cusijata	125
Huacuyo	210
Chisi	200

El proyecto planteado se puede verificar en el (Anexo 31-b)

5.16.3. CONSTRUCCION DE CARPAS SOLARES

Las comunidades participantes son:

Comunidad	Nº de familias
Chamacani	70
Chapampa	80
Jisca Kota	50
Marca Cosco	20
Tocopa	100

El proyecto planteado se puede verificar en el (Anexo 31-c)

5.16.4. CRIANZA DE TRUCHAS

Las comunidades participantes son:

Comunidad	Nº de familias
Chani	250
Chisi	200
Tocopa	100
San Miguel de Hueco	43

El proyecto planteado se puede verificar en el (Anexo 31-d)

VI. SECCION CONCLUSIVA

6.1. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.1. Conclusiones

Sobre la base de los resultados encontrados en el presente estudio se llegó a las siguientes conclusiones

- El área cultivable supera las 4300 ha en todo el Cantón Copacabana siendo las comunidades de mayor área cultivable las comunidades de Huacuyo (807 ha), Tocopa (720 ha), Cusijata (560 ha), por otro lado la de menor superficie es la comunidad de Jisca Kota que tiene un área cultivable de (20 ha).
- Con respecto al uso de la tierra, el cultivo de papa ocupa el primer lugar, siendo los de mayor superficie la comunidad de Huacuyo con 484 ha y Chani con 127 ha; consecutivamente está la producción de haba en la Comunidad de Tocopa con 360 ha, en menor proporción se cultiva oca, maíz, avena, cebada y quinua.
- La mayoría de las comunidades cuenta como promedio 2 ganados vacunos por familia, con respecto al ganado ovino poseen entre 10 a 15 animales, por otra parte toda familia cuenta con ganado porcino, aves y cuyes en menor cantidad lo cual es para consumo familiar.
- La disponibilidad del agua en los ríos es permanente, aun en la época seca, se cuenta con caudales bajos que fluctúan entre 0.0227 l/s (Río Jokho, comunidad Chisi) a 0.1057 l/s (Río Apacheta 2, comunidad Huacuyo), que almacenados en un reservorio de agua traen beneficios a las comunidades.
- La distancia de los recursos hídricos en la mayoría de las comunidades se encuentran próximas a sus terrenos (340 m), sin embargo las comunidades de Chamacani y Chisi son mayores de 2000 m

- Entre los ríos más principales y extensos se encuentran: río Pabellón (3,514 km), río Sopocachi (3,625 km), entre los menos extensos: río Titicachi (1,440 km), río Chani (1,545 km).
- Según los datos de laboratorio del análisis de la calidad de agua, los ríos Pabellón, Sopocachi y Apacheta pertenecen a una clase C1S1, los ríos Kinko y Tocoa son de una clase C2S1, lo que significa que su uso para riego es apto.
- El Lago Titicaca pertenece a la clase C3S2, dicha agua no debe usarse en suelos cuyo drenaje sea deficiente, a causa de su alta salinidad; por otro lado en suelos de textura fina el sodio representa un peligro considerable, estas aguas sólo deben usarse en suelos con textura gruesa o en suelos orgánicos de buena permeabilidad.
- De acuerdo a los problemas y limitantes los proyectos propuestos como alternativa de solución son: Construcción de atajados, construcción de canales de riego, construcción de carpas solares, crianza de truchas, de esta manera se pretende beneficiar a las familias de las comunidades del Cantón Copacabana.

6.1.2. Recomendaciones

De acuerdo a lo considerado en las conclusiones se presentan las siguientes recomendaciones a manera de sugerencia.

- Gestionar y ejecutar proyectos de riego y cosecha de aguas (atajados) para la distribución de la misma principalmente en las épocas de estiaje, este recurso es un elemento determinante e importante para la producción agropecuaria.
- Implementar la crianza de truchas para aumentar la economía de los agricultores y de esta manera instruirles en el manejo de truchas, mediante los cursos de capacitación a realizarse en sus comunidades.
- Construir carpas solares, seleccionando el sistema de producción, teniendo en cuenta el cultivo de hortalizas de acuerdo a la época de siembra y la cantidad de agua disponible.
- Crear un *Centro Taller de Educación* en el municipio, para planificar, discutir planes, programas y proyectos que sean de interés comunal, estos deben responder a las necesidades educativas de los jóvenes y adultos, enfocados a la modalidad de producción en carpas solares, sistemas de riego, manejo de canales de riego, crianza de truchas, para el beneficio de toda la comunidad.
- Se debe incluir en el Plan de Desarrollo Municipal (PDM) y el Programa Operativo Anual (POA), las alternativas de solución planteadas y programadas por los mismos agricultores, reflejados a los problemas de cada comunidad.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Allison, L. *et al.* 1993. Diagnostico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos: 7 ed. México. D. F. p. 172.
- Allison, L. 1993. Participación de proyectos de información (documento personal) Pucarani, La Paz Bolivia.
- Andrew, S. 1994. Hidráulica práctica. Consultado el 27 de junio del 2006. En línea http://www.Hidrometría - Monografias_com.htm
- Berlijn, D. 1990. Riego y Drenaje. Editorial Trillas. México. 170 p.
- Bentley 2006. Diccionario Informático. Copyright. Consultado el 29 de junio del 2006. En línea <http://tecnologia.glosario.net/terminos-tecnicos-internet/microstation-1113.html>
- Bosque, J. 1994. Sistema de Información Geográfica (SIG), prácticas con PC ARC INFO e Idrisi, Madrid España. Pp. 16 – 19.
- Condori, H. 2001. Manejo de los recursos naturales. Perú. Consultado el 13 diciembre 2006. en línea www.Hidrometría - Monografias_com.htm
- Córdova J. 2001, “Apuntes de clases de hidráulica”, Facultad de Agronomía, La Paz Bolivia.
- Chuviego, E. 1994. Fundamentos de Teledetección Espacial. Ediciones RIALP. S.A. Madrid – España. 568 p.
- FAO 1997. Nutrición, dietoterapia. Dirección del fomento de tierras y aguas. Roma – Italia. p. 44
- FAO 2000. Diccionario de datos de Hidrología Superficial (alfanumérico) Consultado el 14 de septiembre del 2007. En línea http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/normatividad/diccio/hid_supa.pdf

- Fisher, A. 1991. Bases físicas de Teledetección. Traducido al castellano Pontificia Universidad Católica de Chile Programa Percepción Remota. Publicación Cuadernos pedagógicos del GDTA. Santiago de Chile. pp. 19 -35.
- Fuentes, J. 1998. Técnicas de riego. Editorial Mundi – Prensa. 271 p.
- Gasto, J. 1993. Clasificación de Ecoregiones y determinación de sitio y condición. Editorial FEPP. Santiago de Chile. pp. 209 – 220.
- INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR (I.G.M.). 2006. La cartografía base del desarrollo Nacional. Plan Anual de actividades. La Paz – Bolivia. Pp. 79 – 80
- Lane, T. 1996. Para utilizar el ArcView GIS. Copyright. Estados Unidos de América. 355 p.
- Ledezma, R. 1995. Influencia del riego en los procesos de salinización y sodificación en suelos de la Provincia Gualberto Villarroel. Tesis de Grado UMSA, Facultad de Agronomía, La Paz – Bolivia. 275 p.
- LIDEMA. 1997. Liga de defensa del medio Ambiente “Proyecto de estudio de la calidad de agua en el Lago Titicaca para el uso en acuicultura” La Paz– Bolivia. 50 p.
- León-Velarde, C y Quiroz, R. 1994. Análisis de Sistemas Agropecuarios. CIRNMA. Puno Perú. p. 238.
- Luque, J. 1981. Hidrología agrícola aplicada. Editorial Hemisferio Sur S.A. 1 ed. Buenos Aires Argentina. Pp. 19 – 21
- Medrano, W. 2001. Evaluación de la calidad de aguas residuales de la planta de tratamiento Alba Rancho (Semapa) con fines de riego. Tesis Maestría Profesional en “Levantamiento de Recursos Hídricos” (Manejo y conservación de Cuencas). Consultado el 14 de septiembre del 2007. En línea <http://www.umss.edu.bo/epubs/earts/downloads/71.pdf>

