

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 2.....	6
RECURSOS HÍDRICOS DE BOLIVIA	6
2.1 INTRODUCCIÓN	6
2.2 CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE BOLIVIA.....	7
2.2.1 División general.....	7
2.2.2 División del país en cuencas hidrográficas según Roche et al. (1992) y el IGM (1998)	8
2.2.3 División de cuencas según MAGDR-PRONAR (2001)	8
2.3 OFERTA DE AGUA EN BOLIVIA	9
2.3.1 Precipitación.....	9
2.3.2 Aguas Superficiales.....	9
2.3.3 Aguas Subterráneas	11
2.4 USOS Y DEMANDAS DE AGUA EN BOLIVIA.....	13
2.4.1 Agua para Riego	13
2.4.2 Abastecimiento de agua para uso doméstico	15
2.4.3 Uso Industrial, Minero y Petrolero.....	18
2.4.4 Navegación de ríos y lagos	18
2.4.5 Uso Hidroeléctrico.....	19
2.4.6 Turismo y Uso Recreativo.....	21
2.4.7 Pesca y Acuicultura.....	21
2.5 CONFLICTOS DEL USO DEL AGUA EN BOLIVIA.....	21
2.6 LEGISLACIÓN DEL AGUA Y ASPECTOS INSTITUCIONALES	24
2.7 BIBLIOGRAFÍA	25

CAPÍTULO 2

RECURSOS HÍDRICOS DE BOLIVIA

2.1 INTRODUCCIÓN

Una de las mayores necesidades dentro del desarrollo mundial, lo constituye el recurso hídrico, cuya cantidad y calidad cada día se ven amenazadas por las deficientes e inoperantes políticas de manejo y aprovechamiento. El agua, constituida como un valioso recurso, escaso en el tiempo y el espacio, sometida a la vulnerabilidad de la contaminación de bajo costo y en algunos casos sin las medidas legales de protección, requiere de un manejo integral, que muchas veces no es puesto en la práctica.

Bolivia cuenta con abundantes recursos hídricos. La red hidrográfica en el país es muy densa, y grandes volúmenes de agua están almacenados en lagos y en innumerables lagunas. El país tiene además una increíble riqueza de humedales, siendo los más importantes las planicies de inundación en los llanos y los bofedales en el altiplano. Además, se cuenta con enormes volúmenes no cuantificados de aguas subterráneas cuya ocurrencia está determinada por procesos geológicos históricos.

Debido a su tamaño y su heterogeneidad geomorfológica, Bolivia cuenta con una amplia variación de condiciones climáticas en su territorio. El Altiplano es una zona con poca precipitación y bajas temperaturas, en cambio la zona oriental del país se caracteriza por lluvias intensas y temperaturas relativamente altas. Entre estos dos extremos, se encuentra toda una variedad de microclimas intermedios con diferentes características, dependiendo de la geomorfología, la altitud y la posición geográfica del lugar. La variación en la disponibilidad de las aguas superficiales está correlacionada en gran medida con las tasas de precipitación. Las aguas subterráneas en cambio generalmente son reservorios de agua más permanente, sin embargo éstas recientemente también están afectadas por su explotación para consumo humano y riego.

En la actualidad, se advierte en el país una competencia por el uso múltiple del agua, debido principalmente a las demandas poblacionales, energéticas y agrícolas. Se advierten problemas críticos de contaminación del agua y la presencia de fenómenos extremos como inundaciones y sequías, así como la aún incipiente política nacional de desarrollo de los recursos hídricos.

En Bolivia, igual que en otros países andinos, se observa una creciente competencia por el uso múltiple del agua. Las demandas para uso agrícola, doméstico e industrial ya no están geográficamente tan separadas como antes. Estas demandas sectoriales incrementan y se traslapan cada vez más, lo que ocasiona nuevos conflictos por el agua de diferente índole.

Para abordar las cuestiones del agua, y sus conflictos de uso, el gobierno debería adoptar idealmente el principio de la gestión integrada de los recursos hídricos, que comprende las políticas, estrategias y leyes nacionales sobre el agua, un sistema de información, planes de acción, y otros. Sin embargo, Bolivia carece de la mayoría de estos instrumentos de manejo y gestión. Tampoco dispone de una ley de aguas que regule el uso de los recursos hídricos, ni existen sistemas que integren toda la información sobre el tema. Es notoria la variedad de

institutos que trabajan en diferentes aspectos del tema agua, pero al mismo tiempo es llamativa la falta de coordinación entre éstos¹.

