

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS
“ Dr. MARTÍN CARDENAS”



**CARACTERIZACION DEL USO DEL AGUA EN EL ABANICO DE
PUNATA**

TESIS PRESENTADA PARA
OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO

SONIA VASQUEZ MENECEZ

COCHABAMBA - BOLIVIA

2007

HOJA DE APROBACIÓN

.....
Ing. M. Sc. Iván Del Callejo
Tribunal

.....
Ing. M. Sc. Oscar Delgadillo
Tribunal

.....
Ing. M. Sc. Alfredo Durán
Tribunal

.....
Ing. M. Sc. Juan Villarroel
Decano FCA y P

AGRADECIMIENTOS

Al Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua Centro A.G.U.A-UMSS por brindarme el apoyo necesario para desarrollar mi trabajo de tesis.

A mis Asesores Ing. M. Sc. Iván del Callejo, Ing. M. Sc. Alfredo Duran y Ing M Sc. Oscar Delgadillo por sus consejos y apoyo en todas las fases de realización del trabajo.

A las Familias que me permitieron trabajar con ellas en la recolección de información y compartieron sus experiencias conocimientos y vivencias a cerca de los distintos temas.

A mi Familia por su cariño y constante apoyo.

RESUMEN.

El presente estudio busca responder y facilitar la comprensión de la necesidad de realizar una planificación que permita el uso sostenible del agua. Esto a través de la caracterización de los usos actuales y sus cambios en el tiempo, de modo que se contribuya a identificar tendencias en la demanda futura de agua.

La investigación se realizó en el abanico de Punata. El nivel de análisis fue la unidad de producción familiar, identificada dentro de unidades agrupadas de acuerdo a las características de producción, disponibilidad y acceso al agua.

Se mostró que las características de disponibilidad definen el uso de fuentes de agua, su variación tiene un efecto en las características de uso y los beneficios otorgados. El crecimiento en la demanda de agua, motivó el mejoramiento de la infraestructura y la mayor explotación de aguas subterráneas, provocando la intensificación de la agricultura. Por otro lado, el descenso del nivel freático debido a esta explotación, permitió una evolución en cuanto a la tecnología de distribución y abastecimiento de agua potable.

SUMMARY

The present study looks for to respond and to facilitate the understanding of the necessity of carrying out a planning that allows the sustainable use of the water. This through the characterization of the current uses and their changes in the time, so it is contributed to identify tendencies in the future demand of water.

The investigation was carried out in the “Abanico de Punata”. The analysis level was the family unit, identified inside units contained according to the characteristics of production, availability and access to the water.

It shown that the characteristics of availability define the use of sources of water, their variation has an effect in the use characteristics and the granted benefits. The growth in the demand of water, promoted the improvement of the infrastructure and a higher exploitation of underground water causing thus the intensification of agriculture. On the other hand, the depletion of the water level due to this exploitation, allowed an evolution in the distribution technology and supply of drinking water.

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2. OBJETIVOS.....	2
1.2.1. <i>Objetivo General</i>	2
1.2.2. <i>Objetivos Específicos</i>	2
II . DESCRIPCIÓN DE LA ZONA.	3
2.1. UBICACIÓN Y ÁREA DE ESTUDIO.	3
2.2. CLIMA	3
2.3. VEGETACIÓN.	5
2.4. FISIOGRAFÍA	5
2.5. SUELOS.....	6
2.6. ACTIVIDADES ECONÓMICAS.	6
2.7. FUENTES DE AGUA.	8
2.7.1. <i>Represa</i>	8
a) <i>Totora Khocha</i>	8
b) <i>Laguna Robada</i>	8
c) <i>Lluska Khocha</i>	9
2.7.2. <i>Aguas de Río</i>	9
a) <i>Mit'a</i>	9
b) <i>Pilayacu La Villa</i>	10
c) <i>Pilayacu Pucara</i>	10
d) <i>Rol</i>	11
2.7.3. <i>Aguas Subterráneas</i>	12
a) <i>Pozos de riego</i>	12
b) <i>Pozos de agua potable</i>	13
c) <i>Galerías filtrantes</i>	13
2.7.4. <i>Aguas residuales</i>	13
III . MARCO CONCEPTUAL.....	15
3.1. FUNCIONES DEL AGUA.....	15
3.2. USO DEL AGUA.....	15
3.2.1. <i>Usos agrícolas</i>	16
Factores que Influyen en el Uso Agrícola del Agua.....	17
a) Características de suministro del Sistema de Riego.....	17
▪ Intervalos.....	17
▪ Caudales.....	18
▪ Tiempos de riego.....	18
▪ Época.....	18
b) Accesibilidad.....	18
c) Rubros de Producción.....	18
3.2.2. <i>Uso Doméstico</i>	19
3.2.3. <i>Uso Industrial</i>	20
3.3. EJES TEMÁTICOS PARA ENTENDER EL USO DEL AGUA.....	21
3.3.1. <i>Disponibilidad de Agua</i>	21
3.3.2. <i>Demanda de Agua</i>	22
3.3.3. <i>Tecnología</i>	23
3.3.4. <i>Efectos y Beneficios del Uso del Agua</i>	24
3.4. CAMBIOS EN EL USO DEL AGUA.....	25
3.5. FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS CAMBIOS EN EL USO DEL AGUA.....	26
IV . MATERIALES Y METODOLOGÍA.....	28
4.1. MATERIALES.....	28
4.1.1. <i>Materiales de campo</i>	28
4.1.2. <i>Material de gabinete</i>	28

4.2. METODOLOGÍA.....	29
4.2.1. Primera Fase: Diagnóstico.....	30
▪ Recopilación de Información.....	30
▪ Elaboración de fichas de levantamiento de información.....	30
▪ Identificación de Unidades de Análisis.....	30
4.2.2. Segunda Fase: Trabajo de Campo.....	33
▪ Caracterización de los Principales Usos del Agua.....	33
▪ Identificación de Cambios en la Disponibilidad de Agua.....	34
▪ Identificación de las Tecnologías del Uso del Agua.....	35
▪ Determinación de los Beneficios que se Obtienen con los Diferentes Usos del Agua.....	35
▪ Identificación de los Cambios y los Factores para el Cambio en el Uso del Agua.....	36
4.2.3. Tercera Fase: Trabajo de Gabinete.....	36
▪ Sistematización de Información.....	36
▪ Interpretación y Análisis de los Resultados.....	36
▪ Taller de Presentación de resultados y retroalimentación.....	36
V. RESULTADOS.....	37
5.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS USOS SEGÚN LAS DIFERENTES FUENTES DE AGUA.....	37
5.2. USOS AGRÍCOLAS.....	38
5.2.1. Caracterización del Agua para Uso Agrícola.....	39
a) Disponibilidad e Importancia de las fuentes de agua.....	39
▪ Agricultor Granero Semitemporal (AGST).....	41
▪ Hortícola Floricultor Semi Intensivo (HFLSI).....	42
▪ Hortícola Intensivo (HIN).....	43
▪ Hortícola Lechero Intensivo (HLIN).....	45
▪ Hortícola Semi Intensivo (HSI).....	46
▪ Productor Lechero Frutícola Semi -Intensivo (PLFRSI).....	47
▪ Productor Lechero Semi Intensivo (PLSI).....	48
▪ Productor Lechero Semi Temporal (PLST).....	49
b) Usos Agrícolas de las diferentes Fuentes de Agua.....	51
b.1) Relación Disponibilidad - Uso.....	52
▪ Época - Uso.....	53
▪ Titora Khocha.....	53
▪ Laguna Robada.....	54
▪ Lluska Khocha.....	55
▪ Caudal -Uso.....	58
▪ Titora Khocha.....	58
▪ Laguna Robada.....	59
▪ Lluska Khocha.....	59
▪ Pozos.....	61
▪ Número de largadas - Uso.....	62
▪ Seguridad - Uso.....	64
▪ Influencia de la disponibilidad sobre los usos del agua.....	65
▪ Acceso - Uso.....	68
b.2.) Relación Demanda de Agua- Uso.....	71
▪ Cambios en la Demanda Agrícola del Agua en el Tiempo.....	74
b.3.) Relación Tecnología - Uso del Agua.....	77
▪ Métodos de riego.....	78
▪ Tipos de riego.....	79
▪ Infraestructura.....	80
b.4) Relación Beneficios Obtenidos de la Producción Agrícola - Uso.....	82
▪ Hortícola Intensivo (HIN).....	83
▪ Horticultor Florícola Intensivo (HFLIN).....	84
▪ Productor Lechero Frutícola Semi Intensivo (PLFRSI).....	85
▪ Productor Pecuario Lechero Semi Temporal (PPLST).....	85
▪ Agricultor Granero Semi Temporal (AGRST).....	86
▪ Productor Pecuario Lechero Semi Intensivo (PPLSI).....	87
5.2.2. Uso Pecuario.....	91
5.3. USO DOMÉSTICO.....	93
5.3.1. Uso doméstico del Agua (Centro Poblado).....	93
a) Disponibilidad de Agua.....	93

b) Usos del Agua doméstica.....	94
c) Tecnología.....	96
▪ Captación.....	96
▪ Red de distribución.....	97
d) Percepciones sobre el servicio.....	97
▪ Sobre el tiempo de suministro.....	97
▪ Sobre cortes de agua.....	97
5.3.2. <i>Usos domésticos del Agua en las Unidades Rurales</i>	98
a) Disponibilidad de Agua.....	98
<i>Fuente: Lazarte 2007</i>	101
b) Usos del agua potable.....	102
c) Tecnología.....	104
▪ Captación.....	105
▪ Almacenamiento.....	106
▪ Líneas de Bombeo del agua Potable.....	106
▪ Red de distribución.....	106
▪ Formas de Distribución.....	107
▪ Tiempo de entrega del Agua.....	108
d) Costo del servicio.....	109
▪ Tarifas.....	110
▪ Inversión.....	110
e) Percepciones sobre el Servicio.....	111
▪ Sobre el tiempo de Suministro.....	111
▪ Sobre cortes de Agua.....	112
▪ Sobre Costos y Tarifas.....	112
▪ Sobre los beneficios.....	113
5.3.3. <i>Demanda del agua</i>	113
5.4. USOS INDUSTRIALES.....	114
5.4.1 <i>Lavado de autos</i>	114
5.4.2 <i>Elaboración de chicha</i>	115
5.5. CAMBIOS EN EL USO DE LAS FUENTES DE AGUA EN EL TIEMPO.....	117
▪ La calidad del agua como un factor que define su Uso.....	119
VI . CONCLUSIONES.....	121
VII . BIBLIOGRAFIA.....	123

INDICE DE FIGURAS

Pag.

Figura 1. Ejes Temáticos.....	21
Figura 2. Esquema Marco Conceptual	27
Figura 3. Esquema Metodológico.	29
Figura 4. Volumen Total de agua Utilizada según usos.....	38
Figura 5. Volúmenes anuales aportados por unidad de producción AGST.	41
Figura 6. Percepciones sobre la importancia de las Fuentes de Agua (AGRST).....	42
Figura 7. Volúmenes anuales aportados por unidad de producción.....	42
Figura 8. Percepciones sobre la importancia de las fuentes de agua (HFLSI)	43
Figura 9. Volúmenes anuales aportados por unidad de producción (HIN).	43
Figura 10. Percepciones sobre la importancia de las fuentes de agua (HIN)	44
Figura 11. Volúmenes Aportados anualmente por Unidad de producción (HLIN)	45
Figura 12. Percepciones sobre la importancia de las fuentes de agua (HLIN)	45
Figura 13. Volumen anual aportado por unidad de producción (HSI).....	46
Figura 14. Percepciones sobre la importancia de fuentes de agua (HSI).....	47
Figura 15. Volumen anual aportado por unidad de producción (PLFRSI).	47
Figura 16. Percepciones sobre la importancia de las Fuentes de agua (PLFRSI)	48
Figura 17. Volumen anual Aportado por unidad de producción (PLSI).	48
Figura 18. Percepciones sobre la importancia de las fuentes de agua (PLSI)	49
Figura 19. Volumen Anual Aportado por Unidad de Producción (PLST).	50
Figura 20. Percepciones sobre la importancia de las fuentes de Agua (PLST).....	50
Figura 21. Época de funcionamiento Totora Khocha (1991-2005)	53
Figura 22. Época de Funcionamiento de Laguna Robada (1988 a 2005)	54
Figura 23. Época de funcionamiento represa Lluska khocha (1988 -2005).....	55
Figura 24. Características de la producción agrícola y su relación con la operación de las represas.....	55
Figura 25. Variación de Caudales en la represa Totora Khocha.	58
Figura 26. Variación de Caudales en la Represa Laguna Robada	59
Figura 27. Variación de los Caudales Lluska khocha.....	59
Figura 28. Variación de los Caudales de Pozo.....	61
Figura 29. Variación del Número de Largadas en las Represas	62
Figura 30. Variación temporal de los Volúmenes Explotados para Uso Agrícola.	65
Figura 31. Demanda de Agua Actual.....	72
Figura 32. Requerimiento de Riego por unidad.....	72
Figura 33. Variación de la demanda de Agua	74
Figura 34. Variación de la demanda total de agua para riego.....	77
Figura 35. Disponibilidad de agua.	87
Figura 36. Rendimiento de cultivos.....	88
Figura 37. Fuentes de agua para uso pecuario	91
Figura 38. Crecimiento del número de pozos.	100
Figura 39. Usos Domésticos del Agua	102
Figura 40. Formas de Distribución.....	107
Figura 41. Formas de Distribución de Agua.....	108
Figura 42. Percepciones sobre la cantidad de agua disponible.	111
Figura 43. Percepciones cortes de Agua.....	112
Figura 44. Crecimiento del consumo doméstico del agua.	114

INDICE DE CUADROS

	<i>Pag.</i>
<i>Cuadro 1. La calidad de las Aguas Residuales.....</i>	<i>13</i>
<i>Cuadro 2. Características de las Fuentes de Agua.....</i>	<i>14</i>
<i>Cuadro 3. Unidades de Análisis.....</i>	<i>31</i>
<i>Cuadro 4. Codificación de Cultivos.....</i>	<i>33</i>
<i>Cuadro 5. Principales usos por Fuente de Agua.....</i>	<i>37</i>
<i>Cuadro 6. Disponibilidad de Agua por unidad y su importancia.....</i>	<i>40</i>
<i>Cuadro 7. Usos Agrícolas de las distintas fuentes de agua.....</i>	<i>52</i>
<i>Cuadro 8. Principales Cultivos por Fuente de Agua.....</i>	<i>57</i>
<i>Cuadro 9. Fuentes de agua utilizadas para el riego de preparación en cada unidad de análisis.....</i>	<i>58</i>
<i>Cuadro 10. Cédulas de Cultivos y su relación con la disponibilidad de Agua. (HIN).....</i>	<i>63</i>
<i>Cuadro 11. Formas de Acceso al Agua.....</i>	<i>66</i>
<i>Cuadro 12. Acceso Actual al Agua.....</i>	<i>67</i>
<i>Cuadro 13. Influencia de la Disponibilidad sobre los Usos del Agua.....</i>	<i>69</i>
<i>Cuadro 14. Número de Riegos por Cultivo.....</i>	<i>70</i>
<i>Cuadro 15. Volumen (m³/Ha).....</i>	<i>70</i>
<i>Cuadro 16. Cédula de Cultivos por unidad.....</i>	<i>73</i>
<i>Cuadro 17. Cédula de Cultivos 1983 (%).....</i>	<i>75</i>
<i>Cuadro 18. Cédula de Cultivos 1992-1997.....</i>	<i>76</i>
<i>Cuadro 19. Cédula de Cultivos 2005.....</i>	<i>76</i>
<i>Cuadro 20. Costos Inherentes al Uso del Agua en Riego (\$us/Ha) HIN.....</i>	<i>83</i>
<i>Cuadro 21. Costos Inherentes al Uso del Agua en Riego (\$us/ha) HFLIN.....</i>	<i>84</i>
<i>Cuadro 22. Costos Inherentes al Uso del Agua en Riego (\$us./Ha) PLFRSI.....</i>	<i>85</i>
<i>Cuadro 23. Costos Inherentes al Uso del Agua en Riego (\$us./ha) PPLST.....</i>	<i>85</i>
<i>Cuadro 24. Costos Inherentes al Uso del Agua en Riego (\$us/Ha) AGRST.....</i>	<i>86</i>
<i>Cuadro 25. Costos Inherentes al Uso del Agua en Riego (\$us/ha) PPLSI.....</i>	<i>87</i>
<i>Cuadro 26. Beneficios totales por unidad.....</i>	<i>88</i>
<i>Cuadro 27. Costos totales por unidad.....</i>	<i>89</i>
<i>Cuadro 28. Costos relacionados al agua (\$us/ riego de 1 hectárea).....</i>	<i>89</i>
<i>Cuadro 29. Número de animales por unidad Familiar.....</i>	<i>92</i>
<i>Cuadro 30. Consumo promedio por animal.....</i>	<i>92</i>
<i>Cuadro 31. Consumo de agua en el Abrevado de animales por (Unidad Familiar).....</i>	<i>92</i>
<i>Cuadro 32. Sistemas de Agua Potable Independientes.....</i>	<i>96</i>
<i>Cuadro 33. Principales Fuentes de Agua Para Usos Doméstico por Unidad.....</i>	<i>98</i>
<i>Cuadro 34. Variación de la Procedencia del Agua potable.....</i>	<i>99</i>
<i>Cuadro 35. Fuentes de Agua Alternativas.....</i>	<i>102</i>
<i>Cuadro 36. Consumo por persona (l/día).....</i>	<i>103</i>
<i>Cuadro 37. Consumo Diario de Agua Potable Zona Rural.....</i>	<i>103</i>
<i>Cuadro 38. Cambios en la forma de entrega de agua.....</i>	<i>104</i>
<i>Cuadro 39. Tiempo de Suministro de Agua Potable por Unidad.....</i>	<i>109</i>
<i>Cuadro 40. Costo mensual del agua potable en las Distintas Unidades.....</i>	<i>109</i>
<i>Cuadro 41. Inversión para la Implementación de un Sistema de Agua Potable.....</i>	<i>110</i>
<i>Cuadro 42. Beneficios del Agua.....</i>	<i>115</i>
<i>Cuadro 43. Beneficios del Agua (\$us./Producción.).....</i>	<i>116</i>
<i>Cuadro 44. Cambios en los usos de las fuentes de agua.....</i>	<i>118</i>
<i>Cuadro 45. Calidad de las Fuentes de Agua.....</i>	<i>119</i>

INDICE DE MAPAS

	<i>Pag.</i>
<i>Mapa 1. Ubicación del Área de Estudio.....</i>	<i>4</i>
<i>Mapa 2. Unidades de Análisis.....</i>	<i>32</i>
<i>Mapa 3. Infraestructura Revestida Actual.....</i>	<i>81</i>
<i>Mapa 4. Disponibilidad de agua para uso Doméstico (Centro Poblado).....</i>	<i>95</i>
<i>Mapa 5. Disponibilidad de agua para uso Doméstico</i>	<i>101</i>
<i>Mapa 6. Área de Influencia de las Aguas de Río.....</i>	<i>Anexo 1</i>
<i>Mapa 7. Área de Influencia de las represas</i>	<i>Anexo 1</i>
<i>Mapa 8. Ubicación de los Pozos.</i>	<i>Anexo 1</i>

I. INTRODUCCIÓN.

El abanico de Punata cuenta con importantes recursos hídricos superficiales y subterráneos, los que tienen una diversidad de usos. Esta zona es un centro productivo muy importante que basa su economía en la producción agrícola y otras actividades artesanales, los cuales dependen de la presencia y uso de las distintas fuentes de agua.

Hace algunas décadas, se contaba con los flujos básicos de los ríos. Posteriormente para incrementar la cantidad de agua se habilitaron nuevas fuentes, entre ellas las represas y durante los últimos años se aceleró la perforación de pozos. Los primeros fueron con fines de riego de cultivos y los últimos destinados al uso tradicional para el abastecimiento humano y también para la agricultura. Este hecho ha significado una creciente explotación de los recursos hídricos. Las nuevas explotaciones han ido transformando paulatinamente el uso de las distintas fuentes de agua por cambios en el suministro, distribución y utilización del agua potable y de riego, procesos que se han ido acelerando en años recientes. Este es un aspecto de preocupación ya que se trata de un recurso cada vez más escaso, es por ello que se hace necesaria una planificación tendiente al uso sostenible de los recursos hídricos de esta zona.

El presente estudio plantea determinar y caracterizar los usos del agua de las distintas fuentes, así como el análisis de los cambios ocurridos y los factores que llevaron a estos cambios, para poder prever algunas tendencias que se traduzcan en nuevos escenarios de demanda de agua, lo que aportará en gran medida en la planificación sostenible de los recursos hídricos en el municipio de Punata.

El documento presenta una caracterización de los usos consuntivos del agua, en unidades de análisis identificadas de acuerdo a la disponibilidad de agua y las características de uso de tierra. La caracterización se hizo a través del análisis de la relación del uso con los distintos ejes temáticos adoptados para este estudio, y la dinámica temporal de estos ejes permitió encontrar y describir algunos cambios ocurridos en las características del uso del agua.

1.1. Planteamiento del Problema.

Si bien hay un conocimiento acerca de los tipos de fuentes de agua en Punata y de los cambios en la explotación de estas fuentes, no se conocen las características actuales de los usos del agua ni la evolución de los mismos, lo que dificulta hacer proyecciones sobre la demanda de agua para los distintos sectores, con la finalidad de planificar de manera sostenible el desarrollo agropecuario y urbano de la zona.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General.

Caracterizar los usos actuales del agua y analizar elementos para identificar algunos cambios en los usos del agua de las fuentes que aportan hacia el abanico de Punata, de modo que se contribuya a identificar tendencias en el uso y la demanda futura de agua.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- Determinar la importancia de las fuentes de agua para los distintos usos.
- Identificar los cambios en la disponibilidad y su influencia sobre los usos del agua.
- Identificar y caracterizar la tecnología relacionada al uso del agua.
- Determinar los beneficios generados por los diferentes usos del agua.

II . DESCRIPCIÓN DE LA ZONA.

2.1. Ubicación y área de estudio.

El área de estudio se encuentra en el denominado Abanico de Punata, ubicado en el municipio de Punata que corresponde a la primera sección de la provincia del mismo nombre. Este Abanico también está formado por parte de los municipios de San Benito y Arani. Limita al norte con el municipio de San Benito, al este con el municipio de Arani, al sur con el municipio de Villa Rivero, y al oeste con el municipio de Cliza.

Cuenta con aproximadamente 26140 habitantes, el 56 % de la población es considerada como población rural y el 44 % restante como población urbana. (Censo 2001)

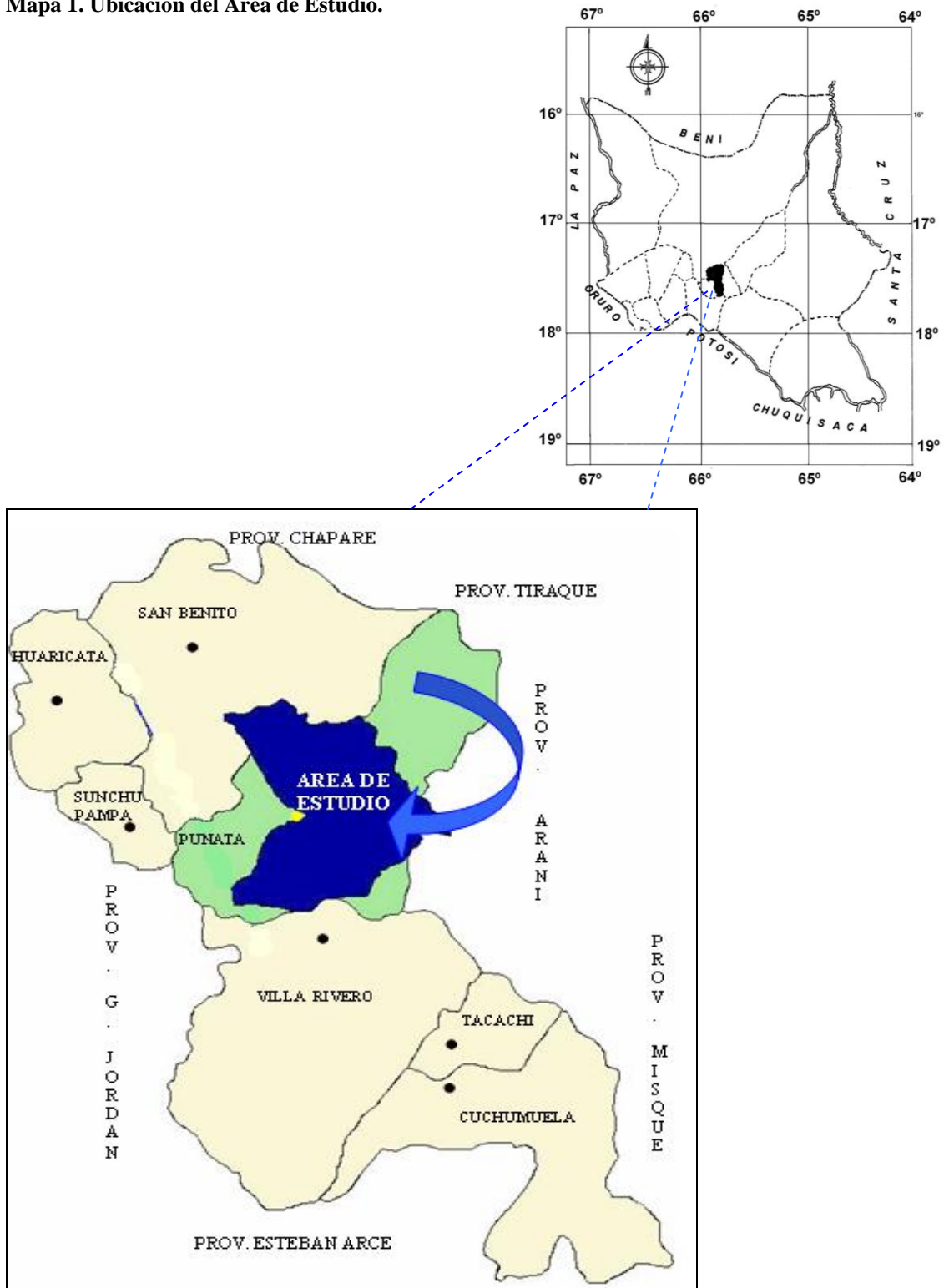
Geográficamente, se halla entre las coordenadas 17°30' a 17°35' de Latitud Sur 65°46' a 65°53' de longitud oeste; a una altitud promedio de 2700 m.s.n.m. La zona de estudio está localizada en el Valle Alto del departamento de Cochabamba a 45 km. de la ciudad. Mapa 1.

2.2. Clima

El Abanico tiene un clima seco y templado cálido. El ciclo climatológico de la zona es bastante marcado; una época lluviosa que abarca de noviembre a abril y otra época seca de mayo a octubre. La precipitación media anual es de 290 mm; la temperatura media anual varía entre 12 y 18 grados centígrados. Las heladas nocturnas ocurren solo en los meses de invierno. (Estación Chaupisuyu)

Los datos para la Humedad Relativa (HR), obtenidos en la estación de León Rancho, puede considerarse como representativa, donde los valores medios mensuales oscilan entre 57% para los meses de enero y febrero, siendo los meses de menor humedad 45%, el mes de Julio, registrándose una media general de 50% de HR.

Mapa 1. Ubicación del Área de Estudio.



2.3. Vegetación.

La zona de vida presente en el área de estudio corresponde a Estepa Espinosa Montano Bajo Subtropical. El clima, en su forma típica (no transicional), es muy favorable a la vida y salud humana y excepto por la falta de precipitación adecuada es netamente favorable al cultivo intensivo y a la cría de animales domésticos.

La vegetación natural circundante se caracteriza por especies xerófitas. El uso y aprovechamiento de diferentes tipos de agua para el riego en la zona, ha permitido que se genere una vegetación variada de árboles y arbustos; Entre las especies forestales más importantes tenemos: Molle (*Schinus molle*), Algarrobo (*Prosopis juliflora*), Eucalipto en sus dos variedades (*Eucalyptus globulus* y *rostrata*), Sauce llorón (*Salix babilonica*), Retama (*Spartium junceum*) y otras de menor importancia como la jarca, Tara, Ulala, Chillca, Karalahua, Chiri Molle, etc. Entre las especies tradicionalmente cultivadas están, principalmente: Maíz (*Zea mays*), Papa (*Solanum tuberosum*), Alfalfa (*Medicago sativa*), Trigo (*Triticum vulgare*); además, se cultivan varias hortalizas, sobresaliendo: Cebolla (*Allium cepa*), Zanahoria (*Daucus carota*), rábano (*Raphanus sativus*) y otros. Aparte de éstos se cultivan también frutales (Duraznero, Ciruelo, Manzano, etc.) y flores en menor medida. (Montes Oca, 1992)

2.4. Fisiografía

Según la clasificación efectuada por el MACA, pertenece a la provincia fisiográfica de la Cordillera Oriental-Central, dentro la gran unidad agroecológica de los valles y comprendida en la zona agroecológica de los Valles del Norte.

La zona de estudio constituye un amplio abanico aluvial. Al pie de la cordillera desemboca en las cabeceras de este Valle el río Jatun Pucara Mayu, formando terrazas aluviales dando origen a los ríos Morro, Puca Orko, Wasa Mayu y Paracaya formando terrazas bajas y medias, playas de río, depresiones y bancos de material grueso. Gran parte de estas formaciones son de topografía relativamente uniforme, ligeramente inclinada hacia S y SO, y posee un macro relieve plano con una pendiente suave (0 - 3%). (Montes Oca, 1992)

2.5. Suelos.

La zona de estudio constituye un amplio abanico aluvial con una serie de terrazas artificiales que los agricultores han ido formando por continuos procesos de colmataje.

El estudio de suelos realizado por Soto en 1991 revela que los suelos son de origen coluvioaluvial, predominando texturas moderadamente finas a finas generalmente asociados con problemas de drenaje y en algunos casos de salinidad.

El río Pucara Mayu ha jugado un papel importante en la formación de estos suelos, arrastrando gran cantidad de sedimentos de las zonas montañosas y depositándolas en el Valle. Por medio de este proceso continuo, los suelos experimentan siempre nuevos aportes de sedimentos recientes y subrecientes de diferentes tipos y/o clases. (MACA, 1980). La distribución por tamaños del material depositado es relativamente mala, es por esta razón que se registra una gran heterogeneidad vertical y horizontal de las propiedades físicas y químicas de los depósitos; pero, existe la tendencia de que los materiales más gruesos (a menudo de tamaño hasta de canto rodado) se depositen cerca del punto más alto (o ápice) del abanico, mientras que el limo y arcilla se depositan en su base.

Existen suelos con poco o ningún desarrollo genético de horizontes, predominando texturas medias en todo el perfil y variando de muy profundo a moderadamente profundos. (MACA, 1980). En términos generales, los suelos son más superficiales y más sueltos en la parte norte, y en la parte sur son más duros y profundos y con una napa freática más elevada, presentando en algunas zonas afloraciones de sal.

La coloración de los suelos es pardo amarillento, textura media, estructura blocosa, moderada a débil, friable. La capa arable es de textura media. Las características químicas son: pH ligeramente alcalino; conductividad eléctrica menor de 4 milimhos/cm.; potasio, fósforo y materia orgánica de niveles bajos.

2.6. Actividades Económicas.

Las actividades económicas de mayor importancia son la producción agrícola, la elaboración de derivados (chicha, quesillo, etc.), la agro-artesanía y la comercialización de todos estos

productos. Sin embargo, como una consecuencia del incremento de la población económicamente activa, han ido adquiriendo cada vez mayor importancia otras fuentes de ingresos, especialmente los que provienen de la migración a ciudades, para trabajar temporalmente. Esta migración es una de las corrientes más importantes de los últimos años, por los ingresos que aparentemente se generan y por la magnitud de la población involucrada.

Prácticamente el área de estudio presenta una agricultura de regadío, en el cual predomina a lo largo del año el cultivo de Maíz, seguido de Alfalfa, Papa, Cebolla y otras hortalizas, además de pequeñas extensiones de cereales, frutales y flores (Gutiérrez, 1990). La gran mayoría de los sistemas de producción implementados en la zona se caracterizan por presentar diversidad de cultivos y de rubros productivos, que se complementan entre si y en buena medida están articulados al mercado. Sin embargo, la desigual disponibilidad de agua en el sistema determina que en ciertas áreas exista una diversificación mucho más notable que en las zonas con menos acceso al agua.

La crianza de animales, que por lo general involucra a un reducido número de vacunos, algunos ovinos, cuyes, gallinas, y unos pocos cerdos y asnos, está ampliamente generalizada.

La zona sur, influenciada por una menor disponibilidad de agua al estar más alejada de la bocatoma principal del sistema de riego, muestra predominancia de sistemas pecuarios sobre los agrícolas y como consecuencia de este fenómeno, el cultivo de Alfalfa es el segundo en importancia, después del Maíz. Este cambio productivo determina por una parte una menor intensificación agrícola, pero simultáneamente permite el crecimiento de la ganadería, aspecto que es favorecido además por el relativamente mayor tamaño de las propiedades agrícolas de esta zona.

La principal limitación para la producción intensiva es la falta de agua desde junio hasta noviembre.

2.7. Fuentes de Agua.

2.7.1. Represa

a) Totorá Khocha.

Esta represa opera desde 1991, el área neta regable dentro de Punata es de 3000 ha, opera con caudales de 1800 - 2000 l/s en la represa siendo el caudal de llegada a la bocatoma de 1600 l/s que se divide en 8 grupos (Gutiérrez, 1992). El tiempo de una largada dura aproximadamente 12 días. Según el seguimiento de largadas realizado por el PRIV el año 1994 se tiene que el volumen recibido por acción de 30 minutos es de 360 m³ (1ª largada 1994). Con una acción de 30 minutos el agricultor puede regar aproximadamente una arrobada¹ de terreno.

La frecuencia depende de las precipitaciones para la recarga de la represa. La variación de ésta es notoria siendo el promedio desde 1991 al 2005 de 3 veces por año y el máximo alcanzado de 6 veces el año 1997. Los últimos 2 años el agua almacenada permitió una sola largada pero con un tiempo mayor a los 30 minutos (45 minutos /acción) debido a que el agua almacenada en la represa no era suficiente para realizar dos largadas, ya que una de ellas hubiera permitido un riego de solo (15 minutos /acción). Al ver que la operación del sistema es muy complicado decidieron realizar una sola largada ampliando el tiempo por usuario.

La época de funcionamiento es en época de estiaje (agosto- diciembre) generalmente los riegos con esta represa empiezan en los meses de agosto o septiembre.

El uso de agua de esta fuente es principalmente para riego (el método de riego es por gravedad, siendo bancales, melgas y surcos; en la época de estiaje los riegos son realizados por inundación sobre todo para barbecho o preparación de siembra de maíz., riego de maíz y alfalfa (Delgadillo, 1996).

b) Laguna Robada.

Está ubicada en la cordillera de Tiraque, tiene una capacidad de almacenamiento de 2.2 hm³, acumulando un promedio de 1.6 hm³. Las comunidades usuarias de esta laguna son 10 (291 socios), distribuyéndose por turnos entre 7.5 a 30 minutos/turno.

¹ Medida de superficie más usada en la región de Punata; equivale a 0,360 ha.

El caudal de operación es de 600l/s en la represa, y 400 - 450 l/s en la bocatoma, repartiéndose en 2 grupos y llegando al usuario con un caudal de 100 a 250 l/s, la duración de la largada es aproximadamente de 4 días. El número de largadas por año es de 10 a 12 y dependiendo del volumen almacenado en la presa.

El agricultor puede regar aproximadamente 1 arrobada por ser el caudal de entrega similar al de Totorá khocha y si el terreno regado es barbecho la superficie que se puede regar es aproximadamente 2000 m².

La época de funcionamiento es dependiente de la cantidad almacenada, siendo en general de abril a diciembre.

c) Lluska Khocha.

Está ubicada en la cordillera de Tiraque, tiene una capacidad de 1.25 hm³ y la de Muyu Loma de 1.0 hm³. Los embalses interconectados acumulan en años promedios 1.5 hm³, conjuntamente. El caudal de operación es de 200-300 l/s en la represa y 150-250 en la bocatoma, cada usuario riega aproximadamente con 100-200 l/s. El sistema abastece a 10 comunidades de Punata que no tienen derecho a Laguna Robada además de 2 comunidades de Tiraque, con un número total de 570 socios en el área de estudio. (Delgadillo 1996).

Esta represa opera en forma de monoflujo. Consecuentemente, el tiempo que dura una largada es de 9 días, el número de largadas varía entre 4 y 6 por año. El periodo en que funciona esta represa es entre Abril a Noviembre. Algo que resalta de la operación de esta represa es que el agua debe recorrer una gran distancia hasta llegar a la bocatoma, aproximadamente 40 Km. Esta distancia, y el hecho de que atravesase toda la zona de Tiraque, le da una baja eficiencia de conducción y un mayor requerimiento en cuanto a control durante las largadas. (Vega, 1996)

2.7.2. Aguas de Río.

a) Mit'a

Son aguas claras del flujo base del río Jatun Pucara Mayu, proveniente del escurrimiento de la parte alta de la cuenca y con caudales entre 50 a 300 l/s que incluso pueden llegar a cero, en función de la época y del régimen de lluvia presente en el año para la cuenca.

Este sistema beneficiaba antes de la reforma agraria a algunas haciendas, o grupos de campesinos que llegaron a comprar tierras antes de la reforma (piqueros). Con la reforma agraria, al distribuirse las tierras, también se distribuyeron los derechos de Mit'a entre los colonos de cada Hacienda.

La Mit'a funciona rotativamente entre estos diferentes grupos o usuarios individuales, ubicados, en su mayoría, en las comunidades cercanas a la cabecera del abanico.

Existen, sin embargo, diferentes "categorías" o intervalos en los que el agua vuelve al mismo usuario. Lo más común son Mit'as de 21 días. No obstante, por diferentes arreglos y derechos que datan de antes de la reforma agraria, existen también Mit'as de 9 semanas de intervalo, otras de 12 semanas, otras de 18 y algunas hasta de 36 semanas.

La particularidad de este sistema es que los turnos van corriendo aunque no haya agua en el río. (Del Callejo, 1999).

Los usos de agua van desde riego, construcción, lavado de ropa y lavado de verduras.

b) Pilayacu La Villa

Es un derecho permanente de la comunidad de La Villa. Tiene como fuente de agua a vertientes localizadas en el lecho del río Jatun Pucara Mayu en el lugar llamado "Ichu molino". Tiene existencia desde antes de la reforma agraria.