- Montoya, P. 1990. Percepción remota, clasificación de los sensores remotos, plataformas utilizadas en Percepción Remota, Editado por ministerio de obras públicas y Transporte, Centro Interamericano de Fotointerpretación Unidades de sensores y sistematización. Bogotá – Colombia Pp. 11 – 17.
- Montes de Oca, I. 1997. Geografía y Recursos Naturales de Bolivia. La Paz Bolivia. Pp. 247 – 251
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). 2006. Datos meteorológicos Provincia Manco Kapac del Departamento de La Paz.
- Pavón, A. 2005. Análisis del agua. Consultado el 17 de septiembre del 2007. En línea en http://www.ambientum.com/revista/2003_05/CALIDADAGUAS.htm
- P.D.M., 2001. Plan de Desarrollo Municipal de Copacabana. La Paz, Bolivia.
- Prada, N. 1996. Efecto del riego con afluentes urbanos tratados sobre la salinización de suelos y acumulación de metales pesados. Tesis de Grado EMI. La Paz – Bolivia.
- Ramakrishna, B. 1997. Estrategias de extensión para el manejo integrado de Cuencas hidrográficas. Proyecto IICA BMZ/gtz sobre Agricultura, Recursos Naturales y Desarrollo Sostenible. Costa Rica. Pp. 19 - 21.
- Scot, E. 2000. Recursos Hídricos. Como calcular el caudal de los ríos. En Línea <http://www.umss.edu.bo/epubs/earts/downloads/68.pdf>
- ZONISIG, 1998. Curso de información Geográfica. Editado por el Proyecto ZONISIG. La Paz – Bolivia. 17 p.
- Vásquez, A. 1998. El Riego. Principios Básicos Universidad Nacional Agraria. La Molina Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC)

ANEXOS

Anexo 2. Ubicación de los recursos hídricos

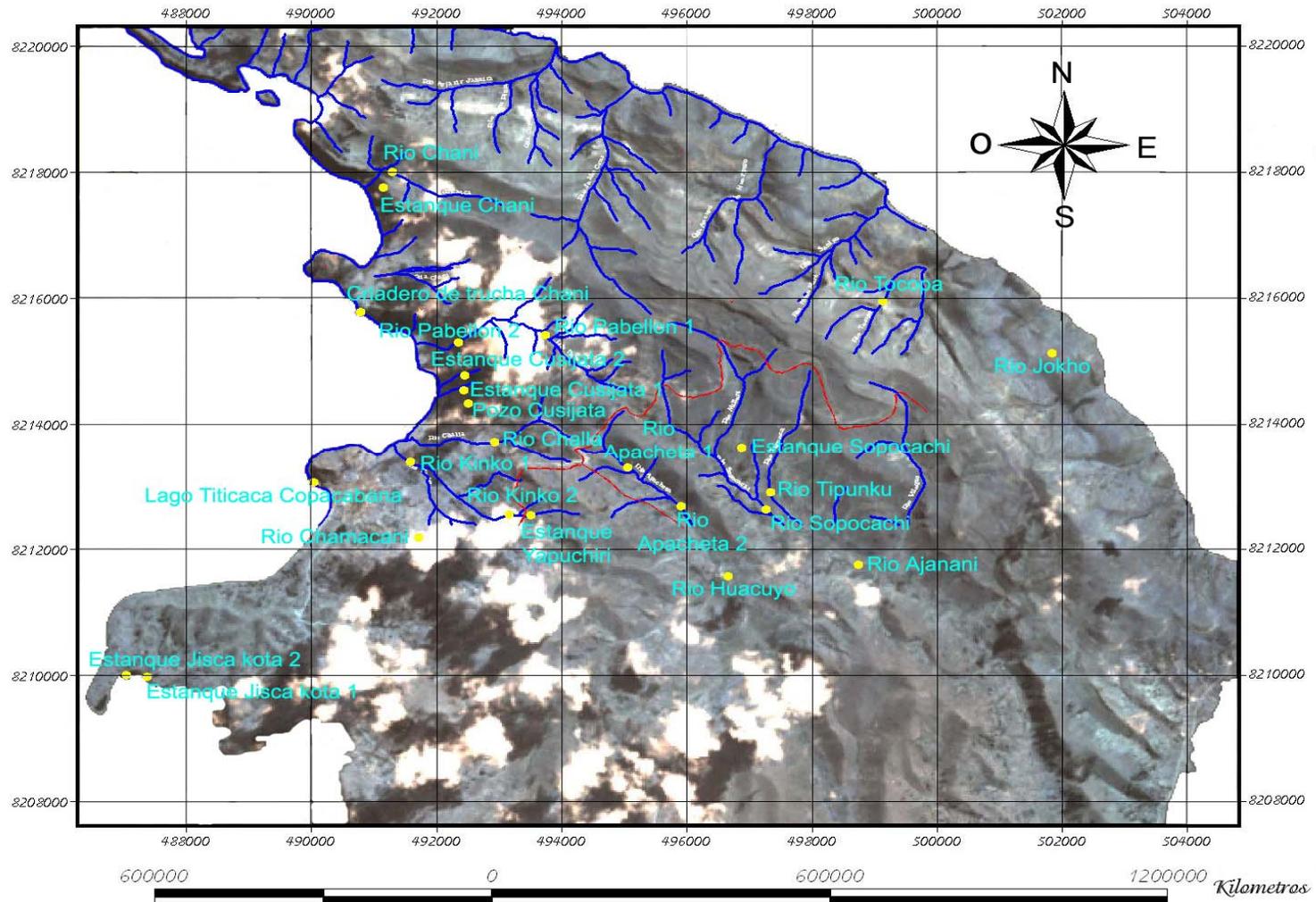


Figura 19. Ubicación de los recursos hídricos

Anexo 3. Criadero de trucha Comunidad Chani



Figura 20. Criadero de trucha Comunidad Chani

Anexo 4. Estanque Cusijata



Figura 21. Estanque Cusijata

Anexo 5. Estanque 2 Cusijata



Figura 22. Estanque 2 Cusijata

Anexo 6. Estanque 3 Cusijata



Figura 23. Estanque 3 Cusijata

Anexo 7. Estanque en Chani



Figura 24. Estanque en Chani

Anexo 8. Estanque de agua en Jisca Kota



Figura 25. Estanque de agua en Jisca Kota

Anexo 9. Lago Titicaca en Jisca Kota



Figura 26. Lago Titicaca en Jisca Kota

Anexo 10. Estanque en Jisca Kota



Figura 27 Estanque en Jisca Kota

Anexo 11. Estanque en Sopocachi



Figura 28. Estanque en Sopocachi

Anexo 12. Pozo en Cusijata



Figura 29. Pozo en Cusijata

Anexo 13. Pozo Estanque Alto San Pedro Herramientas Agricultoras de mujeres aymaras YAPUCHIRIS 1994



Figura 30. Pozo Estanque Alto San Pedro Herramientas
agrícolas de mujeres aymaras YAPUCHIRIS 1994