Generalmente, no se aprecia la medida en que el aprovechamiento de los recursos hídricos contribuye a la productividad económica y al bienestar social, aunque todas las actividades sociales y económicas descansan en sumo grado sobre el suministro y la calidad del agua potable. Con el aumento de la población y de las actividades económicas, muchos países están llegando con rapidez a una situación en el que el agua escasea o en que su desarrollo económico se ve obstaculizado.

2.2 CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE BOLIVIA

Con frecuencia, se toman las **cuencas** hidrográficas como las unidades más adecuadas para la gestión de los recursos hídricos. Reconociendo que una división del país en cuencas, subcuencas y microcuencas es el primer paso hacia un ordenamiento más racional del agua, se propusieron diversos sistemas de división de cuencas en Bolivia. La mayoría de los consultores propusieron sistemas de división de cuencas hidrográficas sólo en base al criterio biofísico-hidrológico, mostrando una incongruencia con las recomendaciones formuladas por MDSP-DGCTC (2002).

2.2.1 División general

Bolivia pertenece a tres grandes cuencas hidrográficas: la cuenca del Amazonas, la cuenca del río de La Plata y la cuenca Endorreica o Cerrada del Altiplano. Esta división generalmente es adoptada en la mayoría de los libros generales sobre el tema (por ejemplo, Montes de Oca, 1999). Sin embargo, esta división es demasiado general, y para fines de manejo se necesita un refinamiento de la organización espacial en cuencas.

Grandes cuencas	Cuencas hidrográficas
Amazonas	Madre de Díos
	Beni
	Orthon
	Mamoré
	Iténez-Guaporé
	Parapeti-Izozog
	Abuna
Altiplano	Titicaca
	Desaguadero-Poopó
	Coipasa-Uyuni
Río Del Plata	Pilcomayo
	Bermejo
	Paraguay

Cuadro 2.1 Grandes cuencas hidrográficas de Bolivia (Roche et al. 1988).

¹ Disponibilidad, Uso y Calidad de los Recursos Hídricos en Bolivia; Paul Van Damme; 2002

2.2.2 División del país en cuencas hidrográficas según Roche *et al.* (1992) y el IGM (1998)

Uno de los primeros en proponer una división del país en cuencas hidrográficas fueron Roche *et al.* (1992). Ellos distinguieron 13 grandes cuencas hidrográficas (ver Cuadro 2.1). Esta división fue adoptada con leves diferencias por el IGM (1998).

2.2.3 División de cuencas según MAGDR-PRONAR (2001)

MAGDR-PRONAR (2001) recientemente propuso una división detallada de cuencas de Bolivia (Ver Cuadro 2.2). Dividieron el país en 3 grandes cuencas (Amazonas, Del Plata, Endorreica), 10 cuencas y 36 subcuencas (Ver Cuadro 2.2).

Grandes cuencas	Cuencas	Subcuencas (y Cuencas Menores*)
Amazonas	Acre (2 340 km ²)	
	Abuna (25 136 km ²)	Manú Madera
	Beni (169 946 km ²)	Orthon Madre de Díos (*Manuripi / *Manurimi) Madidi Tuichi Kaka Boopi Biata Quiquibey Colorado
	Mamoré (261 315 km ²)	Yata Rapulo Apere Isiboro Ibare Rio Grande (*Yapacani)
	Iténez (265 263 km ²)	Itonomas Blanco (* San Martín) Paragua San Miguelito
Del Plata	Pilcomayo-Bermejo (100 300 km ²)	Bermejo Tarija Pilcomayo Pilaya-Tumusla (*San Juan del Oro / * Cotagaita)
	Ríos muertos del Chaco (32 100 km ²)	
	Alto Paraguay (97 100 km ²)	Bahía Caceres Pantanal (Curichi Grande) Otuquis río Negro
Endorreica	Lagos (61 220 km ²)	Titicaca Desaguadero Caracollo Marquez
	Salares (83 861 km ²)	Río Grande de Lipez Puca Mayu Lauca (* Turco) Barras

Cuadro 2.2 Cuencas y subcuencas de Bolivia (MAGDR-PRONAR 2001)

2.3 OFERTA DE AGUA EN BOLIVIA

2.3.1 Precipitación

La precipitación normalmente tiene una marcada distribución espacial. Hay lugares donde llueve mucho y otros donde casi no llueve. Aún dentro de una misma cuenca, en lugares relativamente cercanos, hay variaciones importantes en la cantidad de precipitación. Una parte de la precipitación que cae sobre una cuenca da lugar a la escorrentía superficial, otra a la evapotranspiración y finalmente una parte que se infiltra.