El caudal varía de enero a diciembre teniendo un caudal medio de 14 l/s. El intervalo de entrega es variable llegando a cada agricultor después de 2 ó 3 semanas, este al igual que el tiempo no son determinados porque el derecho está asignado al terreno, llegando el turno de riego de un socio una vez que el socio anterior termine de regar todo su terreno.

c) Pilayacu Pucara

Es agua proveniente del flujo base del río Pucara Mayu. Es un derecho permanente de la comunidad de Pucara para captar un caudal de 10 - 20 l/s, dependiendo del caudal que llegue a la bocatoma, con frecuencias de 12-18 días (Gutiérrez, 1992).

Está referido a una especie de vertiente que casi no cambia su caudal en el año (20 litros como máximo) y que fluye todo el tiempo. Últimamente, en la época de estiaje, este caudal se ha visto reducido e inclusive desaparece durante algún tiempo, fenómeno que no acontecía anteriormente.

d) Rol.

El Rol es un sistema que utiliza las aguas del río Jatun Pucara Mayu. Opera o entra en vigencia en periodos comprendidos entre los meses de diciembre a marzo, cuando el caudal en la bocatoma es mayor a la capacidad de los canales (800 a 3000 l/s). Utilizan agua de Rol formando grupos que están divididos por límites naturales, conduciendo las aguas por los ríos (ramales) que se mencionan a continuación: Puka Orqo, Quebrada Morro, Chak'i Mayu, Wasa Mayu y Río Paracaya (Gutiérrez, 1992).

Estas aguas son controladas por la Central Campesina de Punata para garantizar una distribución más equitativa entre comunidades que no cuentan con otra fuente de agua.

El tiempo y la frecuencia dependen de la cantidad de precipitaciones. El tiempo para cada comunidad depende del número de usuarios que deseen regar, varía entre 12- 60 horas y el tiempo por usuario entre 15-30 minutos.

En la época más lluviosa del año, entre enero y febrero, u ocasionalmente después de lluvias de alta intensidad en cualquier otra época, es posible que lleguen crecidas considerables al río Pucara, de manera que el agua entra por todos los ramales del río sin ningún control. En estos casos se habla de un cuarto sistema de riego que es el de **“Riadas” o “Avenidas”**. Los caudales pueden ser de varios metros cúbicos por segundo hasta más de 100 m³/s, aunque la duración es corta. En estos casos el riego es a demanda libre, y debido a la gran cantidad de sedimentos que son arrastrados por la corriente, estas aguas turbias son empleadas, para realizar los llamados “lameos”² y/o la recuperación de tierras en la ribera del río (Del Callejo, 1999).

² Técnica de manejo de suelos que consiste en la aplicación de aguas turbias con caudales grandes para la deposición de sedimentos (limo) a las parcelas para mejorar sus características.

2.7.3. Aguas Subterráneas.

Las aguas subterráneas son extraídas a través de pozos perforados y en menor medida pozos excavados. Los primeros están distribuidos en todo el abanico de Punata y conforman sistemas gestionados en forma grupal o comunal. Los pozos excavados son pozos familiares, ubicados mayormente en la parte sureste del abanico.

Según un inventario de Aguas subterráneas realizado en el abanico de Punata existen 203 pozos perforados de los que el 88 % son pozos “comunales” aunque en realidad solo está conformado por un determinado grupo y no comprende a toda la comunidad o puede comprender a varias comunidades. El 12 % son pozos privados (un solo propietario). Los pozos se definen de acuerdo al propósito de uso que tienen, es así que del número total de pozos que existen en Punata el 38 % son para uso Doméstico (agua Potable), el 49% para uso agrícola (pozo de riego), el 8 % son de uso Mixto (Agua potable y riego) y el 5 % para uso industrial.

a) Pozos de riego.

Con caudales entre 10- 20 l/s producen alrededor de 6 hm³ anuales para el riego, principalmente, de cultivos comerciales (hortalizas, cebolla y papa). En cuanto al volumen de agua, los pozos forman la fuente de riego más importante en Punata en la época de estiaje. Las siembras empiezan a partir de junio hasta fines de diciembre e incluso enero. Algunos cultivos como la cebolla por su tolerancia a agentes climáticos adversos, (como las bajas temperaturas o heladas) y por su valor comercial, justifican el riego con agua de pozo y son sembrados y trasplantados durante casi todo el año (Delgadillo, 2004).

El intervalo o frecuencia de riego depende del pozo, varía entre 7 a 14 días funcionan de forma constante en su mayoría del mes de abril a diciembre desde 12-21 horas con un caudal promedio de 9 l/s un caudal mínimo de 3 l/s y máximo de 22 l/s. En épocas que no son de estiaje (Diciembre a Marzo) estas cifras cambian debido a que el pozo no funciona dándole oportunidad de recargarse de agua y en caso de que funcione es por menor cantidad de tiempo.

La forma de distribución es muy variable dependiente de la organización alrededor del pozo.

b) Pozos de agua potable.

Estos son los sistemas de agua en mayor cantidad siendo generalmente un pozo por comunidad y en algunos casos 2 ó 3, o por el contrario, la agrupación de 2 o más comunidades forman una organización para compartir un sistema. El uso principal de muchos de estos pozos en principio fue de riego pero al bajar su caudal los habilitaron para la provisión de agua potable, los caudales varían desde 1 hasta 9 l/s siendo el caudal promedio de 4 l/s, el tiempo de funcionamiento varia desde 3 hasta 24 horas por día y funcionan todo el año.

c) Galerías filtrantes.

Son aguas captadas del flujo subsuperficial del río Pucara Mayu, siendo su función principal la provisión de agua potable para el uso en el centro poblado y también en comunidades aledañas a la infraestructura de captación. Tienen un caudal mínimo de 10 l/s, según datos obtenidos en octubre de 2004 y un máximo de 25.33 l/s en marzo del mismo año. La época de funcionamiento es todo el año y el tiempo de suministro varia de 4 - 24 horas diarias, teniendo un promedio de 18 h/diarias. Se estima que en promedio se producen 78330 m³ de agua al mes. (Latin Consult, 2005).

2.7.4. Aguas residuales.

Provenientes de la planta de tratamiento de aguas ubicado en la comunidad de Tajamar Centro del municipio de Punata. Esta fuente se utiliza en la zona sur este, en las comunidades de Chirusi Rosario, Chirusi Grande, Sobra Chirusi, Colque Rancho y Tajamar Centro donde no llega Totorá Khocha. Cuentan con esta fuente desde (1996) esta zona se caracteriza por ser muy árida y seca. Antes de 1996 contaban solo con aguas de lluvia para la producción, los principales cultivos regados con esta fuente son: alfalfa y maíz.

Cuadro 1. La calidad de las Aguas Residuales

Parámetro	Unidad	Ingreso planta	Salida Planta	Admisión legislación.
PH		6.9	7.1	6.0-9.0
DBO	Mg/l O ₂	370.90	31.3	80
DQO	Mg/l O ₂	741.5	257.8	250

Fuente: Camacho 2005

Los caudales que llegan al usuario son de 10-20 l/s, el tiempo de utilización por comunidad va desde 15-20 días y el usuario puede regar 8 horas, con un intervalo de tres meses por riego y una frecuencia de 3 veces al año.

Cuadro 2. Características de las Fuentes de Agua

Fuente de Agua	Q(l/s)	Frecuencia Nº veces/año	Tiempo Acción(horas)	Intervalo (días)	Época
REPRESAS					
Totora Khocha	100-200	1 - 4	0.5 (<i>Turno</i>)	39	Ago-Oct
Laguna Robada	100-200	6 - 11	0.5 (<i>Turno</i>)	24	Mar-Dic
Lluska Khocha	150-200	3 - 6	0.5 (<i>Turno</i>)	29	Abril- Oct
Aguas Servidas	20	3 - 4	8 (<i>Turno</i>)	90	Abril-dic
AGUAS DE RIO					
Rol	300	2 - 5	0.25- 0.50 (<i>Turno</i>)	15-30	Dic-Mar
Mit'a	20-300	3 -7	Variable	20-25	Dic-Mar
Pilayacu	10- 20	18 - 24	variable	7-14	Ene –Dic
SUBTERRANEAS					
Pozos de riego	10 -12	24 - 48	1 - 8 (<i>Turno</i>)	7-14	Abr- Dic
Pozos de agua potable	1- 9	-	3 - 24 (<i>día</i>)	0	Ene-Dic
Galerías filtrantes	10-25	-	6 - 18 (<i>día</i>)	0	Ene-Dic

III . MARCO CONCEPTUAL

Son limitadas las publicaciones bibliográficas que tratan la temática del uso del agua de una forma integral, siendo recientes las investigaciones y estudios realizados sobre este tema. La mayoría de estos estudios se concentra en la determinación de la demanda de agua o del consumo en diferentes sectores de uso. El acceso a estas publicaciones es muy limitado y el contexto y dimensión muy diferente al del estudio realizado. Bajo estas limitaciones se realizará en los siguientes párrafos una descripción de algunas definiciones que permitirán comprender el concepto de uso del agua adoptado para esta investigación.

3.1. Funciones del agua.

Entendido como el destino que el hombre otorga a los recursos hídricos. En el tema del riego la función que cumple el agua es mejorar el estado de la tierra, abastecer de agua a la parcela, o protección de los cultivos. Existiendo una diferencia entre las características del agua utilizadas para las distintas funciones (Gerbrandy, G y Hoogendam. 1998).

Atendiendo a las diversas funciones del agua, es necesario distinguir tres rangos de valor cualitativamente diferentes, según nos refiramos a: funciones básicas *de vida*, funciones de servicio público o de interés general y funciones relacionadas con actividades productivas y negocios lícitos de carácter privado.

La principal función del agua es de carácter fisiológico puesto que moviliza y distribuye elementos químicos y sirve de vehículo para el transporte de nutrientes procurando la vida humana, animal y de las plantas. Pero también cumple otras funciones; en el caso de la agricultura, el mejoramiento de los suelos a través de arrastre o transporte de minerales y sedimentos, y reducción de los efectos de fenómenos climáticos como las heladas. En los otros usos (doméstico e industrial) sirve como disolvente, transporte de materiales, o como materia prima. Por tanto la función del agua es entendida como la actividad del agua dentro de distintos usos.

3.2. Uso del Agua.

Para Olarte citado por Vargas (1995) el uso de agua se define “como la práctica general que adopta un usuario o conjunto de usuarios en el contexto físico del recurso”.

La amplitud de este concepto no permite una buena comprensión del mismo para la definición del estudio. Por esto el siguiente párrafo contiene el concepto adoptado para el estudio realizado.

Entenderemos al uso del agua como *el empleo o explotación que el hombre hace de los recursos hídricos a los que le asigna distintas funciones sean estas productivas o para consumo directo; las mismas que se encuentran condicionadas a las características de la disponibilidad y las necesidades de los objetivos a los que se destina.*

El agua es la sustancia de consumo humano más común y generalizado. Se la utiliza para regar los cultivos, para beber, para la limpieza y la cocina, como materia prima industrial, para enfriamiento y muchos otros propósitos.

Boelens et. al. (2001) indican que en términos generales, los usos del agua pueden dividirse en dos grandes categorías: el uso “consuntivo” (como en el caso de sistemas de riego, de agua potable) y el uso “no consuntivo” (como energía, acuicultura y recreación)

En este estudio nos concentraremos en el análisis del uso del agua en áreas rurales y peri urbanas donde predomina el uso consuntivo.

En la actualidad a nivel mundial el 78% del agua extraída se utiliza para el riego le sigue el uso público urbano con 11.5% y el industrial con 8.5%. Otros usos como el pecuario o el destinado a la acuicultura consumen el restante 2.2%. Banco Mundial (2004),

3.2.1. Usos agrícolas.

Según el PRONAR. (2000) Los usos agrícolas del agua están en función de las diferentes épocas y prácticas agrícolas ya que algunas practicas requieren caudales grandes, (lameo y riego de empanto), otras con caudales menores como los riegos para el cultivo.

El agua tiene diversos usos, Gutiérrez, Z. (1992) señala que desde la visión del campesino no existe una priorización exclusiva de la relación agua-suelo-planta, ya que el agua no es considerada solamente como un recurso para la producción sino que tiene múltiples funciones y usos muy variados.

Por lo descrito anteriormente, podemos decir que las funciones del agua pueden llegar a definir el uso de fuentes de agua de acuerdo a las características de estas.

En el análisis hecho por Vargas (1995) se muestran dos casos: uno de Punata donde las aguas de río dicen no tener especificidad en su uso. Por el contrario Apollin y Eberhart en un estudio de riego realizado en Tiquipaya señalan que el uso de las distintas fuentes de agua es coherente con la diversidad de los sistemas de cultivo y que existe una especificidad de usos por tipo de fuente y la época de funcionamiento de estas fuentes. La misma especificidad se muestra en el estudio de Bleumik y Sigbrandij (1992) realizado en Punata donde se describen las fuentes de agua presentes en esta zona y los usos de esta agua destinadas a tareas específicas, de acuerdo a variaciones de caudales, y épocas.

Al respecto Vega (1996) indica que el uso del agua es muy diverso y se ajusta a las características y circunstancias productivas de la familia. Existen casos en los que el agua de pozos se utiliza preferentemente para el riego y lavado de hortalizas (cebolla y zanahorias) mientras que en otros se riega maíz. Sin embargo, no puede afirmarse que existe un uso específico del agua de acuerdo con las fuentes, sino ciertas preferencias influidas por varios factores.

Factores que Influyen en el Uso Agrícola del Agua.

Greslou, citado por Vargas (1995) indica que en las comunidades andinas (con la visión de la lógica campesina) el uso de aguas no depende de los requerimientos de los cultivos sino, del volumen de agua y del período de tiempo en la que está a disposición de la familia para el riego. Al respecto Vega (1996) indica los siguientes factores:

a) Características de suministro del Sistema de Riego

Ciertas características del suministro del sistema de riego influyen en los distintos usos agrícolas del agua.

- **Intervalos.**

Los intervalos de suministro por sistemas son variables, pero en el caso de lagunas éstas son mayores en comparación con los pozos lo que definirá el tipo de cultivos que se implantarán y para los cuales posteriormente se usara el agua. Sin embargo, los intervalos no pueden ser

analizados aisladamente (por sistema), también deben ser considerados los otros sistemas a los cuales se tiene acceso.

- **Caudales.**

Los sistemas de laguna proporcionan caudales elevados, por esta razón la preferencia de usar estas fuentes para el riego de empanto³, Fuentes de agua con caudales pequeños serán utilizadas para otros usos.

- **Tiempos de riego.**

Los tiempos disponibles para el uso de esta agua (derechos), debido a que practicas como el empanto requieren de altos volúmenes de aplicación.

- **Epoca.**

Las aguas de río (mita, Rol y riada) generalmente llegan con caudales altos y su uso es más diversificado debido a la temporada, cuando la mayor parte de los cultivos están establecidos.

b) Accesibilidad.

Una mayor accesibilidad al agua de riego se traduce en un uso más diversificado, no obstante existen preferencias relacionadas a las características del agua: claras-turbias, frías-calientes, sucias-limpias, que pueden condicionar su utilización.

c) Rubros de Producción.

Es importante destacar las prioridades que la familia otorga a ciertos rubros de producción en función al rol que cumplen dentro el sistema de producción, estando esto muy relacionado a la disponibilidad de agua por ejemplo en la unidad intensiva, que cuenta con varias fuentes de agua, no se suele regar alfalfa ni maíz con aguas de pozo por no considerarlo rentable y el agua se destina preferentemente al riego de hortalizas, en cambio en las unidades pecuarias con menor disponibilidad de agua si lo hacen. En ambos casos, hablamos de agua que implica un costo mayor, pero debido al rol que cumplen los cultivos mencionados en los diferentes sistemas de producción tendrán mayor o menor prioridad.

³ Riego de preparación efectuado para almacenar la mayor cantidad posible de agua en el perfil del suelo, para garantizar la germinación, emergencia y el primer estadio de desarrollo del cultivo hasta recibir el primer riego o una precipitación significativa.

3.2.2. Uso Doméstico.

Los usos domésticos incluyen agua para todas las cosas que se hacen en casa: tomar agua, preparar los alimentos, aseo personal, riego de jardines, etc. El agua generalmente llega a los hogares urbanos a través del servicio realizado por el departamento de agua del municipio o compañías privadas (Suministro público), o a través de un suministro propio (generalmente agua de un pozo). Rocha, 2004

El mismo autor señala que a partir de la década de los sesenta se incrementaron los programas de abastecimiento de agua potable y saneamiento en el medio rural en Latinoamérica, donde las soluciones se han basado en sistemas de agua potable colectivos, con una captación en lo posible de aguas subterráneas, pero también sistemas de agua individuales o para grupos de viviendas, por medio de pozos con bombas de mano.

El Centro de Estudios de la Realidad Económica y Social CERES (1998), en un estudio realizado en el Valle Alto, (*que incluye Punata*) señala que en Punata se encuentran estos dos tipos de suministros. Los mayores centros de población tienen sus sistemas de distribución de agua potable. En el área rural; sin embargo, además del suministro “público” está presente el suministro propio (pozos excavados)⁴. La mayoría de los pozos excavados son utilizados para uso doméstico, además para bebederos de ganado, lavado de hortalizas, elaboración de chicha y el riego de pequeñas parcelas de producción, huertos y jardines familiares, gran parte de los pozos excavados están ubicados en los corrales de las casas rurales. Los pozos perforados⁵ para riego igualmente suelen suministrar agua potable a las familias de los socios. La gestión y administración son autónomas y dependen exclusivamente de los socios usuarios del mismo.

A la par de estos distintos tipos de suministro pueden distinguirse distintos grupos de usuarios, para quienes los usos del agua representan beneficios, sea por el consumo directo o por la generación de los productos.

⁴ Pozos construidos a través de excavación manual con herramientas comunes con diámetros de uno a dos metros y profundidades que llegan hasta treinta metros.(Ríos 1999)

⁵ Son construidos por rotación o percusión con diámetros que varían entre 0.1 y 0.5 metros, alcanzando profundidades de más de 60 metros, su construcción requiere de equipos especiales y de considerables inversiones económicas (Ríos 1999)

Para Boelens et. al. (2001) estos usuarios son los actores o grupos de interés (individuos y grupos /instituciones) y pueden clasificarse según sus motivaciones e intereses, nivel de vida, trasfondo histórico, conocimientos, capacidad de participación y de organización, grado y potencial de desarrollo, capacidad de inversión, y poder político económico y social. Si bien estas características muestran la complejidad de identificar y caracterizar a los diferentes usuarios del agua, para fines de esta investigación podemos clasificarlos en: usuarios rurales y usuarios urbanos.

Los **usuarios urbanos** se caracterizan porque hacen uso del agua en actividades relacionadas con el uso domestico preparación de alimentos, aseo personal, limpieza del hogar, el lavado de ropa y el riego del jardín pero también con otros fines por ejemplo productivos, realizando actividades a pequeña escala como son cultivo de frutas y hortalizas, construcción, elaboración de chicha y una amplia gama de empresas informales. (Butterworth, 2003.).

Sobre los **usuarios rurales** Ríos (1999) asevera que el agua no solo satisface las necesidades de la gente, sino también el de su ganado, y también para el riego de almácigos, y otras actividades a pequeña escala. Este tipo de usuarios se han identificado en las otras unidades de tierra que no pertenecen al centro poblado.

3.2.3. Uso Industrial

El agua se utiliza no solamente para los propósitos domésticos, también es utilizada en las industrias respondiendo a diversos propósitos. Sirviendo como ingrediente de un producto, siendo parte de todo un proceso de producción. El agua se puede utilizar para enfriar sustancias en el proceso de producción, para el transporte y para condicionar materias primas, como agente de limpieza, etc.

El Banco Mundial (2001) indica que el uso industrial se refiere a las extracciones de agua destinadas a la industria que a nivel mundial representa el 22% del uso total del agua. Las aguas industriales pueden clasificarse en aguas para consumo y aguas residuales. En la industria, el consumo de agua está determinado por su caudal y por su calidad. En cuanto a la calidad se debe tener en cuenta el uso que se le dará al agua, pudiendo darse una clasificación en aguas para calderas (alta pureza), agua de enfriamiento (menor calidad) y agua de proceso (mayor calidad que aguas de enfriamiento). En la zona de estudio no existen industrias

propriadamente dichas, las actividades que caen en esta categoría son de tipo artesanal por ejemplo la elaboración de chicha. La calidad del agua para este uso tiene las mismas características que el agua destinada al consumo doméstico.

Por lo visto anteriormente podemos ver que existen muchos factores que se relacionan con el uso del agua y que están muy interrelacionados entre sí, por esto se identificaron algunos ejes temáticos que facilitarían el estudio de los usos del agua.

3.3. Ejes Temáticos Para Entender el Uso del Agua.

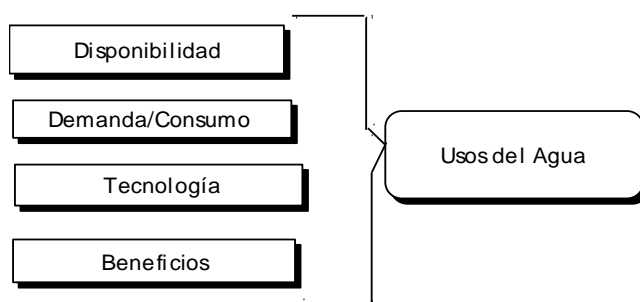


Figura 1. Ejes Temáticos

Para entender el uso del agua se plantea en primera instancia analizar los factores que llevan a usar un determinado tipo de fuente de agua a través de un análisis de la disponibilidad del agua, cuantificar el agua utilizada para los distintos usos y a través de que medios son puestos a disponibilidad del usuario, finalmente entender el objetivo que se le otorga al agua analizando que beneficios se obtienen de estos usos. El análisis de la interacción de estos elementos nos permitirá una comprensión de los usos del agua.

3.3.1. Disponibilidad de Agua.

Rodríguez y González (2000) mencionan que se entiende por disponibilidad a toda el agua, captada, distribuida y puesta al alcance de los consumidores a través de la infraestructura construida por la sociedad para tales fines.

Marca (2003) hace un análisis de la disponibilidad de agua para riego y de este podemos extraer un concepto más general que ayude a comprender a la disponibilidad de agua como un factor que condiciona los diferentes usos. La disponibilidad de agua varía con la época y el año, y está íntimamente ligada a varios actores que interactúan entre sí: el régimen

hidrológico, los aspectos hidrogeológicos, el número de fuentes de agua que abastecen a una zona, los derechos de agua de cada tipo de usuario y las formas de acceso al agua que implementan los usuarios. La interacción de todos estos factores determinan entonces las posibilidades de acceso para cada uno de los distintos tipos de usuarios, las que pueden ser representadas en términos de la cantidad (caudal), tiempo de riego o suministro, frecuencia, oportunidad de aplicación y la confiabilidad en que tales expectativas se cumplan, es decir el grado de control que tiene cada usuario sobre los puntos mencionados.

En función de la disponibilidad de agua prevista es que se plantearán diversas estrategias productivas y de uso del agua. De esta forma, la disponibilidad de agua esperada por cada usuario llevará a considerar cómo y de qué manera se va a utilizar el agua, teniendo en cuenta cuales son los objetivos y prioridades para las condiciones específicas de los usuarios.

Sin embargo, Nieuwenhuis citado por Vega (1996) sostienen que lo único que puede atribuirse exclusivamente a la disponibilidad de agua es un aumento en la seguridad para la producción o consumo.

Del callejo (1999) indica que existen diferentes mecanismos por los cuales una persona o familia o en general un usuario hace que el agua que está disponible a nivel del sistema se haga disponible para el uso a nivel familiar (*acceso al agua*).

Para Vega (1996) estas formas de acceso al agua de riego se agrupan en dos: unas determinadas (definidas, ciertas): derechos de agua y ubicación de la unidad productiva en el área de riego y otras indeterminadas (inciertas): trabajos en compañía, ayni, compra préstamo, robo y servicios.

La disponibilidad del agua involucra entonces una serie de componentes o indicadores como la cantidad y calidad del agua, oportunidad, tiempo, acceso, seguridad, los cuales determinan los usos y los usuarios del agua.

3.3.2. Demanda de Agua.

Un segundo eje está dado por las implicancias del uso del agua en términos de demanda de agua, tomando en cuenta que esta constituye uno de los aspectos que en la actualidad tienden a ser modificados en base a la priorización en el uso del agua, sea esta de facto o planificada.

Para identificar los cambios en la demanda de agua es necesario analizarla en el espacio y en el tiempo.

La demanda puede cambiar espacial (debido a cambios en el uso de la tierra) y temporalmente porque van aumentando el número de usuarios a la par de procesos como la urbanización, el crecimiento de la industrialización, o la intensificación agrícola. Un rápido crecimiento de la demanda para un determinado uso puede afectar la disponibilidad de agua para otros usos (Rodríguez y Gonzales, 2000)..

Generalmente el estudio de la demanda de agua, se realiza en términos de requerimientos de consumo, expresados como cantidades (*volúmenes, caudales, láminas*). Es así que, por ejemplo para el riego, se determinan las “necesidades de riego” en términos de lámina de evapotranspiración, que luego puede ser convertida a volúmenes según la superficie a ser regada o a caudales (generalmente en una base mensual).

En el caso de consumo doméstico, se expresa normalmente el consumo de agua como consumo per cápita por día, existiendo “estándares” o referentes de consumo para diferentes países e incluso diferenciados para áreas urbanas y rurales.

Domene y Saurí (2006) mencionan que el precio del agua, factores sociodemográficos, factores territoriales, factores climáticos, factores institucionales, pueden afectar el consumo doméstico del agua.

Al respecto las últimas tendencias incorporan el concepto de usos múltiples, mencionando que los servicios deben responder a las realidades locales específicas, pero desde una perspectiva integral. Tomando en cuenta la familia, antes que “la vivienda”; diseñar la demanda en base a las actividades tanto domésticas como productivas que realiza la familia, pues estos incrementan el consumo de agua de los sistemas de uso doméstico.

3.3.3. Tecnología.

Un tercer elemento o eje para entender el uso del agua en este ámbito, pasa por entender el “cómo” se usa el agua, esto es, la tecnología empleada en el ámbito de un sistema de riego o agua potable si entendemos a la tecnología como el nexo entre la oferta y la demanda.

Al respecto Rodríguez y González (2000) indican que por el lado de la demanda, la tecnología ha reducido las pérdidas de agua para utilizar estos recursos de manera eficiente, mediante la introducción de cambios tecnológicos, ya que con frecuencia los problemas de déficit de agua van de la mano con problemas de ineficiencia en el aprovechamiento. Las líneas de desarrollo tecnológico se han agrupado en los rubros de mejoramiento en la operación, mejoramiento en la captación y conducción, mejoramiento en técnicas de riego parcelario.

Los primeros rubros mencionados están referidos a la infraestructura de riego. Sobre el último. Delgadillo (2003) indica que la tecnología de riego parcelario involucra una manera particular de articular los elementos inherentes al riego en la parcela, vale decir. El agua de riego, las formas (métodos o variantes de riego) o momentos (tipos de riego) de aplicación, herramientas y/o equipos (artefactos), etc., a través de actividades realizadas por gente dentro de la parcela, orientadas a la adecuada aplicación del agua a los cultivos.

El mismo autor menciona a la disponibilidad de agua (como resultado de la gestión de agua para riego), entorno Físico (clima, suelo, topografía, etc.), cultura, y aspectos socioeconómicos como los factores que influyen dentro las tecnologías del riego parcelario.

Para Berdegú y Larraín citados por Vega(1996), la tecnología es entendida no solo como los insumos o aparatos, sino también como la forma de utilización, la relación entre el artefacto y el trabajo humano, que incluye un conocimiento y un objetivo.

3.3.4. Efectos y Beneficios del Uso del Agua.

El otro elemento relacionado al uso del agua es el de analizar los efectos e impactos del uso del agua, lo que implica entender por una parte las actividades agrícolas y no agrícolas desarrolladas en una determinada zona como efecto de la implementación o explotación del agua, los resultados económicos y productivos de estas actividades pero también cómo influyen en general sobre la vida de los pobladores de la región en cuestión y sobre su entorno físico.

Marca (2002) asigna al agua un conjunto de efectos con relación a las condiciones productivas y económicas que genera tanto en lo referente a la producción agrícola y la productividad, como también en términos de seguridad alimentaria, ingresos y beneficios adicionales, como

ser la implementación de servicios complementarios: infraestructura carretera, salud, educación, etc. De esta forma, en términos socioeconómicos y tecnológicos, el agua puede provocar una serie de efectos (incremento de la superficie cultivada bajo riego, mayor intensidad del uso de la tierra, diversificación de cultivos y/o cambio en las proporciones cultivadas de éstos y mejoras en la calidad de vida).

Chambers mencionado por Durán (1995), señala que dos enfoques pueden ser aplicados en el análisis de los efectos que tiene el agua en la agricultura. Uno de los cuales se relaciona con el incremento de la producción agrícola. En este enfoque, la producción es el principal objetivo, el otro, parte de los objetivos familiares, es decir para satisfacer requerimientos de bienes y servicios externos.

Por su parte Moriarty y Butterworth (2003) indican que los siguientes efectos y beneficios son producidos por la implementación y mejoramiento del suministro de agua potable:

- ✓ Una buena salud (*el agua de buena calidad mejora la higiene y reduce las enfermedades*).
- ✓ Ahorro de tiempo (*se reducen los tiempos y esfuerzos destinados al recojo y traslado del agua especialmente para las mujeres y niños*).
- ✓ Ahorro económico (*con el mejoramiento del suministro de agua se reduce el costo del agua que generalmente tienen precios elevados cuando son comprados*).
- ✓ Seguridad alimentaria y nutrición (*el agua doméstica puede ser utilizada para la producción agrícola y pecuaria en muy pequeña escala, pero es a menudo nutritiva por ejemplo las verduras, huevos, carne, leche*)

Para el análisis de los beneficios del agua el estudio se concentró en actividades productivas del agua y no se realizó un estudio de los beneficios citados por estos autores por las dificultades que se encuentra para el estudio de estos beneficios

3.4. Cambios en el Uso del Agua.

Los cambios en el uso del agua pueden definirse como transiciones que modifican el uso del agua en el tiempo, debido a diversos factores. Estas transiciones se observan con mayor

claridad en sistemas de uso múltiple o en contextos donde se observan cambios drásticos en el uso de la tierra, en estos casos se puede aplicar la conclusión hecha en la cumbre de Johannesburgo (2002) determinando que los cambios en el uso del agua generalmente significan cambios a los derechos sobre el agua ya que el “uso” es uno de los elementos que definen el derecho; en situaciones donde los sistemas de agua tienen un fin definido estas transiciones están influenciadas por distintos factores que pueden modificar el uso del agua en forma cuantitativa y/o cualitativa en menor medida.

3.5. Factores que Influyen en los Cambios en el Uso del Agua.

La UNESCO (1998) indica que durante las últimas décadas las variaciones de las características cuantitativas y cualitativas de los recursos hídricos han sido afectadas por todo un complejo sistema de impacto antrópico, cambios en los volúmenes totales de los recursos hídricos, el régimen de los escurrimientos y la calidad del agua. La escasez de agua es ocasionada básicamente por cambios en la oferta y la demanda del recurso y esta es la que puede llegar a definir o priorizar su uso.

En el seminario internacional sobre Uso eficiente del agua (1991) Se confirma esta aseveración y concluyen que si bien no pueden caracterizarse a mayor detalle las causas de estos cambios, en general tienen sus orígenes principales en los cambios en la oferta y demanda del agua

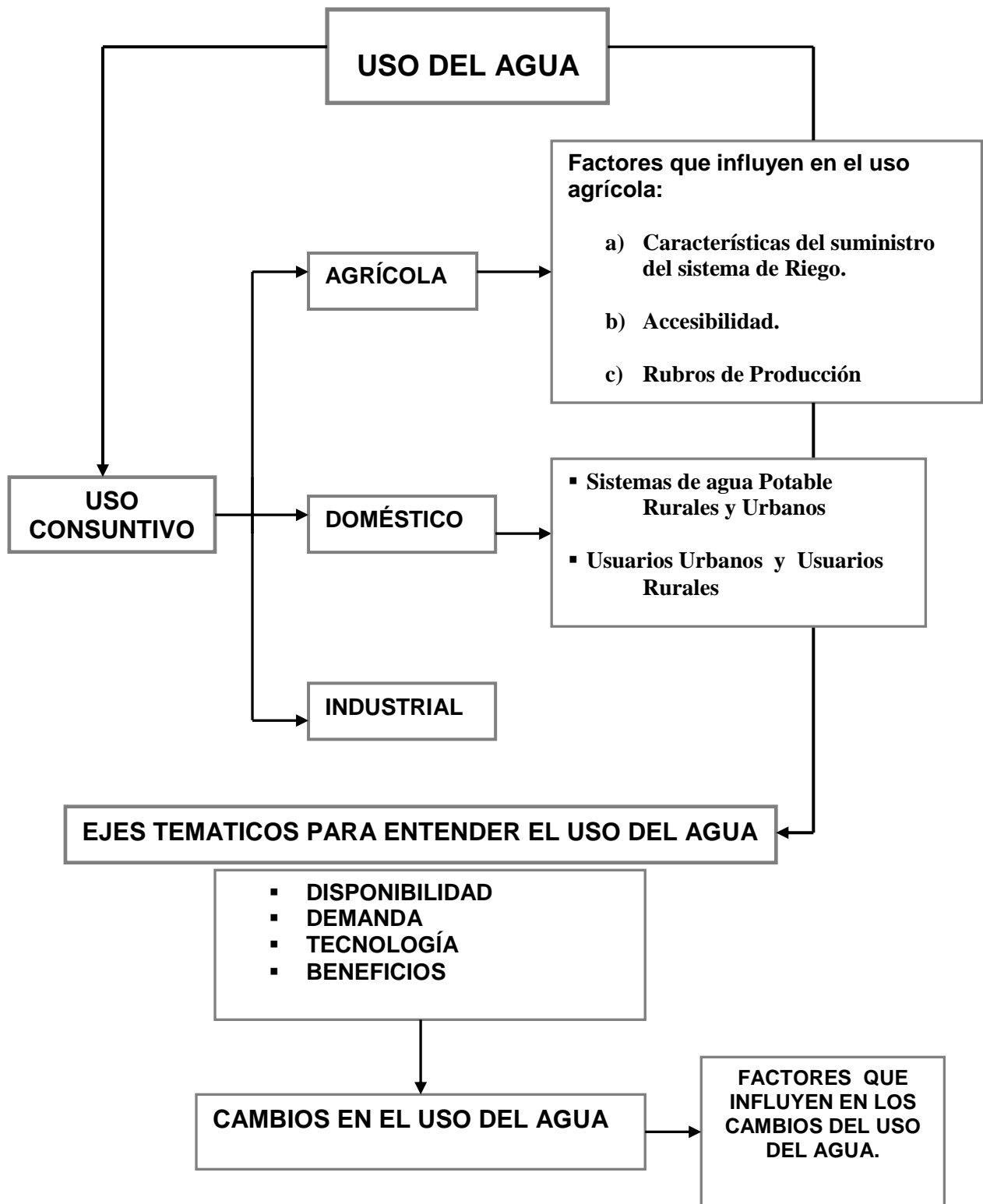


Figura 2. Esquema Marco Conceptual

IV . MATERIALES Y METODOLOGÍA.

4.1. Materiales.

Los materiales utilizados en campo y gabinete se detallan a continuación:

4.1.1. Materiales de campo.

- Fotografías aéreas Esc. 1:25000

- Cartas IGM Esc. 1:50.000

- Grabadora

- Cassetts

- Fichas de encuestas

- Fichas de entrevistas

4.1.2. Material de gabinete

- Software ILWIS

- Software para cálculos y redacción de documento: Word, Excel, Access

- Papelería

- Fotografías aéreas

- Cartas IGM Esc. 1:50.000

4.2. Metodología.

Para este estudio se tomaron como unidades de análisis los *Sistemas de Producción dominantes* de las unidades de tierra identificadas para el año 2005, por el estudio de uso de tierra. Dentro de cada una de estas unidades se recolectó la información a nivel familiar, mediante, entrevistas estructuradas, entrevistas informales, y observación directa. Los datos cuantitativos se obtuvieron mediante encuestas realizadas en forma aleatoria, a por lo menos 10 familias dentro de cada unidad de análisis.

Para el levantamiento de la información se realizó es estudio por fases figura 3

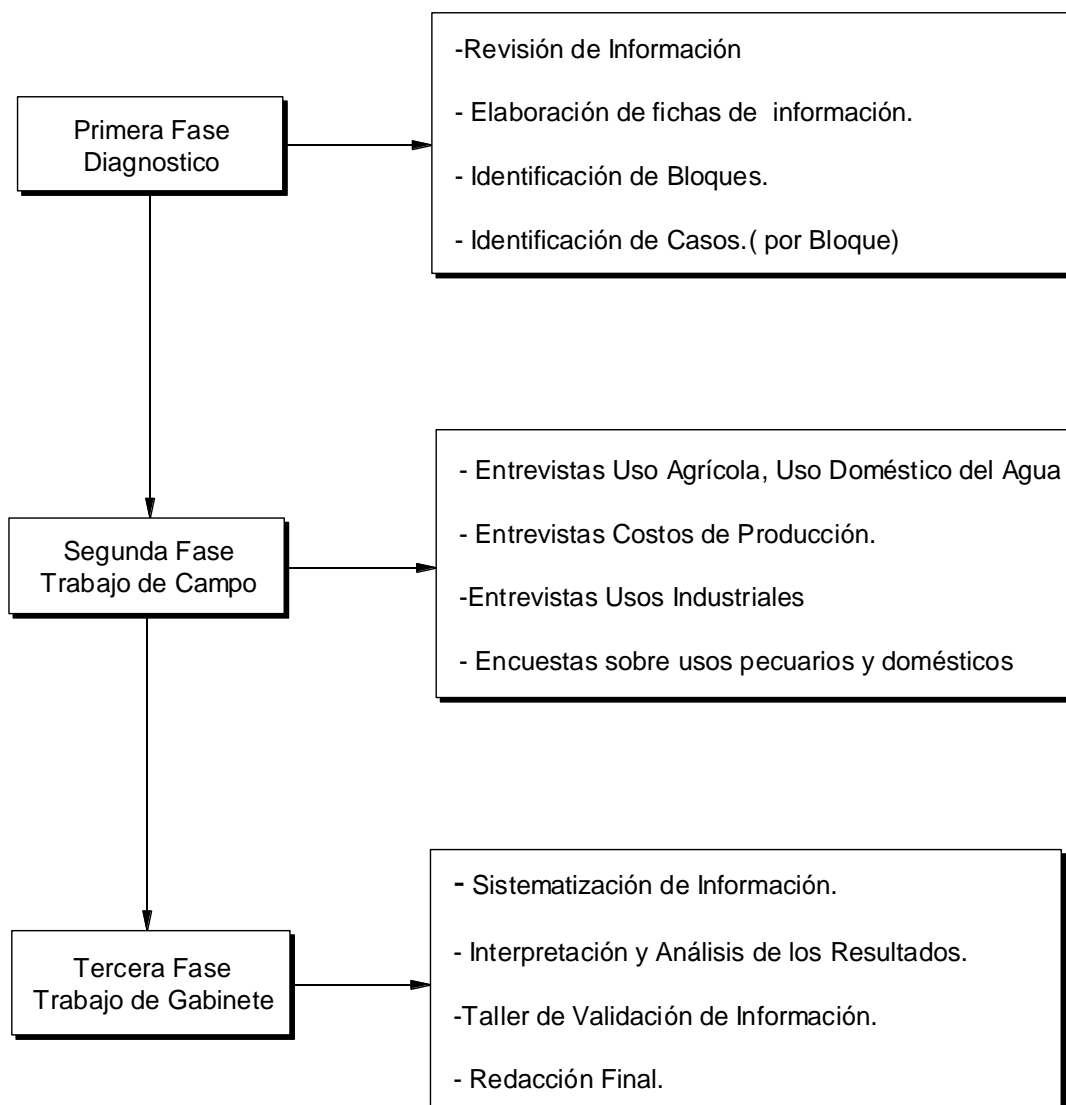


Figura 3. Esquema Metodológico.