Anexo 14. Río Chamacani



Figura 31. Río Chamacani

Anexo 15. Río Kinko



Figura 32. Río Kinko

Anexo 16. Río Challa



Figura 33. Río Challa

Anexo 17. Río Jinchaca

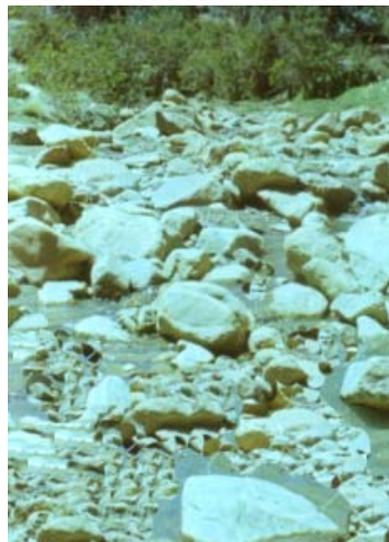


Figura 34. Río Jinchaca

Anexo 18. Río Sopocachi

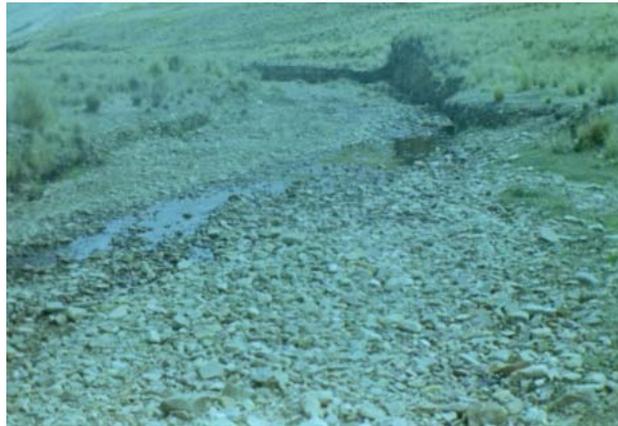


Figura 35. Río Sopocachi

Anexo 19. Río Pabellón



Figura 36. Río Pabellón

Anexo 20. Río Apacheta

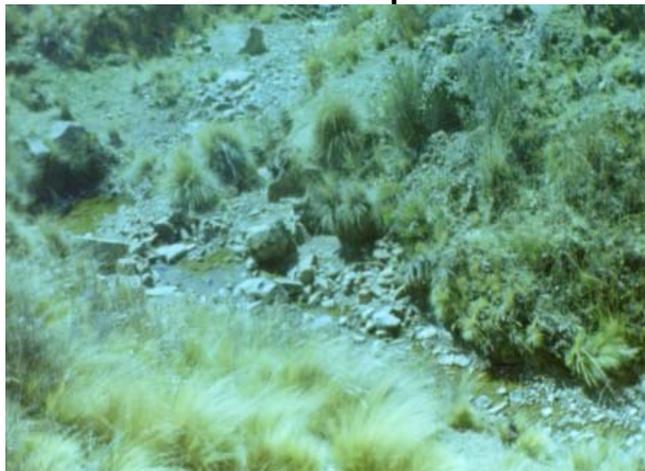


Figura 37. Río Apacheta

Anexo 21. Río Kinko 2



Figura 38. Río Kinko 2

Anexo 22. Río Tocopa



Figura 39. Río Tocopa

Anexo 23. Río Apacheta 2

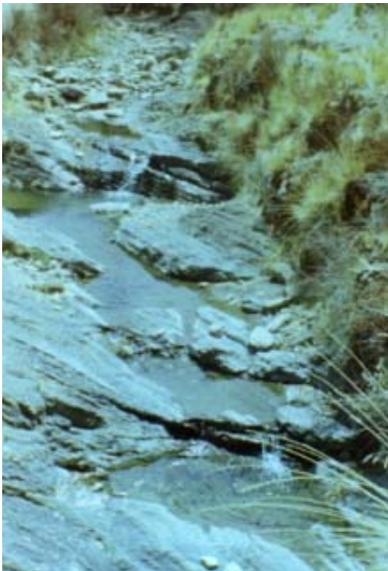


Figura 40. Río Apacheta 2

Anexo 24. Río Tipunku



Figura 41. Río Tipunku

Anexo 25. Cuestionarios

Comunidad..... Fecha.....

1. Que tipo de fuente de agua existe?

a) Existe un LAGO cercano?

SINO..... Nombre.....

Disponibilidad

Permanente.....Temporal

Uso de agua

Humano Si.....No....., Animal Si.....No....., Riego Si.....No.....,

Otros.....

b) Existe un RIO cercano?

SINO..... Nombre.....

Disponibilidad

Permanente.....Temporal

Uso de agua

Humano Si.....No....., Animal Si.....No....., Riego Si.....No.....,

Otros.....

SINO..... Nombre.....

Disponibilidad

Permanente.....Temporal

Uso de agua

Humano Si.....No....., Animal Si.....No....., Riego Si.....No.....,

Otros.....

SINO..... Nombre.....

Disponibilidad

Permanente.....Temporal

Uso de agua

Humano Si.....No....., Animal Si.....No....., Riego Si.....No.....,

Otros.....

SINO..... Nombre.....

Disponibilidad

Permanente.....Temporal

Uso de agua

Humano Si.....No....., Animal Si.....No....., Riego Si.....No.....,

Otros.....

SINO..... Nombre.....

Disponibilidad

Permanente.....Temporal

Uso de agua

Humano Si.....No....., Animal Si.....No....., Riego Si.....No.....,

Otros.....

c) Existe una vertiente cercana?

SINO..... Nombre.....

Disponibilidad

Permanente.....Temporal

Uso de agua

Humano Si.....No....., Animal Si.....No....., Riego Si.....No.....,

Otros.....

SINO..... Nombre.....

Disponibilidad

Permanente.....Temporal

Uso de agua

Humano Si.....No....., Animal Si.....No....., Riego Si.....No.....,

Otros.....

SINO..... Nombre.....

Disponibilidad

Permanente.....Temporal

Uso de agua

Humano Si.....No....., Animal Si.....No....., Riego Si.....No.....,

Otros.....

SINO..... Nombre.....

Disponibilidad

Permanente.....Temporal

Uso de agua

Humano Si.....No....., Animal Si.....No....., Riego Si.....No.....,

Otros.....

SINO..... Nombre.....

Disponibilidad

Permanente.....Temporal

Uso de agua

Humano Si.....No....., Animal Si.....No....., Riego Si.....No.....,

Otros.....

d) Existe un pozo cercano?

SINO..... Nombre.....

Disponibilidad

Permanente.....Temporal

Uso de agua

Humano Si.....No....., Animal Si.....No....., Riego Si.....No.....,

Otros.....

SINO..... Nombre.....

Disponibilidad

Permanente.....Temporal

Uso de agua

Humano Si.....No....., Animal Si.....No....., Riego Si.....No.....,

Otros.....

SINO..... Nombre.....

Disponibilidad

Permanente.....Temporal

Uso de agua

Humano Si.....No....., Animal Si.....No....., Riego Si.....No.....,

Otros.....

SINO..... Nombre.....

Disponibilidad

Permanente.....Temporal

Uso de agua

Humano Si.....No....., Animal Si.....No....., Riego Si.....No.....,

Otros.....

SINO..... Nombre.....

Disponibilidad

Permanente.....Temporal

Uso de agua

Humano Si.....No....., Animal Si.....No....., Riego Si.....No.....,

Otros.....