La precipitación usualmente se expresa en milímetros acumulados en un lugar durante un cierto tiempo. Se tiene así valores horarios, diarios, mensuales o anuales de la precipitación en una estación determinada. La precipitación se mide por medio de pluviómetros: cuando estos son registradores se llaman pluviógrafos.

Para comprender mejor la distribución temporal de la precipitación debe observarse los valores diarios, y para ciertos cálculos debe conocerse la distribución horaria, en cuyo caso es indispensable el uso de pluviógrafos. Bolivia cuenta con tres sistemas o cuencas hidrográficas: la Cuenca del Norte o Amazónica, la Cuenca Central o Lacustre y la Cuenca del Sur o de La Plata (Ver página anterior).

La Cuenca Amazónica incluye los ríos Madre de Dios, Orthon, Abuná Beni, Yata, Mamoré e Itenez cuyas aguas llegan finalmente al río Amazonas. Tiene una superficie de 888.000 Km² y recibe una precipitación de 1814 mm/año; la Cuenca de la Plata está formada por el río Paraguay, Pilcomayo y Bermejo y desemboca a través del río Paraguay; cubre una superficie de 235.000 Km² y tienen una precipitación promedio de 854 mm/año. La Cuenca Lacustre está formada por el Lago Titicaca, Lago Poopó, Salar de Coipasa y de Uyuni y río Desaguadero. Tiene una superficie de 191.000 Km² recibe una precipitación promedio de 421 mm/año; esta cuenca no tiene salida por lo que también se la conoce como endorreica.

En la Figura 2.1, se muestran las isoyetas, según Rocha et al. (1992). Se puede observar que el sudoeste del país es la región más seca con <100 mm de lluvia al año. Gran parte del Altiplano es seco con una precipitación entre 100 y 300 mm. La cordillera volcánica recibe precipitaciones entre 300 y 500 mm/año. La zona aledaña al lago Titicaca recibe entre 500 y 700 mm/año. La cantidad de lluvia aumenta hacia el oriente del país, donde se tienen valores hasta 1700 mm/año. En el Norte del país (Pando) la precipitación alcanza valores de 2200 mm. El Chapare constituye la zona con mayor precipitación en el país (alrededor de 5000 mm).

La información extraída de las estaciones de AASANA, SENAMHI y PROMIC, refleja que el comportamiento de las precipitaciones en el Valle Central (Cochabamba) registra hasta mediados de marzo del presente año hidrológico (julio de 2002 a junio de 2003), un déficit del 20% en relación al promedio histórico de precipitación hasta la fecha, dado que la precipitación acumulada de julio a mediados de marzo es de 380 mm, mientras que el promedio histórico de precipitación para el Valle Central hasta la fecha es de 482 mm.

2.3.2 Aguas Superficiales

Las aguas superficiales constituyen la fuente de agua mayormente utilizada hasta ahora. A menudo están cargadas de sedimentos provenientes de la erosión de la cuenca. Esto encarece y dificulta su aprovechamiento, así como el funcionamiento de obras de toma, desarenadores,

canales turbinas y obras de almacenamiento. Las aguas superficiales tienen muchas veces problemas de calidad. Los ríos son colectores de desagües poblacionales, industriales, mineros y agrícolas. Si no existe o no se pone en práctica una política nacional de preservación de la calidad de las aguas, estas pueden deteriorarse de tal modo que su aprovechamiento quede fuertemente limitado.