4.2.1. Primera Fase: Diagnóstico

- **Recopilación de Información.**

Se recolectó material bibliográfico, información y documentos sobre el tema y la zona de estudio (tesis, informes, documentos, etc.) elaborados por el PRIV⁶, PEIRAV⁷ y Centro AGUA⁸, además de material cartográfico (Cartas IGM escala 1:50 000), fotografías aéreas del área de estudio que permitieron la ubicación de áreas agrícolas y urbanas, así como las fuentes de agua. Para tal efecto el trabajo preliminar en gabinete fue la construcción del mapa base de la zona de estudio (foto mosaico).

Dentro del mapa base se digitalizó la división política por comunidades, y el área de cobertura de las distintas fuentes de agua ayudados con mapas comunales y trabajos elaborados por el PRIV, para observar la disponibilidad de agua de las distintas zonas Anexo1.

- **Elaboración de fichas de levantamiento de información.**

Se elaboraron fichas temáticas para el levantamiento de información sobre los diferentes usos del agua: agrícola, doméstico, artesanales o industriales, tecnología del uso, beneficios del agua. Estas fichas fueron previamente validadas en campo.

- **Identificación de Unidades de Análisis.**

En principio se adoptaron como criterio para definir las unidades de análisis los bloques de levantamiento de cultivos ya estudiados por el PRIV y por el PEIRAV, adicionando criterios sobre el uso mayor de la tierra y los resultados encontrados del mapa de disponibilidad de agua. Posteriormente estas unidades fueron consolidadas, a través de la interpretación y análisis de los sistemas de producción dominantes dentro de las unidades de tierra, identificadas en el estudio de los cambios en el uso de la tierra, que junto al presente estudio forma parte del proyecto *“Escenarios futuros de uso de agua, como herramienta de planificación del aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos en Punata”*. El estudio mencionado definió las unidades de tierra a través de la identificación de las características de producción obteniéndose unidades clasificadas de acuerdo al uso mayor de

⁶ Programa de Riego InterValles

⁷ Programa de Enseñanza Investigación del Riego Andino y de los Valles

⁸ Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua

la tierra y a la intensidad de este uso; determinándose Sistemas de producción dominantes para los años 1983, 1996 y 2005. Los sistemas de producción dominantes identificados para el año 2005 por Mayta (Mapa 2) se tomaron como las unidades de análisis para la caracterización de los usos del agua, estas unidades se enlistan en el cuadro 3 y se describen en el Anexo 2.

Cuadro 3. Unidades de Análisis

Código	Descripción
AGST	Agrícola Granero Semi temporal
HFLSI	Hortícola Florícola Semi Intensivo.
HIN	Hortícola Intensivo
HLSI.	Hortícola Lechero Semi Intensivo.
HSI	Hortícola Semi Intensivo.
PLFRSI	Pecuario Lechero Frutícola Semi Intensivo.
PLST	Productor lechero Semi temporal.
PLSI	Productor Lechero Semi Intensivo
CU	Centro Urbano

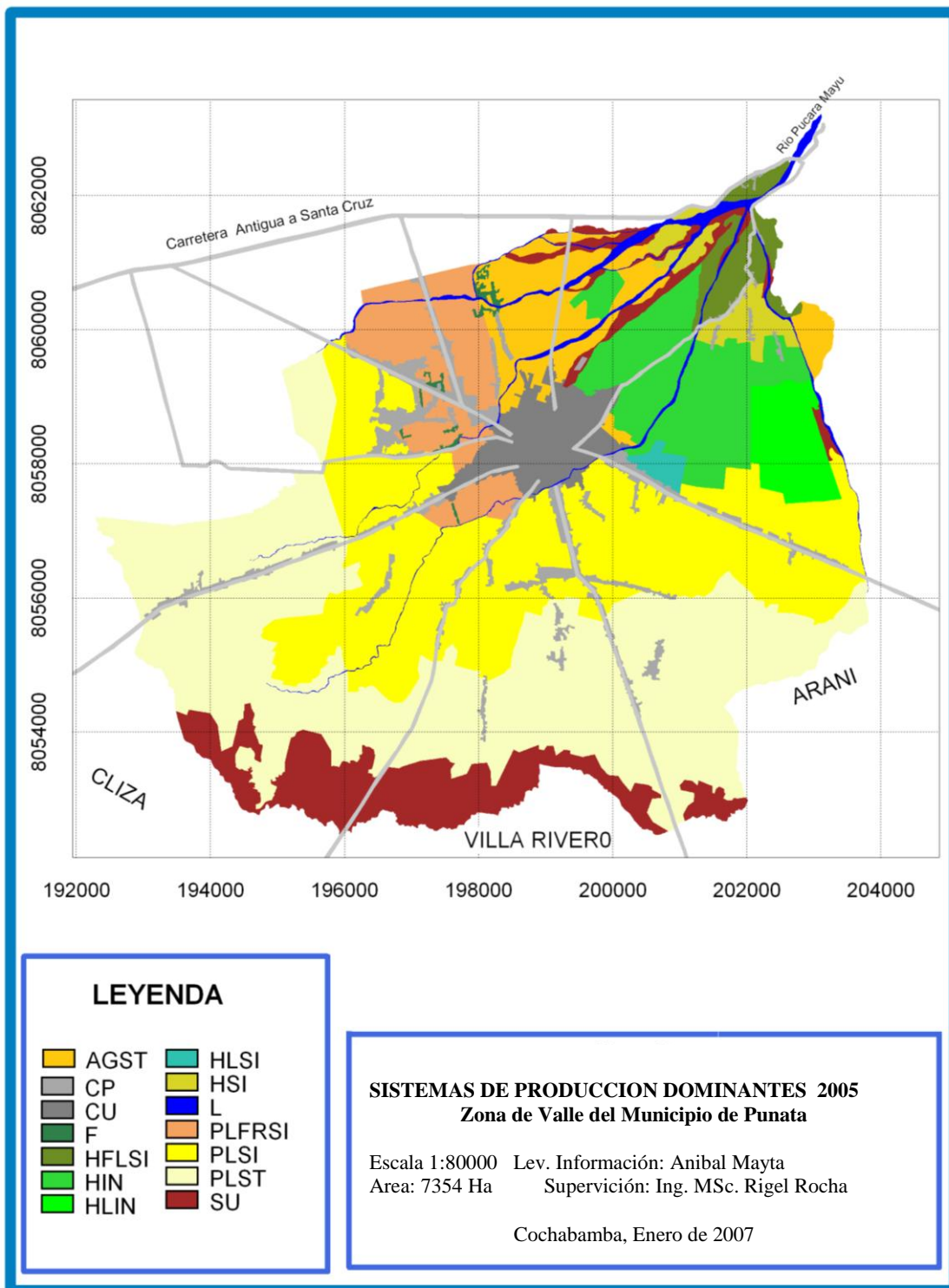
Una vez que se delimitaron las unidades de Análisis se procedió a la identificación de los usos del agua provista por las distintas fuentes del agua presentes en Punata.

- **Identificación de Casos.**

Para los Usos agrícolas y domésticos se buscaron casos representativos dentro de cada Unidad de Análisis y se eligieron por lo menos tres de estos casos en cada una de estas unidades.

Posteriormente para llegar a tener datos cuantitativos de muestras más grandes y representativas se realizaron encuestas en temas como el uso pecuario, uso doméstico y los cultivos y fuentes principales en cada Bloque.

Mapa 2. Unidades de Análisis.



4.2.2. Segunda Fase: Trabajo de Campo

- **Caracterización de los Principales Usos del Agua.**

Considerando que la zona de estudio tiene una vocación principalmente agrícola y por lo tanto el mayor uso del agua es el riego, el análisis se realizó tomando en cuenta las zonas de producción dominantes encontradas a través de la delimitación de unidades de tierra definidos (unidades de análisis) tomando en cuenta criterios de disponibilidad de agua.

Dentro de cada unidad de análisis se realizaron entrevistas estructuradas y se llenaron fichas para la recolección de información acerca del sistema de producción, tipo de cultivo, uso del agua, fuentes de agua, cantidad. Se indagó sobre los posibles cambios ocurridos mediante entrevistas informales, complementando con información referida al tema, a través de la revisión de tesis, comparación de calendarios agrícolas y levantamientos de cultivos actuales con los realizados en años anteriores (cedulas de cultivo). El Cuadro 4 muestra la codificación de los cultivos utilizadas para el levantamiento de información y posteriores análisis dentro de este estudio.

Cuadro 4. Codificación de Cultivos.

CODIGO	CULTIVO
AR	Arbeja
AL	Alfalfa
C	Cebolla
MG	Maíz Grano
P	Papa
CE	Cereales
FL	Flores
HA	Haba
Z	Zanahoria
DU	Durazno
TO	Tomate
CV	Cebada
TR	Trigo

También se estudiaron los usos no agrícolas (uso doméstico, artesanal y otros usos) que le dan al agua.

Para los usos domésticos se tomaron casos representativos dentro de cada unidad de análisis, realizando estudios a mayor detalle. La misma metodología se utilizó en los usos industriales o artesanales. Se realizó previamente una tipificación de las actividades “industriales” o artesanales donde el agua ocupa un lugar importante, tomando casos representativos de estas actividades para el estudio de uso del agua.

Esta información se obtuvo principalmente a través de fichas de recolección de información, entrevistas y observación participativa.

Para la caracterización del uso del agua y la identificación de algunos cambios, se realizó el análisis del uso del agua relacionando estos con los elementos adoptados en este estudio, la información acerca de los distintos elementos se obtuvo de la siguiente forma:

- **Identificación de Cambios en la Disponibilidad de Agua.**

Para fines del presente estudio podemos dividir el uso del agua en dos grandes grupos de usos: usos agrícolas, usos no agrícolas (doméstico, industrial y otros).

Para los usos agrícolas, una vez obtenidos los datos sobre los parámetros de disponibilidad de las distintas fuentes y mediante el análisis de la información contenida en las distintas asociaciones de regantes desde varios años atrás, donde se registran datos como los caudales, número de largadas, tiempo disponible, etc. de los distintos sistemas regulados, se pudo comparar estos parámetros en los distintos años y así observar los cambios en la disponibilidad de agua. Se analizaron las siguientes variables de disponibilidad de agua: caudales, épocas, en el caso de las represas número de largadas, volúmenes aportados, intervalos entre largadas y acceso al agua.

En la investigación de los usos no agrícolas (usos domésticos y otros usos) se recurrió a información del tiempo de suministro de agua, crecimiento de la red de agua potable (infraestructura) mediante revisión de literatura e información disponible en el municipio.

- **Identificación de las Tecnologías del Uso del Agua.**

Consideramos la tecnología como “la forma en que se está usando el agua y a través de que medios” por tanto analizamos las tecnologías del uso en términos de infraestructura y formas de manejo. Para el uso agrícola en cuanto a la infraestructura se tomó a nivel de conducción del agua, además de describir los métodos y tipos de riego mediante revisión de literatura y observaciones.

En los usos no agrícolas se identificaron las formas de aprovisionamiento del agua (propio, comunal, municipal, etc.), la infraestructura de los sistemas de aprovisionamiento. Esta información se recolectó de los casos seleccionados mediante entrevistas, revisión de literatura de informes del municipio y/o asociaciones y comités de usuarios de agua.

- **Determinación de los Beneficios que se Obtienen con los Diferentes Usos del Agua**

Se identificaron los beneficios económicos y sociales obtenidos por el uso del agua en los usos agrícola, doméstico y otros usos de las mismas fuentes de información mencionadas en los otros puntos.

En el caso de los usos agrícolas, para identificar los cultivos principales o predominantes en las distintas unidades, se realizaron entrevistas y observaciones.

Para las actividades no agrícolas se realizaron entrevistas y observaciones a los casos elegidos mediante la tipificación, además del uso de fichas de recolección de información, y estudios económicos de varias tesis y documentos.

Para cuantificar los ingresos por usos productivos del agua se utilizaron fichas de costos de producción a través del seguimiento del itinerario técnico, obteniéndose los beneficios y analizando la importancia relativa del agua, también mediante estudios económicos de varias tesis y documentos. En el uso doméstico se tomó en cuenta principalmente parámetros de acceso, seguridad, calidad, salud, conformidad o disconformidad con el servicio u otras percepciones de los usuarios con respecto al servicio.

- **Identificación de los Cambios y los Factores para el Cambio en el Uso del Agua.**

Para la identificación de los cambios se recurrió a la comparación de los resultados obtenidos de la caracterización actual del uso del agua con otros estudios realizados sobre el tema en años anteriores, e información obtenida sobre percepciones de estos cambios. Además del análisis temporal de los ejes temáticos adoptados para este estudio que permitieron realizar interpretaciones de los efectos de cambios en la disponibilidad de agua, infraestructura, etc.

4.2.3. Tercera Fase: Trabajo de Gabinete

- **Sistematización de Información.**

Para ordenar los datos obtenidos en campo se elaboró una base de datos en el programa ACCESS, que permitió el análisis de la información de manera sencilla, los datos sobre disponibilidad de agua fueron sistematizados en el programa Excel, y los mapas se obtuvieron a través del programa ILWIS.

- **Interpretación y Análisis de los Resultados.**

Para el análisis de los resultados se realizaron consultas en la Base de datos ACCESS que permitió realizar un análisis cruzado de los diferentes elementos considerados en el estudio además de cuadros y gráficos obtenidos en Excel. De los resultados y del análisis de estos cambios se obtuvieron algunas hipótesis e indicadores sobre los factores que los originaron.

- **Taller de Presentación de resultados y retroalimentación.**

Se realizó un taller donde se presentaron los resultados. En este taller participaron las distintas organizaciones de regantes, y organizaciones en torno al agua y se discutieron los resultados del estudio.

V . RESULTADOS.

5.1. Caracterización de los Usos según las diferentes Fuentes de Agua.

El siguiente cuadro detalla los principales usos de las fuentes de agua. De las entrevistas obtenidas de los casos elegidos para el estudio dentro de cada unidad, se pudo extraer los principales usos de todas las fuentes de agua presentes en la zona de estudio. Los volúmenes presentados en este cuadro en el caso de represas y pozos, se calcularon a través de los datos de caudal y tiempo de operación de los sistemas. En el caso de las aguas de río por carecer de registro de los caudales se estimaron estos valores de acuerdo a información obtenida de los agricultores.

Cuadro 5. Principales usos por Fuente de Agua.

Fuente de Agua	Volumen Total (Hm3)	Principales Usos por Fuente de Agua (%)
Aguas Servidas	0.3	Riego de cultivos, riego de preparación
Galería Filtrante	0.9	Consumo doméstico, abrevado de animales, riego de jardines, Elaboración de chicha
Lluska khocha	2.0	Riego de cultivos, riego de preparación
Laguna Robada	1.8	Riego de cultivos, riego de preparación
Totora Khocha	1.9	Riego de preparación, riego de cultivos, intercambio-venta
Mit'a	2.4	Riego de cultivos, riego de preparación
Pilayacu	0.3	Riego de cultivos, abrevado de animales, lavado de ropa
Rol	4.9	Riego de cultivos, riego de preparación
Pozo Excavado	-	Riego de cultivos, abrevado de animales, lavado de ropa
Pozo Perforado	17	Pozo para agua potable, pozo para riego, pozo para uso industrial
Pozo de agua potable	3.7	Consumo humano, abrevado de animales, riego de jardines, elaboración de chicha y eventualmente construcción
Pozo de riego	12.7	Riego de cultivos, lavado de productos agrícolas, Abrevado de animales consumo humano
Pozo Industrial	1.5	Elaboración de chicha, lavado de autos, lavado de agregados

La buena calidad y mayor disponibilidad de las aguas subterráneas permiten que haya una gran diversidad de usos de las mismas. Es así que las aguas de pozo perforado son utilizadas, tanto para consumo doméstico, para actividades industriales y artesanales; y como parte importante para actividades agrícolas que involucran el riego de cultivos, lavado de verduras y abrevado de animales.

Las aguas de río por su régimen intermitente y su calidad (*cantidad de sedimentos*) presentan un uso específicamente agrícola y de gran importancia para el riego de cultivos y prácticas de

preparación del terreno. Sin embargo, las aguas de río de flujo permanente (flujo básico del río) también son utilizadas para actividades domésticas en las comunidades que cuentan con estas fuentes.

Las aguas de la represa Totora Khocha son utilizadas principalmente en riegos de preparación. En el caso de Laguna Robada el uso más generalizado es el riego de cultivos, pero también se usa para riego de preparación. La represa de Lluska Khocha tiene un uso prioritario para riego de cultivos y en menor cantidad para riegos de preparación por las características de su caudal.

El estudio se concentra en los usos agrícolas, domésticos e industriales/artesanales que en realidad engloban a todas los usos mencionados en el cuadro anterior. En la actualidad dado que la zona de estudio tiene una vocación agrícola el 80% del agua extraída se utiliza para el riego, el 15 % como agua Potable y el 5 % para uso industrial figura 4.

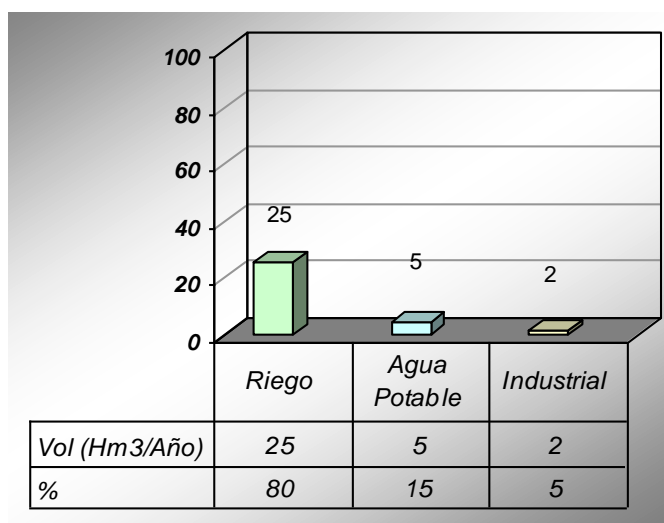


Figura 4. Volumen Total de agua Utilizada según usos.

En las siguientes páginas se describirá cada uno de estos usos y los cambios que pudieron o no ocurrir, analizando los mismos a través de los elementos o ejes temáticos adoptados para este estudio.

5.2. Usos Agrícolas

El uso agrícola representa el principal uso del agua en la zona de estudio. Por tratarse de una zona rural donde la principal actividad es la agricultura.

5.2.1. Caracterización del Agua para Uso Agrícola.

Dentro los usos agrícolas principalmente están el riego de cultivos, riego de preparación y algunas actividades como el lavado de verduras (cebolla, zanahoria).

a) Disponibilidad e Importancia de las fuentes de agua.

Existen grandes diferencias en la distribución espacial del agua dentro del área de estudio, de la misma forma existen muchos criterios sobre la importancia de cada una de estas fuentes.

La disponibilidad de agua para este uso es mucho mayor y procedente de una diversidad de fuentes de agua. La disponibilidad de agua, dentro de cada unidad se obtuvo a través de mapas de cobertura de los distintos sistemas de riego (Anexo 1) con el mapa de unidades de análisis y encuestas sobre la presencia e importancia de las mismas en cada unidad de análisis, presentándose los resultados en el cuadro 6 que de manera general muestra los siguientes aspectos relevantes:

Los cultivos encontrados en las unidades (HIN, HLIN, HSI) demandan una mayor frecuencia de riego por lo que las fuentes de agua más utilizadas son los pozos debido a la seguridad que ofrecen para satisfacer esta demanda. No pasa lo mismo en la unidad donde se tiene cultivos diversificados (HFLSI) que también demandan una gran cantidad de agua, en estas unidades no se cuenta con la seguridad que ofrecen los pozos pero al encontrarse cerca de la bocatoma, tienen mayores posibilidades de acceder a diferentes fuentes de agua, a través de negociaciones y acuerdos dando como resultado el uso de una diversidad de fuentes de agua (represas, aguas de río) que se combinan y permiten satisfacer estas demandas.

En las unidades consideradas como pecuarias (PLSI, PLST, PLFRIN) las principales fuentes usadas son las represas, la cantidad de agua que ofrecen, el control que se tiene sobre el agua y la flexibilidad que presentan estos sistemas permite a los agricultores acceder a mayores cantidades de agua o mayor tiempo (a través de la compra o traspaso de turnos), asegurando el riego de los terrenos, que en esta zona tienen un tamaño relativamente mayor al de las otras unidades. Estas unidades tienen como fuentes importantes a aquellas que depende mucho de las precipitaciones y en algunas no se cuenta ni con la diversidad, ni con la seguridad ofrecida por las fuentes presentes en las otras unidades. Aunque en los últimos años se ha observado

un aumento en la perforación de pozos, llegando estos a situarse como las fuentes de agua preferidas por los agricultores que acceden a estas, debido a las características que presentan.

Cuadro 6. Disponibilidad de Agua por unidad y su importancia

Unidad	TIPO	FUENTE DE AGUA	MOTIVOS
AGRST	Superficial regulada	Totora Khocha	Única fuente disponible
	Subterránea	Pozo perforado	Mayor frecuencia y disponibilidad
	Superficial No regulada	Rol	Mayor cantidad
HFLSI	Superficial No regulada	Pilayacu, Mit'a	Mayor frecuencia y disponibilidad
	Superficial Regulada	Lluska khocha, Totora Khocha, Laguna Robada	Mayor cantidad y cobertura
HLIN	Subterránea	Pozo perforado	Mayor disponibilidad y seguridad
	Superficial Regulada	Totora Khocha	Única fuente disponible
HSI	Superficial Regulada	LLuska khocha	Mayor cantidad
	Subterránea	Pozo perforado	Mayor seguridad y frecuencia
		Pozo excavado	Mayor disponibilidad
HIN	Superficial No Regulada	Mit'a, Rol	Mayor cantidad y menor costo
	Superficial Regulada	Lluska Khocha, Laguna Robada, Totora Khocha	Mayor cantidad y menor costo
	Subterránea	Pozo perforado	Mayor disponibilidad
PLFRSI	Superficial Regulada	Laguna Robada, Totora Khocha	Mayor cantidad y cobertura
	Subterránea	Pozo perforado	Mayor frecuencia seguridad
PLSI	Superficial Regulada	Totora khocha, Laguna Robada,	Mayor cantidad, importancia para la producción de Maíz
	Superficial No regulada	Rol	La única presente en algunas zonas
	Residual	Aguas Servidas.	Mayor frecuencia única opción
	Subterránea	Pozo Perforado.	Mayor seguridad y disponibilidad
PLST	Superficial Regulada	Totora khocha, Laguna Robada	Mayor disponibilidad.
	Subterránea	Pozo Perforado	Mayor disponibilidad.
	Superficial No regulada	Mit'a y Rol	Mayor cantidad

El cuadro 6 se elaboró en base a la disponibilidad de fuentes de agua presentes y algunos criterios respecto a su importancia, observándose que las fuentes con mayor disponibilidad y frecuencia son las que parecen ser las más importantes. Sin embargo, haciendo un análisis más concreto sobre este tema, se puede ver que en algunas de las unidades las percepciones sobre la importancia de las distintas fuentes de agua no están relacionadas con la disponibilidad en términos de volumen. Como muestran las siguientes figuras.

Los volúmenes anuales aportados por unidad de producción son el resultado de los datos de las fuentes presentes y los volúmenes anuales disponibles, obtenidos de estudios de caso dentro de las unidades de análisis. Las percepciones sobre la importancia de las fuentes reflejan los resultados de un sondeo general a un mayor número de personas.

- **Agricultor Granero Semitemporal (AGST)**

Esta unidad está ubicada en la parte norte del abanico, entre los ramales que se desprenden del río Jatun Pucara Mayu, comprendiendo también parte de la comunidad de Pucara, es una unidad con poca disponibilidad de agua que tiene como cultivo principal al maíz grano.

Se calculó el volumen anual aportado por cada fuente de agua de acuerdo a las cantidades y tiempos establecidos en esa unidad. El 89 % del agua es aportada por pozo perforado, y solo el 11 % por Tatora Khocha Figura 5.

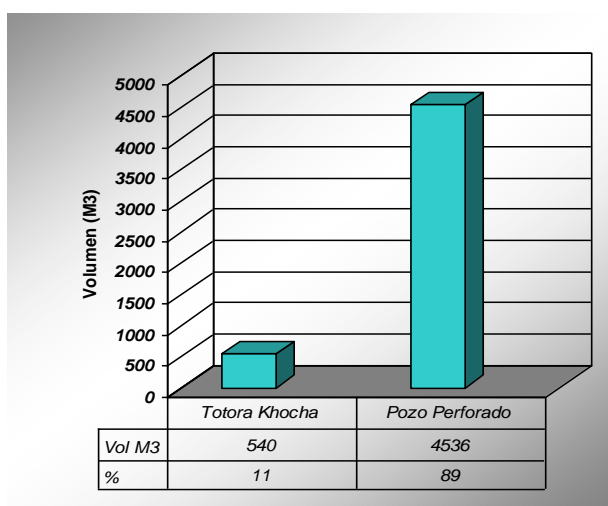


Figura 5. Volúmenes anuales aportados por unidad de producción AGST.

Sin embargo contrastando estos resultados con las percepciones figura 6 (obtenidas

de un mayor número de personas), a pesar de la gran diferencia en cuanto al volumen aportado ambas fuentes de agua tienen igual importancia, pues Totora Khocha es una fuente común o general para todos los agricultores, y da inicio a las actividades agrícolas de los cultivos más importantes presentes en esta unidad.

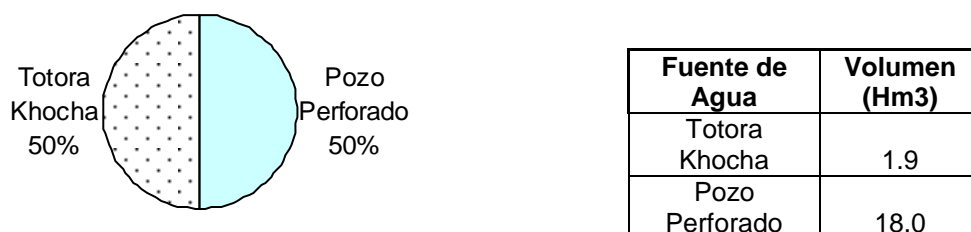


Figura 6. Percepciones sobre la importancia de las Fuentes de Agua (AGRST)

- **Hortícola Floricultor Semi Intensivo (HFLSI)**

Esta unidad se encuentra ubicada en la parte norte del abanico muy cerca de la bocatoma principal de repartición de las fuentes de agua de flujo superficial regulado y no regulado, lo que le permite tener como cultivos principales a hortalizas y una gran variedad de flores.

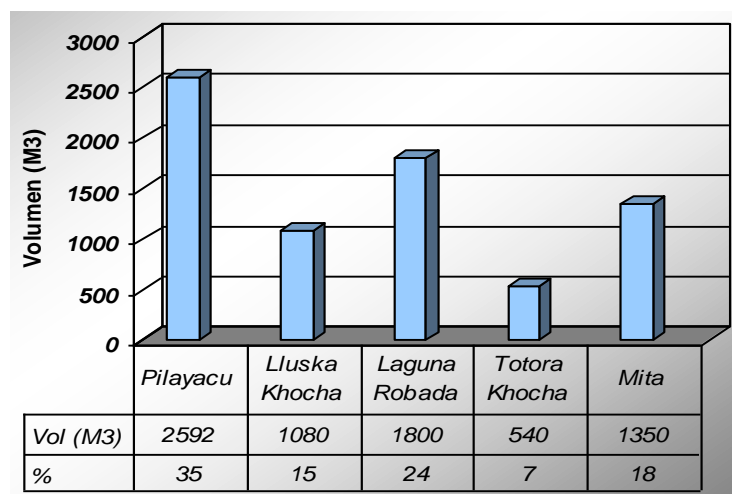


Figura 7. Volúmenes anuales aportados por unidad de producción

En términos de volumen las aguas de Pilayacu y Laguna Robada son las que tienen más importancia en esta unidad representando un 35 y 24 % del total de las fuentes a las que puede acceder un usuario figura 7.

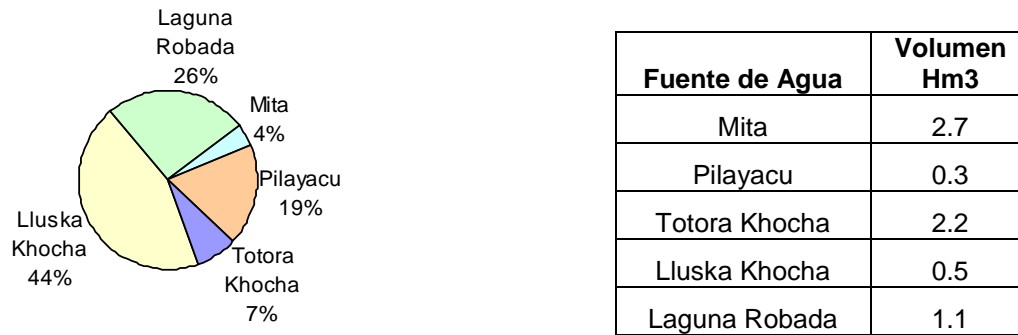


Figura 8. Percepciones sobre la importancia de las fuentes de agua (HFLSI)

La ubicación de esta unidad hace que los agricultores puedan acceder de distintas formas a muchas fuentes de agua sobre las que no tienen derechos. Debido a esta variabilidad en las formas de acceso, las percepciones en cuanto a la importancia son también diversas; Pues dependerán de las fuentes a las que los agricultores logren acceder, la incertidumbre de fuentes a las que no se tiene derecho, genera preferencia sobre las fuentes que tienen “seguridad” como Lluska Khocha, siendo que fuentes de agua con características importantes en términos de volumen como Laguna Robada, resultan importantes en caso de que se pueda acceder a ellas. La importancia de las aguas de Pilayacu no es significativa para esta unidad debido a su reducida área de cobertura.

- **Hortícola Intensivo (HIN).**

Se ubica en la parte central de la zona norte del abanico, tiene una gran disponibilidad de agua. El cultivo principal es la cebolla, pero también otras hortalizas que se cultivan de forma intensiva.

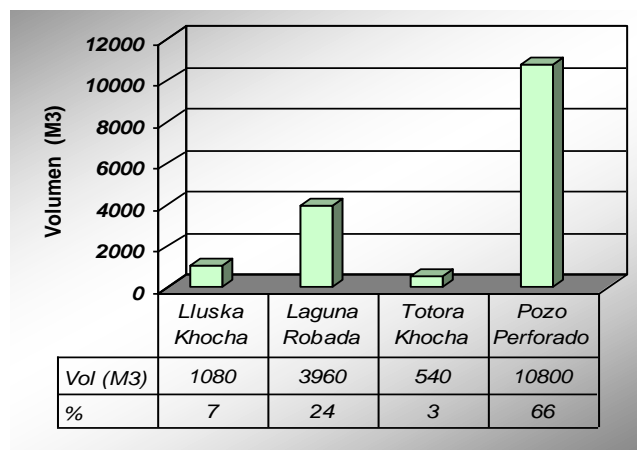


Figura 9. Volúmenes anuales aportados por unidad de producción (HIN).

En la figura 9 se observa el volumen aportado por dos pozos⁹. El volumen aportado de los pozos representa el 66 % del volumen total al que puede acceder un agricultor en esta unidad.

Los agricultores coinciden en que los pozos son los más importantes, debido a su menor dependencia de las precipitaciones y por su mayor frecuencia. Estas características son importantes en la producción de hortalizas que son los principales cultivos de esta unidad.

Las represas como Lluska Khocha y Laguna Robada son importantes por la cantidad de agua, que permite el riego de varias parcelas al mismo tiempo y la realización de prácticas que precisan caudales grandes, pero también por el bajo costo del agua. Totorá Khocha no es muy apreciada por los agricultores, por lo general traspasan o venden sus acciones a comunidades que se encuentran en la zona sur del abanico, especialmente en los últimos años en que esta represa permitió solo un riego. Por este motivo y porque el costo que deben pagar por operación y mantenimiento sumada a la mano de obra necesaria para la llegada de esta agua no parece justificada por el agua recibida en una sola largada de la represa.

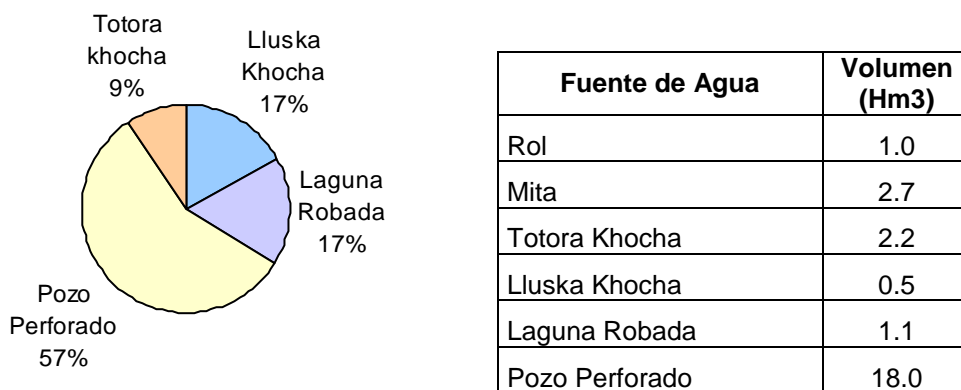


Figura 10. Percepciones sobre la importancia de las fuentes de agua (HIN)

En esta unidad la percepción sobre la importancia de las fuentes de agua figura 10 coincide con los volúmenes aportados por las distintas fuentes de agua presentes.

Excepto en las aguas de río, que a pesar de tener volúmenes altos pierden importancia por su presencia en época de lluvias y su impredecibilidad.

⁹ En esta unidad existe una mayor explotación de aguas subterráneas y los agricultores cuentan con por lo menos dos acciones de pozo.

- **Hortícola Lechero Intensivo (HLIN)**

Esta se ubica en la parte Nor-Oeste del abanico, los agricultores de esta zona tienen disponibilidad y acceso a fuentes de agua que permiten el cultivo de hortalizas y forrajes, estos últimos destinados a la crianza de animales.

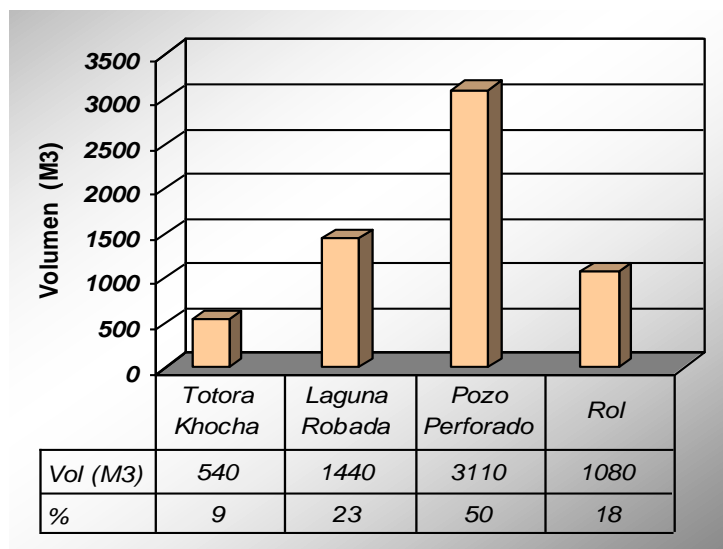
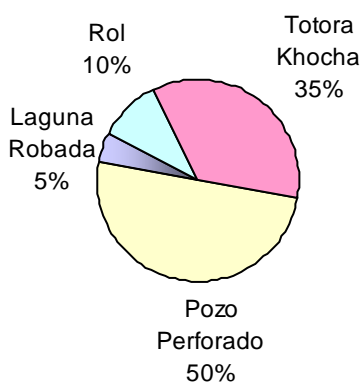


Figura 11. Volúmenes Aportados anualmente por Unidad de producción (HLIN)

El volumen aportado por los pozos es el más alto en esta unidad representando el 50 % del total calculado para la unidad de producción, le sigue Laguna Robada, y Rol que también pueden representar grandes volúmenes de aporte para la unidad de producción figura 11.



Fuente de Agua	Volumen (Hm3)
Rol	1.0
Titora Khocha	2.2
Laguna Robada	1.1
Pozo Perforado	18.0

Figura 12. Percepciones sobre la importancia de las fuentes de agua (HLIN)

El aporte del pozo y las percepciones de los agricultores respecto a su importancia figura 12 coinciden, pero no se observa esta situación en Laguna Robada debido a la menor accesibilidad que representa una menor seguridad, por lo que la percepción respecto a su importancia cambia en relación al volumen de agua que esta puede aportar. Esta unidad solo cuenta con derechos sobre Totora Khocha utilizada para el riego de maíz y alfalfa en época de estiaje, es por esto que el pozo perforado tiene particular importancia en los últimos años, donde la oferta de agua de Totora Khocha se vio reducida.

- **Hortícola Semi Intensivo (HSI)**

Se encuentra ubicada en la parte norte del abanico de Punata comprende parte de las comunidades de Pucara, Valenzuela, la disponibilidad de agua representada principalmente por la represas permite el cultivo de hortalizas con una menor intensidad al de la unidad anterior.