5. Usted conoce una forma de contaminación del agua? Cual?

Anexo 26. Observaciones climatológicas: Precipitaciones, Temperaturas máximas y mínimas

Precipitaciones Pluviales

Estación: COPACABANA Datos de: PRECIPITACION TOTAL (mm) Lat. S.: 16°09'
 Provincia: Manco Kapac Periodo: 1985 – 2005 Long. W.: 69°05'
 Departamento: LA PAZ Tipo de Est.: Meteorológica Altura: 3815 msnm

AÑO	Enero	Febre	Marz	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost	Sept	Octu	Novie	Diciem	Total
1985	210,7	195,3	47,7	105,1	10,2	43,0	0,0	23,7	44,3	31,2	213,9	193,1	1118,2
1986	127,1	158,4	168,8	110,3	25,8	3,0	13,5	15,2	23,4	12,5	28,5	137,5	824,0
1987	290,0	26,6	37,2	41,6	25,8	56,7	16,0	31,2	16,1	72,4	60,3	47,2	721,1
1988	98,0	74,1	172,2	98,8	30,5	0,0	9,3	0,0	38,0	21,7	28,7	93,8	665,1
1989	150,0	71,2	57,4	30,5	39,5	13,6	13,0	22,4	33,7	5,0	32,5	58,2	527,0
1990	107,7	38,5	45,0	48,6	25,6	50,6	2,5	17,9	18,6	100,7	76,3	137,4	669,4
1991	105,0	64,7	101,3	36,9		31,2	8,0	0,0	14,3	29,1	22,2	53,5	466,2
1992	151,9	62,9	20,5	22,9	0,0	5,7	15,4	35,5	0,0	37,9	72,4	92,1	517,2
1993	167,4	67,7	131,8	66,4	0,0	11,3	0,0	47,1	29,1	85,3	47,0	105,2	758,3
1994	80,8	127,0	102,0	42,0	0,0	5,3	14,7	5,5	6,2	37,6	49,7	84,0	554,8
1995	84,3	44,1	139,0	21,5	0,0	0,8	13,2	18,4	18,2	23,8	42,0	36,6	441,9
1996	186,7	112,9	34,9	21,7	0,0	7,3	15,5	26,1	22,8	13,5	73,8	148,3	663,5
1997	159,2	97,1	112,1	34,8	9,1	2,3	0,0	45,6	35,5	23,4	54,7	47,8	621,6
1998	98,0	86,4	113,3	32,5	0,0	29,5	0,0	9,8	2,2	44,4	68,4	36,6	521,1
1999	126,9	67,6	96,6	73,3	17,4	0,0	4,3	1,2	58,7	31,2	26,0	109,8	613,0
2000	309,3	126,8	60,7	0,0	3,6	10,0	0,0	37,6	0,0	126,8	16,3	196,8	887,9
2001	266,1	100,3	135,5	20,5	36,1	0,0	9,1	19,5	25,0	39,5	7,7	29,7	689,0
2002	180,1	137,4	94,7	72,0	42,3	31,2	45,9	30,2	26,3	81,4	38,8	76,6	856,9
2003	122,3	98,6	157,0	48,2	8,6	2,3	5,7	5,3	60,8	16,0	57,7	107,2	689,7
2004	327,3	149,1	93,0	59,3	0,0	8,3	33,1	32,3	18,8	16,0	37,3	101,7	876,2
2005	186,4	148,1	110,7	39,7	8,8	2,1	0,0	0,0	16,7	16,0	38,9	102,6	670,0
Total	3535,2	2054,8	2031,4	1026,6	283,3	314,2	219,2	424,5	508,7	865,4	1093,1	1995,7	14352,1

Fuente: SENAMHI (2006)

Temperatura Mínima

Estación: COPACABANA Datos de: TEMPERATURAS MINIMA MEDIA °C Lat. S.: 16°09'
 Provincia: Manco Kapac Periodo: 1985 – 2005 Long. W.:69°05'
 Departamento: LA PAZ Tipo de Est.: Meteorológica Altura: 3815 msnm

AÑO	Enero	Febre	Marz	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos	Sept	Octu	Novie	Dicie	Prome
1985	5,1	4,8	5,4	4,8	4,2	2,3	1,4	2,9	3,4	4,5	4,2	4,5	4,0
1986	5,4	4,8	4,6	4,6	1,9	2,0	0,9	2,1	3,4	4,0	5,1	4,8	3,6
1987	5,3	5,8	5,7	5,5	4,0	2,6	2,3	2,7	3,5	4,2	5,5	6,8	4,5
1988	6,0	6,3	5,8	5,3	4,2	2,0	2,2	3,4	3,3	4,1	4,9	4,2	4,3
1989	4,5	4,9	4,8	3,6	3,0	2,6	1,4	2,2	3,3	4,5	3,5	4,7	3,6
1990	4,2	4,9	4,7	4,5	3,4	1,7	1,5	2,2	2,8	4,7	5,6	5,1	3,8
1991	5,8	6,4	5,8	5,3		2,1	5,5	6,1	6,7	7,7	5,9	5,1	5,7
1992	6,7	4,7	5,4	4,9	4,1	2,7	1,6	2,0	2,4	4,5	5,0	5,3	4,1
1993	4,5	4,5	4,2	4,9	3,2	1,9	2,3	2,3	3,6	4,6	5,5	5,9	4,0
1994	5,3	5,0	4,8	5,4	4,2	2,3	2,2	3,0	3,7	4,8	5,6	5,5	4,3
1995	5,5	5,7	5,6	5,2	3,7	2,3	2,6	3,3	4,0	5,0	5,7	5,6	4,5
1996	5,4	5,7	5,8	5,3	4,1	2,7	1,8	3,0	3,2	5,2	4,6	5,1	4,3
1997	5,2	4,6	4,6	3,8	2,8	1,2	2,4	2,6	3,5	5,4	6,0	7,4	4,1
1998	7,2	7,2	7,0	6,2	4,1	3,0	2,6	3,3	2,6	5,3	5,6	6,6	5,1
1999	5,4	5,5	5,6	4,9	3,4	2,9	1,6	2,7	2,6	3,9	5,2	6,0	4,1
2000	5,9	4,2	5,0	4,5	3,6	1,8	2,1	2,0	2,7	3,0	3,0	3,4	3,4
2001	3,6	3,2	3,5	3,6	2,8	2,7	2,1	2,2	3,5	4,1	4,6	3,5	3,3
2002	4,4	5,2	5,1	4,1	3,2	2,8	1,8	2,4	3,2	4,4	5,2	5,7	4,0
2003	5,8	5,3	5,0	4,4	3,2	1,8	1,6	2,1	2,9	2,8	4,4	5,7	3,8
2004	5,7	3,9	5,0	4,9	3,0	2,0	2,0	2,7	3,5	4,3	5,5	5,5	4,0
2005	9,2	4,9	6,0	5,5	3,6	1,6	2,3	2,2	3,3	4,5	5,6	5,1	4,5

Fuente: SENAMHI (2006)

Temperatura Máxima

Estación: COPACABANA Datos de: TEMPERATURAS MAXIMA MEDIA °C Lat. S.: 16°09'
 Provincia: Manco Kapac Periodo: 1985 – 2005 Long. W.:69°05'
 Departamento: LA PAZ Tipo de Est.: Meteorológica Altura: 3815 msnm