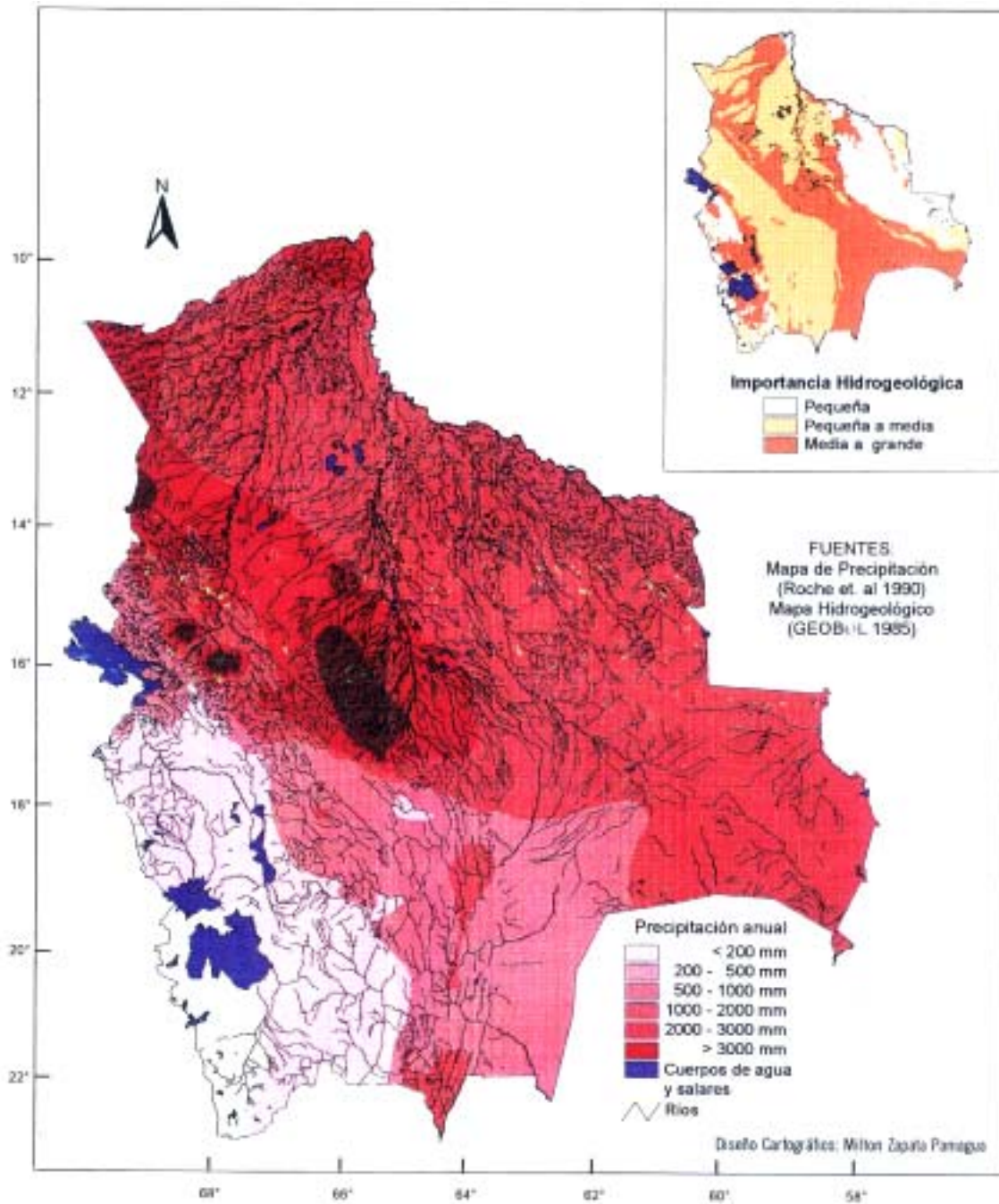


Figura 2.1 Mapa de precipitaciones (Roche et al., 1992) y Mapa de la importancia hidrogeológica (GEOBOL 1985)

Las aguas superficiales comprenden un complejo sistema de ríos, lagos, lagunas, humedales y otros cuerpos de agua. Los recursos hídricos superficiales de una determinada región provienen de la precipitación pluvial caída en su cuenca de alimentación y de los manantiales (descarga subterránea). Las aguas superficiales de Bolivia han sido descritas en detalle por Montes de Oca (1997). Este último autor también indica los caudales de algunos ríos. Se puede observar los caudales específicos por cuenca en la Figura 2.2.

Debido a la irregular distribución de las precipitaciones pluviales, y en función a la magnitud de las cuencas receptoras, se puede indicar que la cuenca del Amazonas tiene la mayor disponibilidad de aguas superficiales, y la cuenca del Altiplano la menor. De un modo preliminar, se estima que por la cuenca del Amazonas fluyen 180'000 millones de $m^3/año$, por la cuenca del Plata 22'000 millones de $m^3/año$ y por la Cuenca Cerrada 1'650 millones de $m^3/año$ ².

Aparte de los ríos, el país cuenta con un alto número de lagos y lagunas. Si se asume la denominación de lago para una masa de agua con un área mayor a 200 km^2 , existen 6 lagos en Bolivia. Titicaca, Poopó, Uru Uru, Coipasa, Rogagua y Rogaguado. En las cuencas del Altiplano y del Plata existen innumerables lagunas de altura, en la cuenca del Amazonas, se tienen lagunas de origen fluvial (lagunas de várzea) y de origen tectónico. Existen importantes variaciones anuales en el caudal de los ríos principales, dependiendo de las variaciones en los parámetros climatológicos. Además, cambios climáticos pueden influir en los niveles de evapotranspiración y escurrimiento.