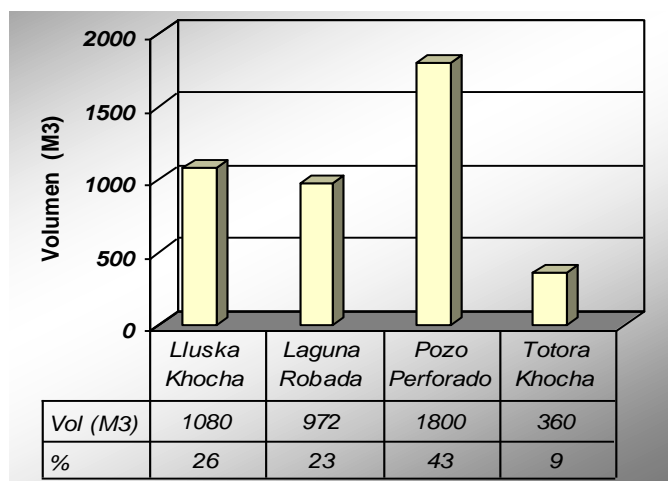
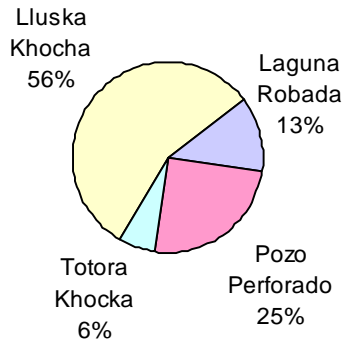


Figura 13. Volumen anual aportado por unidad de producción (HSI)

Según la figura 13 el mayor aporte es realizado por los pozos de riego el doble de volumen respecto a las lagunas de Lluska khocha y Laguna Robada. Sin embargo, no todos los agricultores tienen acceso a esta fuente. Es por esto que los agricultores consideran como la más importante a la represa de Lluska khocha, debido a la cantidad de agua que ofrece y por la frecuencia, mayor a la de Totora Khocha.



Fuente de Agua	Volumen (Hm3)
Totorá Khocha	2.2
Lluska Khocha	0.5
Laguna Robada	1.1
Pozo Perforado	18.0

Figura 14. Percepciones sobre la importancia de fuentes de agua (HSI)

▪ **Productor Lechero Frutícola Semi -Intensivo (PLFRSI).**

Esta unidad comprende la parte Nor-Oeste del abanico específicamente las comunidades del municipio de San Benito y parte de comunidades próximas al centro poblado del municipio de Punata: Los cultivos principales son el Maíz grano y la Alfalfa, pero los frutales (durazno) ocupan cada vez más un área mayor.

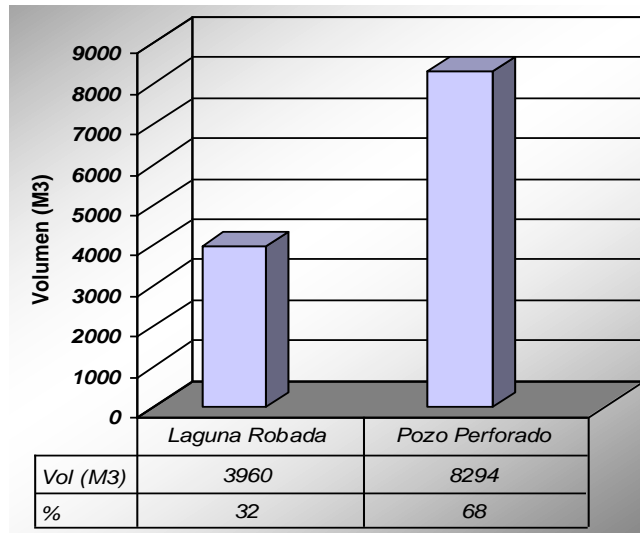


Figura 15. Volumen anual aportado por unidad de producción (PLFRSI).

El pozo perforado es el más importante en esta unidad debido a su disponibilidad y frecuencia, muy importantes para cultivos como el tomate y durazno implantados en esta zona. Siendo su aporte el doble respecto a las represas figura 15; Sin embargo la represa de Laguna Robada cobra importancia porque en esta unidad todos cuentan con esta fuente de agua y es muy importante debido a su cantidad, frecuencia y el menor costo que se paga por su uso.

Las percepciones de los usuarios acerca de esta importancia coinciden con los aportes en volumen hechos por cada una de las fuentes figura 16.

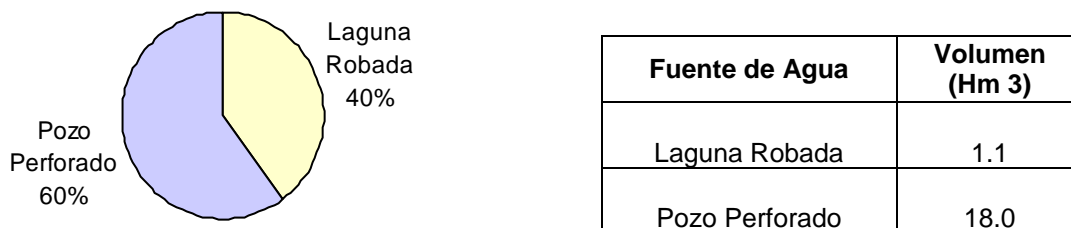


Figura 16. Percepciones sobre la importancia de las Fuentes de agua (PLFRSI)

▪ **Productor Lechero Semi Intensivo (PLSI)**

Esta unidad ocupa la parte sur del abanico de Punata extendiéndose como una franja, por debajo de la carretera que une Punata con Arani y muy próximo al centro poblado.

La disponibilidad de agua está representada por las represas y algunos pozos de riego, es esta disponibilidad la que permite la producción de cultivos como la Alfalfa, maíz grano, pero también hortalizas en menor intensidad.

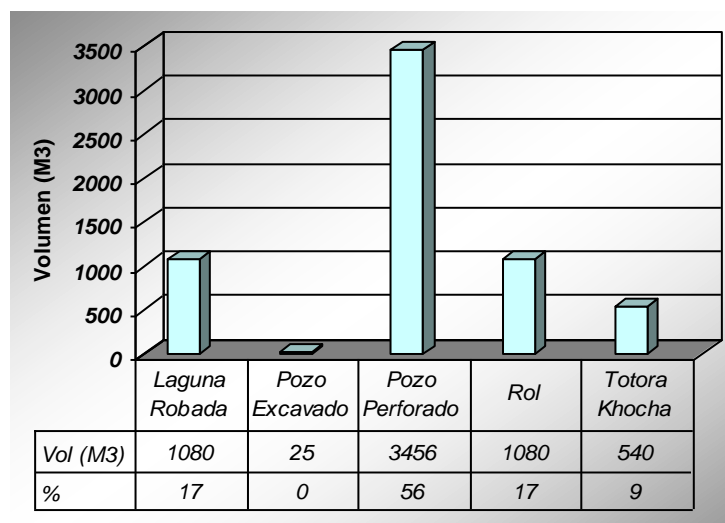


Figura 17. Volumen anual Aportado por unidad de producción (PLSI).

Los pozos tienen mayor importancia en términos de volumen por su disponibilidad y menor dependencia de las precipitaciones, coincidiendo con las percepciones de los agricultores que sitúan al pozo como la fuente de agua más importante.

Debido al mayor tamaño de esta unidad se pueden encontrar varias fuentes y haber variación entre las percepciones sobre la importancia de estas. Esta unidad se constituye en una zona de transición entre la zona norte con características de producción de hortalizas y la zona sur que presenta características de producción pecuaria. La parte noreste de la unidad cuenta con Laguna Robada que tiene una frecuencia y cantidad considerable, es la más importante en este sector al igual que los pozos ambas fuentes permiten que se realice el cultivo de algunas hortalizas y frutales.

En la parte sur de la unidad, las fuentes más importantes son Tatora Khocha y Rol, porque son las únicas con que cuentan estas comunidades, y en algunas de estas existen todavía los pozos excavados utilizados para el riego. Sin embargo destaca la importancia de Tatora Khocha por la cantidad de agua que permite el riego de los terrenos con extensiones relativamente grandes, pero principalmente por que existe una menor accesibilidad a otras fuentes de agua.

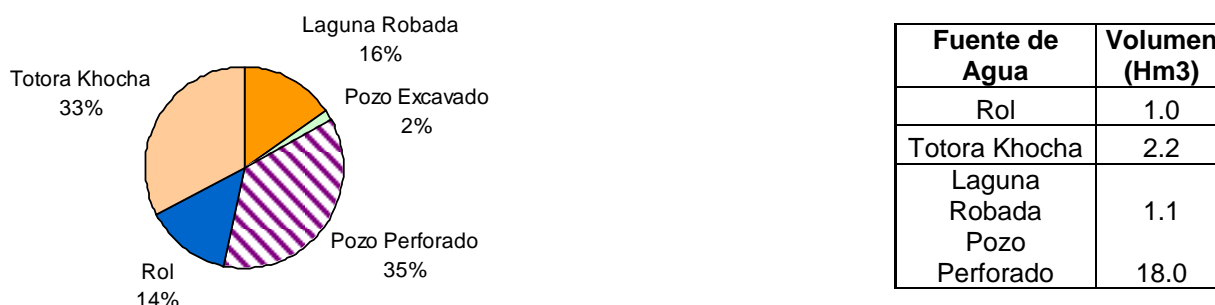


Figura 18. Percepciones sobre la importancia de las fuentes de agua (PLSI)

▪ **Productor Lechero Semi Temporal (PLST).**

Ubicada en el extremo sur del abanico de Punata y extendiéndose por todo el ancho del mismo. Tienen una menor disponibilidad de agua que permite la producción temporal de Maíz y Alfalfa.

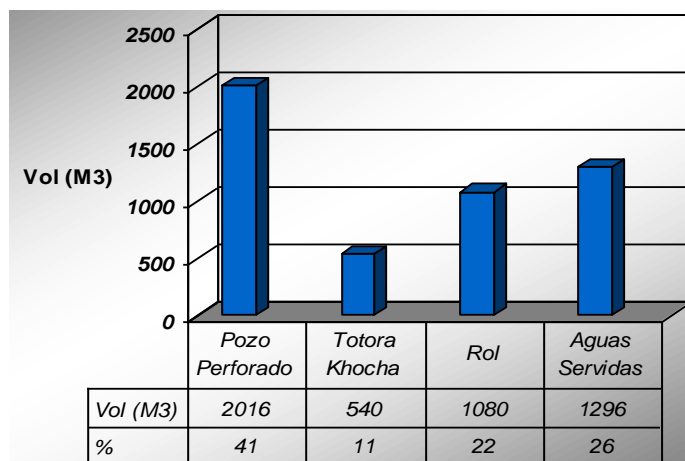


Figura 19. Volumen Anual Aportado por Unidad de Producción (PLST).

Los pozos perforados son la fuente de agua que más aporta en términos de volumen, aunque esta unidad no tiene un número significativo de estas fuentes para su uso en riego, las distintas formas de acceso permiten un mayor aporte por parte de estas fuentes de agua. Las aguas servidas realizan un importante aporte principalmente en las comunidades de los alrededores de la planta de tratamiento; las aguas de rol le siguen en importancia resaltando por los grandes caudales que tienen figura 19.



Figura 20. Percepciones sobre la importancia de las fuentes de Agua (PLST)

La represa Titora Khocha es la más importante según la percepción de los usuarios en esta unidad, porque es la única fuente con que cuenta la mayoría de las personas, la cantidad de agua, el acceso, la época de funcionamiento de esta represa, y el rubro para el que es utilizado también son motivos para su importancia. Las zonas de esta unidad que cuentan con aguas de pozo consideran a este como el más importante, debido a su mayor disponibilidad y frecuencia.

Los pozos de riego se encuentran distribuidos prácticamente en todo el abanico y cobran importancia en las áreas de influencia que tienen. En las zonas o comunidades que cuentan con

pozos de riego se considera a estos los más importantes, por diversos motivos que pasan principalmente por la disponibilidad, frecuencia y seguridad que ofrecen hasta el fácil manejo de los caudales extraídos de estos. La desventaja de los pozos es el costo del agua y la reducida área de influencia que pueden tener.

De las tres represas presentes la más importante es Laguna Robada, por su frecuencia y cantidad, además del costo, por los mismos motivos le sigue en importancia Lluska Khocha, y finalmente Totorá Khocha, cuya importancia parece radicar en el área de cobertura de esta fuente que abarca a todo el abanico, llegando a comunidades donde ninguna otra fuente tiene presencia, convirtiéndose en la más importante para estas; pero también por la cantidad de agua que permite realizar la práctica del “empanto” dando inicio a la siembra del maíz, cultivo muy importante en la zona de estudio.

La importancia de las aguas de río, Rol y últimamente Mita se ve reducida por ser fuentes temporales e inciertas, debido a su dependencia de las lluvias, y factores que escapan del control de los agricultores. Pero pueden representar importantes aporte de volumen de agua, en el caso de existir precipitaciones favorables. En esta situación existe motivación para que comunidades que no regían su derecho sobre las aguas de Rol, soliciten el uso de esta agua. Pilayacu en las comunidades de Pucara y La villa tiene una importancia notoria y en ambos casos tienen un gran dependencia de esta agua.

Existe una diferencia entre la disponibilidad de agua y las percepciones sobre la importancia de esta. Se puede observar que dentro de las percepciones, algunas unidades que no cuentan con derechos sobre una fuente en particular esta resulta importante para esta unidad, este hecho se debe a la dinámica en el acceso al agua.

b) Usos Agrícolas de las diferentes Fuentes de Agua.

Los usos de las distintas fuentes de agua en la agricultura son acordes a las características de las mismas y no tienen gran variación entre los bloques delimitados. Por esto los describimos de manera general en el cuadro 7.

Cuadro 7. Usos Agrícolas de las distintas fuentes de agua.

Fuente de Agua	Usos Agrícolas
Laguna Robada	Riego suplementario*, riego complementario, empanto, barbecho, riego de mishkas, watabarbecho.
Totora Khocha	Riego suplementario, Riego complementario*, empanto.
Lluska Khocha	Riego suplementario*, Riego complementario, empanto
Pozo excavado	Riego suplementario, abrevado de animales
Pozo perforado	Riego suplementario, abrevado de animales, lavado de verduras
Rol	Riego complementario, empanto, watabarbecho
Pilayacu	Riego de cultivos, riego suplementario y complementario, abrevado de animales, lavado de verduras
Aguas Servidas	Riego suplementario, Abrevado de animales ¹⁰ .
Mit'a	Riego complementario, empanto, watabarbecho.
Riada	Lameo (hace 4 -8 años), Riego complementario.

Nota: En el caso de las represas estas pueden permitir riegos suplementarios y complementarios dependiendo de la época de funcionamiento que está muy influenciada por el almacenamiento del agua.

** Riego más común realizado con esta represa.*

Las aguas de represa son utilizadas generalmente para la realización de prácticas agrícolas (barbechos y empanto) y para el riego de los cultivos en la época de estiaje pero también en el periodo lluvioso,

Existe una relación muy cercana entre la disponibilidad de agua y sus características con los usos del agua.

b.1) Relación Disponibilidad - Uso.

La disponibilidad de agua tiene una gran influencia sobre los usos, pues es esta la que define el tipo de producción en un determinado lugar, y es en función al tipo de producción que se realizarán los diferentes usos del agua. Existen varios elementos dentro de la disponibilidad, los mismos que tienen una gran influencia sobre los usos, el análisis de estos elementos y su variación en el tiempo nos revelaran características de los usos actuales del agua y algunos cambios dentro de estos.

A continuación se realiza un análisis relacionando las épocas de funcionamiento de las represas con el calendario de actividades realizado de donde se puede extraer los usos de cada represa.

¹⁰ Según Camacho (2005). Solo en las comunidades de Tajamar Centro y Colque rancho

- **Época – Uso.**
- **Totora Khocha.**

La época de funcionamiento de esta represa es más corta en comparación con otras. En los últimos años permitió sólo un riego que es programado por los usuarios para la realización de la preparación de los terrenos.

Esta represa funciona entre los meses de julio y diciembre, teniendo una mayor concentración entre los meses de agosto y octubre. Es evidente la estrechez de la época de funcionamiento, particularmente en los últimos dos años, en los cuales las aguas de esta represa han sido usadas exclusivamente para la preparación de terreno y en los cuales también se observa que el inicio de la época de funcionamiento se realiza en septiembre.

Este cambio se hace con la finalidad de retrasar la siembra de maíz, de modo que el desarrollo de este cultivo coincida con la época de lluvias para complementar el riego con la precipitación, asegurando la producción de esta manera.

Año/Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
1991								1	1	1	0	1	4
1992								1	0	1			2
1993							1	1	0	1	1		4
1994							1	1	0	1			3
1996							1	0	1	1	0	1	4
1997							1	1	1	1	1	1	6
1998								1					1
1999								1	1	0	0	1	3
2000								1					1
2001								1	1	1	0	1	4
2002								1					1
2003								1	1	0	0	1	3
2004									1				1
2005									1				1

Figura 21. Época de funcionamiento Totora Khocha (1991-2005)
 Nota: 0, 1. Representa el número de largadas realizadas durante ese mes.

En los años en que la represa permitió más de una largada, las aguas de esta fueron usadas también para el riego de cultivos implementados en la siembra grande, como se verá posteriormente (cuadro 10).

- **Laguna Robada.**

Esta represa es la fuente con mayor disponibilidad de agua en términos de número de largadas y tiene un periodo de funcionamiento más amplio pues estas se encuentran distribuidas en los diferentes meses del año esto se puede corroborar en la figura 22.

Año/Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	total
1988						1	1	1	2	1	2	1	9
1989	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1			6
1990			1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	8
1991			1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	11
1992		1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	8
1993				1	0	1	1	0	1	1	2	1	8
1994	1	0	1	0	1	1	1	1	2	1	0	1	10
1997					1	1	2	1	1	3	1	4	14
1998	1	1		1	1	2	1	1	1	2	1	3	15
1999				1	1	2	1	0	1	2	2	1	11
2000				1	0	1	1	1	1	2	3	1	11
2001					1	1	2	1	2	1	2	1	11
2002	2			1	1	1	1	3	2	2	1	1	15
2003				1	1	1	0	2	1	2	1	1	10
2004				1	1	1	1	2	1	2	0	1	10
2005			1	1	1	0	1	2	0	2	1	2	11

Figura 22. Época de Funcionamiento de Laguna Robada (1988 a 2005)
 Nota: 1,2y 3. Representan el número de largadas realizadas en ese mes

Las aguas de esta represa generalmente son utilizadas desde abril hasta diciembre, teniendo una mayor concentración entre los meses de agosto a noviembre. En los años con bastante precipitación las largadas empiezan en enero, para evitar que la represa desborde, siendo esta agua destinada al riego de las siembras de verano. Una vez regulada la represa continua con las épocas normales hasta diciembre, permitiendo el riego de cultivos implantados en las mishkas¹¹, Chaupimishkas¹², y siembras de año¹³.

En los últimos cinco años, los meses de Agosto y Octubre realizaron 2 ó 3 largadas mensuales destinados al riego de barbechos, riego de hortalizas y otros cultivos presentes en esta época.

Se puede apreciar en la figura 22 que el número de largadas por mes tienen una variación en los últimos cinco años. Esta fuente permite al menos un riego por mes y su presencia en la

¹¹ Se caracteriza por ser la primera, empezando el mes de julio hasta aproximadamente el mes de agosto

¹² Siembras intermedias que empiezan después de la siembra de mishka es decir, en los meses de agosto a septiembre aproximadamente. (Del Callejo 1999)

¹³ Son siembras que requerirán necesariamente el aporte de las aguas provenientes de las precipitaciones de año se realizan en los meses de octubre a noviembre (Del Callejo 1999)

zona de influencia representa gran seguridad. La cédula de cultivos obtenida en el área de influencia de esta represa, puede evidenciar este hecho presentando cultivos muy exigentes en agua (cuadro 10).

- **Lluska Khocha.**

La época de funcionamiento es de abril a noviembre, con una mayor concentración de largadas entre los meses de mayo y octubre. Por las características de la época de funcionamiento esta represa, es importante para el riego de siembras mishka (papa y maíz), chaupimishkas, como riego suplementario de estas siembras y también para las siembras de año.

Año/Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	total
1988							1	1	1	2	1	1	7
1989							1	1	1				3
1990			1	1	1	0	1	1	0	1			6
1991				1	1	0	2	1	1	0	1		7
1992				1	0	1	0	1	1	1			5
1993					1	1	1	1	0	1	1		6
1994			1	0	1	1	0	1	1	0	1		6
1995						1	1	1	1	0	1	1	6
1996						1	1	1	1	0	1	0	6
1997						1	1	0	1	1	1	0	6
1998				1	1	1	1	0	1	1			6
1999					1	1	1	1	0	1	1		6
2000				1	1	0	1	0	1	0	1		5
2001				1	1	0	1	1	0	1	2		7
2002					1	0	1	0	1	1	1		5
2003				1	1	1	1	0	1	0	2		7
2004					1	1	0	1	0	0	1		4
2005				2	0	0	1	0	0	1			4

Figura 23. Época de funcionamiento represa Lluska khocha (1988 -2005)

Nota: 1,2 y3 Representa el número de largadas realizadas en ese mes.

La figura 24 resume el anterior análisis.

Figura 24. Características de la producción agrícola y su relación con la operación de las represas

Tipo de Producción	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Mishka							*	*				
Chaupi-Mishka								*	*			
Siembra de año										*	*	
Siembra invernal		*	*									
Riegos de empanto									*	*		
Riego de Barbecho		*	*								*	*
Lameo		*	*									

Fuente: Elaborado en base a Del Callejo (1999)

Por las características de la época de funcionamiento de las represas podemos observar que las represas de Laguna Robada y Lluska Khocha operan para llevar el riego a los cultivos implantados o para la preparación del terreno destinado a la siembra de mishkas y Chaupimishkas, así como a las siembras de año. Laguna Robada es la única represa que puede ser utilizada para la siembra invernal, pero también para riegos de preparación. Entre 1990-1994 la represa de Lluska Khocha también fue utilizada para este uso, pero en los últimos años debido a la reducción en el almacenamiento de agua hace que su uso sea principalmente en el riego de cultivos presente en la época de estiaje.

En el caso de las aguas de pozo, por su amplio rango de funcionamiento, su uso es casi generalizado para todo tipo de cultivos; teniendo ciertas limitaciones en el uso para riegos de preparación, por el costo que implica. El funcionamiento de los pozos es menor en época de lluvias, por la disponibilidad de otras fuentes de agua (Río) y la presencia de precipitaciones.

Las aguas de río Mit'a y Rol son utilizadas para prácticas agrícolas (empanto, barbechos) y como riego complementario para una diversidad de cultivos, debido a la época y la restricción en el uso de las aguas de pozo, precisamente por la presencia de las precipitaciones y de estas fuentes que son parte de las mismas.

Las aguas de Río (cuya presencia depende del régimen hidrológico) y las precipitaciones, permiten realizar riegos de barbecho y empanto. Sin embargo el uso de esta agua para el riego de los cultivos se ha visto afectado por la reducción en la época de funcionamiento ó disponibilidad de esta agua. La disminución del rango de funcionamiento de las aguas de río ha provocado la ampliación de la época de funcionamiento de los pozos.

Las aguas de pozo perforado y Pilayacu tienen un uso más amplio; además de ser usadas para riego también se usan para actividades relacionadas a la agricultura como ser: lavado de verduras y abrevado de animales.

A través de entrevistas y encuestas se ha podido evidenciar cuales son los principales cultivos regados con las distintas fuentes los resultados se resumen en el cuadro 8.

Cuadro 8. Principales Cultivos por Fuente de Agua.

Principales cultivos por fuente de agua	
Fuente de Agua	Cultivos
Laguna Robada	Maíz grano, alfalfa, cebolla, zanahoria, duraznos
Totora Khocha	Maíz grano, alfalfa
Lluska Khocha	Cebolla, papa, zanahoria, alfalfa, haba, hortalizas
Pozo Excavado	Maíz grano, alfalfa, Papa
Pozo Perforado	Alfalfa, cebolla, durazno, haba, papa, tomate, Repollo Remolacha, hortalizas, zanahoria
Rol	Maíz grano, Alfalfa, cebada, trigo
Pilayacu	Cebolla, haba, papa, flores
Aguas Servidas	Maíz grano, Alfalfa, haba

Pilayacu, los pozos perforados, Laguna Robada y Lluska Khocha son fuentes que se usan para el riego de hortalizas o cultivos exigentes en agua. Las otras fuentes son utilizadas tanto para hortalizas como para cultivos menos exigentes en agua, como es el caso de las aguas servidas, Rol y pozos excavados. En el caso de Totora Khocha es utilizado generalmente para preparar el terreno para el cultivo del maíz, así como para el riego de este cultivo y en menor cantidad para el riego de alfalfa.*

De la misma manera las fuentes de agua son utilizadas para el riego de preparación (empanto) y practicas que permiten almacenar y conservar la humedad en el suelo (barbecho, barbecho de año).

Las fuentes de agua cuyo uso principal es el riego de preparación cuadro 9, son generalmente las que tienen caudales grandes (Represas y Río) en cada unidad de tierra. Según información de los entrevistados, las aguas de Totora Khocha tienen como uso principal el riego de preparación en todas las unidades de tierra identificadas.

Otras fuentes como en el caso de Laguna Robada, Lluska Khocha, Mit'a y Rol también son utilizadas para el riego de preparación, pero su uso principal en los últimos años ha sido el riego de cultivos.

Cuadro 9. Fuentes de agua utilizadas para el riego de preparación en cada unidad de análisis

Unidad	Fuentes de Agua para el Riego de Preparación	
	Fuente Principal	Otras Fuentes
AGST	Totora Khocha	Rol
HFLSI	Totora Khocha	-
HIN	Totora Khocha	Laguna Robada, Mit'a
HLIN	Totora Khocha	Laguna Robada, Mit'a
HSI	Totora Khocha	Mit'a, Lluska Khocha
PLFRIN	Totora Khocha	Laguna Robada.
PLSI	Totora Khocha	Rol, Aguas Servidas
PLST	Totora Khocha	Rol

Por lo visto anteriormente características como el caudal tienen una gran influencia en los usos que se le darán al agua, en el caso de algunas fuentes estos usos se ven afectados por las variaciones en el tiempo de los mismos. Como se muestra en las siguientes figuras este caudal ha ido disminuyendo en algunas fuentes afectando el uso de las mismas.

En el caso de las aguas de pozo este uso no tiene gran importancia debido al costo que implica.

- **Caudal -Uso.**
- **Totora Khocha.**

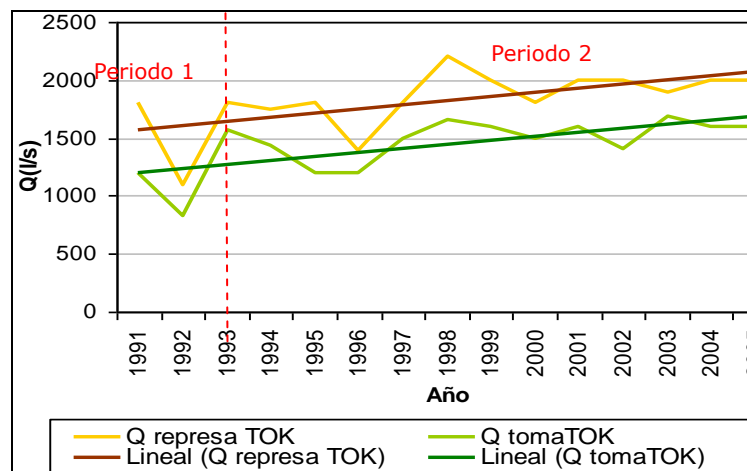


Figura 25. Variación de Caudales en la represa Totora Khocha.

En el caso de Totora Khocha el periodo 2 muestra un crecimiento lineal ascendente en los caudales de llegada a la bocatoma, pero se observa una mayor diferencia entre el caudal de salida y llegada respecto al periodo 1. El aumento en estos caudales de llegada permite una mayor disponibilidad de agua para su uso en el riego.

- **Laguna Robada.**

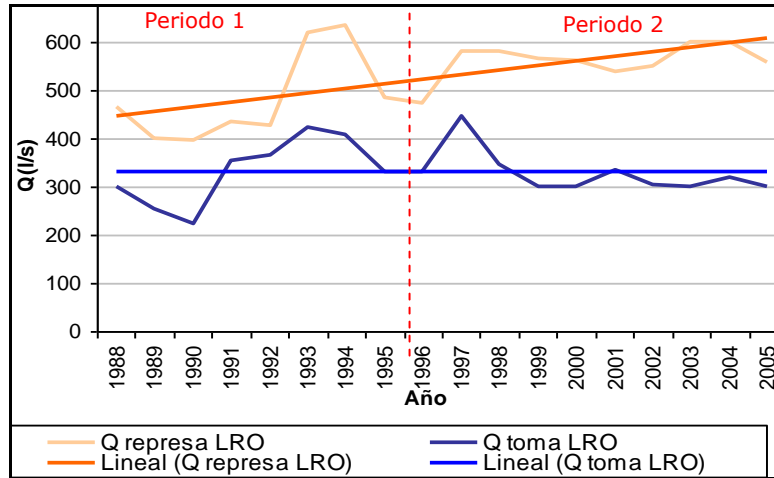


Figura 26. Variación de Caudales en la Represa Laguna Robada

En el caso de esta represa la diferencia entre el caudal de salida y el de llegada en el periodo 2 es superior al anterior caso y como en este es mayor respecto al periodo 1, esta diferencia entre ambos caudales evidencia el crecimiento de las pérdidas de agua que son mayores cada año, se estimó una eficiencia de conducción de 58 % para esta represa.

- **Lluska Khocha.**

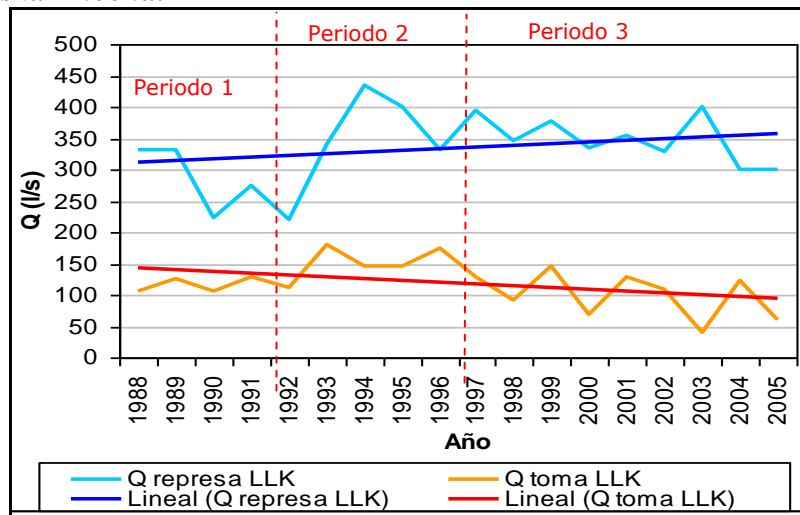


Figura 27. Variación de los Caudales Lluska khocha

La diferencia entre los caudales de salida y de llegada se ha acrecentado en el tiempo, siendo esta más considerable en el periodo 3, pese al aumento cada vez mayor en los caudales desfogados en la represa, el caudal de llegada de la bocatoma no supera los 120 l/s. La eficiencia de conducción promedio en esta represa es de 45 %.

Cabe resaltar que esta represa tiene una baja eficiencia de conducción, debido a la distancia que debe recorrer (aproximadamente 40 Km) y principalmente a la falta de control durante las largadas y los problemas organizativos del comité, pues es muy común el robo de agua por parte de regantes que se encuentran asentados a lo largo del río.

En todos los sistemas existe un aumento en las pérdidas de agua debido a problemas en la conducción de la misma en todas las represas y en el caso de Lluska khocha a los robos que se registran en el trayecto de conducción y por falta de trabajos de mantenimiento de los canales.

Estos problemas o cambios en los caudales se reflejan en la disminución de la disponibilidad de agua y por tanto una mayor demanda de agua que tiende a ser satisfecha con la explotación de aguas subterráneas. En el caso de las represas Totorá Khocha y Laguna Robada que todavía cuentan con caudales considerables continúan usándose en la preparación de terrenos u otras prácticas, pero Lluska khocha por la disminución en el caudal de llegada ya no se utiliza con tanta frecuencia en este uso y es generalmente utilizado en el riego de cultivos.

Los caudales de producción de los pozos tienen una tendencia descendente en el tiempo, como se observa en los ejemplos de la figura 28

Esta disminución en el caudal se debe a varios factores como el descenso del nivel de agua en el suelo, que en algunos casos pueden ser subsanados a través de trabajos de mantenimiento como la limpieza, llegándose a recuperar o incrementar el caudal. Sin embargo, el descenso vuelve a presentarse con el pasar del tiempo como lo muestra el ejemplo del pozo Thako I.

Este tipo de cambios en el caudal de los pozos provoca cambios en los usos del mismo.

- **Pozos**

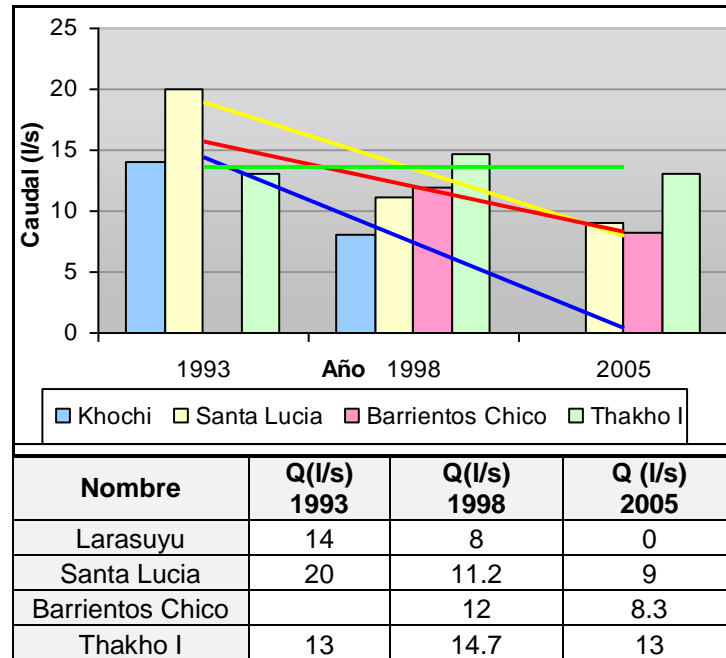


Figura 28. Variación de los Caudales de Pozo

Generalmente, estos cambios se producen en pozos perforados para su uso en riego, cuando la variación o descenso en el caudal es considerable, los pozos cambian de uso, siendo destinados a la provisión de agua potable, pues los caudales pequeños no son muy prácticos en el riego, debido al tiempo que implicaría su utilización, afectando en la distribución del agua acordada por los socios y principalmente porque los caudales reducidos implican un mayor número de horas para el riego y por tanto también una mayor inversión, debido a que los costos de operación del pozo aumentan con el tiempo de funcionamiento del mismo.

Esta dinámica es común en el abanico de Punata por lo que ya existe una conciencia acerca de las limitaciones en la explotación de las aguas subterráneas y se ha convertido en un tema de preocupación para los agricultores. No obstante la explotación de aguas subterráneas continúa.

Las aguas de río están muy relacionadas a las precipitaciones y en los últimos años los agricultores perciben que bajó la cantidad de agua, en el caso de Mita, Pilayacu, Rol y Riada ya no tienen caudales grandes que permitan realizar las prácticas de Lameo, a los bajos caudales de los ríos y la profundización de los mismos debido a la extracción de agregados, que profundiza más el río y obstaculiza el transporte de agua, propiciaron la reducción en la realización de esta práctica.

En el caso de las represas el volumen almacenado es lo que define el número de largadas y por tanto el número de riegos que se tendrá, este número ha ido cambiando en el tiempo habiendo repercusión en el uso del agua de estas fuentes.

- **Número de largadas – Uso.**

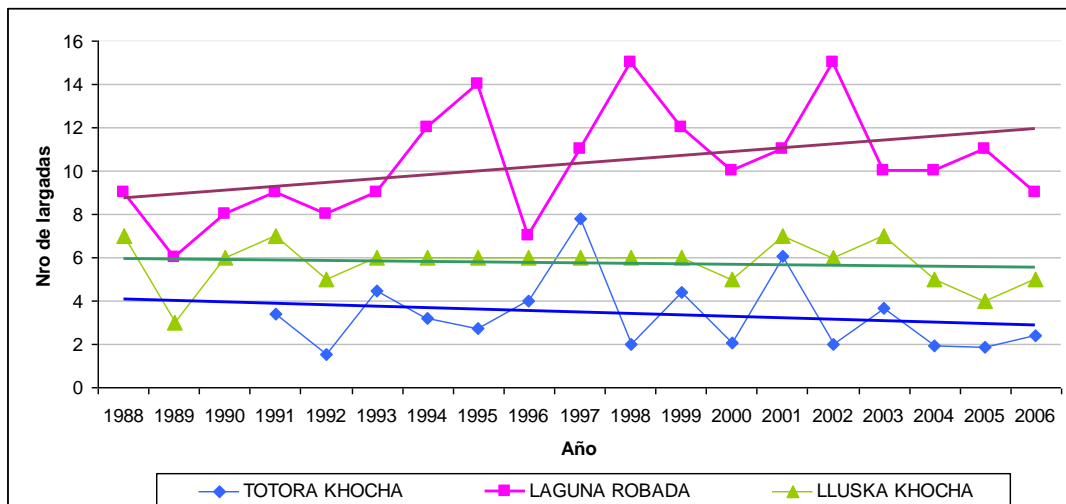


Figura 29. Variación del Número de Largadas en las Represas

En la figura 29 se muestra un aumento en la frecuencia de largadas de Laguna Robada. Hasta 1994 se tenía menos de 11 largadas, a partir de 1994 estas aumentaron entre 10 y 14 largadas. En general el número de largadas varía cada año pero la tendencia es el aumento a partir del año 1993.

La represa de Lluska Khocha mantiene cierta constancia con 6 largadas hasta el año 1999, por las características de operación de la misma (lo que varía en estas es el caudal de entrega al usuario) y, a partir de este año hasta el año 2005, el número de largadas varía entre 4 y 7, por lo que se observa un ligero descenso en el número de largadas.

El caso extremo es Totorá Khocha donde a partir de 1998 el número de largadas se reduce a la mitad de los años anteriores y tiene una clara tendencia a disminuir. En los últimos dos años, sólo se tuvo una largada que consistió en la dotación de un turno y medio (45 minutos) para no realizar dos largadas que significaría tener mayores pérdidas de agua y mayor inversión en operación y mantenimiento.