AÑO	Enero	Febre	Marz	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos	Sept	Octu	Novie	Dicie	Prome
1985		13,4	14,2	13,5	13,4	11,6	11,4	13,2	13,1	15,0	13,1	14,0	13,3
1986		12,8		13,5	12,3	12,7	11,2	12,0	13,0	14,4	15,3	15,8	13,3
1987	14,1	15,8	15,0	14,6	13,3	12,6	12,6	13,7	15,2	15,0	15,6	16,8	14,5
1988	15,1	15,4	14,3	14,1	13,8	12,4	12,8	15,0	15,0	15,3	15,8	14,7	14,5
1989	13,7	14,4	14,0	13,4	13,5	12,9	12,3	12,9	13,8	15,2	15,5	15,7	13,9
1990	14,7	14,8	14,9	14,5	13,8	12,4	11,8	12,4	14,1	14,2	15,0	14,4	13,9
1991	14,6	15,1	14,2	13,6		12,2	12,5	13,5	13,0	14,3	14,8	15,4	13,9
1992	13,9	14,2	14,6	14,9	14,4	12,4	12,0	12,2	13,7	14,3	14,5	14,5	13,8
1993	13,0	13,9	13,3	13,7	13,5	11,9	12,4	12,2	13,9	14,2	15,3	14,9	13,5
1994	14,6	13,9	13,5	13,5	13,2	12,2	12,0	13,0	13,6	14,7	15,2	15,2	13,7
1995	14,6	15,2	14,2	14,2	14,1	12,4	12,8	13,9	13,9	15,8	15,3	15,2	14,3
1996	14,0	14,0	14,6	14,5	14,1	12,2	12,1	13,2	14,1	15,2	14,6	14,6	13,9
1997	14,2	13,6	13,2	13,6	13,8	12,3	12,8	13,0	14,0	14,1	16,6	17,9	14,1
1998	17,2	18,0	17,1	16,6	15,5	13,9	14,0	15,1	16,0	16,1	16,3	16,3	16,0
1999	15,4	15,2	14,4	14,5	14,7	14,5	13,9	14,4	15,2	15,3	15,5	15,2	14,9
2000	14,7	15,6	15,2	15,1	15,0	13,7	13,8	14,3	14,6	14,3	13,9	15,2	14,6
2001	14,0	14,4	14,0	15,2	15,0	14,8	14,9	15,0	15,3	16,1	17,1	16,4	15,2
2002	16,1	16,2	16,0	16,2	16,1	15,5	15,0	14,2	15,7	16,2	16,9	16,8	15,9
2003	16,2	15,9	15,4	15,5	15,2	14,5	14,7	14,4	15,3	16,5	17,3	17,1	15,7
2004	15,5	16,5	16,0	16,0	15,4	14,0	13,0	14,8	16,1	16,9	18,0	17,1	15,8
2005	16,3	16,3	16,4	16,2	15,8	14,8	15,1	15,2	16,9	17,4	18,9	18,7	16,5

Fuente: SENAMHI (2006)

Anexo 27. Análisis Probabilístico de precipitaciones

Para calcular probabilidades de lluvia mensual para el Cantón Copacabana mediante la distribución normal, es necesario conocer los parámetros que caracterizan a esta distribución; es decir, la media aritmética (\bar{x}) y la desviación estándar (DS) de los datos bajo análisis.

Promedios y desviación estándar de las precipitaciones.

AÑO	Enero	Febre	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Octubre	Noviem	Diciem
Prom	168,3	97,8	96,7	48,9	13,5	15,0	10,4	20,2	24,2	41,2	52,1	95,0
D.S.	74,37	44,07	45,23	29,55	14,84	17,83	11,58	14,98	16,84	32,86	41,86	48,04

Fuente: Elaboración propia en base a datos del SENAMHI.

Con los valores de “z” de -0.84 para el 80% y de -0.25 para el 60% se establece el nivel de probabilidad en base a la siguiente fórmula:

$$X = \bar{X} \pm Z \sigma \quad (\text{Ecuación 5})$$

Donde: X = Cantidad de lluvia a probabilidad determinada.
 \bar{X} = Media mensual.
 Z = Valor de Z correspondiente a la probabilidad deseada.
 σ = Desviación estándar.

Se calcularon las precipitaciones mensuales con probabilidades de excedencia del 80% (4 lluvias de cada 5) y del 60% (3 lluvias de cada 5). Es decir la precipitación que tiene una probabilidad de ser superada de cada 5 o 3 años de cada 5, respectivamente.

Valores de “z” Calculados meses enero a junio.

AÑO	Enero	Valor Z	Febre	Valor Z	Marzo	Valor Z	Abril	Valor Z	Mayo	Valor Z	Junio	Valor Z
1985	210,7	0,57	195,3	0,36	47,7	-1,62	105,1	-0,85	10,2	-2,13	43,0	-1,69
1986	127,1	-0,55	158,4	-0,13	168,8	0,01	110,3	-0,78	25,8	-1,92	3,0	-2,22
1987	290,0	1,64	26,6	-1,91	37,2	-1,76	41,6	-1,70	25,8	-1,92	56,7	-1,50
1988	98,0	-0,95	74,1	-1,27	172,2	0,05	98,8	-0,94	30,5	-1,85	0,0	-2,26
1989	150,0	-0,25	71,2	-1,31	57,4	-1,49	30,5	-1,85	39,5	-1,73	13,6	-2,08
1990	107,7	-0,82	38,5	-1,75	45,0	-1,66	48,6	-1,61	25,6	-1,92	50,6	-1,58
1991	105,0	-0,85	64,7	-1,39	101,3	-0,90	36,9	-1,77	0,0	-2,26	31,2	-1,84
1992	151,9	-0,22	62,9	-1,42	20,5	-1,99	22,9	-1,96	0,0	-2,26	5,7	-2,19
1993	167,4	-0,01	67,7	-1,35	131,8	-0,49	66,4	-1,37	0,0	-2,26	11,3	-2,11
1994	80,8	-1,18	127,0	-0,56	102,0	-0,89	42,0	-1,70	0,0	-2,26	5,3	-2,19
1995	84,3	-1,13	44,1	-1,67	139,0	-0,39	21,5	-1,97	0,0	-2,26	0,8	-2,25
1996	186,7	0,25	112,9	-0,75	34,9	-1,79	21,7	-1,97	0,0	-2,26	7,3	-2,17
1997	159,2	-0,12	97,1	-0,96	112,1	-0,76	34,8	-1,80	9,1	-2,14	2,3	-2,23
1998	98,0	-0,95	86,4	-1,10	113,3	-0,74	32,5	-1,83	0,0	-2,26	29,5	-1,87
1999	126,9	-0,56	67,6	-1,35	96,6	-0,96	73,3	-1,28	17,4	-2,03	0,0	-2,26
2000	309,3	1,90	126,8	-0,56	60,7	-1,45	0,0	-2,26	3,6	-2,22	10,0	-2,13
2001	266,1	1,31	100,3	-0,91	135,5	-0,44	20,5	-1,99	36,1	-1,78	0,0	-2,26
2002	180,1	0,16	137,4	-0,42	94,7	-0,99	72,0	-1,30	42,3	-1,69	31,2	-1,84
2003	122,3	-0,62	98,6	-0,94	157,0	-0,15	48,2	-1,62	8,6	-2,15	2,3	-2,23
2004	327,3	2,14	149,1	-0,26	93,0	-1,01	59,3	-1,47	0,0	-2,26	8,3	-2,15
2005	186,4	0,24	148,1	-0,27	110,7	-0,78	39,7	-1,73	8,8	-2,15	2,1	-2,24
Prom	168,3		97,8		96,7		48,9		13,5		15,0	
D.S.	74,37		44,07		45,23		29,55		14,84		17,83	

Fuente: Elaboración propia en base a datos del SENAMHI

Valores de “z” Calculados meses julio a diciembre.