El aprovechamiento en Cochabamba se estima en un promedio anual de 1,60 m^3/seg . Dadas las condiciones topográficas y geológicas en la mayoría de los torrentes³, es posible incrementar los caudales disponibles en la época de estiaje construyendo y mejorando pequeñas obras de almacenamiento en las partes altas de la cordillera, hasta llegar a un caudal aprovechable de alrededor de 2,50 m^3/seg .

Se estima que el caudal proveniente de cuencas vecinas en Cochabamba para agua potable y riego llega a unos 0,50 m^3/seg . Sin embargo, el mayor potencial todavía aprovechable radica en el trasvase de aguas de otras cuencas hacia el Valle Central, encontrándose entre ellos los proyectos de Misicuni, Corani y Palca. Los costos y caudales esperados para cada alternativa han sido estimados por la Empresa Misicuni y se presentan en la Cuadro 2.2.

Además de las categorías de recursos hídricos antes señaladas, que están referidas a la fuente de agua, es importante destacar que la oferta de agua también puede incrementarse en función de la gestión de manejo y las eficiencias de operación de los sistemas de suministro y distribución.

2.3.3 Aguas Subterráneas

Las aguas subterráneas no siempre son tomadas en cuenta en los planes de manejo de cuencas, lo cual es extraño cuando consideramos que un gran porcentaje del abastecimiento de agua potable y agua de riego en las zonas rurales y urbanas proviene de acuíferos subterráneos. Por ejemplo, el Servicio Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (SEMAPA) de Cochabamba alcanzaba en 1999 un caudal de aproximado de 740 l/s de los cuales cerca a 470 l/s provenía de los recursos subterráneos extraídos mediante la explotación de pozos. Santa Cruz se abastece casi exclusivamente de pozos profundos ubicados en el norte de la ciudad.

² Montes de Oca, 1997

³ Gestión Integral del Agua en Cochabamba, Humberto Gandarillas, 2000

Nº.	PROYECTO	* COSTO DE LOS PROYECTOS (En millones de US\$)		PRODUCCION DE AGUA (m ³ /s)
		INVERSION	O&M	
1.	MISICUNI			
1.1.	Misicuni Múltiple	322,60	0,93	6,50
1.2.	Misicuni Túnel Traslase	60,00	0,5	0,70
1.3.	Misicuni Presa - Túnel	171,20	0,30	3,50
1.4.	Misicuni Bombeo	26,50	0,46	0,40
1.5.	Misicuni Alt. 1 (mínimo)			
	Bombeo-gravedad	101,80	0,55	1,10
1.6.	Misicuni Alt. 2 (mínimo)			
	Bombeo-gravedad	93,70	0,34	1,00
1.7.	Misicuni Alt. 3 (mínimo)			
	Gravedad con 1 embalse	91,10	0,19	1,00
1.8.	Misicuni Alt.4 (mínimo)			
	Gravedad c/regulación en 2 ccas.	92,50	0,19	1,00
2.	PALCA			
2.1.	Palca Presa-Túnel	160,80	0,30	2,00
2.2.	Palca Presa-Canal-Túnel	143,10	0,30	2,00
2.3.	Palca Canal-Túnel	59,80	0,15	0,70
2.4.	Palca Bombeo	12,10	0,85	0,24
3.	CORANI			
3.1.	Corani-Túnel	97,30	1,96	1,00
3.2.	Corani-Bombeo	30,60	1,65	0,50

Cuadro 2.2 Opciones de abastecimiento de agua de cuencas vecinas
Fuente: Los Recursos Hídricos en Bolivia y su Dimensión Ambiental
*** Costos y caudales estimados por la Empresa Misicuni en 1992.**

Se estima (PRONAR) que al presente se está aprovechando un caudal medio anual de 1,20 m³/seg. de aguas subterráneas en el Valle Central de Cochabamba y que en el futuro unos 3,00 m³/seg adicionales de agua pueden ser explotados con campos de pozos profundos.