Las percepciones de los agricultores sobre las aguas de río, principalmente Mita y Pilayacu, consideran que existe una disminución en el número de riegos que estas fuentes permiten, debido a que las mismas tienden a secarse en la época de estiaje, mientras que anteriormente estaban presentes todo el año. Con relación a las aguas de rol, opinan que presentaba una mayor frecuencia en los años anteriores y que actualmente se ha reducido, debido a la variación de la precipitación.

La reducción en el número de Largadas en las represas de Totora Khocha y Lluska Khocha ha significado un aumento en los intervalos de riego acrecentando la inseguridad en la producción.

La influencia de las largadas de las represas sobre los cultivos implementados es notoria, pues genera algunos cambios en el uso del agua. En el caso de Totora Khocha, cuando el agua almacenada alcanza para más de una largada esta es utilizada para la siembra de mishkas de papa o mayores extensiones de maíz choclo, tal como se aprecia en las cédulas de cultivos de diferentes años en el cuadro 10. En el caso contrario que se ha observado en los últimos años, se genera un descontento con respecto a esta represa pues la reducción del número de largadas ha significado una mayor inseguridad en el uso de esta fuente.

Cuadro 10. Cédulas de Cultivos y su relación con la disponibilidad de Agua. (HIN)

CULTIVO	1992	1993	1994	1997	2005(%)
Alfalfa	4%	5%	5%	5%	9
Cebolla_1	17%	13%	11%	11%	20
Cebolla_2	19%	16%	4%	17%	19
Cebolla_3	7%	10%	8%	7%	18
Haba_1	5%	8%	11%	8%	1
Haba Mishka	4%	6%	8%	6%	2
Maíz Choclo	0	0	3%	12%	8
Maíz Grano	35%	34%	26%	11%	5
Papa_1	0%	0%	0%	3%	0%
Papa Mishka	0%	3%	0%	8%	0
Papa Año	6%	5%	7%	4%	0
Zanahoria_1	2%	3%	4%	0	1
Zanahoria_2	2%	3%	0%	0%	1
Zanahoria_3	3%	3%	0%	0%	0
OTROS	4%	7%	2%	7%	1
B	51%	46%	48%	22%	16
TD	12%	7%	11%	36%	38

El año 1997 las altas precipitaciones registradas permitieron un buen almacenamiento de agua en las represas, estableciendo un record en el número de largadas. Tomando la unidad intensiva como ejemplo, encontramos que este año se observan cultivos tempranos como la papa que aumentó su área desde un 0- 3% hasta un 8 %, así como cambios en el porcentaje de maíz choclo, que no era cultivado en los años anteriores a este, ó tenía un 3% aumentando este año hasta un 12%. El mismo fenómeno se observa en las otras unidades, así en las unidades que tienen vocación pecuaria se observa un claro aumento en el área cultivada de maíz choclo y, en algunos como en la unidad PLSI, la presencia de cultivos de Haba mishka.

Las unidades que tienen mayor disponibilidad de agua (HIN, HFLSI) presentan un aumento en el porcentaje de maíz choclo, pero también es común a todos estos bloques el aumento en porcentaje de haba y papa mishka.

La disponibilidad de agua de las represas representa la utilización de los escurrimientos de las precipitaciones y permite definir el uso de esta para distintos cultivos.

- **Seguridad - Uso.**

Las fuentes de agua más seguras son los pozos. Sin embargo, muchos agricultores (*sobre todo en la unidad hortícola intensiva*), pese a tener derechos sobre sistemas con pozos, continúan buscando acceso a nuevos sistemas (*pozos*) y de este modo consolidar una dotación que garantice su producción, ya que por la creciente proliferación de pozos en la zona, muchos de ellos tienden a bajar sus rendimientos o secarse. Por tanto los pozos tampoco son seguros como lo demuestra la figura 28.

El caudal puede descender hasta “secarse” totalmente, pero ofrecen la ventaja de que si se encuentra en buena ubicación y en un nivel de explotación equilibrado, pueden ser no sólo una fuente de agua constante, sino una fuente de seguridad y estabilidad que permite una buena producción.

La figura 29 demuestra que la represa más segura es la de Laguna Robada pues tiene mayor número de largadas y por tanto menor intervalo entre largadas, seguida de Lluska Khocha con una menor frecuencia pero con intervalos casi mensuales, Totorá Khocha es una represa cada vez más insegura según los datos y las percepciones de la gente.

La seguridad es un aspecto que tiene gran influencia sobre el uso del agua pues dependiendo de los niveles de seguridad de una determinada fuente se le otorgará o programará un uso determinado por ejemplo los pozos que tienen una seguridad alta son utilizados para cultivos que no resisten periodos largos sin riego.

Este hecho ha generado un aumento en la explotación de aguas subterráneas y propiciado una mayor disponibilidad de esta agua llevando consigo a un mayor uso de las mismas, que por sus características han generado cambios en los sistemas de producción y en la intensidad de estos.

- **Influencia de la disponibilidad sobre los usos del agua.**

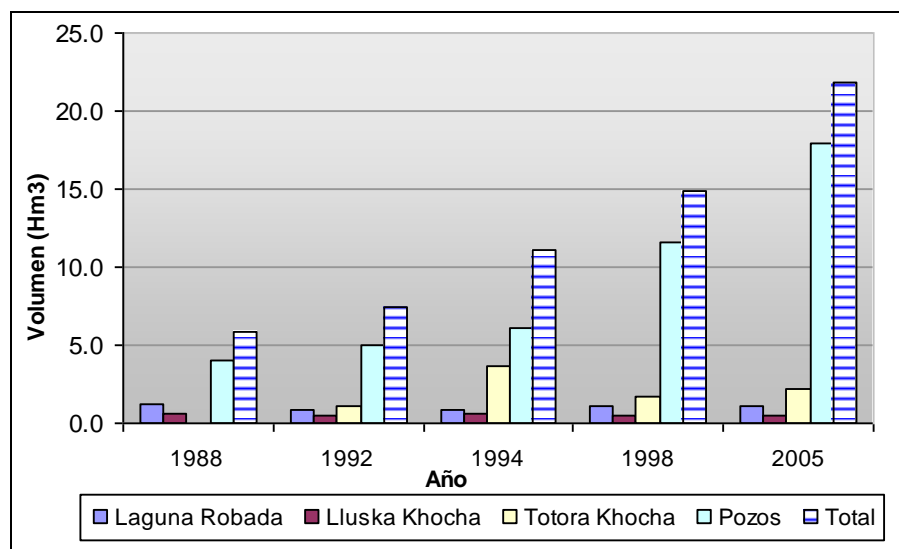


Figura 30. Variación temporal de los Volúmenes Explotados para Uso Agrícola.

La cantidad de aguas subterráneas utilizadas ha aumentado en el tiempo, mientras que los volúmenes de agua utilizados de las represas se encuentran dentro de un rango que tiende a mantenerse o bajar. Pero en general existe una mayor cantidad de agua explotada para su uso en riego figura 30.

En 1988 las aguas de las represas, pozos y aguas de río eran utilizadas para el riego de cultivos como el Maíz grano, Alfalfa y algunos Cereales (Trigo, avena). Luego de la implementación de la represa Tatora Khocha (1991) se produjo una mayor disponibilidad de agua, siendo esta utilizada para el riego de cultivos tempranos y hortalizas, creando una mayor demanda del agua que trata de ser satisfecha a través de una mayor explotación de

aguas subterráneas. Esta nueva disponibilidad de aguas subterráneas provocó un cambio de producción en las unidades graneras, con el aumento de cultivos como frutas y hortalizas, pero en general, la intensificación de estas unidades así como de las unidades hortícolas, llegando a ser las aguas subterráneas las más usadas para el riego en el 2005.

La utilización de estas fuentes de agua no depende solamente de la disponibilidad, sino también del acceso que tengan las familias a estas fuentes de agua disponibles. Este está limitado generalmente por los derechos de agua, aunque existen otras formas y medios que permiten que el agua esté disponible en una determinada parcela para su uso en el riego (acceso al agua).

Las formas de acceso al agua se pueden agrupar en dos: unas determinadas (definidas, ciertas): derechos de agua y ubicación de la unidad productiva en el área de riego y otras indeterminadas (inciertas): trabajos en compañía, ayni, compra, préstamo, robo y servicios cuadro 11.

El acceso determinado está condicionado por la ubicación de las unidades productivas dentro del área de riego (*Mita, Rol, Riadas*).

Cuadro 11. Formas de Acceso al Agua

Sistema de Riego	Formas de Acceso	Formas de adquisición del derecho
Totora Khocha	Por derecho, compra, herencia, préstamo, robo	Trabajo y cuotas
Laguna Robada	Por derecho, compra, robo, herencia, préstamo, intercambio	Trabajo y cuotas
Lluska khocha	Por derecho, compra, herencia, robo	Trabajo y cuotas
Mit'a	Por derecho, herencia	Formación del sindicato
Riada	Libre	
Rol	Libre	Afiliación a sindicato comunal y Central campesina
Pozo propio	Propiedad	Recursos propios
Pozo comunal	Por derecho, compra	Cuotas
Pilayacu	Por derecho, por herencia, compra del terreno	Traspaso después de la reforma agraria

Fuente: Elaboración propia en base a Vega 1996

Las formas de acceso a las represas están restringidas a formas de acceso indeterminadas, es decir sólo se puede acceder a estas a través de mecanismos como la compra, herencia préstamo y robo. No se puede crear nuevos derechos (acceso determinado) sobre estas, ya que los derechos se adquirieron a través de trabajos y cuotas en la reconstrucción de represas. Sin embargo, esta forma de acceso es posible en el caso de los pozos perforados, donde la inversión para la explotación de este le otorga un derecho al agricultor (acceso determinado).

En el caso de los ríos (*Rol* y *Riada*), el acceso es “libre”. Todavía es posible tener un acceso determinado, aunque este acceso parece estar condicionado por la ubicación de las unidades productivas dentro del área de riego.

Las formas de acceso indeterminado son muy inciertas y cada vez hay una mayor tendencia hacia los accesos determinados, de ahí el aumento de los sistemas de riego con pozos como fuente de agua para su uso en el riego y el pedido de varias comunidades sobre los derechos que tienen al agua de río.

De los estudios de caso realizados en el 2005, en los que se contabilizaron las fuentes de agua con que cuentan las familias, se puede observar el acceso a las fuentes de agua en cada unidad de tierra.

Cuadro 12. Acceso Actual al Agua.

Unidad	Numero de Fuentes de Agua para Riego		
	Promedio	Máximo	Mínimo
AGST	2	3	2
HFLSI	3	5	2
HIN	4	6	3
HLIN	3	5	3
HSI	4	6	3
PLFRSI	3	5	3
PLSI	2	4	1
PLST	2	4	2

El número de fuentes de agua (superficial y subterránea) que presenta el cuadro 12 refleja solo el acceso determinado (por derechos) que tienen los agricultores, pudiendo aumentar los

tiempos de uso de cada fuente o incluir más fuentes por el acceso indeterminado (diferentes estrategias de acceso al agua).

En general, el número de fuentes de agua promedio a los que tienen acceso no es muy variable entre las unidades, lo que hace diferentes a unidades hortícolas de las unidades graneras y lecheras, son las características de las fuentes, ya que en las primeras son más frecuentes y seguras, donde los usuarios aseguran su acceso al agua.

En muchos casos, dentro de las unidades hortícolas cuentan con más de un pozo de riego y muy aparte con las aguas de represa y río, contrariamente a las otras unidades donde las fuentes con que cuentan dependen de las precipitaciones, pero gracias al acceso indeterminado (a pozos o lagunas) pueden asegurar la producción.

- **Acceso – Uso.**

Las unidades de tierra de la parte norte tienden más hacia el acceso determinado, haciéndose socios de sistemas de pozo por el contrario las unidades pecuarias del sur recurren más al acceso indeterminado a través de la compra, traspasos, etc. Debido a las características de producción, y porque la explotación de aguas subterráneas es más incierta.

Tomando como patrones de las unidades de análisis a las unidades: (HIN, PLFRSI, PLSI) se puede observar los usos del agua de una misma fuente dentro de estas unidades.

El cuadro 13 muestra la influencia del acceso al agua sobre los usos de la misma, observándose que la unidad intensiva que cuenta con mayor acceso al agua, tiene una mayor diversidad de usos en comparación con las otras unidades, donde los usos se limitan al riego de un número reducido de cultivos generalmente tradicionales

De la misma manera en las unidades hortícolas, el pozo por el costo que tiene, se utiliza para el riego de cultivos muy rentables y otras fuentes menos costosas para el riego de maíz y la alfalfa. En el caso de las unidades pecuarias el agua de pozos se usa para estos cultivos, pese al costo que implica, porque tienen una importancia significativa en estas unidades.

Cuadro 13. Influencia de la Disponibilidad sobre los Usos del Agua.

Fuente de Agua	Usos		
	PLSI	PLFRSI	HIN
Totora Khocha	-Riego de Empanto -Riego de Maíz, alfalfa.	Riego de empanto	- Riego empanto - Riego alfalfa, maíz, papa, cebolla, zanahoria
Laguna Robada	SIN ACCESO	Riego de empanto Riego de: Maíz, Alfalfa, Papa, Duraznos Tomate	- Riego de Empanto - Riego Barbecho - Riego de alfalfa, maíz, haba papa, cebolla, zanahoria, y otras.
Luskha khocha	SIN ACCESO	SIN ACCESO	- Riego de empanto. -Riego de cebolla, papa, zanahoria, alfalfa.
Pozo Excavado	Riego de papa, alfalfa	SIN ACCESO	SIN ACCESO
Pozo Perforado	Con acceso limitado Riego de alfalfa y eventualmente maíz	Riego de empanto Riego de maíz, duraznos, tomate, papa	- Riego plantación cebolla. - Riego de cebolla, haba zanahoria, alfalfa. - Lavado de cebolla y zanahoria.
Rol y Mita	Riego de Maíz, alfalfa y cereales	Riego de: Maíz Papa alfalfa	- Riego de empanto. - Riego de Barbecho. - Riego de cebolla, maíz, zanahoria, papa, alfalfa, haba. - Riego plantación de cebolla. -Lavado de cebolla y zanahoria

Fuente: Elaborado en base a Vega (1996)

Se puede observar que una mayor accesibilidad al agua de riego se traduce en un uso más diversificado y propicia cierta especificidad (Fuente-uso). Esto ocurre en la unidad Hortícola intensiva, donde existen preferencias relacionadas a las características del agua que pueden condicionar su utilización. Algunos ejemplos son: las aguas de Totora Khocha no son utilizadas para el riego de alfalfa, porque consideran que tienen una menor calidad, utilizan agua de pozo por su menor caudal para no destrozarse los surcos, pero no son utilizadas en prácticas como el empanto.

Los cambios que se han originado en el uso del agua, a partir de los cambios en el acceso al agua, son principalmente el riego de cultivos como hortalizas en el tiempo actual, debido a que las distintas formas de acceso otorgan una mayor movilidad del agua se puede observar cultivos como hortalizas en zonas con poca disponibilidad de agua, así como también ha podido significar un mayor número de riegos, permitiendo que se tengan mejores rendimientos en la producción.

El número de riegos que el agricultor realiza al cultivo depende de la disponibilidad y acceso de agua que tenga este. Así podemos observar que el maíz tiene un mayor número de riegos en las unidades hortícolas que en las unidades pecuarias semi- intensivo y temporal cuadro 14. Estas unidades en realidad tienen una disponibilidad que les permite tres o cuatro riegos anuales; pero gracias al acceso a través de la compra, traspasos, etc. pueden regar un mayor número de veces. En los demás cultivos, el número de riegos es semejante.

Cuadro 14. Número de Riegos por Cultivo.

Unidad	Cultivo								
	Alfalfa	Maíz	Papa	Cebolla	Flores	Haba	Zanahoria	Durazno	Tomate
AGST	15	4	5						
HFLSI	-	4	4	14	10	17	6		
HIN	12	5	5	16		18	10		
HLIN	12	4	5	12			8		
PLFRIN	12	4	4					14	10
PLSI	7	3	4						
PLST	5	3							

Con fines comparativos podemos observar el volumen total aportado para cultivos comunes en distintas unidades de análisis, encontrando que el cultivo de alfalfa recibe un riego con un volumen mayor en la unidad PLFRSI, por el uso de pozos para el riego, pero también Laguna Robada que aporta caudales grandes con una frecuencia que permite riegos casi mensuales. La unidad hortícola intensiva tiene el mismo número de riegos, siendo el volumen aportado menor en esta unidad. El riego de este cultivo es principalmente con agua de pozo.

Cuadro 15. Volumen (m3/Ha)

Unidad	Alfalfa	Maíz	Papa
HIN	10734	-	7312
PLSI	11158	5178	2664
PLFRSI	15406	6195	3081
PLST	4473	3280	-

En el caso de la unidad PLSI tiene un número de riegos inferior al de las anteriores unidades, pero el volumen aportado es similar a las otras dos unidades debido a que las fuentes de riego son aguas de Rol que tiene un aporte grande. Para este cálculo se consideró tres riegos con esta fuente, pero puede haber casos donde solo se tenga un riego con la misma, En estos casos los riegos se realizan con aguas de pozo.

La unidad PLST muestra un volumen aportado muy influenciado por el número de riegos que se realiza, ya que a pesar de tener derechos sobre fuentes de agua como Rol con grandes caudales, debido a la lejanía con la bocatoma no llegan a recibir el turno correspondiente y deben recurrir al riego con aguas servidas ó pozos que tienen bajos caudales.

En el caso del maíz el número de riegos es mayor en la unidad PLFRSI (4 riegos) y un aporte de 1000 m³ superior al de la unidad PLSI que tiene un riego menos. La unidad PLST a pesar de regar los cultivos con fuentes como las represas y rol estos tienen un volumen aportado menor, debido al menor número de riegos que se observa en esta unidad.

Las represas son fuentes que tienen gran influencia sobre el número de riegos y sobre los cultivos implantados pues el volumen de estas puede significar la programación de un determinado cultivo. El volumen almacenado es lo que define el número de largadas y por tanto el número de riegos que se tendrá, este número ha ido cambiando en el tiempo habiendo repercusión en el uso del agua de estas fuentes.

Como se ha visto hasta ahora ha existido un aumento en la disponibilidad de agua principalmente en las aguas subterráneas este aumento ha permitido la intensificación de la producción generando una mayor demanda de agua.

b.2.) Relación Demanda de Agua- Uso.

Cada cultivo dependiendo de sus características demandará diferentes cantidades de agua, exigiendo la utilización de agua para la aplicación de riego y prácticas agrícolas que son particulares para cada cultivo, precisando el uso de las distintas fuentes de agua con características de disponibilidad diferenciadas, para contrarrestar estas demandas.

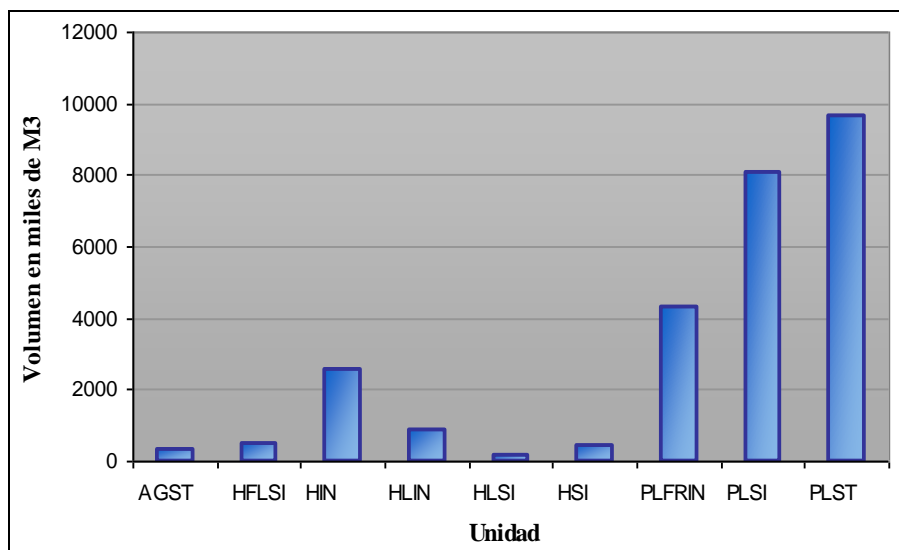


Figura 31. Demanda de Agua Actual

La figura 31 muestra una gran demanda de agua en las unidades Pecuario lechero semi temporal (PLST) y pecuario lechero semi intensivo (PLSI) que representan el 35 y 42 % respectivamente y las unidades Hortícola representan el 18% de la demanda total.

Es evidente que las unidades hortícolas tienen un mayor requerimiento de riego como lo muestra la figura 32; pero las unidades de tierra que presentan áreas mayores son las que llegan a tener mayor demanda de agua, debido al área que cubren y son precisamente estas unidades las que tienen menor disponibilidad y acceso al agua. Dentro de estas unidades se tiene la presencia de fuentes como las represas y aguas de río lo que resalta la importancia de los mismos que aportan a contrarrestar la demanda.

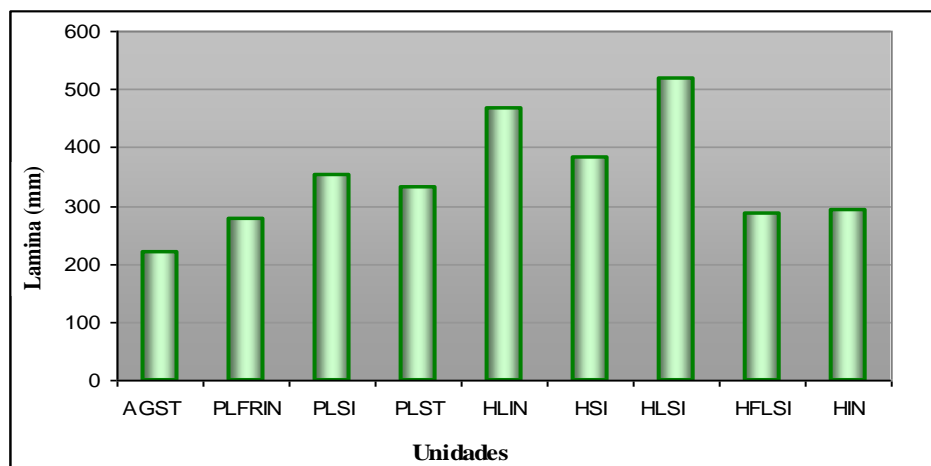


Figura 32. Requerimiento de Riego por unidad.

El requerimiento de riego teórico (lámina en mm.) es mayor en las unidades hortícolas (300-500 mm) particularmente en la unidad Horticultor lechero Semi intensivo. En estas unidades los pozos tienen gran importancia en la producción, pudiéndose deducir que hay una mayor demanda de aguas subterráneas. El mismo parámetro está entre (210 y 350 mm.) para las unidades pecuarias y la granera, por las características de producción de estas unidades, pues presentan cultivos temporales o que permitan un acompañamiento del riego con las lluvias. La disponibilidad de agua en estas unidades es más incierta en el caso de los ríos y también de las represa pues ambos dependen de las precipitaciones, por lo que también se recurre a las aguas de pozo.

Cuadro 16. Cedula de Cultivos por unidad.

Cultivos/(% UT)	HFLSI (%)	HIN (%)	PLFRSI (%)	PLSI (%)	PLST (%)	AGST (%)	HLIN (%)	HLSI (%)	HSI (%)
<i>Alfa Alfa</i>	3	9	11	20	17	2	20	29	7
<i>Maíz Grano</i>	4	5	52	52	40	3	9	19	14
<i>Maíz Choclo</i>	8	8	0	21	31	14	0	0	0
<i>Arveja</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Cebolla_1</i>	5	20	0	0	1	1	9	13	18
<i>Cebolla_2</i>	7	19	0	0	0	1	18	8	14
<i>Cebolla_3</i>	4	18	0	0	0	1	0	0	0
<i>Cereales</i>	0	0	6	0	0	0	0	0	0
<i>Flores</i>	5	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Frutales</i>	0	0	5	1	0	0	0	0	0
<i>Haba verano</i>	2	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Haba Mishka</i>	1	2	0	0	0	0	0	10	14
<i>Papa Año</i>	1	0	3	1	0	0	0	13	14
<i>Papa Verano</i>	0	0	0	1	0	0	9	0	0
<i>Papa Mishka</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Zanahoria</i>	2	0	0	0	0	0	18	8	18
<i>Barbecho</i>	8	16	32	2	6	5	0	0	0
<i>Terreno Descanso</i>	12	38	23	32	28	11	21	36	25

Las figuras 31 y 32 se obtuvieron a través de la cédula del cuadro 16 que muestra la gran diferencia en cuanto a la demanda de agua que tienen las distintas unidades, así como la forma en que los sistemas de producción han ido incrementando en su intensidad y la transformación a unidades con características diferentes gracias al aumento gradual en la disponibilidad de agua, lo que a su vez ha desencadenado una mayor demanda de agua en las distintas fases de disponibilidad de agua.

Existe una estrecha relación de la disponibilidad con la demanda por lo que cambios en la primera generan también cambios en la segunda y esta a la vez genera la necesidad de una mayor disponibilidad creando un círculo que parece no tener fin.

- **Cambios en la Demanda Agrícola del Agua en el Tiempo.**

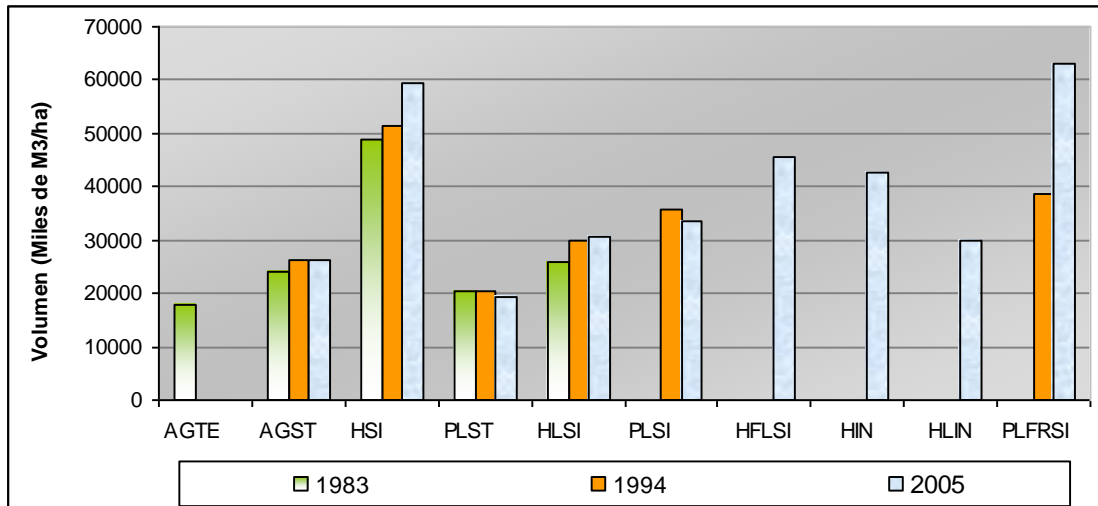


Figura 33. Variación de la demanda de Agua

En el año 1983 la principal demanda de agua era para cultivos como maíz grano, cultivos destinados a la producción de grano, pecuaria en forma temporal y semitemporal y algunas hortalizas en forma semi intensiva en la parte próxima a la bocatoma, posteriormente el año 1991 la implementación de las represas y la perforación de algunos pozos, promovió la transformación de los sistemas temporales a semitemporales y la aparición de unidades pecuarias con características que revelan un uso más intenso de la tierra, así como el cultivo de hortalizas en forma más intensiva, aumentando la demanda de agua por las características y requerimientos de este tipo de cultivos, como se muestra en la figura 33 para el año 1994 con el aumento en la demanda en las unidades con producciones semiintensivas. Esta dinámica continuó hasta el año 2005, donde se puede observar la reducción de la demanda para cultivos semi temporales y semi intensivos, pues estos últimos sufrieron un proceso de transformación hacia unidades hortícolas con distintas características, acrecentando la demanda para cultivos como flores, frutales y principalmente hortalizas. Los mismos que por sus características propician un uso mayor de aguas subterráneas.

Relacionando la disponibilidad de agua con el uso, se puede observar que en 1980 el agua disponible era principalmente de las dos represas y aguas de río. Este año las unidades presentan la siguiente cédula.

Cuadro 17. Cedula de Cultivos 1983 (%)

CULTIVO	AGST	AGTE	HSI	PLST
Alfalfa	11	8	5	21
Maíz Grano	34	61	34	34
Trigo	18	31		
Cereales	36			
Cebolla_1			13	
Cebolla_2			16	
Cebolla_3			10	
Haba verano			8	
Haba Mishka			6	
Papa Año	4		5	
Papa Mishka			3	
Zanahoria_1			3	
Zanahoria_2			3	
Zanahoria_3			3	

Mostrando una demanda que por las características de producción no era muy significativa, Las represas estaban destinadas principalmente a satisfacer la demanda de agua para practicas como la preparación del terreno (para cultivos como el maíz y cereales) y riego de los cultivos en época de estiaje, existiendo una complementación con las aguas de río, que estaban destinadas al riego de los cultivos principales representados por el maíz grano, cereales y alfalfa, pues las características de disponibilidad de las distintas fuentes de agua no permitían cultivos intensivos que tienen demandas mayores de agua.

Entre 1992 a 1994 la disponibilidad de agua era mayor en las represas, pues a partir del año1991 entró en funcionamiento la represa Totora Khocha y hubo un aumento en la disponibilidad de agua de pozo siendo la cédula la siguiente:

En el cuadro 18 se puede observar que la implementación y mejoramiento de las represas, posibilitaron una mayor disponibilidad de agua de estas fuentes para su uso en el riego de hortalizas y permitió que el agua disponible sea usada para el riego de cultivos tempranos y hortalizas, este hecho provocó un aumento en la demanda de agua. Por lo que se ha provocado un paulatino crecimiento de la explotación de las aguas de pozo.

Cuadro 18. Cedula de Cultivos 1992-1997

CULTIVO	AGST	HLSI	HIN	HSI	PLST	PLSI
Alfalfa	2	29	4		27	47
Cebolla_1	1	13	17	18		
Cebolla_2	1	8	19	14		
Cebolla_3	1		7			
Cereales					6	
Maíz Grano	3	19	35	14	27	42
Maíz Choclo	14					21
Haba verano			5			
Haba Mishka			4			2
Papa Año		13	6	5		4
Papa Mishka				3		
Zanahoria_1			2	3		
Zanahoria_2			2	3		
Zanahoria_3			3	3		
B	5					
TD	11					

Actualmente existe un evidente crecimiento en las unidades horticolas y ciertas modificaciones en otras unidades que tienden hacia un uso más intensivo de la tierra. Este hecho nos muestra un mayor crecimiento de la demanda, la misma trata de cubrirse con la explotación de las aguas de pozo.

Cuadro 19. Cedula de Cultivos 2005.

Cultivos/(% UT)	PLFRSI (%)	PLSI (%)	PLST (%)	AGST (%)	HIN (%)	HLIN (%)	HFLSI (%)	HLSI (%)	HSI (%)
Alfalfa	11	20	17	2	9	20	3	29	7
Maíz Grano	52	52	40	3	5	9	4	19	14
Maíz Choclo	0	21	31	14	8	0	8	0	0
Arbeja	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Cebolla_1	0	0	1	1	20	9	5	13	18
Cebolla_2	0	0	0	1	19	18	7	8	14
Cebolla_3	0	0	0	1	18	0	4	0	0
Cereales	6	0	0	0	0	0	0	0	0
Flores	0	0	0	0	2	0	5	0	0
Frutales	5	1	0	0	0	0	0	0	0
Haba verano	0	0	0	0	1	0	2	0	0
Haba Mishka	0	0	0	0	2	0	1	10	14
Papa Año	3	1	0	0	0	0	1	13	14
Papa verano	0	1	0	0	0	9	0	0	0
Papa Mishka	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Zanahoria	0	0	0	0	0	18	2	8	18
Barbecho	32	2	6	5	16	0	8	0	0
Terreno Descanso	23	32	28	11	38	21	12	36	25

La cédula de cultivos hallada para este año muestra una tendencia hacia la producción de cultivos intensivos, que tienen demandas superiores a las otras unidades presentes en este año y los anteriores.

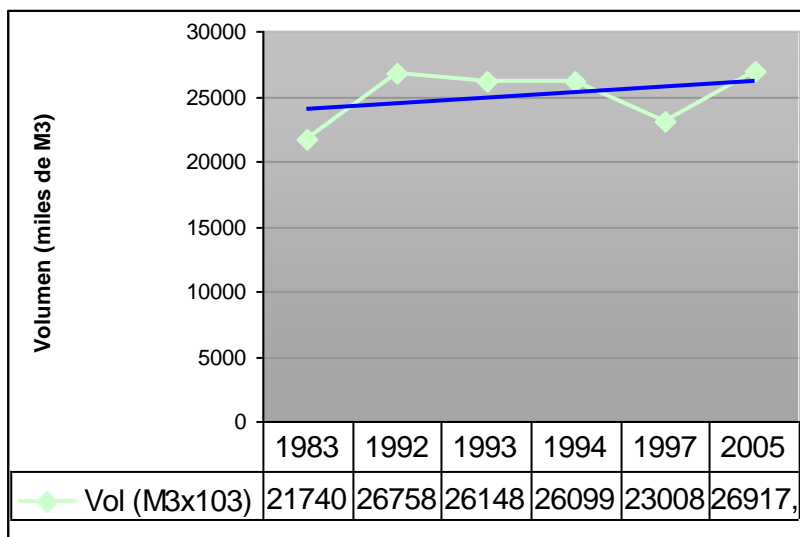


Figura 34. Variación de la demanda total de agua para riego

Realizando el cálculo de la demanda total de agua para distintos años. No parece existir una gran variación de la demanda de agua total en los años estudiados. Esto puede deberse a que el área de las unidades graneras y pecuarias se ha reducido considerablemente, en el primer caso y moderadamente en las unidades pecuarias; pero la aparición o transformación de estas unidades a unidades hortícolas ha provocado un aumento en la demanda como lo muestra la línea de tendencia figura 34.

El crecimiento en la demanda de agua, y la reducción en cuanto a opciones de nuevas fuentes que permitan una mayor disponibilidad de agua para satisfacer la creciente demanda., ha revelado la necesidad de mejorar la tecnología del uso del agua.

b.3.) Relación Tecnología - Uso del Agua.

La tecnología presenta una significativa relación con el uso del agua, pues en muchos casos el uso de las fuentes de agua depende de los objetivos buscados por actividades relacionadas a la tecnología.

▪ **Métodos de riego**

Se observaron y determinaron los métodos de riego más empleados por los agricultores. Los métodos que tradicionalmente se vienen manejando de acuerdo a las características de las parcelas y cultivos más empleados son:

- Riego por inundación: Cereales, Maíz, Haba, Flores, Cebolla, Zanahoria,
- Riego por surcos: Papa
- Riego por pozas o tazas: Durazno.
- Riego por Melgas: Alfalfa

El método de riego más generalizado es por inundación, el riego por surcos se utiliza en el caso de la papa, y en la cebolla en los primeros riegos. En la época lluviosa los riegos son realizados frecuentemente por inundación combinando con bancales y melgas que coadyuven en la infiltración del agua, sobretodo aquellos terrenos destinados a la realización del barbecho de año (Watabarbecho). A demás aún se realizan muchas prácticas orientadas a la adecuada aplicación del agua, por ejemplo el *rodilleo* y *lastrado*; *sellado post-siembra*; *jallmada*; *Khuspeada*; *Watabarbecho*, y otras que son parte de la tecnología propia de los agricultores.

Al respecto de estos métodos de riego, Rafael (1994) menciona que existe un buen manejo del agua en los niveles de distribución y aplicación. El mismo menciona el estudio realizado por Ruíz (1994) donde las eficiencias de aplicación y distribución alcanzan un promedio de 74 % y 87% respectivamente, justificando estos valores por el alto nivel de agotamiento de la profundidad radicular del suelo antes del riego y al hecho de que las parcelas de seguimiento tengan niveles bajos de humedad al inicio de las mediciones.

Las fuentes de agua utilizadas para el riego por inundación generalmente son las aguas provenientes de los reservorios y ríos que tienen caudales grandes. Para el riego por surcos se utilizan caudales pequeños de modo que el surco no se destruya. Las fuentes de agua pueden ser reservorios, ríos con caudales subdivididos o fuentes de agua con caudales pequeños como los pozos.

En el estudio realizado por Rafael 1994 se registraron caudales de aplicación de las represas con variación desde 30 a 185 l/s en la entrada a la parcela, alcanzando una media de 78 l/s medidos desde la preparación del terreno hasta la culminación del ciclo vegetativo. Con las aguas de río como ser el Rol, Riada y principalmente la Mit'a los caudales medidos fluctuaron entre 22 y 105 l/s, con una media de 62 l/s esto debido más a la época en que se realizó el seguimiento, llegando a registrarse con esta fuente caudales superiores a los de represa en la época lluviosa. En cambio con las fuentes de pozo se registraron caudales casi uniformes que oscilan entre 4 a 20 l/s aplicados a la parcela con un promedio de aplicación en las diferentes parcelas de 10 l/s, siendo en su generalidad caudales no divididos.

- **Tipos de riego.**

Los tipos de riego más comunes son: El riego de empanto, Barbecho.

Los usos más importantes de las aguas de Totora Khocha y río (Mitha y Rol) son precisamente para realizar estos tipos de riego, debido a los grandes caudales que ofrecen. La lámina aplicada con las represas se encuentra entre 99-124 mm/arrobada. Las aguas de río aportan láminas entre 130-150mm/arrobada. Sin embargo las aguas de pozo también son utilizadas por algunos agricultores para este tipo de riego pero para menores extensiones de tierra. Las aguas de pozo pueden aportar una lámina de 60 - 70 mm. /arrobada en un riego de preparación.

El riego de barbecho¹⁴ y empanto se realiza para cultivos como el maíz y la papa.

En las unidades hortícolas se presenta el riego post siembra para cultivos como hortalizas, flores y alfalfa; al igual que el riego de trasplante, principalmente para hortalizas con la finalidad de garantizar el prendimiento de las plántulas, realizado generalmente con aguas de pozo.

En las unidades pecuarias también está presente el riego post siembra para el cultivo de alfalfa.

¹⁴ Consiste en humedecer superficialmente el suelo con el objetivo principal de facilitar la labranza del mismo de manera que el riego principal de preparación (riego de Empanto) pueda ser aprovechado al máximo.