AÑO	Julio	Valor Z	Agosto	Valor Z	Sept	Valor Z	Octubre	Valor Z	Noviem	Valor Z	Diciem	Valor Z
1985	0,0	-2,26	23,7	-1,94	44,3	-1,67	31,2	-1,84	213,9	0,61	193,1	0,33
1986	13,5	-2,08	15,2	-2,06	23,4	-1,95	12,5	-2,10	28,5	-1,88	137,5	-0,41
1987	16,0	-2,05	31,2	-1,84	16,1	-2,05	72,4	-1,29	60,3	-1,45	47,2	-1,63
1988	9,3	-2,14	0,0	-2,26	38,0	-1,75	21,7	-1,97	28,7	-1,88	93,8	-1,00
1989	13,0	-2,09	22,4	-1,96	33,7	-1,81	5,0	-2,20	32,5	-1,83	58,2	-1,48
1990	2,5	-2,23	17,9	-2,02	18,6	-2,01	100,7	-0,91	76,3	-1,24	137,4	-0,42
1991	8,0	-2,16	0,0	-2,26	14,3	-2,07	29,1	-1,87	22,2	-1,96	53,5	-1,54
1992	15,4	-2,06	35,5	-1,79	0,0	-2,26	37,9	-1,75	72,4	-1,29	92,1	-1,03
1993	0,0	-2,26	47,1	-1,63	29,1	-1,87	85,3	-1,12	47,0	-1,63	105,2	-0,85
1994	14,7	-2,07	5,5	-2,19	6,2	-2,18	37,6	-1,76	49,7	-1,60	84,0	-1,13
1995	13,2	-2,09	18,4	-2,02	18,2	-2,02	23,8	-1,94	42,0	-1,70	36,6	-1,77
1996	15,5	-2,06	26,1	-1,91	22,8	-1,96	13,5	-2,08	73,8	-1,27	148,3	-0,27
1997	0,0	-2,26	45,6	-1,65	35,5	-1,79	23,4	-1,95	54,7	-1,53	47,8	-1,62
1998	0,0	-2,26	9,8	-2,13	2,2	-2,23	44,4	-1,67	68,4	-1,34	36,6	-1,77
1999	4,3	-2,21	1,2	-2,25	58,7	-1,47	31,2	-1,84	26,0	-1,91	109,8	-0,79
2000	0,0	-2,26	37,6	-1,76	0,0	-2,26	126,8	-0,56	16,3	-2,04	196,8	0,38
2001	9,1	-2,14	19,5	-2,00	25,0	-1,93	39,5	-1,73	7,7	-2,16	29,7	-1,86
2002	45,9	-1,65	30,2	-1,86	26,3	-1,91	81,4	-1,17	38,8	-1,74	76,6	-1,23
2003	5,7	-2,19	5,3	-2,19	60,8	-1,45	16,0	-2,05	57,7	-1,49	107,2	-0,82
2004	33,1	-1,82	32,3	-1,83	18,8	-2,01	16,0	-2,05	37,3	-1,76	101,7	-0,90
2005	0,0	-2,26	0,0	-2,26	16,7	-2,04	16,0	-2,05	38,9	-1,74	102,6	-0,88
Prom	10,4		20,2		24,2		41,2		52,1		95,0	
D.S.	11,58		14,98		16,84		32,86		41,86		48,04	

Fuente: Elaboración propia en base a datos del SENAMHI

Ejemplo: para enero, la lluvia mensual con probabilidad de excedencia de 80%

$$Z = -0.84$$

$$\bar{X} = 168.3$$

$$\sigma = 74.37$$

$$X = 168.3 - 0.84 (74.37)$$

$$X = 105.592 \text{ mm.}$$

Probabilidad de excedencia de 60%

$$X = 168.3 - 0.25 (74.37)$$

$$X = 149.7075 \text{ mm.}$$

Para cada mes se procede de la misma manera calculándose la precipitación mensual con probabilidad de excedencia de 80 y 60 %.

Precipitaciones mensuales con probabilidad de excedencia de 60 y 80% en el Cantón Copacabana calculadas mediante la distribución normal.

Probabilidad de excedencia (%)	Precipitación (mm)											
	Enero	Febre	Marz	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agost	Sept	Octu	Novie	Diciem
60	149,749	86,831	85,426	41,499	9,782	10,504	7,544	16,468	20,015	32,995	41,588	83,024
80	105,868	60,831	58,739	24,065	1,029	0,023	0,715	7,628	10,081	13,610	16,893	54,683

Fuente : Elaboración propia en base a datos del SENAMHI

Las probabilidades de lluvias son menores en los meses de mayo, junio y julio, por otro lado las mayores precipitaciones en los meses de diciembre, enero y febrero.

La distribución normal es la que mejor se adecúa para el cálculo de probabilidades de excedencia de lluvias.

Anexo 28. Valores de la conductividad eléctrica

Tipo de recurso Hídrico	Conductividad Eléctrica (microSiemens/cm)	Simb	Observación
Lago Titicaca (Jisca kota)	1380	C3	Agua altamente salina
Lago Titicaca (Copacabana)	1379	C3	Agua altamente salina
Lago Titicaca (Chani)	1327	C3	Agua altamente salina
Lago Titicaca (Chapampa)	1324	C3	Agua altamente salina
Criadero de trucha (Chani)	1319	C3	Agua altamente salina
Lago Titicaca (San M Hueco)	1298	C3	Agua altamente salina
Lago Titicaca (Cusijata)	1281	C3	Agua altamente salina
Lago Titicaca (Tocopa)	1254	C3	Agua altamente salina
Río Chamacani (Chamacani)	372	C2	Agua de salinidad media
Río Tocopa (Tocopa)	326	C2	Agua de salinidad media
Río Ajanani (Villa Ajanani)	296	C2	Agua de salinidad media
Río Kinko 2 (Alto San Pedro)	265	C2	Agua de salinidad media
Río Kinko 1 (Cusijata)	200	C1	Agua de salinidad baja
Río Jokho (Chisi)	163,5	C1	Agua de salinidad baja
Río Tocopa (Tocopa)	336	C1	Agua de salinidad baja
Río Pabellón 2 (San Miguel de Hueco)	145	C1	Agua de salinidad baja
Río Huacuyo (Huacuyo)	135	C1	Agua de salinidad baja
Río Pabellón 1 (San Miguel de Hueco)	150	C1	Agua de salinidad baja
Río Chamacani (Chamacani)	107,9	C1	Agua de salinidad baja
Pozo (Cusijata)	105	C1	Agua de salinidad baja
Vertiente (Huacuyo)	103,5	C1	Agua de salinidad baja
Pozo estanque (Alt S Pedro)	102	C1	Agua de salinidad baja
Río Apacheta 2 (Sopocachi)	95,4	C1	Agua de salinidad baja
Vertiente (Cusijata)	87,4	C1	Agua de salinidad baja
Río Chiarjawira (Chapampa)	86,7	C1	Agua de salinidad baja
Río Apacheta 1 (Sopocachi)	98,42	C1	Agua de salinidad baja
Río Jinchaca (Chani)	50,9	C1	Agua de salinidad baja
Río Sopocachi (Sopocachi)	60.89	C1	Agua de salinidad baja
Río Tipunku (Sopocachi)	31,4	C1	Agua de salinidad baja

Fuente: Elaboración propia en base a visita a las comunidades (2006)

Anexo 29. Análisis Físico - químico de los recursos hídricos

(Ver Hoja adjunto)



MINISTERIO DE ASUNTOS CAMPESINOS Y AGROPECUARIOS
VICEMINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA
CENTRO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO ACUICOLA BOLIVIANO
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)

LABORATORIO DEL CIDAB ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS

INTERESADO: Germán Javier Yana Chambi

PROCEDENCIA: Dpto. LA PAZ Pvcia. MANCO KAPAC Mun. COPACABANA

Código	pH	C.E. (mS/cm)	Sodio (mg/l)	Potasio (mg/l)	Calcio (mg/l)	Magnesio (mg/l)	Cloruros (mg/l)	Sulfatos (mgPO ₄ /l)	Bicarbonatos (mg/l)
Río Pabellón	6,99	150	4,2	5,91	29,77	6,69	2,8	24,57	96,2
Río Kinko	7,1	265	10,23	7,22	22,9	11,22	2,4	158,19	128,83
Río Sopocachi	7,61	60,89	8,9	6,2	15,4	6,54	2,9	28,5	100,9
Río Apacheta	6,97	98,42	9,2	13,5	14,7	9,7	3,4	30,7	99,7
Río Tocopa	7,15	336	9,8	1,39	10,1	18,59	9,91	47,9	241,6
Lago Titicaca	7,94	1379	204,76	13,5	63,45	30,98	306,68	282,18	331,2

OBSERVACIONES: C.E. Conductividad eléctrica en MicroSiemens por centímetro




Ing. Ronald Vega Escalzo
Jefe Unidad Promoción
Productiva y Servicios
MAGDER - CIDAB