Se puede mencionar varias otras razones por las que es importante considerar las aguas subterráneas. Una de estas es que en muchos casos las aguas subterráneas y superficiales están interconectadas. Las principales zonas de recarga de los acuíferos son los humedales, los abanicos aluviales, u otras zonas con suelos permeables. En el Valle de Cochabamba, la recarga se realiza principalmente por la infiltración en los cursos de los ríos y las quebradas⁴. En algunas cuencas, como en la cuenca alta del río Del Plata, estas infiltraciones parecen ser muy importantes⁵. En períodos de torrenceras, el río alimenta el acuífero, mientras que el acuífero exfiltra al río en épocas de estiaje. En el territorio nacional, las zonas de descarga son cada vez más escasas, debido a que los niveles freáticos están descendiendo.

La superposición de los Mapas de precipitación, potencial hidrogeológico (Figura 2.1) y caudal de aguas superficiales ilustra de una manera contundente el potencial hídrico en las respectivas cuencas hidrográficas. Se debe indicar que el potencial productivo de una zona depende de la combinación de las ofertas de agua superficial y subterránea y además de factores como el grado

⁴ Renner y Velasco, 2000

⁵ Roche *et al.* 1992

de escurrimiento e infiltración, las características de los suelos y de la temperatura ambiental promedio.

Para ilustrar el impacto que tiene la explotación de aguas subterráneas mencionamos el caso del valle de Cochabamba. Los acuíferos del Valle Central son un enorme reservorio de aguas subterráneas que seguirán siendo la fuente principal de agua hasta que se ponga en funcionamiento el proyecto Misicuni, que consiste en el transvase de las aguas de la vertiente norte de la Cordillera del Tunari. Las aguas subterráneas están siendo explotadas mediante pozos excavados y perforados. Los acuíferos reciben su recarga natural principalmente por infiltración directa de la lluvia y por la percolación del agua que llega de la cordillera por medio de los ríos y arroyos y también por la infiltración del agua de riego. Renner y Velasco (2000) indican que el recurso subterráneo es limitado y no puede satisfacer toda la demanda, lo que ya en el pasado ha llevado a intereses incompatibles y conflictos entre usuarios. Los conflictos típicos se producen a raíz del descenso del nivel freático ocasionado por la explotación intensa de pozos.

Varias ciudades grandes dependen de las aguas subterráneas para abastecer la demanda por agua potable (Cuadro 2.9). Es el caso de las ciudades de El Alto, Oruro y Santa Cruz. En muchas otras regiones del país, los gobiernos locales han orientado su atención a las aguas subterráneas para satisfacer las necesidades básicas de agua, debido a la escasez de aguas superficiales como consecuencia de sequías prolongadas o debido a contaminación minera de estas. Es el caso para las poblaciones que viven en el área de Uncía (Oruro) donde se utilizan fuentes de agua subterránea para consumo doméstico y riego⁶.

2.4 USOS Y DEMANDAS DE AGUA EN BOLIVIA

Frecuentemente se hace una distinción entre los usos consuntivos y los usos no consuntivos de agua. En el cuadro 2.3 se muestran los usos más importantes en Bolivia.

Usos consuntivos	Usos no consuntivos
Uso doméstico	Uso hidroeléctrico
Agua para riego	Uso recreativo y ecoturismo
Uso industrial	Pesca
Uso minero	Navegación
Uso petrolero	Uso medioambiental

Cuadro 2.3 Usos consuntivos y no consuntivos del agua en Bolivia
Fuente: MAGDR-DGSR-PRONAR (2000)

2.4.1 Agua para Riego

El mayor consumidor de agua en Bolivia es la agricultura bajo riego. El riego es una actividad de alto consumo de agua (>80%), más importante que los usos urbanos (incluso el uso industrial urbano). MAGDR-DGSR-PRONAR (2000) inventariaron los sistemas de riego en las zonas áridas

⁶ Huaranca Olivera y Neumann-Redlin, 2000

y semiáridas de los departamentos de La Paz, Oruro, Potosí, Cochabamba, Chuquisaca, Tarija y Santa Cruz. Estas zonas se caracterizan por las bajas precipitaciones fluviales y una producción agrícola orientada principalmente a los productos básicos.