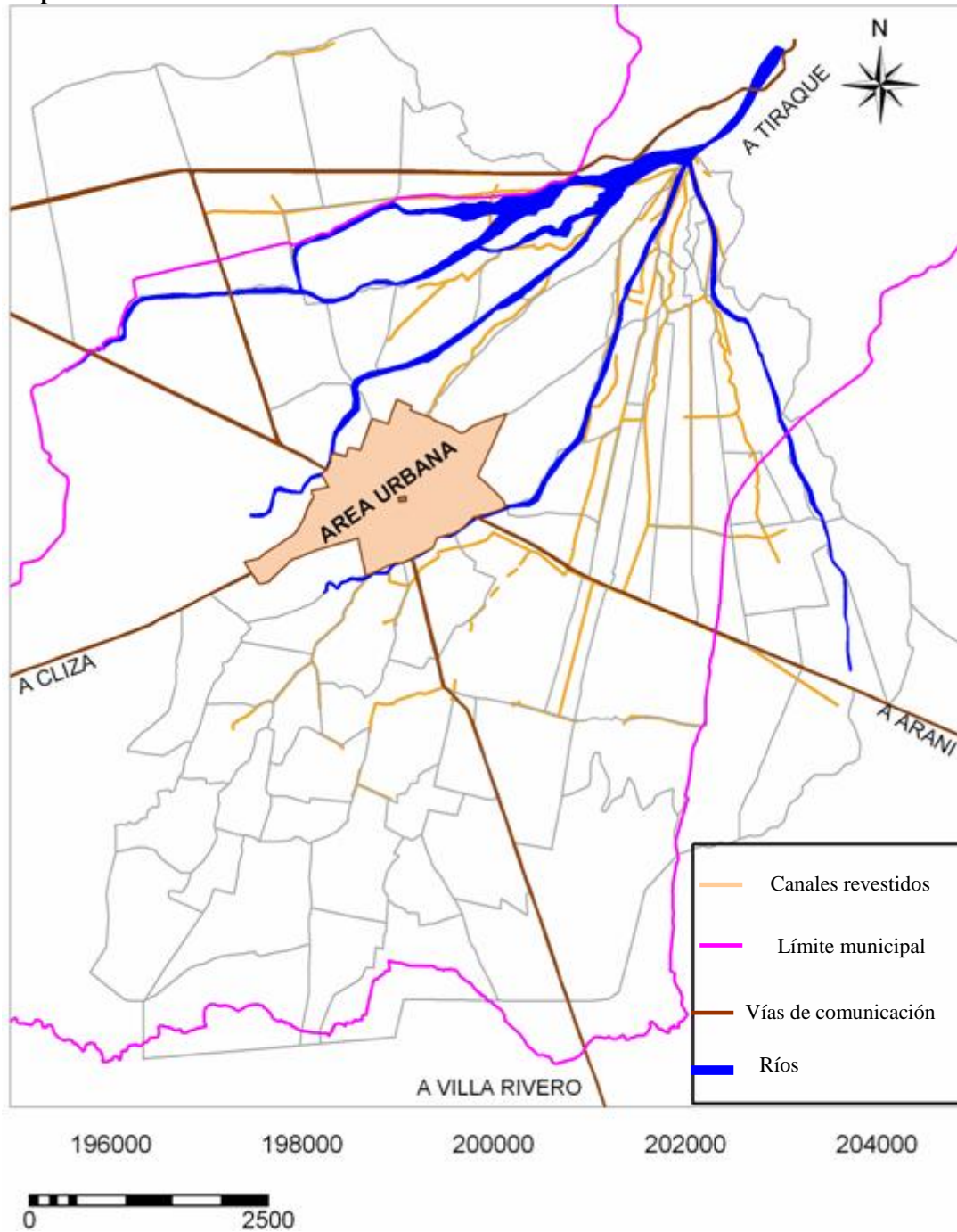
- **Infraestructura.**

La zona de estudio tiene una infraestructura de canales que tienen la capacidad de articular el sistema de distribución a las diferentes fuentes de agua mediante el uso compartido de la infraestructura. Existe una organización que permite que no haya una sobre posición en el uso de la infraestructura. La infraestructura presente en la zona de estudio son canales principales de conducción y distribución de agua de distintas dimensiones y materiales. Los canales principales que conducen las aguas de represas y ríos son mayormente revestidos y los canales secundarios y otros de distribución son de tierra. .

La cada vez mayor escasez de agua ha propiciado que los agricultores tengan muy presente la necesidad de reducir las pérdidas de agua principalmente en los niveles de conducción y distribución. Esto se puede evidenciar por la presencia o existencia de varias fases que permitieron el mejoramiento de la infraestructura para evitar las pérdidas de agua en los canales. Es así que en 1991 al empezar el proyecto de Riego Inter Valles (PRIV) se tenía revestida una extensión de 25 Km. de canal aproximadamente, actualmente se tiene 56 km. mapa 3. Al aumentar los canales revestidos se ha reducido el tiempo de llegada del agua a la parcela lo que provoca la reducción del tiempo de conducción y menores pérdidas, permitiendo una mayor cantidad de agua disponible.

Los cambios que se pueden observar en la infraestructura de conducción y distribución principales, a partir de la bocatoma, son principalmente en el tipo de material. Se han realizado dos etapas de mejoramiento de la infraestructura, la primera denominada fase I, que consistió en embalsar y regular las descargas variables de dos cuencas, la construcción de la represa de Laguna Robada y complementar el sistema de distribución de las aguas captadas para conectar cinco zonas de riego, en las cuales se contempló el mejoramiento de canales laterales y sublaterales existentes. Otra etapa denominada fase II, que consistió en el diseño final de construcción de la represa Totorá Khocha con aducción de la cuenca B y cuenca C, canales revestidos y de tierra y mejoramiento de caminos. Actualmente, se realiza una etapa o tercera fase de mejoramiento de canales secundarios y terciarios principalmente, a través del revestimiento de estos canales, con diferentes proyectos muy específicos.

Mapa 3. Infraestructura Revestida Actual.



Fuente: Lazarte 2007

Estos proyectos son impulsados por los usuarios de los sistemas, quienes se organizan con la ayuda de la Asociación de Riego y Servicios Punata (A.R.S.P.) buscan financiamiento para su ejecución.

Estos trabajos de mejoramiento en la infraestructura no solo se realizan para el caso de las represas, pues en muchos casos los sistemas de pozo utilizan la misma infraestructura de canales. Sin embargo existe una tendencia a independizar la infraestructura utilizada en las aguas de pozo para evitar pérdidas y mezclas de agua. En estos casos la infraestructura consiste en la implementación de tuberías de conducción y cámaras de distribución ó canales revestidos con dimensiones reducidas.

Existe un crecimiento en la demanda de proyectos de entubado en sistemas de pozos, debido a la disminución de las perdidas de agua que esta implementación puede representar, pues en el caso de los pozos el agua tiene una mayor valoración debido al costo y los caudales reducidos.

Estos cambios en la infraestructura provocan cambios en el uso del agua de forma indirecta, ya que permitirán una mayor disponibilidad de agua en la parcelas, pues las pérdidas y el tiempo de conducción se verán reducidos.

Este aspecto resulta importante, especialmente en los sistemas de represas y ríos que recorren grandes distancias para llegar a la zona de riego y donde las pérdidas por conducción son mayores. En el caso de los pozos estos cambios en la infraestructura provocan que al reducirse el tiempo de conducción se reduzca también el costo que se debe pagar por el funcionamiento del mismo y se logra una mayor cantidad de agua disponible.

Este hecho evidentemente provoca cambios en la producción, pues aumenta el agua disponible en la parcela y es en función de esta que se establecerán uno u otro cultivo.

b.4) Relación Beneficios Obtenidos de la Producción Agrícola - Uso

Los ingresos obtenidos de la producción agrícola en las distintas unidades de tierra que se describen a continuación, pertenecen a los costos realizados para un ciclo de producción. Los resultados fueron obtenidos del promedio de todos los casos estudiados en esa unidad y realizados sólo con los cultivos principales en cada unidad, a través de la descripción del itinerario técnico y cuantificando cada una de estas actividades, poniendo especial énfasis en el número de riegos, tiempo de riego, las fuentes y los costos de riego con estas fuentes.

En realidad el agua no tiene un costo como tal; pero se le asigna un valor económico que permita recuperar los costos de prestación del servicio (consumo de energía eléctrica, etc.), así como costos relacionados a la gestión (organización, operación y mantenimiento).

Los costos que se detallan en los siguientes cuadros se refieren a los costos realizados por el consumo de energía eléctrica en el caso de los pozos y costos de operación y mantenimiento y algunos aportes en el caso de las represas.

- **Hortícola Intensivo (HIN).**

Los cultivos principales presentes en esta unidad se encuentran en el cuadro 20 donde también se detallan los costos para un ciclo de producción y se observan los costos relacionados al agua, además del costo de 1 m³ de agua utilizada en los distintos riegos realizados para cada uno de estos cultivos.

Cuadro 20. Costos Inherentes al Uso del Agua en Riego (\$us/Ha) HIN

PRODUCTO	Cebolla	Papa	Haba	Alfalfa	Zanahoria
Costos Relacionados al Agua	132	26	129	103	137
Costos de Insumos y Mano de Obra	819	885	429	171	1258
Beneficios Netos	501	586	399	629	347
Incidencia (%) (costo agua x 100/ costos totales)	14	3	15	37	9
Costo (\$us/m3/ha)	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01

En esta unidad se tiene una mayor diversidad de cultivos siendo estos muy rentables y por su ciclo corto pueden ser cultivados por lo menos dos veces al año.

Los cultivos donde se invierte más en el agua son la cebolla y el haba, también la zanahoria, cultivos que por sus características necesitan riego con mayor frecuencia y este generalmente está disponible en los pozos, aunque la incidencia es mayor en el alfalfa debido a los costos de insumos y mano de obra reducidos que se utilizan para la producción de este cultivo.

Otro aspecto interesante que hay que destacar en esta unidad es que los cultivos demandan una gran cantidad de mano de obra que también es costosa. Todos los productos obtenidos en esta unidad están destinados al mercado muy poca cantidad es consumida por los agricultores y sus familias.

Los beneficios obtenidos por los cultivos en esta unidad permiten el uso de aguas que tienen costos elevados en comparación con otras fuentes y otras unidades.

- **Horticultor Florícola Intensivo (HFLIN)**

Cuadro 21. Costos Inherentes al Uso del Agua en Riego (\$us/ha) HFLIN

PRODUCTO	CEBOLLA	PAPA	HABA	FLORES
Costos Relacionados al Agua	41	0	0	0
Costos de Insumos y Mano de Obra	1207	1261	557	341
Beneficios Netos	474	287	311	578
Incidencia % (costo agua x 100/ costos totales)	3	-	-	-
Costo (\$us/m3/ha)	0,00	0,00	0,00	0,00

En esta unidad los costos del agua solo se presentan cuando se adquiere a través de la compra como en el caso de la cebolla que se incorporó en el cuadro 21 para mostrar el elevado precio¹⁵ que llega a tener en caso de tener que comprar turnos de agua. No se paga por el uso del agua de las fuentes presentes en esta unidad, solo se pagan algunos aportes relacionados a la gestión de los sistemas presentes en esta unidad que no se pudieron cuantificar en el estudio.

El producto que presenta mayor beneficio son las flores, seguidos de la cebolla que en comparación con la anterior unidad presenta menor costo de inversión. Sin embargo, los cultivos como la papa y haba presentan menores beneficios. Todos los productos a excepción de la papa, están destinados con exclusividad al mercado.

En este caso no existe el uso de fuentes de agua costosas, pues la ubicación de esta unidad permite tener acceso por derecho a varias fuentes que no representan un mayor costo para ellos, pero a la vez los tipos de cultivos presentes que son más rentables les permite acceder a una mayor cantidad de agua a través de la compra, que generalmente tiene precios que superan los costos que un usuario con derechos debe pagar.

¹⁵ El valor corresponde al pago que se hizo por la compra de agua para dos riegos de ese cultivo.

- **Productor Lechero Frutícola Semi Intensivo (PLFRSI)**

Cuadro 22. Costos Inherentes al Uso del Agua en Riego (\$us. /Ha) PLFRSI

PRODUCTO	MAIZ	DURAZNO	TOMATE	PAPA	ALFALFA
Costos Relacionados al Agua	77	246	197	72	229
Costos de Insumos y Mano de Obra	454	1670	1586	541	576
Beneficios Netos	246	1160	4225	85	836
Incidencia % (costo agua x 100/ costos totales)	14	13	11	12	28
Costo (\$us/m3/ha)	0,01	0,03	0,01	0,02	0,03

Los beneficios obtenidos por los cultivos como el durazno, tomate y alfalfa son elevados. Las inversiones en agua realizadas en estos mismos cultivos son también elevadas, pero muy pequeñas en comparación de los otros costos de producción (13-11 %)de los costos totales de producción).

El maíz es considerado como el cultivo más importante y representativo de esta unidad, sin embargo se pueden notar cambios en los rubros de producción inclinándose hacia cultivos como el durazno y el tomate por los beneficios que se pueden obtener de estos. Estos cultivos son regados principalmente con aguas de pozo y de la represa Laguna Robada. Los costos unitarios del agua en todos los productos son elevados variando entre (0.01 -0.03) \$us por cada m³ utilizado en una hectárea. Esto debido al mayor número de riegos y a las fuentes de agua utilizadas para el riego.

Los cultivos que otorgan mayores beneficios son aquellos que reciben mayor cantidad de agua y los que tienen una mayor incidencia de agua. En esta unidad se se ha optado por la utilización del agua (de fuentes con características que así lo permiten) para cultivos muy rentables.

- **Productor Pecuário Lechero Semi Temporal (PPLST)**

Cuadro 23. Costos Inherentes al Uso del Agua en Riego (\$us. /ha) PPLST

PRODUCTO	MAIZ	ALFALFA
Costos Relacionados al Agua	43	85
Costos de Insumos y Mano de Obra	321	289
Beneficios Netos	416	221
Incidencia % (costo agua x 100/ costos totales)	12	23
Costo (\$us/m3/ha)	0,01	0,02

Los cultivos presentes en esta unidad son el maíz y la alfalfa, los costos del agua son mayores en el caso de la alfalfa debido a un mayor número de riegos que esta necesita y representan el 23% del costo de producción. En el caso del maíz el costo del agua es el 12% del total de los costos de producción.

La incidencia del costo del agua en esta unidad para los cultivos presentes, es similar al de las otras unidades, aunque las fuentes de agua utilizada para el riego en esta unidad no tienen costos elevados o significativos, como se mencionó anteriormente, los costos unitarios del agua también son elevados porque en muchos casos para garantizar el riego, se debe recurrir a la compra del agua de represas a precios elevados o al riego con aguas de pozo, pues estos cultivos son muy importantes para la obtención de recursos en esta unidad.

- **Agricultor Granero Semi Temporal (AGRST).**

Cuadro 24. Costos Inherentes al Uso del Agua en Riego (\$us/Ha) AGRST

PRODUCTO	MAIZ	ALFALFA
Costos Relacionados al Agua	46	251
Costos de Insumos y Mano de Obra	276	254
Beneficios Netos	389	862
Incidencia % (costo agua x 100/ costos totales)	14	50
Costo (\$us/m3/ha)	0,01	0,02

El costo del agua para los cultivos del alfalfa y maíz son 50 a 12 % de los costos totales respectivamente. El agua tiene un precio elevado debido a la compra del agua y al tipo de fuentes de agua utilizadas (aguas subterráneas). El destino de la producción, en el caso de la Alfalfa, es exclusivamente utilizada para la alimentación de sus animales, siendo que 2/3 de la producción de Maíz se destinan a la venta y el resto al autoconsumo. Los “subproductos” como la chala son destinados a la alimentación de los animales.

En esta unidad, a pesar de ser una unidad granera donde no se tiene disponibilidad de agua, los agricultores recurren a la compra de aguas de pozo y si existe la posibilidad de acceder a aguas de represa. Este hecho lleva a un aumento en la inversión realizada.

- **Productor Pecuario Lechero Semi Intensivo (PPLSI).**

Cuadro 25. Costos Inherentes al Uso del Agua en Riego (\$us/ha) PPLSI

PRODUCTO	ALFA	MAIZ	PAPA
Costos Relacionados al Agua	112	36	24
Costos de Insumos y Mano de Obra	393	402	601
Beneficios Netos	636	337	195
Incidencia % (costo agua x 100/ costos totales)	22	8	4
Costo (\$us/m3/ha)	0,02	0,01	0

Los costos del agua son mayores en esta unidad debido a que se debe recurrir a la compra del agua, especialmente para el cultivo de la alfalfa. Este producto y en realidad la mayoría de los productos presentes en esta unidad tienen como destino principal la alimentación y crianza de los animales. Los beneficios económicos (ingresos) son directamente influenciados por la disponibilidad ya que esta definirá los rubros de producción, pero cabe destacar que las inversiones realizadas para la obtención de agua de riego son más elevadas en los rubros de producción que generan ingresos considerables, ejemplo la cebolla frente al cultivo de maíz.

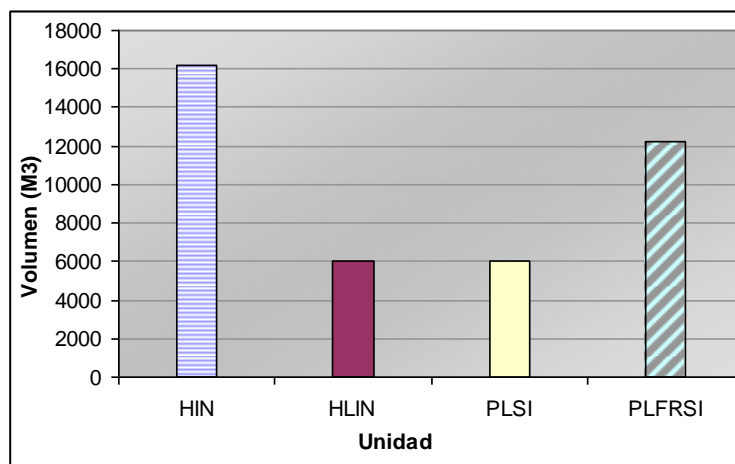


Figura 35. Disponibilidad de agua.

Las unidades que tienen mayor disponibilidad de agua, figura 35 presentan mayores rendimientos y por tanto mayores beneficios. En el cuadro 14 podemos observar que el maíz en las unidades hortícolas recibe más riegos, siendo el rendimiento de 2.2 a 3.0 ton /ha, en el caso de las unidades pecuaria el rendimiento varía entre 1.1 y 1.7 ton /ha figura 36. La misma situación se observa en el cultivo de la papa con un rendimiento de 10 -12 toneladas por ha en las unidades hortícolas y entre 6 y 7 ton/ha en las pecuarias. Esto puede deberse al tipo de fuentes de agua presentes en las unidades hortícolas, que por sus características permiten una

programación más oportuna del riego, en cambio las fuentes presentes en las otras unidades están sujetas al régimen hidrológico y a otros aspectos de gestión sobre los que se tiene menor control.

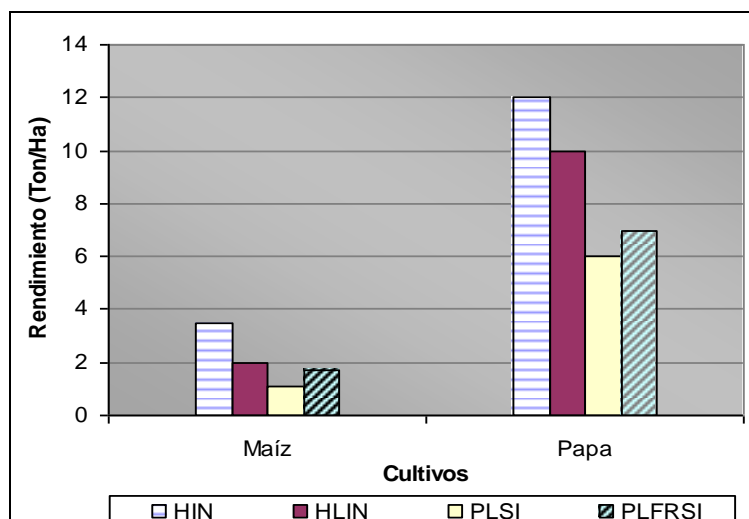


Figura 36. Rendimiento de cultivos

Las unidades con menor disponibilidad de agua (PLST y AGRST) ver figura 35, son las que tienen menores beneficios, Los beneficios mayores se obtienen en las unidades hortícola que presentan cultivos que generan beneficios elevados como la cebolla, papa, y flores existiendo una diversidad de estos cultivos, La unidad (PLFRSI) también presenta cultivos altamente rentables (*Tomate, Durazno*) y presenta los beneficios más altos de toda la zona de estudio. Es importante mencionar que en la unidad horticultor intensivo se puede tener entre 2 o 3 cosechas anuales, de cultivos como la cebolla, zanahoria y papa. Pudiéndose fácilmente triplicar los beneficios obtenidos y descritos en el cuadro 26. De la misma forma en las unidades pecuarias por efectos del uso de sus cultivos alfalfa y maíz para la obtención de

Cuadro 26. Beneficios totales por unidad

Unidad de Tierra	Beneficios Netos por Cultivo (\$us./ Ha)									
	Cebolla	Papa	Haba	Alfalfa	Zanahoria	Maíz	Flores	Durazno	Tomate	Total
HIN	501	586	399	629	347					2462
HFLIN	474	287	311				578			1650
PLFRSI	246	85		836		246		1160*	4225*	6552
PLSI		195		636		337				1168
PLST				221		416				637
AGST				589		389				978

* Estos cultivos tienen una incursión reciente, no son generalizados, pero su expansión es evidente.

productos (leche y queso) los beneficios pueden ser mayores, sin embargo la diferencia entre ambas unidades se mantiene.

Cuadro 27. Costos totales por unidad

PRODUCTO	Unidad					
	HIN	HFLSI	PLFRSI	PLST	PLSI	AGST
Costos Relacionados al Agua (\$us.)	527	41	821	128	172	297
Costos de Insumos y Mano de Obra	3562	3366	4827	610	1396	530
Beneficios Netos (\$us.)	2462	1650	6552	637	1168	1168
Incidencia (%) (costo agua x 100/ costos totales)	13	1	15	17	11	36

Las unidades (HIN y PLFRIN) son las que obtienen mayores beneficios en relación a las otras unidades sobre todo a las pecuarias y graneras. La inversión realizada en el agua varía desde un 1 hasta un 36 % siendo las unidades con características de producción semi temporal las que presentan una mayor incidencia de los costos del agua, debido a que los costos por insumos y mano de obra son menores por los rubros presentes en estas unidades y por las características de acceso al agua. Las unidades con características de producción hortícola y la unidad PLFRSI muestran una mayor inversión en insumos y mano de obra reduciendo la incidencia del agua sobre los costos de producción.

La incidencia del agua sobre los costos de producción está muy influenciada por el tipo de fuente utilizada y por la forma en que se accede a esta. Sin embargo como se mencionó anteriormente los costos son mayores en las unidades hortícolas que cuentan con pozos como fuente de agua principal, o que tienen una gran dependencia de estos cuadro 28.

Cuadro 28. Costos relacionados al agua (\$us/ riego de 1 hectárea)

Cultivo	Fuente				
	Pozo perforado	Laguna Robada	Totora Khocha	Lluska Khocha	Agua de Río
Maíz Grano	15	-	18	-	-
Cebolla	9	-	18	-	-

Las fuentes de agua que implican mayores costos son los pozos y la represa de Totora Khocha aunque cabe destacar que en el caso del pozo perforado los métodos de riegos utilizados y el tipo de cultivo, además del caudal son factores que influyen en los costos relacionados al agua. Estos costos son menos representativos en las otras fuentes de agua pues están referidas principalmente a algunos aportes u otros pequeños gastos realizados para la obtención de esta agua.

Actualmente la incidencia de agua sobre los costos es mayor, pues las nuevas fuentes de agua a las que accedieron posteriormente (pozos), tienen costos de mantenimiento y operación que se pueden considerar como gastos relacionados al uso del agua. La incidencia de estos gastos en los bloques para la producción actual es de 4 a 28 %.

Evidentemente, una mayor disponibilidad produce que el agua sea utilizada en rubros más rentables, un aumento en el área cultivada, aumento en el número de cosechas, etc., provocando cambios en los ingresos y bienestar de las familias. Por ejemplo en la unidad PLST, el año 1997 cuando hubo un mayor número de riegos, se incrementaron las áreas de los cultivos de maíz choclo e incluso de haba mishka, cultivos de los que se pueden obtener mayores beneficios. Pero a la vez los costos de producción han sufrido un aumento en el tiempo, por la influencia de los insumos utilizados y la mano de obra en los actuales sistemas de producción que son más intensivos así como en los gastos relacionados al uso del agua, que son cada vez mayores por el tipo de fuente a la que se recurre.

Los ingresos obtenidos por el uso del agua en producciones intensivas, a la vez de tener características que exigen el uso de aguas de pozo permiten también tener una mayor posibilidad económica de adquirir derechos o acciones en fuentes costosas como son los pozos.

En la mayoría de los casos las actividades agrícolas van acompañadas por actividades pecuarias y estas también demandan cantidades considerables de agua como se observa a continuación.

5.2.2. Uso Pecuario.

Dentro de los usos agrícolas también se ha considerado el uso pecuario tomando en cuenta el consumo de agua realizado por los animales obtenidos del promedio de animales por unidad familiar en base a encuestas realizadas.

Cabe destacar que las fuentes de agua utilizadas para el abrevado de animales son principalmente las mismas utilizadas para el consumo familiar. En la figura 37 se muestra los porcentajes de las diferentes fuentes de agua utilizadas, obtenidas en base a encuestas realizadas en todas las unidades de análisis.

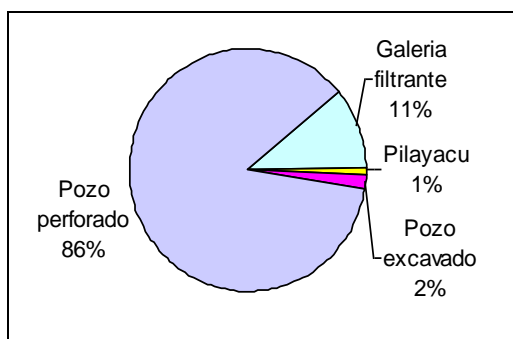


Figura 37. Fuentes de agua para uso pecuario

Las fuentes de agua utilizadas son principalmente pozos perforados.

Los criterios que determinan el uso de estas fuentes son: la calidad del agua, la disponibilidad y la facilidad con que llega hasta el usuario, generalmente a través de una red domiciliaria, ya que estas fuentes tienen como uso prioritario al consumo doméstico. El agua de riego es utilizada en el abrevado de los animales sólo en casos o situaciones especiales donde la disponibilidad de agua potable es reducida, no disponible o inexistente. La seguridad de la presencia de esta agua es otro factor que influye en el uso de estas fuentes para el abrevado de animales, que requieren un suministro diario.

El agua consumida por los animales proviene principalmente de pozos perforados o galerías filtrantes que tienen como uso principal el consumo doméstico y en menor proporción de pozos perforados, pozos excavados y represas que son utilizadas para el riego. Por esto y por lo mencionado anteriormente el consumo de agua por parte de los animales tiene una influencia directa en el volumen de agua potable consumido. Para cuantificar este volumen se realiza el siguiente análisis.

El promedio de animales por unidad familiar en cada unidad de tierra es como sigue:

Cuadro 29. Número de animales por unidad Familiar.

Unidad	Asnos	Bovinos	Ovinos	Porcinos
AGST	1	4	2	4
HFLSI	1	3	2	4
HIN	1	3	3	3
HLIN	1	4	2	2
HSI	1	2	4	3
PLFRSI	1	6	5	3
PLSI	1	7	8	3
PLST	1	8	3	2

El consumo promedio (l/día) para distintos tipos de animales es como se muestra en el cuadro 30.

Cuadro 30. Consumo promedio por animal

Animales	(l/día)
Asnos	9
Bovinos	28
Ovinos	5
Porcinos	7

Consumo diario en (l/día) en abrevado de animales por unidad familiar para cada unidad de tierra se muestra en el cuadro 31.

Cuadro 31. Consumo de agua en el Abrevado de animales por (Unidad Familiar)

Unidad	Total l/ día	Total m3/día	M3/año	Consumo (M3/año)	Relación. Vol. Abrevado/Vol. Consumo
AGST	159	0.16	58	122	0.48
HFLSI	131	0.13	48	137	0.35
HIN	126	0.13	46	183	0.25
HLIN	145	0.15	53	121	0.44
PLFRIN	223	0.22	81	168	0.48
PLSI	267	0.27	97	132	0.74
PLST	263	0.26	96	177	0.54

El agua utilizada para el abrevado de los animales representa una cantidad significativa del agua potable utilizada en el hogar. Las unidades pecuarias tienen un mayor consumo de agua entre 48 a 74 % del consumo total hecho por la familia pues en estas unidades tienen fuerte presencia los bovinos destinados a la producción, que tienen un consumo muy superior al de otro tipo de animales como se muestra en el cuadro 30.

Las unidades caracterizadas por la producción de hortalizas son las que tienen menor consumo para este uso, ya que en estas unidades generalmente se tiene animales menores y los bovinos son principalmente usados para tracción estando presentes en un número reducido, la relación se encuentra entre 25 a 44 % del total de agua consumida por la familia.

A través de los datos preliminares obtenidos en el censo ganadero realizado por el municipio de Punata el año 2006 se realizó una estimación del volumen total que podría utilizarse en el abrevado de animales de donde se obtuvo que el 3 % del total del agua explotada de los pozos para agua potable es utilizada en el abrevado de animales.

5.3. Uso Doméstico.

Se consideró conveniente describir de forma individual el uso doméstico del agua en el centro poblado, porque presenta características que se diferencian de los usos del agua doméstica de las zonas rurales.

5.3.1. Uso doméstico del Agua (Centro Poblado)

El uso doméstico es mayor en el centro poblado y tiene características diferentes en esta unidad de tierra, porque en esta unidad de tierra se considera que se realizan, además del consumo doméstico otras actividades relacionadas al agua y los hábitos de uso del agua son diferentes al igual que la tecnología.

a) Disponibilidad de Agua.

Las fuentes de agua utilizadas en el centro poblado o zona urbana de Punata son dos: 1 Galería filtrante y 2 Pozos perforados, administrada por la alcaldía a través de la unidad de agua potable y alcantarillado Punata, tiene como área de influencia la parte urbana de la ciudad el casco viejo limitada básicamente por los ríos que la bordean y parte de las comunidades de Pucara y Albasuyu, que se encuentran próximos a la infraestructura.

La galería filtrante atraviesa el río Pucara Mayu a 9 m de profundidad, ubicada a 500 m. aguas arriba del puente vehicular Kuchu Punata, sobre la carretera antigua a Santa Cruz. Tiene una capacidad nominal de 28 l/s según el diseño. Se caracteriza por ser sensible al periodo seco (desde agosto a noviembre) y también a las crecidas instantáneas del río, por influir en la

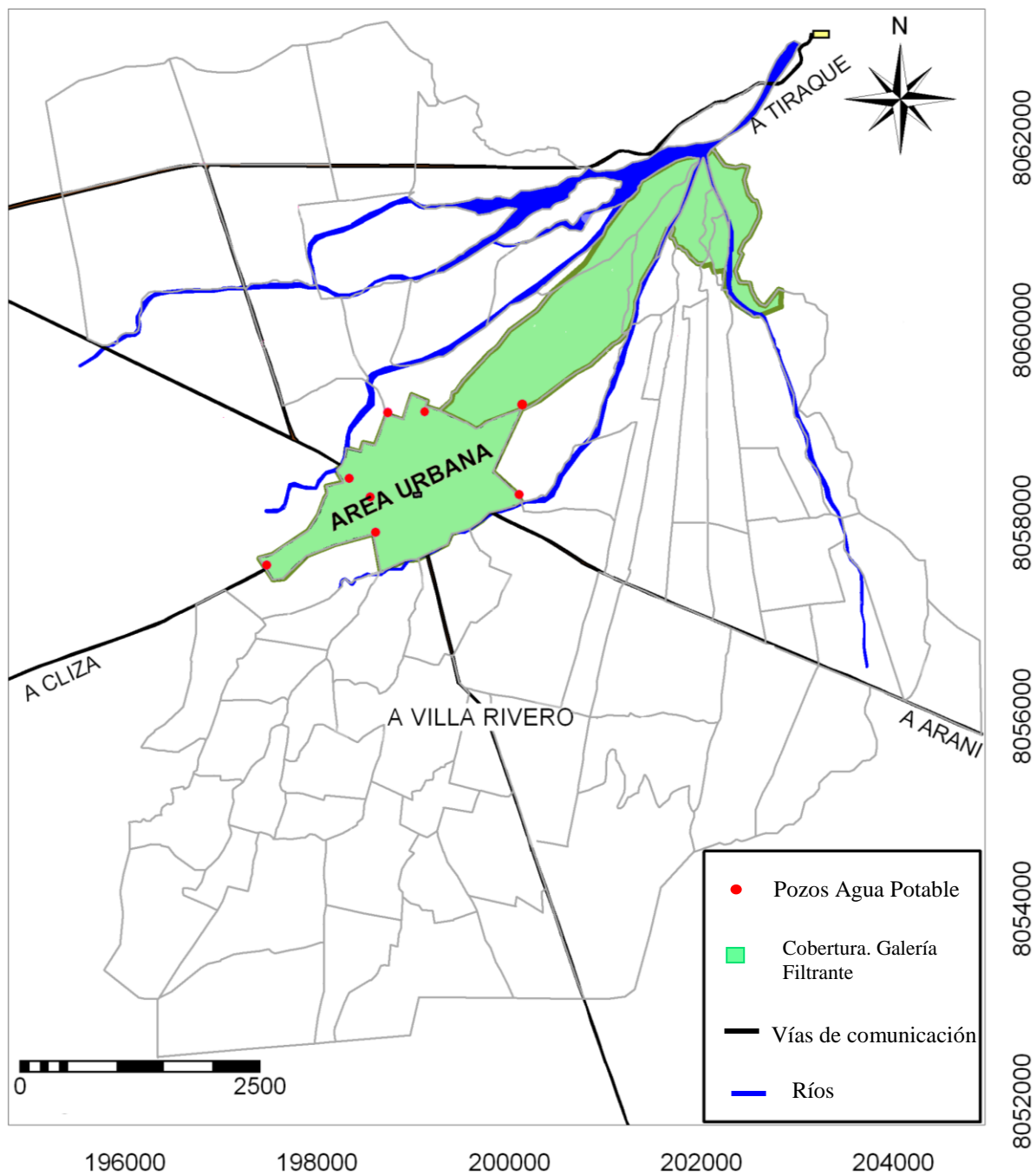
turbiedad del agua, que puede afectar a la planta de tratamiento, constituido por filtros lentos de arena. El máximo registrado al ingreso de la planta de tratamiento fue de 25 l/s en marzo de 2004 y mínimo de 10 l/s en octubre del mismo año. Las galerías filtrantes son complementadas con aguas de dos pozos perforados con caudales promedio de 13.5 y 4,6 l/s siendo su periodo de operación desde abril hasta diciembre, constituyéndose en fuentes complementarias de producción de agua. (*Mapa 4.*)

b) Usos del Agua doméstica.

Los usos que le dan al agua son generalmente para consumo, limpieza y actividades a pequeña escala que se realizan en el hogar (tiendas, talleres, etc.)

El consumo de agua por persona en esta unidad es de 126 l/hab./día y el número de personas promedio por familia es de 4, obteniéndose un consumo diario por familia de 504 litros. Además del consumo se realizan algunas actividades productivas en torno a esta agua (elaboración de chicha). Estas actividades resultan importantes en esta zona, al momento de determinar la cantidad de agua utilizada.

Mapa 4. Disponibilidad de agua para uso Doméstico (Centro Poblado)



Fuente: Lazarte 2007

c) Tecnología.

▪ Captación.

La captación principal es una galería filtrante que atraviesa el río Pucara Mayu a 9 metros de profundidad. Tienen una capacidad nominal de 28 l/s. Desde la toma de aguas subterráneas, con la galería filtrante. La aducción antigua es de hierro fundido la cámara de carga es por gravedad y cuenta con un desarenador. Este sistema está complementado con dos pozos perforados profundos el primero con un Q promedio de 13,5 l/s y el segundo de 4.6 l/s. Cuenta con una planta de tratamiento ubicada a 2300 metros al noreste de la ciudad, funciona desde 1999 y consta de 3 unidades de filtros lentos, es semi enterrado, su capacidad nominal es de 40 l/s. El material de construcción del tanque es de hormigón armado, su estado es bueno.

Dentro de esta unidad también existen sistemas independientes proveídos de pozos y administrados por organizaciones comunales.

El abastecimiento del agua potable con la galería filtrante como fuente no fue capaz de satisfacer la demanda de agua y es a partir de 1983 es que se crean sistemas independientes dentro del área de influencia de este sistema, para satisfacer esta demanda. La independencia de estos sistemas es administrativa representada generalmente por un comité cuadro 32.

Cuadro 32. Sistemas de Agua Potable Independientes

Nombre	Año de Perforación	Caudal (l/s)	Nº de conexiones	Ubicación
Señor de Burgos	1995	5	-	Sur oeste
San Juan Bautista 1	1990	3	150	Norte
San Juan Bautista 2	1995	5	-	Norte
San Severino	1989	3	-	Norte
General Pando	1983	3.5	250	Nor oeste
Mayor Rocha	1996	2	60	Nor oeste
La Era	1996	8.5	60	Nor este
18 de mayo	1997	2	40	No este

Fuente: Elaboración propia en base a Lazarte (2007)

- **Red de distribución.**

La red de distribución está formada por circuitos principales de 8", 6", 4" y 3". El secundario es de 2". El material es de tubería de PVC C-9 JE. Las conexiones domiciliarias son de PVC de ½ pulgada, con llave de globo y medidor 1,50 m³/h.

El porcentaje de cobertura de esta zona con medidor instalado en su domicilio es de 93%, lo que permite un cobro proporcional al consumo hecho por la familia. Solo un 7% no tiene medidor y el pago por el servicio es una tarifa fija establecida

d) Percepciones sobre el servicio.

Además de conocer cuales son las características de este servicio se realizaron encuestas sobre la opinión de los usuarios sobre algunas características del servicio y se pudo rescatar las siguientes percepciones:

- **Sobre el tiempo de suministro**

La consultora (Latin Consult 2005) realizó entrevistas en distintos puntos del área de influencia del sistema de Agua potable del centro poblado, obteniéndose los siguientes resultados, de los 100 entrevistados el 7 % considera que el agua es abundante, el 53% suficiente, y el 40 % insuficiente.

- **Sobre cortes de agua.**

Generalmente, los cortes se realizan debido a pagos atrasados a la administración del agua potable y muy pocas veces debido a daños en las instalaciones. En estos casos la misma administración es la que se encarga de repararlos con prontitud. Todos los entrevistados coinciden en que estos cortes son poco frecuentes.