UNIDAD DE PROMOCION PRODUCTIVA Y SERVICIOS

FECHA: 14/02/07; HORA : 16:02

Anexo 30. Cálculo de la RAS

	Elemento (mg/l)			
	Sodio (Na)	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Bicarbonatos
Río Pabellón	4,2	29,77	6,69	96,2
Río Kinko	10,23	22,9	11,22	128,83
Río Sopocachi	8,9	15,4	6,54	100,9
Río Apacheta	9,2	14,7	9,7	99,7
Río Tocopa	9,8	10,1	18,59	241,6
Lago Titicaca	204,76	63,45	30,98	331,2

Equivalencias entre meq y mg

Iones	mg contenidos en un meq	meq contenidos en un mg
Ca (calcio)	20	0,0500
Mg (magnesio)	12,2	0,0819
Na (sodio)	23	0,0434
k (potasio)	39,1	0,0256
Cl (cloruro)	35,5	0,0282
SO4 (sulfato)	48	0,0208
HCO3 (bicarbonato)	61	0,0164
CO3 (carbonato)	30	0,0333
Fuente: Fuentes (1998)		

	Elemento (meq/l)				RAS (meq/l)
	Sodio (Na)	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Bicarbonatos	
Río Pabellon	0,182	1,489	0,548	1,578	0,181
Río Kinko	0,444	1,145	0,919	2,113	0,437
Río Sopocachi	0,386	0,770	0,536	1,655	0,478
Río Apacheta	0,399	0,735	0,794	1,635	0,457
Río Tocopa	0,425	0,505	1,523	3,962	0,422
Lago Titicaca	8,887	3,173	2,537	5,432	5,259

Calcio ajustado HCO3/Ca	CE (dS/cm)	Calcio ajustado en tablas	RAS ajustado (meq/l)
1,060	0,150	1,79	0,169
1,845	0,265	1,27	0,424
2,149	0,061	1,13	0,423
2,225	0,099	1,01	0,420
7,846	0,336	0,49	0,424
1,712	1,379	1,43	6,310

	C.E. (microSiemens/cm)		RAS (meq/l)	
Río Pabellon	130	C1	0,169	S1
Río Kinko	260,000	C2	0,424	S1
Río Sopocachi	60,890	C1	0,423	S1
Río Apacheta	98,500	C1	0,420	S1
Río Tocopa	326,000	C2	0,424	S1
Lago Titicaca	1362,000	C3	6,310	S2

Río Pabellón	C1	S1	Agua de baja salinidad, baja en sodio
Río Kinko	C2	S1	Agua de salinidad media, baja en sodio
Río Sopocachi	C1	S1	Agua de baja salinidad, baja en sodio
Río Apacheta	C1	S1	Agua de baja salinidad, baja en sodio
Río Tocopa	C2	S1	Agua de salinidad media, baja en sodio
Lago Titicaca	C3	S2	Agua altamente salina, media en sodio

Primeramente transformamos de mg/l a meq/l con la ayuda de la tabla de equivalencias

Ejemplo: para el río Pabellón:

	Sodio (Na)	Calcio (Ca)	Magnesio (Mg)	Bicarbonatos
Río Pabellón	4,2	29,77	6,69	96,2
multiplicar por	0,0434	0,05	0,0819	0,0164
Resultado	0,182	1,489	0,548	1,578

El calcio corregido (Ca°) toma en cuenta los cambios en contenido de calcio en el agua del suelo, que pueden resultar debido a su precipitación o disolución durante o después del riego y se calcula de la siguiente manera: se obtiene la relación de bicarbonatos (HCO_3) en relación al contenido de calcio.

Ejemplo: cálculo de Ca° corregido para la muestra del río Pabellón

$$\text{Conductividad eléctrica} = 150 \mu\text{S/cm}$$

$$HCO_3 = 1.578 \text{ meq/l.}$$

$$Ca = 1.489 \text{ meq/l.}$$

Bicarbonatos en relación al contenido de calcio

$$HCO_3 / Ca = 1.578 / 1.489$$

$$HCO_3 / Ca = 1.060$$

Con la relación entre bicarbonato y calcio (1.060) y la conductividad eléctrica (150 $\mu\text{S/cm}$ o 0.15 dS/m), se obtiene el $\text{Ca}^\circ = 1.79$ con lo que se calculó la $\text{RAS}^\circ = 0.181$.

Con la ayuda del siguiente cuadro se obtiene la corrección de la concentración del calcio.

Concentración de calcio (Ca^{2+}) en el agua del suelo, contenido en el suelo cerca de la superficie, que resultaría de regar con agua de una determinada C.E. y un determinado valor de HCO_3/Ca

HCO ₃ (meq/l) / Ca (meq/l)	C.E. del agua aplicada (dS/cm)											
	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	1	1,5	2	3	4	6	8
0,05	13,2	13,61	13,92	14,4	14,79	15,26	15,91	16,43	17,28	17,97	19,07	19,94
0,1	8,31	8,57	8,77	9,07	9,31	9,62	10,02	10,35	10,89	11,32	12,01	12,56
0,15	6,34	6,54	6,69	6,92	7,11	7,34	7,65	7,9	8,31	8,64	9,17	9,58
0,2	5,24	5,4	5,52	5,71	5,87	6,06	6,31	6,52	6,86	7,13	7,57	7,91
0,25	4,51	4,65	4,76	4,92	5,06	5,22	5,44	5,62	5,91	6,15	6,52	6,82
0,3	4	4,12	4,21	4,36	4,48	4,62	4,82	4,98	5,24	5,44	5,77	6,04
0,35	3,61	3,72	3,8	3,94	4,04	4,17	4,35	4,49	4,72	4,91	5,21	5,45
0,4	3,3	3,4	3,48	3,6	3,7	3,82	3,98	4,11	4,32	4,49	4,77	4,98
0,45	3,05	3,14	3,22	3,33	3,42	3,53	3,68	3,8	4	4,15	4,41	4,61
0,5	2,84	2,93	3	3,1	3,19	3,29	3,43	3,54	3,72	3,87	4,11	4,3
0,75	2,17	2,24	2,29	2,37	2,43	2,51	2,62	2,7	2,84	2,95	3,14	3,28
1	1,79	1,85	1,89	1,96	2,01	2,09	2,16	2,23	2,35	2,44	2,59	2,71
1,25	1,54	1,59	1,63	1,68	1,73	1,78	1,86	1,92	2,02	2,1	2,23	2,33
1,5	1,37	1,41	1,44	1,49	1,53	1,58	1,65	1,7	1,79	1,86	1,97	2,07
1,75	1,23	1,27	1,3	1,35	1,38	1,43	1,49	1,54	1,62	1,68	1,78	1,86
2	1,13	1,16	1,19	1,23	1,26	1,31	1,36	1,4	1,48	1,54	1,63	1,7
2,25	1,04	1,08	1,1	1,14	1,17	1,21	1,26	1,3	1,37	1,42	1,51	1,58
2,5	0,97	1	1,02	1,06	1,09	1,12	1,17	1,21	1,27	1,32	1,4	1,47
3	0,85	0,89	0,91	0,94	0,96	1	1,04	1,07	1,13	1,17	1,24	1,3
3,5	0,78	0,8	0,82	0,85	0,87	0,9	0,94	0,97	1,02	1,06	1,12	1,17
4	0,71	0,73	0,75	0,78	0,8	0,82	0,86	0,88	0,93	0,97	1,03	1,07
4,5	0,66	0,68	0,69	0,72	0,74	0,76	0,79	0,82	0,86	0,9	0,95	0,99
5	0,61	0,63	0,65	0,67	0,69	0,71	0,74	0,76	0,8	0,83	0,88	0,93
7	0,49	0,5	0,52	0,53	0,55	0,57	0,59	0,61	0,64	0,67	0,71	0,74
10	0,39	0,4	0,41	0,42	0,43	0,45	0,47	0,48	0,51	0,53	0,56	0,58
20	0,24	0,25	0,26	0,26	0,27	0,28	0,29	0,3	0,32	0,33	0,35	0,37
30	0,18	0,19	0,2	0,2	0,21	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,27	0,28

Fuente: FAO (1997) citado por Fuentes (1998)

Luego se obtiene la RAS corregida total que en el caso del río Pabellón es de 0.169 meq/l.