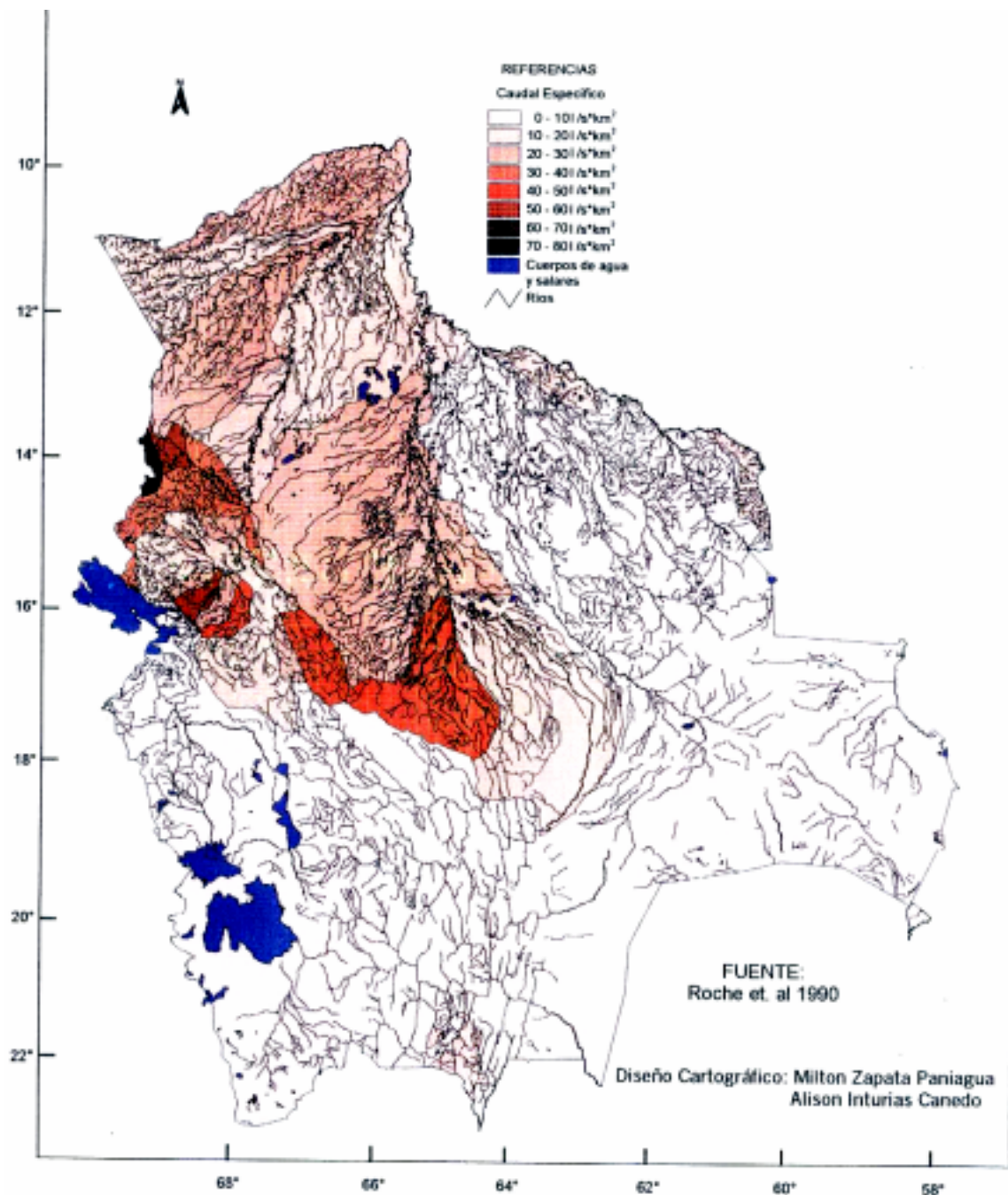


Figura 2.2 Mapa de Caudales específico por cuenca (Roche et al. 1992)

Se ha logrado inventariar 5'459 sistemas de riego en funcionamiento, del cual 5'350 son sistemas de uso agrícola y 109 de uso pecuario (bofedales). En la primera categoría se distinguieron sistemas de riego familiares (< 2 ha), micro (2-10 ha), pequeños (10-100 ha), medianos (100-500 ha) y grandes (> 500 ha). En los 7 departamentos donde se realizó el levantamiento de

información, el inventario ha registrado 4'724 sistemas de riego, 217'975 usuarios y un área regada de 226'564 hectáreas (Cuadro 2.4).