Los cambios en disponibilidad de Agua han provocado la implementación de pozos nuevos independientes del sistema de agua potable municipal, dentro del área de influencia de la misma. Es a partir del año 1990 que se observa con mayor intensidad la creación de estos sistemas independientes de agua potable.

5.3.2. Usos domésticos del Agua en las Unidades Rurales.

Las unidades de tierra que no son proveídas por el principal sistema de agua potable del municipio descrito anteriormente forman organizaciones comunales o ínter comunales (comités de agua potable) para acceder al agua potable, de tal forma que dentro de las unidades de tierra se pueden encontrar 44 sistemas de agua potable y 10 pozos de carácter mixto (riego y Agua Potable) Lazarte 2007.

a) Disponibilidad de Agua.

En los sistemas de agua potable que se encuentran en estas unidades de tierra, las fuentes de agua más utilizadas son los pozos perforados, cuya administración recae sobre los comités de agua conformados por los mismos socios del sistema. A través de las entrevistas realizadas y de una posterior encuesta, se puede ilustrar esta situación en el cuadro 33.

Cuadro 33. Principales Fuentes de Agua Para Usos Doméstico por Unidad

Unidad de Tierra	Fuente de Agua	Caudal (l/s)	Tiempo de operación (hrs./día)	Costo (Bs./mes)	Costo (Bs./m ³)
AGST	Pozo perforado	3	8	9	-
HFLSI	Pozo perforado, Galería filtrante, pozo excavado	4	4	8	-
HIN	Galería filtrante , pozo perforado	4	7	10	-
HLIN	Pozo perforado	2	11	7	-
HSI	Galería filtrante , pozo perforado	4	6	6	-
PLFRIN	Pozo perforado	4	12	15	1- 1.5
PLSI	Pozo perforado, Pozo excavado	5	18	12	0.5 - 1
PLST	Pozo perforado	4	10	7	-
CU	Galería Filtrante, Pozo Perforado	5	11		0.5-1

Siendo las aguas subterráneas la principal fuente de suministro para el uso doméstico el agua disponible para este uso se ha visto afectada por el descenso de los niveles freáticos.

Hasta el año 1992 un 37% de las familias asentadas en la zona urbana y centros poblados accedían a pozos excavados o norias para el suministro de agua para consumo doméstico y un 60% en las zonas rurales.

El descenso de los niveles freáticos provocó la necesidad de profundizar los pozos, haciendo necesario el recurrir a la organización de la comunidad que puede pagar los gastos de la perforación del pozo, para formar parte de un sistema. De esta forma la red pública llegó a un 95 % en la zona urbana y centro poblado y 90 % en la zona rural dispersa en el año 2005.

Cuadro 34. Variación de la Procedencia del Agua potable

Procedencia del agua potable (%)	Urbano y CP		Rural dispersa	
	1992	2005	1992	2005
Red Pública	56.2	95	24.5	90
Pozo o Noria	37.08	5	60	9
Río lago, vertiente o acequia	2.2	0	12.8	1
carro repartidor	1	-	1.5	-
Otras	2.8	-	1.2	-

Fuente Elaboración propia en base a datos (censo 1992)

Los pozos excavados eran el medio principal para la obtención de agua de uso doméstico, actualmente el uso prioritario (en términos de volumen) de los mismo es el riego y en algunos casos el abrevado de animales, pero ya no el consumo humano.

El uso de fuentes de agua superficial utilizadas hasta el año 1992 ha desaparecido casi completamente, debido a la reducción en la disponibilidad en estas fuentes de agua, pues los ríos que tenían presencia durante todo el año y podían asegurar un suministro diario, actualmente están presentes en determinadas épocas siendo el suministro incierto para el usuario, la calidad del agua, la facilidad de obtención de la misma y particularmente la seguridad son motivos para este cambio.

Por tanto las aguas subterráneas juegan un papel importante, ya que han ayudado a compensar los impactos de la variabilidad de las lluvias y los efectos de la reducción de las mismas, convirtiéndose en la única fuente de agua a la que se puede recurrir para este uso.

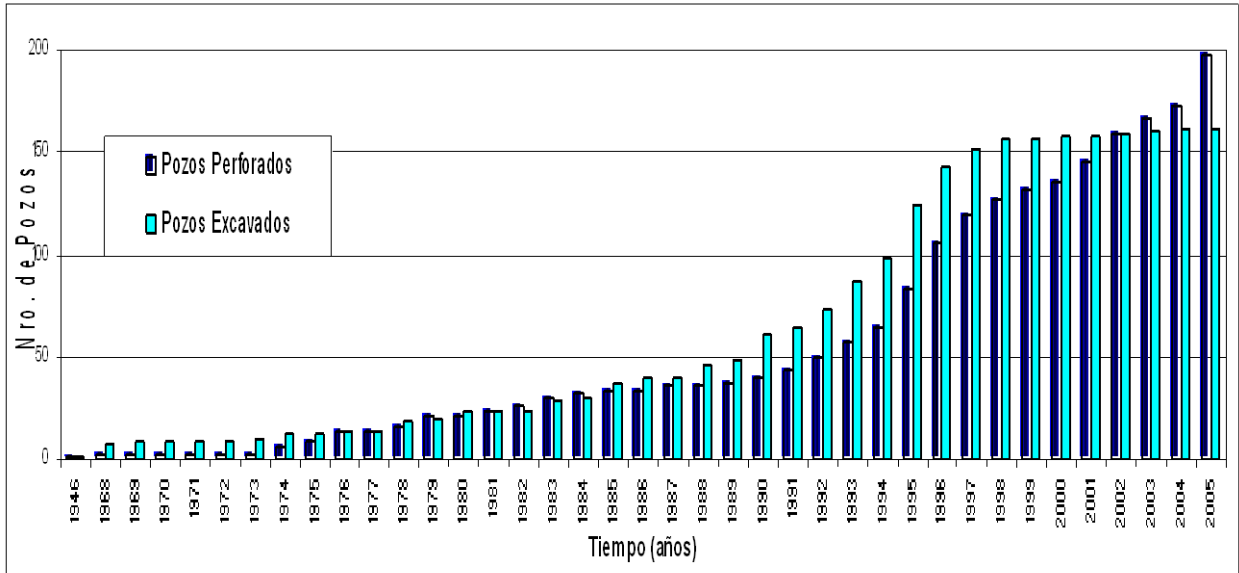


Figura 38. Crecimiento del número de pozos.

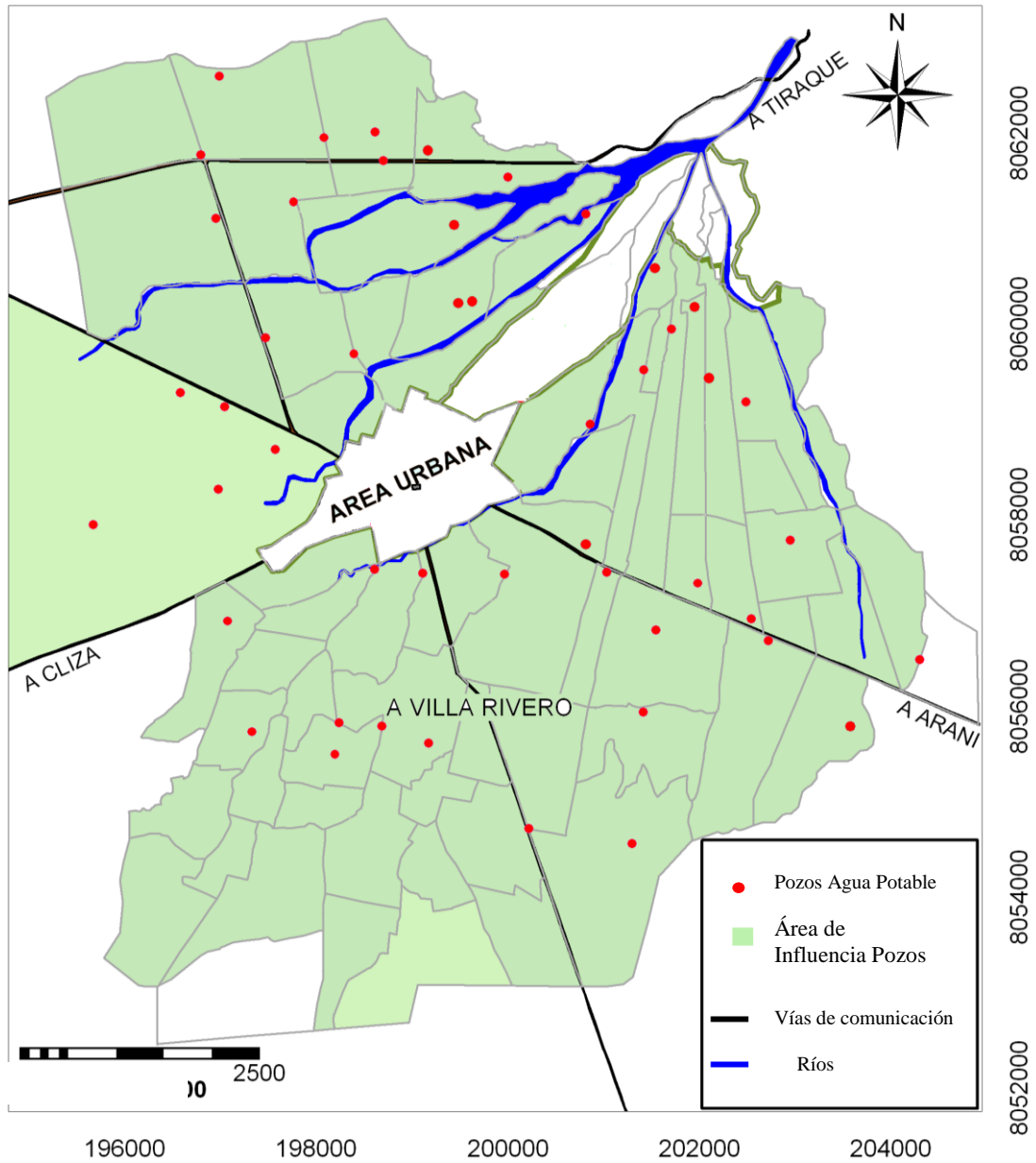
Fuente: Rojas (2006)

Como lo muestra la figura 38 el número de pozos excavados se mantuvo constante a partir de 1998 debido al problema del descenso del nivel freático ya no tienen un uso tan generalizado como ocurría anteriormente pues en muchos casos han cambiado su uso y han sido sustituidos por los pozos perforados que van aumentando en número y profundidad.

En general, en toda el área del abanico, se utilizan los pozos (aguas subterráneas) para satisfacer las necesidades domésticas. La mayoría de los pozos perforados con fines domésticos cuentan con un sistema de distribución a domicilio.

En caso de que el sistema no funcione por algún motivo, los usuarios suelen recurrir a las fuentes de agua más cercanas y que tengan buena calidad para el consumo. A través de entrevistas, observaciones y encuestas realizadas, se pueden ver las fuentes alternativas a las que los usuarios pueden acceder en caso de que su sistema tenga algún problema en su funcionamiento en el cuadro 35.

Mapa 5. Disponibilidad de agua para uso Doméstico



Fuente: Lazarte 2007

Es evidente la gran dependencia que existe de las aguas subterráneas para los usos domésticos.

Cuadro 35. Fuentes de Agua Alternativas.

Unidad	Fuente de Agua Alternativa.
AGST	Pozo de riego
HFLSI	Aguas de Río(pilayacu), pozo excavado
HIN	Pozo de riego
HLIN	Otro pozo de agua potable o pozo de riego
HSI	Otro pozo de agua potable y pozo de riego
PLFRIN	Pozo de riego
PLSI	Otro pozo de agua potable, pozo excavado
PLST	Otro pozo de agua potable, pozo excavado

b) Usos del agua potable.

En este punto se realizó el estudio con 26 familias a las que se entrevistó para determinar las cantidades de agua utilizadas, para las distintas actividades realizadas con el agua dentro del hogar. La figura 39 fue elaborada según el promedio de los volúmenes para cada actividad obtenidos del total de entrevistados de todas las unidades.

El uso del agua a nivel familiar se distribuye de la siguiente manera para los distintos usos.

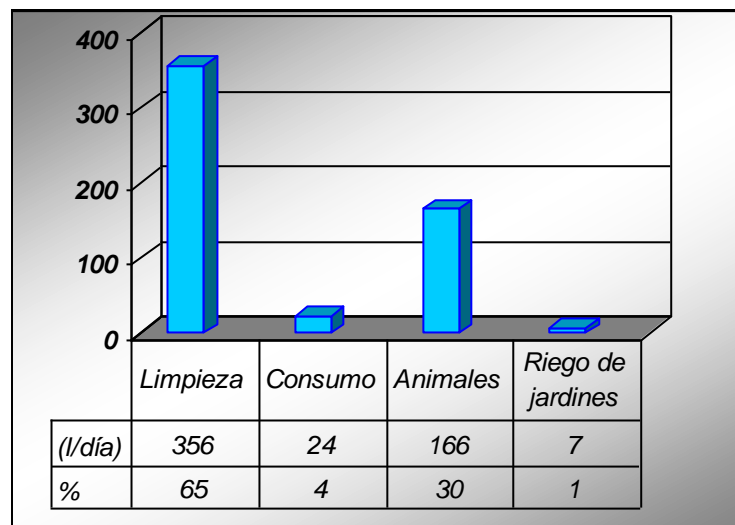


Figura 39. Usos Domésticos del Agua

La figura 39 refleja los porcentajes de agua utilizados para cada uso, obtenido de datos promedio de consumo diario de las familias entrevistadas dentro de cada unidad.

Un porcentaje considerable del agua potable (65%) es utilizado en actividades de limpieza (aseo personal, lavado de ropa y limpieza de utensilios, etc.) y el 30 % en el abrevado de

animales, otro porcentaje menor 4 % es utilizado específicamente para el consumo de la familia. y un 1% en el riego de jardines. Según los entrevistados el riego de pequeños huertos y jardines se realizan con aguas de riego, pues en muchos de los sistemas el uso de agua potable para el riego está prohibido, existiendo drásticas sanciones para quien infrinja este acuerdo.

El consumo de agua potable parece ser mayor en las unidades (HIN, HLIN, PLFRIN) que además tienen un menor número de personas por familia (3-4) frente a (5-6) integrantes en las otras unidades, esto puede estar influenciado por la tecnología existente en estas unidades, en el caso particular de la unidad hortícola intensivo que cuenta con conexiones domiciliarias internas, las que propician un mayor consumo de agua.

Cuadro 36. Consumo por persona (l/día)

Unidad	Limpieza	Consumo	total
AGST	69	5	74
HFLSI	79	4	83
HIN	125	5	130
HLIN	96	6	102
PLFRIN	107	4	111
PLSI	66	7	73
PLST	75	6	81

El consumo diario por persona al día es variable en las distintas unidades entre 5 y 7 litros, mientras que en actividades de limpieza entre 73 y 130 litros, con un promedio de 88 litros diarios por persona. Sin embargo, el consumo diario en estas unidades se ve elevado por el consumo para el abrevado de los animales que es muy considerable como muestra el cuadro 37.

Cuadro 37. Consumo Diario de Agua Potable Zona Rural.

Unidad	Consumo Familia (lt/día)	Consumo Animal (lt/día)	Total
AGST	333	159	492
HFLSI	374	131	505
HIN	501	126	627
HLIN	332	145	477
PLFRIN	460	103	563
PLSI	363	223	586
PLST	486	267	753

Del consumo total diario de agua Potable el 20-30 % es consumido por los animales en las unidades Hortícola, entre 35-40 % en las unidades Pecuarias, y entre 80y 65 % es consumido por la familia en las unidades respectivas. Otras cantidades de agua se destinan con diferentes frecuencias a la elaboración de chicha, riego de jardines y otros usos.

c) Tecnología.

Los cambios que se dieron en la disponibilidad de agua provocaron cambios en la tecnología, pues los usuarios tuvieron que acceder a nuevas fuentes (*pozos perforados*) de carácter comunal que son distribuidos por redes y llegan a los usuarios a través de conexiones domiciliarias, diferenciadas entre externas e internas. Las primeras han tenido una expansión mayor, principalmente en el área rural han alcanzado hasta un 86%. En la zona urbana y los centros poblados ambas formas de distribución han aumentado en la misma proporción cuadro38.

Cuadro 38. Cambios en la forma de entrega de agua

Sistema de abastecimiento de agua potable	Urbano y Centro Poblado		Rural dispersa	
	1992	2005	1992	2005
Conexión domiciliaria interna	38.4	60	9.2	11
Conexión domiciliaria externa	19.9	40	10.6	86
Pileta pública	3.1		10.9	3
No recibe por cañería (pozo excavado)	39.6		69.3	3

Fuente: Elaboración Propia en base a datos (Censo 1992 y 2001)

Las encuestas realizadas revelan, que la distribución a través de conexiones domiciliarias se realizo con mayor frecuencia a principios y dentro de la década de los 90 .Las instalaciones domiciliarias con red dentro de la casa (internas) se realizan a partir del año 1999 y en los últimos años. El tiempo anterior a estos años eran muy frecuentes los pozos excavados (familiares) de donde se trasladaba el agua para los distintos usos.

La implementación de medidores de consumo, ha cobrado importancia en los últimos años, particularmente en la zona rural, porque permite un mejor control de la cantidad de agua utilizada, con la finalidad de restringir el uso solo a actividades domésticas.

En muchos sistemas donde se tiene poca disponibilidad de agua existe conciencia sobre esta problemática y se tienen un control que no permite usar el agua en otras actividades que no sean las domésticas.

Los cambios en la tecnología provocaron un mejoramiento en las condiciones de provisión de agua, ya que las aguas subterráneas de pozo perforado tienen una mejor calidad de acuerdo a los entrevistados, pues al estar a cargo toda la comunidad las previsiones de desinfección se toman más en cuenta, haciendo posible que el agua que es puesta a disposición sea más limpia y segura. También ha provocado mejores condiciones de uso de la misma ya que el agua llega con más facilidad al hogar para su uso en las distintas actividades, reduciendo los esfuerzos hechos por la familia.

Con la implementación de estos sistemas se ha promovido la capacidad de organización de la comunidad, donde muchas de las actividades comunales giran en torno a la organización de agua potable.

Se hace necesario mencionar algunas consecuencias de la infraestructura mejorada (conexiones domiciliarias internas) que promueve un mayor consumo del agua (menor eficiencia), debido a los cambios en los hábitos de uso que se modifican, cuando se tiene el agua disponible, aumentándose las pérdidas y provocando un mayor consumo por persona, lo que aumenta la demanda del mismo. Esta aseveración se aplica principalmente a los sistemas donde el tiempo de suministro es más de 12 horas; pues en sistemas con tiempos de suministro corto donde el agua es almacenada para su posterior uso, los hábitos de uso no tienen cambios considerables.

▪ **Captación.**

Los sistemas de Agua Potable ubicados fuera del centro poblado captan sus aguas de pozos perforados que tienen características diferentes en cada sistema. Los caudales de extracción de agua varían entre 1 y 9 l/s. Generalmente, estos pozos tienen caudales de extracción bajos en promedio 4 (l/s). En algunos casos, fueron usados en primera instancia como pozos de riego y al disminuir el caudal se destinaron para agua potable, teniendo los usuarios que hacer nuevos aportes para la instalación de la red domiciliaria.

- **Almacenamiento.**

El almacenamiento se realiza en tanques de hormigón que pueden ser elevados enterrados o semienterrados, con variedad en las capacidades. De los casos estudiados 30% cuentan con tanques elevados, 40% cuenta con tanques bajos “cárcamos”, y otro porcentaje considerable (30%) funcionan con hidropulmón. Las percepciones de los usuarios sobre la infraestructura, resaltan el buen estado en el que se encuentran.

La mayoría de los sistemas no cuentan con planta de tratamiento. La desinfección consiste usualmente en la aplicación de solución de cloro en el tanque o cárcamo, actividad que se realiza con poca frecuencia.

- **Líneas de Bombeo del agua Potable.**

La mayoría de las Bombas son sumergibles con potencias que varían entre 1.5 a 15 Hp (las potencias más altas corresponden a pozos “mixtos” que se utilizan para la obtención de agua potable y agua para riego), esta variación es de acuerdo a la profundidad del pozo, la mayoría se encuentra entre 2 o 3 Hp. Según los entrevistados las bombas se encuentran en buen estado, solo un pequeño número señala que tienen alguna fallas o problemas con la bomba, la mayoría también señala que se han realizado o se han previsto algunos cambios en las mismas.

- **Red de distribución.**

La red de tuberías en todos los casos es de tipo ramificado. El material es de Politubo o PVC. Estas tuberías están en buen estado, salvo algunas excepciones donde la red de tuberías tiene muchos años de funcionamiento como la red de las Galerías filtrantes, que abastecen con agua a las comunidades de Pucara y que presentan problemas de ruptura de las tuberías debido al mal estado de estas.

Las redes de distribución generalmente consisten en redes ramificadas, formadas por circuitos de tubería que varían de 8”, 6”, 4” y 3” y secundarios de menor diámetro (2” a 1,5”). Las conexiones domiciliarias son de PVC o politubo de ½ pulgada. En algunos de los casos estudiados, los diámetros de las tuberías que llegan al hogar están regulados y sujetos a revisión y no pueden tener un diámetro mayor, pues consideran que esto perjudicaría la

distribución equitativa del agua a través del sistema. Estas conexiones generalmente no cuentan con medidor.

De los casos estudiados solamente el 25 % cuenta con medidor, y el 75 % no cuenta con medidor. Actualmente, los sistemas se están preocupando por instalar el medidor para que el cobro de la tarifa por el consumo de agua sea más justo, pues en muchos casos el agua es utilizada por algunos usuarios para el abrevado de animales o para el riego de jardines, lo que hace que estos consuman más agua perjudicando la distribución y disponibilidad para otros usuarios que consumen menos, pero que paga el mismo costo por este uso.

▪ **Formas de Distribución.**

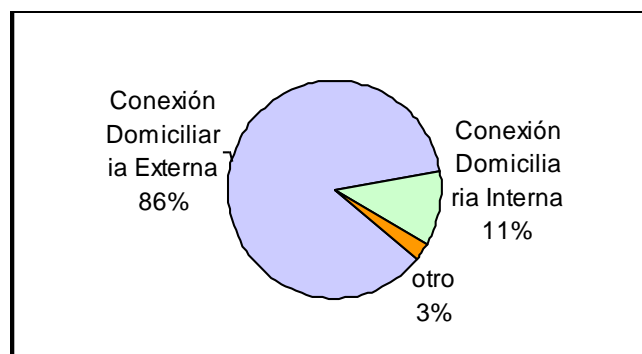


Figura 40. Formas de Distribución

La forma de distribución del agua potable en todas las unidades es a través de tuberías de PVC o poli tubo como se describió anteriormente.

En todo el Abanico la distribución de agua potable es a través de tuberías conectadas a una red domiciliaria con una conexión generalmente externa¹⁶ ó interna¹⁷. Son pocas las familias que cuentan con una conexión interna, otro pequeño porcentaje que no tiene ninguno de los dos y acude a pozos de riego. La figura 41 muestra las formas de distribución de agua en cada unidad extractada de las encuestas realizadas (por lo menos 10 por cada unidad).

¹⁶ Consiste en un grifo ubicado en el patio de la casa de donde se recoge y traslada el agua para su uso en las actividades domésticas Conexión con una red dentro de la casa

¹⁷ Conexión con una red dentro de la casa

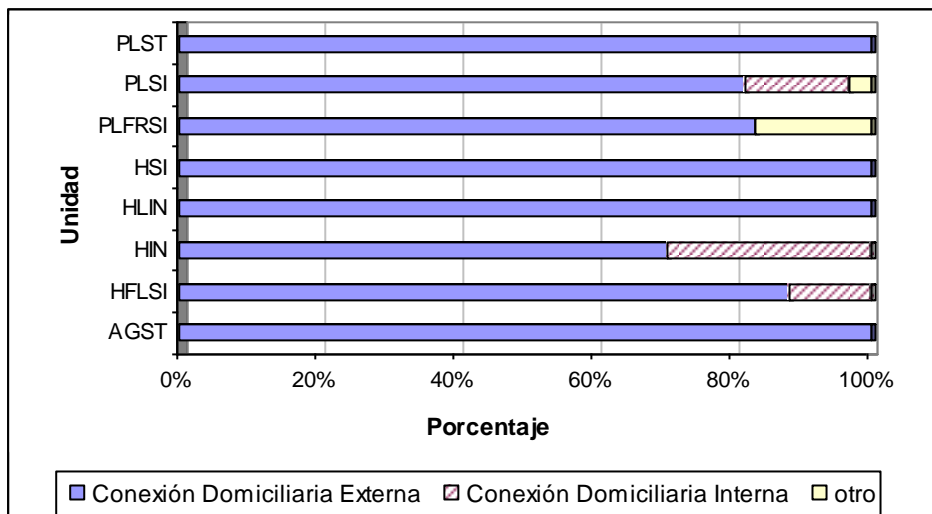


Figura 41. Formas de Distribución de Agua

En las unidades (PLFRSI, PLST) existen familias que no cuentan con agua a través de una distribución domiciliaria y acuden a pozos de riego u otras formas de acceso al agua.

En las unidades (PLSI, HIN, HFLSI) ya se tienen pequeños porcentajes con conexiones domiciliarias internas. En la figura 41 la unidad Hortícola intensiva muestra un porcentaje considerable debido a que a esta unidad pertenece la comunidad de Chaupisuyu donde se realizaron este tipo de instalaciones con la cooperación de una ONG.

▪ **Tiempo de entrega del Agua.**

El tiempo de suministro refleja la disponibilidad de agua que tienen las familias, para el uso de esta en distintas actividades, y es variable en cada sistema de agua potable, dependiendo de la organización y principalmente de la capacidad de producción del pozo, además de la capacidad de los usuarios para cubrir las tarifas eléctricas que varían de acuerdo al tiempo de funcionamiento del pozo.

Cuadro 39. Tiempo de Suministro de Agua Potable por Unidad

Unidad	Tiempo Mínimo (Hrs.)	Tiempo Máximo (Hrs.)	Tiempo promedio (Hrs.)
AGST	8	12	8
HFLSI	2	6	4
HIN	3	14	7
HLIN	4	12	8
HSI	3	7	6
PLFRIN	12	12	12
PLSI	7	24	19
PLST	4	12	10

Los valores del cuadro 39 corresponden a datos recolectados a través de entrevistas y encuesta. Resulta contradictorio que las unidades con una mayor disponibilidad de agua y fuentes de agua para riego (unidades hortícolas), tengan un tiempo de suministro menor (4 – 12 horas), al de las unidades que cuentan con una menor disponibilidad de agua (unidades pecuarias) (7 -24 horas). Esto puede deberse a que las unidades hortícolas muestran una mayor explotación de las aguas subterráneas lo que influye en la producción de los pozos.

d) Costo del servicio

El costo del agua potable es variable en cada sistema, generalmente, es calculado de modo que se pueda cubrir las tarifas de la electricidad consumida en el funcionamiento del pozo, debido a que no se cuenta con sistemas de micro medición que permitan un cobro acorde al consumo realizado. Las tarifas son similares en las distintas unidades de tierra. El cuadro 40 fue elaborado en base a resultados de las entrevistas y encuestas realizadas.

Cuadro 40. Costo mensual del agua potable en las Distintas Unidades

Unidad	Costo mensual Bs. /mes.	Consumo (m ³)/mes	Costo (Bs./m ³)
AGST	9	15	-
HFLSI	8	15	-
HIN	10	19	-
HLIN	7	14	-
HSI	6	17	-
PLFRIN	14	18	1- 1.5
PLSI	12	23	0.5 - 1
PLST	7	15	-

- **Tarifas.**

Existe una variedad de tarifas dependiendo de la organización algunos ejemplos son:

Tarifa Fija: El costo del agua es el mismo sin importar el consumo de la familia.

Tarifa por M³: El costo es de acuerdo al consumo generalmente los que tienen medidor se tiene una cantidad establecida de consumo con costos por m³ muy bajos (0.5 Bs.) y el costo por M³ aumenta si se excede esta cantidad (2 Bs.).

Tarifa distributiva: Donde los usuarios una vez recibida la factura de cobro por la energía eléctrica, dividen la cuenta entre el número de usuarios, siendo esta la tarifa que se debe aportar.

- **Inversión.**

La inversión realizada para contar con un sistema de agua potable, está referida principalmente a la perforación del pozo y la instalación de la red de distribución domiciliaria. La inversión total para la implementación de un sistema de agua potable puede variar entre 24000- 50000 dólares dependiendo de la profundidad del pozo, del área de cobertura que tendrá este y de algunas características de infraestructura. Esta inversión tiene muchas variables pues son realizadas por varias entidades o personas en diferentes porcentajes en el cuadro 41 se observan algunos ejemplos de los casos estudiados.

Cuadro 41. Inversión para la Implementación de un Sistema de Agua Potable

NOMBRE DEL POZO	INVERSION (\$us)	INVERSORES	Nº DE ACCIONES
El Rosal	3100	Usuarios, colaboración del FIS en el tendido de la red.	215
San José Centro	24975	Usuarios 50% , alcaldía de Punata 50%	135
Virgen del Rosario	31500	Usuarios, conexión eléctrica con ayuda de HCC	280
Wasa Mayu y Vintu Cancha Grande	30660	Usuarios 100%	42
La Villa	50374	Usuarios 50% , alcaldía de Punata 50%	65
Thajras y Barrientos Chico	29575	Usuarios 100%	140

Fuente: Elaborado en base a Lazarte 2007

La inversión en pozos de agua potable en la zona rural y últimamente en la zona urbana, la realizan los usuarios, con apoyo de entidades gubernamentales y no gubernamentales existiendo casos excepcionales donde la inversión realizada es 100% por los usuarios¹⁸. En todos los casos los usuarios son los que siempre deben invertir en forma monetaria y con mano de obra en algunos casos, es de esta manera que se crean derechos para el uso de esta agua.. En caso de que la inversión esté apoyada por alguna organización el porcentaje de inversión depende de la capacidad de gestionar de los dirigentes y la organización de los usuarios.

e) Percepciones sobre el Servicio.

Además de conocer cuales son las características de los sistemas de agua destinada al uso doméstico, se encontraron las siguientes percepciones:

- **Sobre el tiempo de Suministro**

Mas allá de realizar evaluaciones, sobre este tiempo de suministro, se averiguó a través de entrevistas y encuestas a los usuarios de los distintos sistemas, las percepciones que estos tienen sobre el tiempo de suministro y estas se reflejan en la figura 42.. Todas las unidades coinciden en que el tiempo de suministro y cantidad de agua es suficiente, en la Unidad (HSI) se tiene que un 60% de los entrevistados consideran que la cantidad de agua recibida es escasa y en la unidad (HIN) el 10 % considera que es abundante.

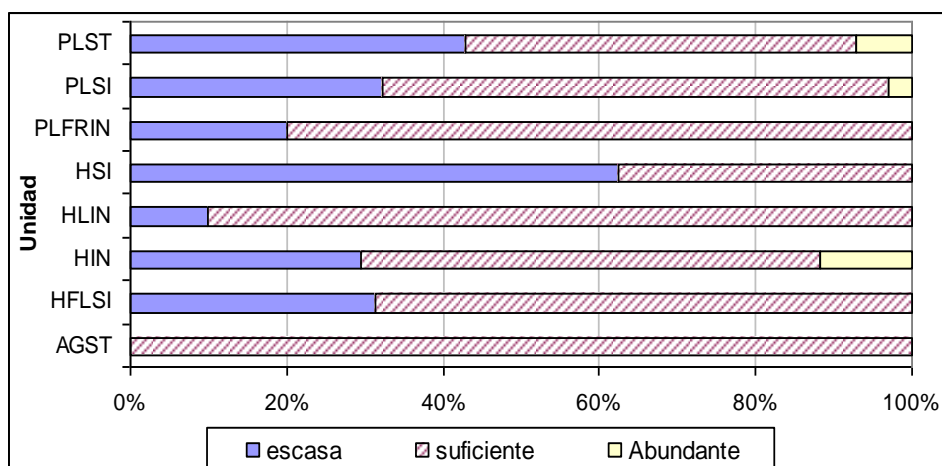


Figura 42. Percepciones sobre la cantidad de agua disponible.

¹⁸ Estos casos generalmente corresponden a pozos que fueron perforados con fines de riego y que posteriormente se habilitaron para agua potable.

En general existe conformidad con la cantidad de tiempo de suministro en las distintas unidades de tierra, aunque en toda el área también existe un porcentaje considerable donde el tiempo de suministro es calificado como escaso. Y en muy pocos casos lo consideran como abundante.

- **Sobre cortes de Agua.**

En los sistemas de agua potable manejados por los mismos usuarios los “cortes” del servicio son generalmente debido a la falta de pago de energía a la empresa eléctrica y cortes debido a desperfectos de las tuberías que están en mal estado. Las percepciones de los usuarios sobre la frecuencia de estos se muestra en la figura 43.

En la unidad de HFLSI es donde los entrevistados coincidieron en afirmar que los cortes de agua son frecuentes debido al mal estado de la red de distribución esta unidad se abastece de agua potable de la galería filtrante que abastece al pueblo de Punata (CU) (ver mapa 2) y el mal estado de la red de distribución se debe a su antigüedad.

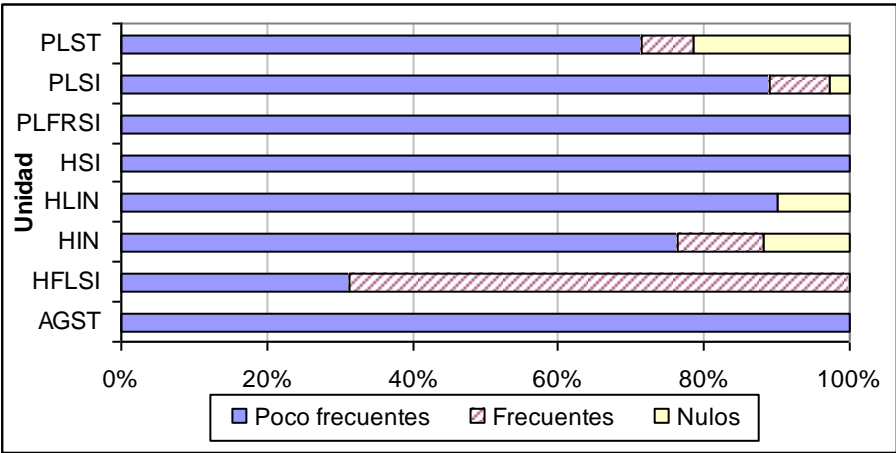


Figura 43. Percepciones cortes de Agua

- **Sobre Costos y Tarifas**

En general, los costos y las tarifas son similares dentro de los sistemas, los entrevistados no presentan objeciones en cuanto a los costos y las tarifas, sin embargo, existen sectores dentro de algunos sistemas, que se sienten en desventaja por la distancia entre sus hogares y el pozo,

lo que según ellos hacen que reciban menos agua respecto a otros que se encuentran próximos al pozo. Este hecho provoca la solicitud de la instalación de medidores.

- **Sobre los beneficios.**

Los principales beneficios que se consideran son la calidad del agua, y la facilidad con que esta llega a los hogares, sobre la calidad del agua todos los entrevistados coinciden en que esta es de buena calidad.

5.3.3. Demanda del agua.

Este estudio no pudo determinar con exactitud la evolución en la demanda de agua. Sin embargo, se obtuvieron datos sobre el consumo de agua que pueden mostrarnos la tendencia de la demanda. En la figura 44 se muestra que el consumo (rural y urbano) promedio para América Latina es de 190 y 230 l/hab/día respectivamente (según el Banco Mundial).

En el caso de Punata esta investigación determinó que el consumo rural es de 118 l/hab/día y el urbano de 126 l/hab/día. Las cantidades consumidas en ambos casos no muestran una gran diferencia entre sí; El consumo urbano es mayor debido a las formas y tecnología utilizadas en el uso del agua. El consumo rural alcanza aproximadamente los mismos niveles debido a la dependencia del agua potable para su uso en actividades domésticas y productivas (abrevado de animales). Ambos consumos representan aproximadamente 60 % de los niveles del consumo promedio en América Latina.

En lo que respecta a los cambios, en la figura 44 se observa el crecimiento del consumo (rural y urbano) en América Latina, que según el Banco Mundial aumenta entre 1 a 1.5 % anual, por lo que se tomó 1 % para representar gráficamente este crecimiento. En el caso de Punata el cambio en el tipo de fuente de agua a ha propiciado un mayor consumo de 25 l/hab./día (pozo excavado) según (Bustamente, R. et al. 2003) a 118 l/hab./día (pozos perforados) esto en las zonas rurales. En la zona urbana de 69 l/hab./día a 126 l/hab./día teniendo un crecimiento anual de 0.5 % (Guía técnica boliviana de diseño de proyectos de agua potable, 2005).

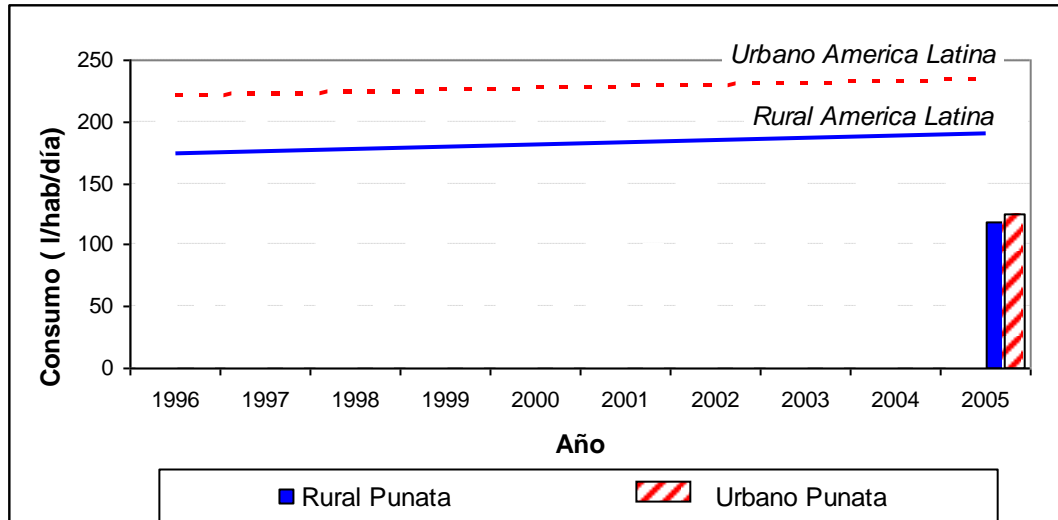


Figura 44. Crecimiento del consumo doméstico del agua.