Anexo 31. Propuestas de Proyectos

Anexo 31a.

Nombre del proyecto: CONSTRUCCION DE ATAJADOS PARA RIEGO

Las comunidades participantes son:

Comunidad	Nº de familias
Alto San Pedro	75
Villa Ajanani	45
Chisi	200
Chani	250

Antecedentes

Ante la necesidad de contar con el recurso agua durante la época de estiaje, se vio por conveniente la construcción de atajados de hormigón en el Municipio de Copacabana, dicho proyecto será para captar mayor caudal de agua para asegurar y garantizar el riego en los diferentes cultivos existentes en la zona de estudio y de esta manera se mejorará las condiciones de vida de los pobladores

Objetivo General

Construcción de atajados para reserva de agua.

Objetivo específico:

- Dotar de agua para riego en la época de estiaje a las familias beneficiarias
- Incrementar la producción de los cultivos de la zona.
- Mejorar el nivel de vida de los pobladores.

SITUACIÓN SIN PROYECTO

En la actualidad las comunidades, tienen una baja producción por falta de agua en épocas críticas y por ende tienen un menor ingreso económico.

SITUACIÓN CON PROYECTO

La ejecución puesta en marcha del proyecto, proporcionará un conjunto de beneficios de magnitud a favor de los agricultores de la zona, al lograr el incremento de la producción agrícola y de los ingresos netos, al igual que la disminución de la mano de obra desocupada.

Anexo 31b.

Nombre del Proyecto: CONSTRUCCION DE CANALES DE RIEGO

Las comunidades participantes son:

Comunidad	Nº de familias
Chamacani	70
Sopocachi	47
Cusijata	125
Huacuyo	210
Chisi	200

Antecedentes

Actualmente las comunidades cuentan con un sistema precario de canales de riego (acequias) sin revestimiento alguno, el cual tiene una gran cantidad de perdidas por infiltración, percolación y cortes de suministro, lo que ocasiona pérdidas hídricas a los productores.

Objetivo General

Construcción de canales de riego en las comunidades

Objetivos específicos

- Construcción de canales de riego de cemento
- Evitar la pérdida de agua por infiltración.
- Evitar la erosión del suelo y arrastre de partículas mediante la escorrentía hacia los cultivos.

SITUACIÓN SIN PROYECTO

Actualmente los habitantes de las comunidades solo esperan las lluvias, para iniciar la siembra y desarrollo del ciclo agrícola de cultivos, de este modo tener rendimientos mejorados en sus cultivos, por ende no utiliza bien el recurso hídrico.

SITUACIÓN CON PROYECTO

Con el propósito del proyecto se pretende mejorar el suministro y la distribución del agua entre los productores de la zona, con los canales de riego se producirá un conjunto de beneficios de magnitud a favor de los agricultores, tales como el incremento en la producción agropecuaria, incremento de sus ingresos netos.

Anexo 31c.

Nombre del Proyecto: CONSTRUCCION DE CARPAS SOLARES

Las comunidades participantes son:

Comunidad	Nº de familias
Chamacani	70
Chapampa	80
Jisca Kota	50
Marca Cosco	20
Tocopa	100

Antecedentes

Debido a la existencia y la apertura de canales de riego, los pobladores de las comunidades muestran mucho interés en la implementación y construcción de carpas solares, con una adecuada orientación y asesoramiento técnico, se podrá asegurar la producción de hortalizas, consecuentemente permitirá mejorar la situación económica de los participantes.

Objetivo General

Aprovechar el recurso hídrico de la zona para la producción de hortalizas dentro de las carpas solares.

Objetivo específico:

- Implementar cursos de capacitación y manejo de carpas solares en diferentes hortalizas.
- Sembrar en épocas adversas al cultivo, en carpas solares.
- Incrementar el ingreso anual de las familias.

Alcance del proyecto

Una razón para seguir trabajando en estos predios, es la importancia de producir hortalizas, que antes no era posible producir a campo abierto, como lechugas,

acelgas, tomates y otros. De esta manera los productores generarán mayor ingreso económico y gran variedad de productos hortícolas para el mercado.

SITUACIÓN SIN PROYECTO

Actualmente en algunas comunidades, cuentan con carpas familiares, donde los comunarios no cuentan con un apoyo técnico, ni con recursos económicos para poder construir estas carpas.

SITUACIÓN CON PROYECTO

Se pretende construir nuevas carpas solares, con el fin de aprovechar los recursos hídricos, donde las comunidades se beneficien directamente, además se les brindará asistencia técnica con respecto al manejo de las diferentes hortalizas.

Por otro lado se dotará de insumos para la construcción de las carpas como: agrofilm, puntales, implementos para riego, semillas de diferentes hortalizas, como lechuga, tomate y otros, los comunarios como contraparte aportaran con su mano de obra y materiales disponibles de la zona.

Con este fin se pretende obtener mayor variedad de hortalizas para la venta y de esta manera captar mayor ingreso económico para cada familia.

Anexo 31d.

Nombre del proyecto: CRIANZA DE TRUCHAS

Las comunidades participantes son:

Comunidad	Nº de familias
Chani	250
Chisi	200
Tocopa	100
San Miguel de Hueco	43

Antecedentes

Dentro el municipio de Copacabana, las comunidades que se encuentran más próximos al lago Titicaca, se vio por conveniente fomentar la crianza de truchas en jaulas flotantes, para lo cual se planificó la dotación de jaulas y alevinos a las diferentes comunidades, con el fin de aprovechar el recurso hídrico existente en la zona de estudio.

Objetivo General

Implementar la crianza de trucha en jaulas flotantes en el Lago Titicaca.

Objetivo específico:

- Dotar de jaulas flotantes
- Efectuar cursos de capacitación respecto a la cría de trucha
- Mejorar las condiciones económicas de los pobladores

SITUACIÓN SIN PROYECTO

Actualmente las comunidades de la zona de estudio, carecen de apoyo técnico con respecto al manejo de truchas en jaulas, por lo que tienen una baja producción de esta especie y por ende tienen un menor ingreso económico.

SITUACIÓN CON PROYECTO

Con la dotación de las jaulas para el proyecto crianza de trucha, se espera mejorar los ingresos económicos de los pobladores, ya que la producción será destinada al consumo y a la venta del mismo.

Este fin se logrará en base a la siembra de alevinos de truchas que serán adquiridos del CIDAB (Centro de Investigación y Desarrollo Acuícola Boliviano), además dicho centro estará a cargo de la asistencia técnica y seguimiento del manejo de las truchas en jaulas.

PRINCIPALES ACTIVIDADES DEL PROYECTO

Dotación de Jaulas

La compra y la dotación de jaulas que serán distribuidas a las comunidades, estará a cargo de la Prefectura y la Alcaldía de Copacabana.

Compra de alevinos

La compra de alevinos de truchas se hará del CIDAB, mediante un estudio del proyecto a diseño final con la Prefectura del Departamento de La Paz, junto a las comunidades participantes.

Cursos de capacitación

La Honorable Alcaldía Municipal de Copacabana y el CIDAB asumirán la realización de cursos de capacitación, dirigida a la producción piscícola, con cronograma de actividades a establecerse, para los cursos generales y específicos donde participarán directamente los comunarios. Se desarrollará temas relacionados al proyecto: como piscicultura intensiva, truchicultura, procesamiento de pescado, enfermedades de peces.