El incremento del consumo obedece a los cambios en la tecnología, pero también el cambio que representa tener fuentes localizadas, seguras y continuas, como son los pozos perforados y los sistemas de conexión domiciliarios.

Por lo visto esta creciente demanda tendrá que ser satisfecha a través de la explotación de aguas subterráneas pues no existe otra fuente sobre la que el municipio o las entidades encargadas de la provisión de la misma tengan derechos, lo que resulta preocupante pues las aguas subterráneas no son recursos interminables.

5.4. Usos Industriales.

Debido a que la zona de estudio se encuentra en el área rural, los usos industriales en la zona de Punata están representados por la fábrica de lácteos (que consume 55000 litros de agua/día) para el funcionamiento de las máquinas de homogenización. Otras actividades productivas como las estaciones de servicio, donde usan el agua para el lavado de autos y finalmente la elaboración de chicha. Estos dos últimos fueron investigados en este estudio por la importancia que tiene el uso de agua en estas actividades.

5.4.1 Lavado de autos.

Esta actividad se ubica principalmente en la avenida de ingreso a Punata existen aproximadamente 8 de estos lavaderos, administrados por familias o por empresas distribuidoras de combustible. Las fuentes más utilizadas para este uso son los pozos

perforados propios, por lo que el costo del agua se reduce al costo de la energía eléctrica. Las aguas sobrantes de esta actividad son conducidas a huertos para usarlas en el riego, y en otros casos son desechados por la alcantarilla. En los días de feria se registra una mayor demanda de este servicio. La cantidad de agua utilizada es variable aproximadamente entre 4000-20000 l/día para realizar esta actividad

Se cuantificaron los costos que se realizan para esta actividad para observar la importancia que tiene el agua sobre estos costos y los beneficios obtenidos del uso de esta agua. Los resultados se observan en el cuadro 42.

Cuadro 42. Beneficios del Agua

Costos de Producción \$us. /mes	
Insumos y Mano de Obra	468
Costo agua /mes	93
Incidencia (Costo Total * 100/ Costo del Agua)	17
Beneficios/mes	336
Beneficios (\$us. /m3de agua)	
0.090	

El 17% del total de los costos de Producción corresponden a gastos realizados en el pago de la energía eléctrica para la obtención de agua. Se tiene un beneficio de 0.09 dólares por metro cúbico de agua utilizado para esta actividad, cabe recalcar que este beneficio no es obtenido exclusivamente del agua pero este juega un papel muy importante en esta actividad.

5.4.2. Elaboración de chicha.

Esta actividad es casi generalizada en todo el área de estudio existen varios niveles de producción definidos principalmente por la cantidad y frecuencia de elaboración. Así podemos encontrar prácticamente fábricas de chicha con elaboraciones diarias, productores con elaboraciones semanales, productores con elaboraciones mensuales, así como productores eventuales especialmente para fechas festivas.

Las fuentes de agua utilizadas para esta actividad tienen como uso prioritario el consumo doméstico (pozos o galería filtrante), así como pozos perforados propios. Las tarifas que se cobran por el uso en estas actividades no están diferenciadas; aunque en algunos casos se

toma como uso industrial, la diferencia de la tarifa no es significativa en comparación con la tarifa doméstica y solo se aplica a productores con elaboraciones muy frecuentes.

Los volúmenes de agua utilizados para la producción se distribuyen de la siguiente manera 51% del total del agua utilizada corresponde al producto final obtenido, 11% a los subproductos obtenidos y 38% a pérdidas de agua que ocurren en la elaboración por la evaporación y destilación.

El producto final está destinado principalmente al consumo local, provincias del departamento de Cochabamba, y Santa Cruz. Los subproductos (restos de harinas y desechos del producto) son comercializados o utilizados por los mismos productores para la crianza de cerdos.

Estos resultados se obtuvieron realizando un seguimiento del itinerario técnico de esta actividad y del mismo se puede extraer el cuadro 43 que muestra los gastos realizados para la producción de 700 litros de chicha y donde el agua destaca porque es utilizado como insumo principal de esta actividad.

Cuadro 43. Beneficios del Agua (\$us. /Producción.)

Costos de Producción \$us. /mes	
Insumos	53
Mano de Obra	6
Agua(mes)	2
Incidencia (Costo Total * 100/ Costo del Agua)	3
Beneficio	27
Beneficio \$us./m3 de agua	
21	

Del costo total de producción el 3% es realizado en agua y el beneficio obtenido es de 21\$us por cada m3 de agua transformado en producto. Los bajos costos del agua para esta actividad permiten tener beneficios considerables.

Los beneficios obtenidos en las actividades “industriales” (\$us/m³ de agua) son considerablemente mayores a los beneficios obtenidos en las actividades agrícolas.

Los cambios en la disponibilidad, la tecnología y beneficios de agua para uso industrial obedecen a los mismos cambios ocurridos en los sistemas de agua potable ya que estas actividades utilizan las mismas fuentes de agua.

5.5. Cambios en el uso de las fuentes de agua en el tiempo.

El principal cambio es en la Mita y Laguna Robada y en algunos casos las otras represas, que por su frecuencia eran utilizadas para almacenar agua en pequeños depósitos “Khochas” familiares para el abrevado de animales. Los otros cambios en los usos están relacionados con los cambios en la disponibilidad de agua.

Para ver estos cambios podemos describir los usos de las fuentes de agua en diferentes años. El cuadro 44 muestra los usos del agua en el año 1989 antes de la implementación de la represa Titora Khocha, el año 1994 después del mejoramiento e implementación de las represas y el 2005 año en que se realizó el estudio.

El cambio más significativo en el uso de las represas es que ya no se usan estas para actividades domésticas, ni para abrevado de animales, en 1994 todavía se almacenaba el agua de las represas o de río en pequeños estanques familiares “khochas” para el abrevado de los animales pero en la actualidad este uso es casi inexistente, del mismo modo el lavado de hortalizas con estas fuentes es muy reducido en comparación con los pozos.

En cuanto a las aguas de río, los cambios importantes que se pueden destacar son: que las aguas de Mita ya no son utilizadas para el abrevado de animales como ocurría en 1989 y ya no se usa la riada para la práctica de lameo que ha desaparecido en los últimos años, debido a la poca cantidad de agua presente en el río. Los demás usos (riego complementario, riegos de empanto, barbecho) se mantienen en el tiempo. En el caso de Pilayacu eventualmente sigue siendo utilizado para algunas actividades domésticas pero no en la proporción de los primeros años de referencia donde todavía no se contaba con agua potable en muchas zonas.

Cuadro 44. Cambios en los usos de las fuentes de agua.

Año	Represas	Aguas de río	Pozos
1989	<p>*Riego de Cultivos en desarrollo no en germinación ni recién implantados.</p> <p>*Actividades domésticas(chicha, consumo, lavado de ropa y hortalizas</p> <p>*Abrevado de animales</p> <p>*Riego de preparación</p>	<p>*Prerriegos y riegos de papa mishka.</p> <p>*Abrevado de animales y agua potable.</p> <p>*Riego complementario de hortalizas y cereales</p> <p>*Lameo, Riego de terrenos en Barbecho</p>	<p>* Riego de cultivos</p> <p>* Lavado de hortalizas</p> <p>* Construcción de adobes</p>
1994	<p>*Riego de Preparación tanto en la siembra temprana como para la grande</p> <p>* Riego de cultivos de año.</p> <p>*Eventualmente para lavado de hortalizas.</p> <p>*Con uso preferencial para riego de empanto y el riego de parcelas sin acceso a pozos.</p>	<p>*Watabarbechos.</p> <p>*Riego de cultivos establecidos en la siembra grande.</p> <p>*Siembra del maíz precoz, y cereales.</p> <p>* Las aguas claras son utilizadas sin restricciones, las aguas turbias no se usan para cultivos como zanahoria y papa en las últimas fases del ciclo de desarrollo, debido al riesgo de pudrición bacteriana, más al contrario se prefiere regar maíz</p>	<p>*Uso orientado al riego de hortalizas pero también al riego de alfalfa y maíz cuando no existen otros sistemas alternativos y la necesidad de riego es grande.</p> <p>*Lavado de cebollas y zanahorias.</p> <p>* Consumo, elaboración de chicha.</p> <p>*Abrevado de animales</p>
2005	<p>*El uso principal de TOK es el riego de preparación (empanto) para el cultivo de maíz, y riego de cultivos como la alfalfa</p> <p>*LRO(Riego de cultivos, cebolla, zanahoria, Alfalfa, papa, haba, riego de preparación (empanto para Mishkas), barbechos</p> <p>*LIK Riego de cultivos (cebolla, papa, haba, alfa) y empanto</p>	<p>*Riego de preparación (watabarbechos)</p> <p>*Riego de cultivos establecidos en la siembra grande (cereales)</p> <p>* Riego complementario (hortalizas).</p> <p>* Riego de preparación para maíz de ciclo corto.</p>	<p>* Consumo doméstico</p> <p>* Abrevado de animales.</p> <p>* El riego de cultivos (cebolla, maíz, papa, alfa, zanahoria, tomate, durazno, cebolla)</p> <p>* Riego de jardines.</p> <p>* Elaboración de chicha.</p> <p>* Lavado de productos agrícolas.</p> <p>* Construcción</p>

El uso de los pozos sigue siendo el mismo pero ha aumentado el uso de esta fuente para el abrevado de animales debido a que el uso de otras fuentes de agua para esta actividad como

represas y aguas de río ya no tienen la frecuencia para garantizar un buen abastecimiento, además el consumo humano se ha aumentado considerablemente.

Los cambios en el régimen hidrológico provocan que se generen cambios en la disponibilidad de agua modificando las cédulas de cultivos y provocando variaciones en cuanto a los rubros de producción y a beneficios.

La disponibilidad de agua es el principal factor que define el uso del agua sin embargo la calidad del agua resulta ser otro de los factores importante que pueden influir en el uso del agua.

- **La calidad del agua como un factor que define su Uso**

La calidad es un factor importante que puede llegar a determinar el uso del agua

El cuadro 45 muestra que los usos que le dan a las distintas fuentes están guiados principalmente por la apariencia. Según los parámetros desde el punto de vista microbiológico ninguno de las fuentes de agua son aptas para el consumo, por su concentración de coliformes totales, siendo utilizadas para el riego, por lo que se recomienda, principalmente en el caso de los pozos que son usados para agua potable, la limpieza y desinfección de las aguas.

Cuadro 45. Calidad de las Fuentes de Agua.

Fuente de Agua	Parámetro			
	pH	Conductividad µmho/cm.	Apariencia	Coniformes totales UFC/100 ml.
Totora Khocha*	8.97	36.60	Amarillenta	43
Laguna Robada	7.04	174.4	cristalina	33**
LLuska* Khocha	6.33	28.60	clara	3
Pozos**	7.02	278.37	cristalina	17
Río	8.37	186.00	cristalina	845

* Las muestras de agua fueron tomadas en la represa y no en la bocatoma.

**Este parámetro se calculó con las muestras hechas en las represas.

*** Los datos representan el promedio de cuatro pozos.

En el caso de Totorá Khocha de acuerdo a los muestreos tomados en la represa, se puede deducir que es la que tiene mayor salinidad y es esta característica según los agricultores la que no permite su pleno uso en el cultivo de alfalfa pues según sus percepciones reduce su tiempo de producción.

La evolución en la disponibilidad de agua por el uso de aguas subterráneas que presentan una mayor calidad ha permitido que el uso principal de las aguas de río sea el riego y se reduzca su uso para el consumo. En el caso de las unidades que todavía pueden acceder o cuenta con aguas de río, a pesar de estar estas disponibles, debido a su calidad estas unidades han optado por el uso de aguas subterráneas para el consumo.

La calidad del agua es uno de los principales factores que ha motivado la aparición de sistemas de agua potable con aguas subterráneas como fuente principal.

VI . CONCLUSIONES.

En base a los resultados discutidos en el capítulo anterior se presentan las siguientes conclusiones:

- El Uso Agrícola es en definitiva el principal uso del abanico de Punata, en términos de volumen aproximadamente el 80 % del total del agua utilizada, los usos doméstico e industrial representan el 15 y 5 % respectivamente.

El uso Agrícola del agua se caracteriza por que:

- En las zonas con mayor disponibilidad de agua para riego, existe cierta especificidad Fuente-Uso, no pasa lo mismo en unidades de tierra con poca disponibilidad de Agua.
- Los criterios para el uso de una u otra fuente varían de acuerdo a las características de disponibilidad de las fuentes.
- Existe una constante búsqueda de nuevas fuentes de agua propiciada por la fuerte organización existente en torno al agua de riego, con la finalidad de satisfacer la creciente demanda de agua para este sector
- Las estrategias de gestión de esta demanda creciente pasan siempre por actuaciones pensadas para incrementar la oferta del recurso agua (explotación de aguas subterráneas, trasvases, etc.) y en menor medida en las mejoras en la distribución, gestión ó a la aplicación de agua a la parcela.
- El uso de agua subterránea ha contribuido significativamente a la producción de cultivos más rentables, este ha ido en aumento en los últimos años creándose una dependencia sobre esta agua, ya que tiene una mayor certidumbre con respecto a otras fuentes.
- La mayor disponibilidad de agua propicia mayores rendimientos del cultivo mejorando las condiciones económicas de los agricultores. Sin embargo los costos relacionados al agua influyen en los costos totales y por ende en los beneficios netos, dependiendo del tipo de fuente utilizada y de la forma de acceso.

Usos Domésticos.

- Los cambios provocados por el descenso freático, que llevó a cambiar las fuentes de agua para uso doméstico de pozos excavados a pozos perforados, provocaron beneficios adicionales, pues se tiene una mayor seguridad en el suministro y sobre la calidad del agua. A su vez, las posibilidades de disponer agua a corto plazo, promovió la organización comunal o ínter comunal en torno a los sistemas de pozos perforados.
- A la par del mejoramiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable, ha ido aumentando la demanda de los pobladores rurales para el abrevado de animales, por las ventajas que se tienen con las características actuales del abastecimiento de agua y por la reducción en la disponibilidad de otras fuentes.
- No existen gestiones para buscar más agua potable que no sea de pozo, los trabajos o planes que se realizan en busca de una mayor oferta de agua son siempre para uso agrícola.
- La calidad del agua así como la facilidad al acceso son factores importantes que modificaron el uso del agua en Punata. Es el caso de los pozos excavados, represas y aguas de río, que tienen vulnerabilidad en cuanto a su contaminación, de modo que con la implementación de los sistemas de agua potable el uso de dichas fuentes en actividades domésticas se ha reducido o desaparecido.

Sobre los Cambios en el Uso del Agua

- En términos generales, los cambios en el uso del agua, tanto para usos domésticos, agrícolas e industriales fueron generados principalmente debido a cambios en la disponibilidad de agua.
- El aumento de la disponibilidad de agua al implementarse y mejorarse las represas provocó una intensificación agrícola, la misma provocó un aumento en las demandas de agua. A su vez, este aumento en la demanda de agua generó una demanda creciente por fuentes más seguras y con mayor control sobre el acceso al agua, como son las aguas subterráneas, permitiendo nuevamente un nuevo ciclo de mayor intensificación agrícola.
- En general no existen cambios trascendentales de usos de las distintas fuentes (por ejemplo no se han cambiado de usos de riego a agua potable) sólo en el caso de los pozos que bajaron de caudal.

VII . BIBLIOGRAFIA.

- BANCO MUNDIAL, Informe mundial sobre el desarrollo de los recursos hídricos
Uso industrial del agua. Extracciones de agua destinadas a la industria 2004
<<http://www.unesco.org/water/wwap/factsfigures/aguaindustria.shtml>> [acceso: noviembre 22, 2004.]
- BLEUMINK, H.; SIGBRANDIJ, P. 1989 De Monoflujo a Multiflujo: Organización de Riego en el Valle Alto de Cochabamba .Tomo I. Ed. UAW; PRAV; GTZ. Cochabamba. Bolivia.
- BOOLENS, R., HOOGENHAM, P. 2001. Derechos de Agua y Acción Colectiva. La gestión del agua en las cuencas andinas y el fortalecimiento de las organizaciones de usuarios. Ed. Instituto de estudios peruanos Lima, Perú.
- CAMACHO, A. 2005. Importancia de la gestión y uso actual de las aguas residuales urbanas en la producción agrícola (Municipio de Punata, Departamento de Cochabamba) Proyecto para obtener el título de Master. Universidad de las Palmas y Gran Canaria España
- CENTRO DE ESTUDIOS DE LA REALIDAD ECONÓMICA Y SOCIAL. .1998. Diagnóstico Socioeconómico del Valle Alto. Informe final de Consultoría. presentado para Sergeomin. Cochabamba, Bolivia.
- CENTRO AGUA. . 2001. Programa de Investigación del Uso del Agua. Cochabamba, Bolivia.
- CIPLADE 1987. Estudio Socioeconómico del área de influencia del proyecto de Riego Punata Tomo 1. Informe Final. Cochabamba – Bolivia.
- CUMBRE DE JOHANNESBURGO 2002. Un Enfoque Sobre el Agua. Agosto
- DEL CALLEJO, I. 1999. Agua, Proyectos de Riego y Estrategias Campesinas de Producción. Un Estudio de Caso de los Sistemas de Riego en Punata. Universidad Agraria de Wageningen. Cochabamba-Bolivia.
- DELGADILLO, O. 1996. Análisis de las Práctica Campesinas de Manejo de Suelos Destinados a la Optimización del Agua de Riego en el Sistema de Riego Punata. Tesis de grado para optar al Grado de: Ingeniero Agrónomo. UMSS. Cochabamba –Bolivia.
- DELGADILLO, O. 2003. Prácticas Campesinas de Manejo de Agua y Suelo “Valle Alto y Central de Cochabamba” Cochabamba – Bolivia.

- DELGADILLO, O. 2004. Watabarbecho: Una práctica de manejo de agua y suelo, realizada por agricultores del abanico de Riego de Punata con escasa disponibilidad de Agua para Riego. MINISTERIO DE ASUNTOS CAMPESINOS Y AGROPECUARIOS; VICEMINISTERIO DE DESARROLLO RURAL; DIRECCIÓN GENERAL DE RIEGO Y SUELOS; DIRECCIÓN DE RIEGO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA. Compendio de: Tecnologías locales para el manejo y aprovechamiento de suelos, agua y cobertura vegetal. La Paz, Bolivia.
- DOMENE, E.; SAURÍ, D. 2006. Urbanisation and Water Consumption: Influencing Factors in the Metropolitan Region of Barcelona, Urban Studies, Vol. 43, No. 9, 1605-1623, August 2006.
- DURAN NÚÑEZ DEL PRADO, A. 1995. Introducción a las prácticas campesinas de producción agrícola bajo riego en Punata tesis presentada para optar al grado de ingeniero Agrónomo. UMSS. Cochabamba, Bolivia.
- DURAN NÚÑEZ DEL PRADO, A. 1997. Criterios Campesinos en el proceso de diseño e implementación de sistemas de riego con aguas subterráneas en el valle alto tesis de grado para optar al grado de Maestría en ingeniería Agrónoma. Universidad Agraria de Wageningen. Cochabamba-Bolivia.
- GERBRANDY, G.; HOOGENDAM, P. 1998 Aguas y Acequias. Los Derechos al Agua y la Gestión Campesina de Riego en los Andes Bolivianos. PLURAL. Cochabamba, Bolivia.
- GUTIÉRREZ, Z. 1992. Descripción y valoración del Riego Parcelario en el sistema Punata. PRIV. Cochabamba, Bolivia.
- HOOGENDAM, P. 1999. Aguas y Municipios. Usos y costumbres en la gestión de riego; caos u orden en la gestión de agua para riego. Capítulo 7. Ed. PEIRAV - UMSS – FCAPFYV La Paz. Bolivia.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE) 1994. Serie: Resultados del censo 1992- Cochabamba Provincia Punata / Volumen 13.). INE-CIDRE CORDECO. Cochabamba, Bolivia.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA 2001 Censo de Población y vivienda. Resultados del Censo, Provincia Punata Cochabamba, Bolivia
- LAZARTE, N. 2007 Sistematización de la información de los sistemas de Aprovechamiento de Agua en Punata. Tesis Presentada para optar al grado de: Ingeniero Agrónomo. UMSS. Cochabamba, Bolivia.
- MARCA, L. 2003. Criterios para el reparto de agua en la zona del canal Koluyo Grande bajo en el sistema de riego Lahuachama. Carrasco-Cochabamba. Tesis Maestría. UMSS. Cochabamba-Bolivia.

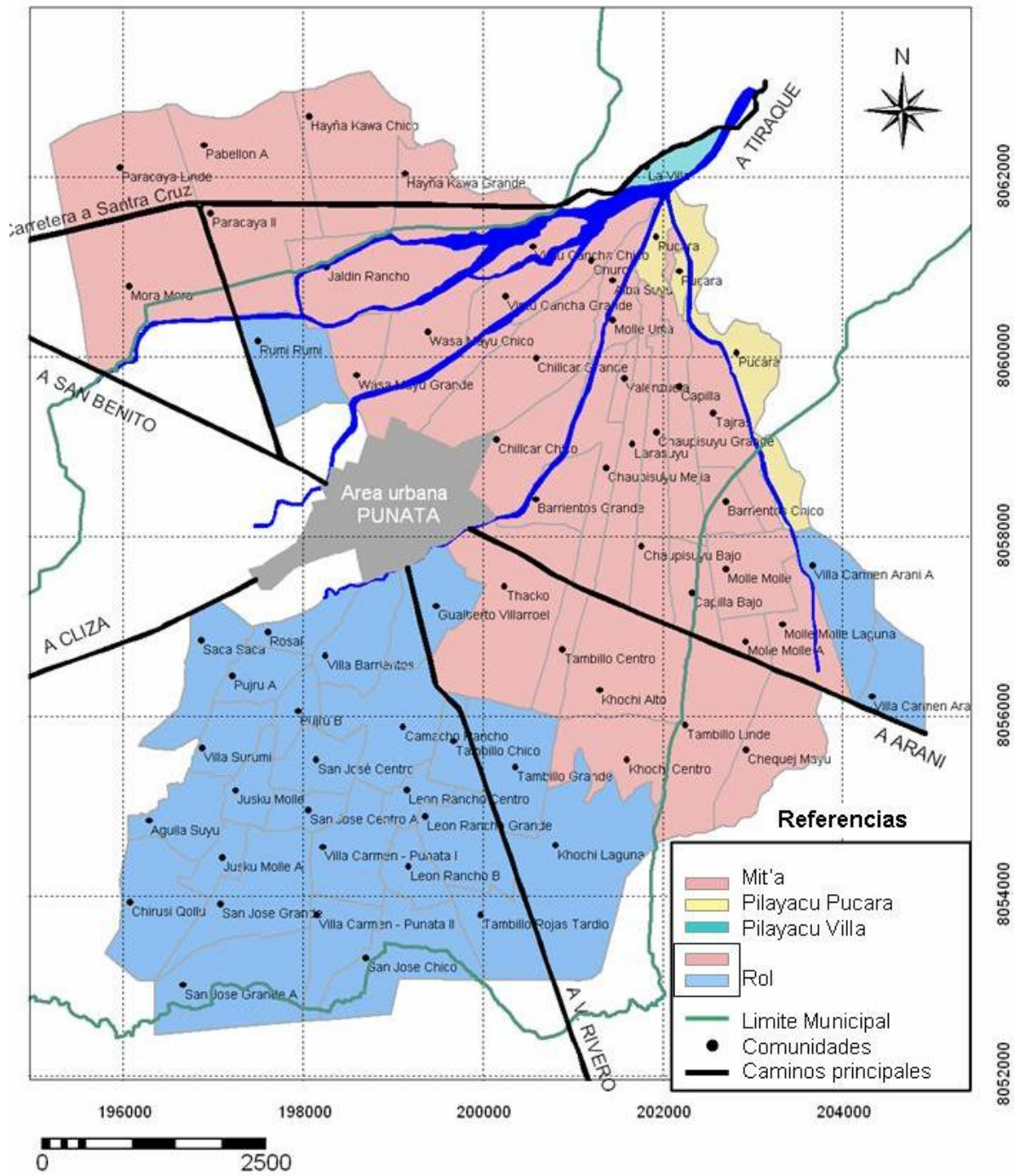
- MAYTA, A. 2007 Dinámica del Uso de la Tierra ene. Abanico de Punata. Tesis Presentada para optar al grado de: Ingeniero Agrónomo. UMSS. Cochabamba, Bolivia.
- MORIARTY, P.; BUTTERWORTH J.; 2003. Beyond Domestic: Case studies on poverty and productive uses of water at the household level
- PRONAR 2000 Curso Criterios para el Diseño de Embalses Cochabamba- Bolivia.
- RAFAEL, R. 1994. Principales factores que determinan la practica de riego por inundación en el sistema de riego Punata. Tesis Presentada para optar al grado de: Ingeniero Agrónomo. UMSS. Cochabamba, Bolivia.
- RUÍZ, P. 1994. Evaluación de la eficiencia de riego parcelario tradicional en Punata. Tesis Presentada para optar al grado de: Ingeniero Agrónomo. UMSS. Cochabamba, Bolivia.
- REYNAGA, M.; HERBAS, D. 2003 Usos Múltiples del Agua en Tiquipaya Cochabamba-Bolivia.
- RÍOS, R. 1999. Problemática Socio- Técnica de la explotación de las Aguas Subterráneas en el Abanico de Punata. Tesis Presentada para optar al grado de: Ingeniero Agrónomo. UMSS. Cochabamba, Bolivia.
- ROMERO, R. 1997 Análisis de prácticas campesinas relacionadas con la uniformidad de aplicación de agua a nivel parcelario en la zona de Punata. Tesis presentada para optar al Grado de: Ingeniero Agrónomo. UMSS. Cochabamba, Bolivia.
- ROCHA, R. 2004. La ciencia del agua para escuelas Uso doméstico del agua, de la página de Internet Encuesta Geológica de los Estados Unidos- Ciencia de agua para escuelas en español kipnavigationwater.usgs.gov/gotita/wudo. Html>[Acceso: Octubre 29,2004]
- RODRÍGUEZ R., GONZÁLEZ J. 2000. El manejo de los recursos hídricos en Venezuela Instituto internacional de manejo del agua. IWMI, Serie Latinoamericana; No. 18. México, DF, México.
- SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE USO EFICIENTE DEL AGUA, 1991 porque un enfoque multidimensional Principios de uso eficiente del agua, Uso eficiente del agua. Disponible en el URL online: <[http://www.unesco.org/uy/phi/libros/uso eficiente/indice.html](http://www.unesco.org/uy/phi/libros/uso_eficiente/indice.html) > [Acceso: en octubre 21,2004.]

- SOTO, C. 1991 Clasificación a nivel general de suelos y tierras con fines de capacidad de uso y salinidad del Valle Alto (parte Plana). Cochabamba, Bolivia.
- VARGAS, A. 1995. Evaluación del Uso Actual de Aguas en el Sistema de Riego El Paso (Mosoj Rancho-Aransaya-Urinsaya) Tesis para optar por el grado de ingeniero agrónomo. UMSA. La Paz -Bolivia.
- VEGA, D. 1996. Organización de la producción familiar y acceso al agua de riego. Análisis comparativo de Unidades Productivas en el área de influencia del programa de riego Inter-Valles(Punata) (Estudios de Caso). Tesis para optar por el grado de ingeniero agrónomo. UMSS. Cochabamba-Bolivia.

Anexo I

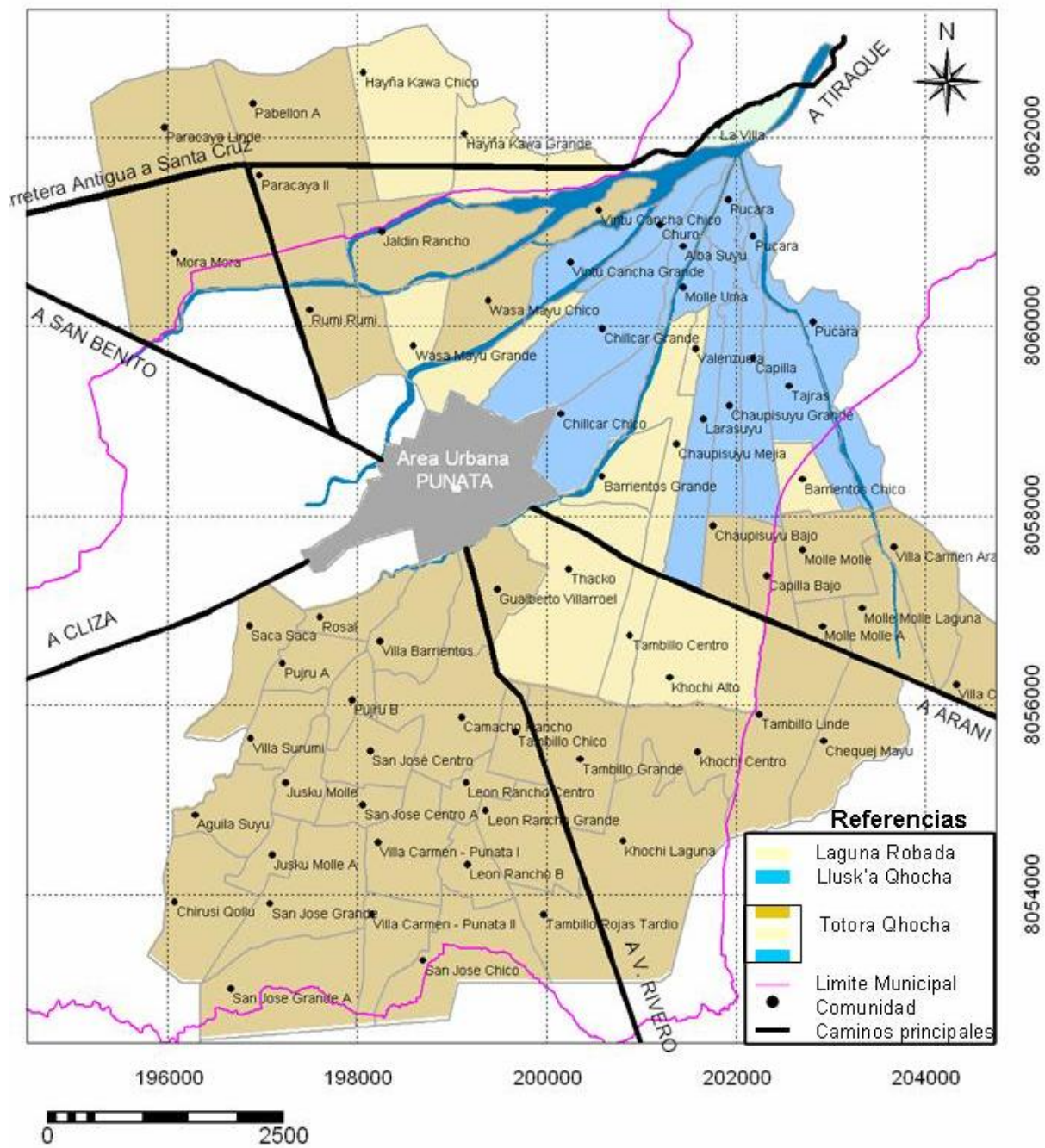
Disponibilidad de agua (Área de Cobertura de los Distintos Sistemas)

Mapa 6. Área de Influencia de las Aguas de Río.



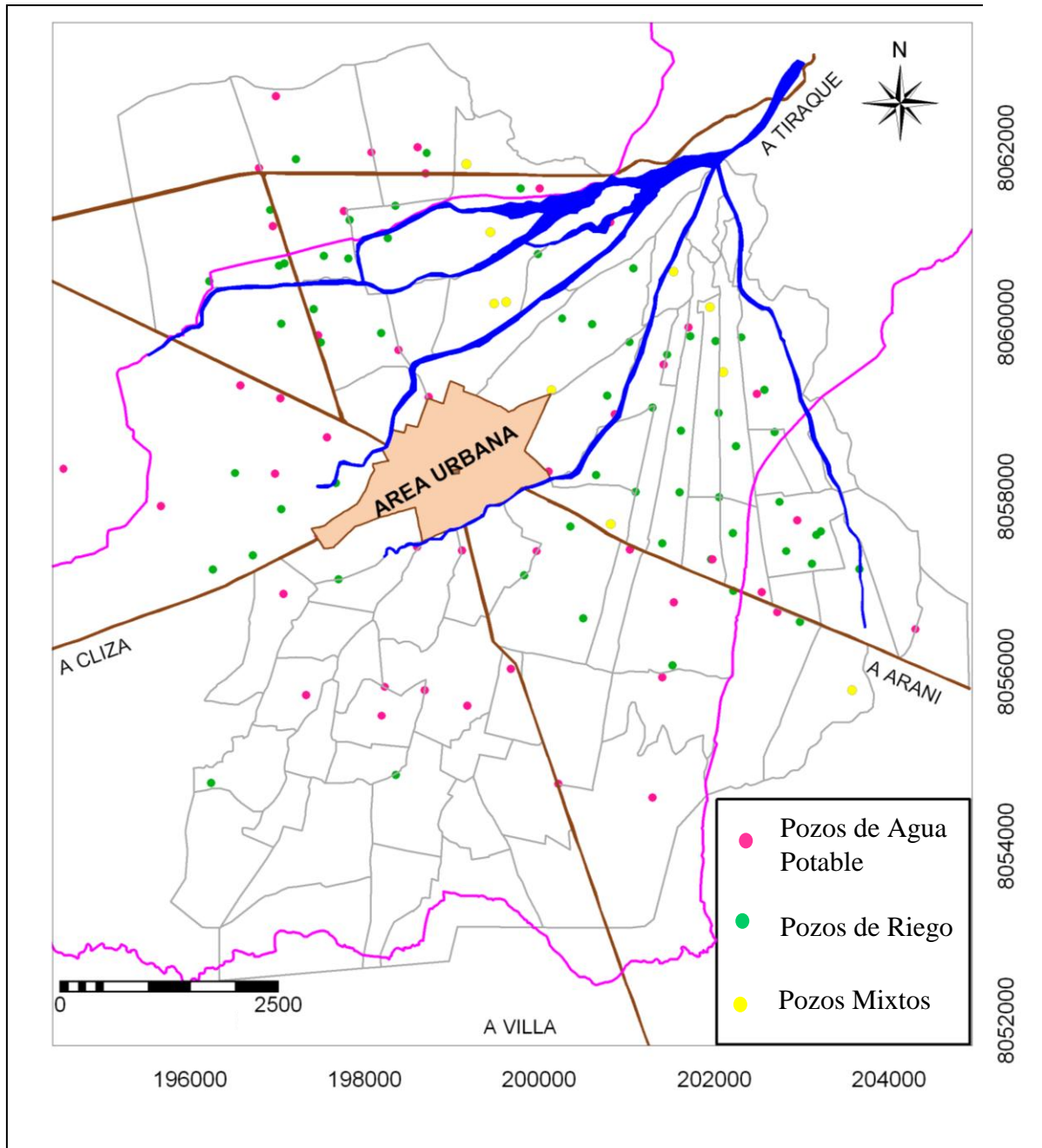
Fuente: Centro AGUA, 2006

Mapa 7. Área de Influencia de las represas



Fuente: Centro AGUA, 2006

Mapa 8. Ubicación de los Pozos.



Fuente: Centro AGUA, 2006

ANEXO 2

Descripción y Características de las Unidades de Análisis

Según la caracterización hecha por Mayta Sobre el Uso de la tierra se tienen los siguientes sistemas de producción dominante (2005) que se incluyeron como las Unidades de análisis.

Agricultor Granero Semi Temporal (AGST).

Se caracteriza por que el 85% de la superficie total son cultivos de maíz (grano o choclero), trigo el restante 15% con cultivos de alfalfa, y papa. La producción depende muchos de la precipitación, estos agricultores practican siembras tempranas y tardías gracias a la presencia de las represas y algunos pozos.

Horticultor Florícola Semi Intensivo. (HFLSI).

Comprende las tierras que se dedican a la producción de hortalizas y flores principalmente. Las hortalizas tienen mayor importancia el 54% corresponde a cultivos, el 38% a flores el restante a otros cultivos.

Horticultor Intensivo. (HIN)

Se caracteriza la obtención de 3 cosechas al año, el mes de septiembre 88% se encuentra con cultivo de hortalizas (cebolla, zanahoria, beterraga, etc) el restante 22% corresponde a otros cultivos. La fuente principal para riego son los pozos profundos y las represas.

Horticultor Semi Intensivo (HSI)

Se diferencia del anterior por la obtención de 2 cosechas anuales. El mes de septiembre el 60% se destina al cultivo de hortalizas. La disponibilidad y acceso al agua para riego es menor con respecto al anterior.

Horticultor lechero Semi Intensivo (HLSI)

Este sistema combina en proporciones casi semejantes la producción de hortalizas con la producción de leche. En la época de lluvias los terrenos son utilizados para la producción de forraje y en la época de estiaje para el cultivo de hortalizas.

Horticultor Lechero Intensivo. (HLIN)

El mes de julio el 48% del área está ocupada por el cultivo de cebolla, el 36% con cultivo de Alfalfa y el 16 % con papa. Los meses secos la mayor superficie está ocupada principalmente con hortalizas disminuyendo esta en época lluviosa, siendo reemplazado el cultivo de maíz.

Horticultor Lechero Semi intensivo. (HLSI)

Presenta las mismas características que el anterior diferenciándose por presentar una disminución de superficie utilizada en los meses secos por la menor disponibilidad de agua, en los meses lluviosos se practica siembras tempranas “misk’as” de cultivos como la cebolla, papa, haba.

Productor Lechero Semi Intensivo. (PLSI)

El 100% de la superficie total es con cultivo de maíz (grano y chochero) en la época de lluvias, por la disponibilidad de agua para riego siembran Misk’as, como el maíz y otros cultivos como haba, papa. Es importante también señalar que los agricultores poseen desde 5-10 vacas para la producción de leche.

Productor Lechero Semi Temporal (PLST)

Con características similares al anterior presenta variaciones en la cantidad de vacas destinadas a la producción de leche (entre 3-5), además la disponibilidad de agua es menor con respecto al anterior. El 47 % de la superficie está ocupada por el cultivo del alfalfa el 53 % ocupado por el maíz (cultivado en época lluviosa).

Productor lechero Frutero Semi Intensivo (PLFRSI)

Combina la producción de leche con la producción de frutas, el 71% de la superficie total presenta cultivos de alfalfa, maíz y cebada, y el 22 % restante corresponde a la producción de árboles frutales como durazno, manzano y ciruela. Tienen acceso a aguas de represa y pozo permitiendo el riego de los frutales y el forraje en la época de estiaje.