Departamento	Sistemas		Usuarios		Área regada	
	Número	%	Familias	%	Hectáreas	%
Chuquisaca	678	14.5	17'718	8.1	21'168	9.4
Cochabamba	1'035	21.9	81'925	37.6	87'534	38.6
La Paz	961	20.3	54'618	25.1	35'993	15.9
Oruro	312	6.6	9'934	4.6	14'039	6.2
Potosí	956	20.2	3'940	14.7	16'240	7.2
Santa Cruz	232	4.9	5'865	2.6	15'239	6.7
Tarija	550	11.6	15'975	7.3	36'351	16.0
Total	4'724	100.0	217'975	100.0	226'564	100.0

Cuadro 2.4 Sistemas de riego, usuarios y área regada por departamento
Fuente: MAGDR-DGSR-PRONAR (2000)

En el cuadro 2.5 se pueden observar los sistemas de riego y área regada por categoría. Los sistemas medianos y grandes representan el 8% del total y 57% del área regada. Estos últimos sistemas también presentan la relación más alta ha/usuario. Si comparamos los departamentos, vemos que la relación ha/usuario es mayor en Santa Cruz (2.6) y Tarija (2.3) y menor en La Paz (0.7) y Potosí (0.5).

Departamento	Micro		Pequeños		Medianos		Grandes		Total	
	Sistemas (N°)	Área (ha)	Sistemas (N°)	Área (ha)	Sistemas (N°)	Área (ha)	Sistemas (N°)	Área (ha)	Sistemas (N°)	Área (ha)
Chuquisaca	275	1'653	373	11'370	26	4 261	4	3'884	678	21'168
Cochabamba	303	1'938	577	22'225	128	27 403	27	35'968	1'035	87'534
La Paz	263	1'703	665	21'047	28	6 052	5	7'192	961	35'994
Oruro	172	940	134	3'638	3	440	3	9'021	312	14'039
Potosí	549	3'240	392	10'146	14	2 254	1	600	956	16'240
Santa Cruz	42	269	144	5'456	44	8 434	2	1'080	232	15'239
Tarija	129	785	331	12'755	83	17 101	7	5'710	550	36'351
Total	1'733	10'528	2'616	86'638	326	65'944	49	63'454	4'724	226'564

Cuadro 2.5 Sistemas de riego y área regada por categoría
Fuente: MAGDR-DGSR-PRONAR (2000)

El Cuadro 2.6 muestra los sistemas de riego organizados según fuente de agua. El mayor número de sistemas de riego tiene como fuente al río. Existen, sin embargo, diferencias grandes entre los departamentos. El departamento de Cochabamba, por ejemplo, riega principalmente con agua proveniente de pozos, aunque el río y embalses son también importantes fuentes. El riego con aguas de vertiente es muy característico en La Paz y Potosí.

2.4.2 Abastecimiento de agua para uso doméstico

Se ha observado un notable incremento en la cobertura de servicios de agua potable entre 1976 y 2002, sin embargo no se ha distribuido equitativamente observándose diferencias principalmente entre el sector urbano y rural, además de diferencias entre los departamentos (Cuadro 2.7). En la

Cuadro 2.8, se puede apreciar que el mayor consumo en la ciudad de Cochabamba es doméstico. Para un correcto análisis de las cifras de cobertura presentadas en las tablas es importante considerar que solo están referidas a la creación de infraestructura. Solo cinco de las nueve ciudades capitales de departamento cuentan con servicio permanente las 24 horas. La ciudad de Cochabamba enfrenta los mayores problemas de abastecimiento de agua potable, seguida de las ciudades de Potosí, Sucre y Cobija.

Departamento	Ríos		Vertientes		Pozos		Embalses		Total
	Sistemas (N°)	Área (ha)	Sistemas (N°)	Área (ha)	Sistemas (N°)	Área (ha)	Sistemas (N°)	Área (ha)	Área (ha)
Chuquisaca	615	18'059	28	587			5	2'522	21'168
Cochabamba	415	48'979	95	3'310	469	13'442	56	21'270	87'001
La Paz	661	23'271	258	4'166	13	163	29	8'393	35'993
Oruro	224	8'513	84	722	4	107	5	4'697	14'039
Potosí	735	10'840	208	4'829	9	68	4	503	16'240
Santa Cruz	225	11'099	3	25	1	380	3	3'735	15'239
Tarija	523	33'771	26	230			1	2'350	36'351
Totales	3'428	154'582	702	13'869	496	14'160	103	43'470	226'031

Cuadro 2.6 Sistemas de riego por fuente de agua y área regada por departamento

Fuente: MAGDR-DGSR-PRONAR (2000)

Departamento	% de cobertura total	% de cobertura total en área urbana ⁷	% de cobertura total en área urbana	% de cobertura en área rural	% de cobertura total
Fuente	BM (1999)	OPS (2001)	INE (2002)		
Chuquisaca	52	86.6 a	87.0	30.2	53.9
Cochabamba	66	70.5 a	68.6	34.2	53.9
La Paz	80	99.9 c	85.6	30.8	65.5
Oruro	74	90.3 a	85.6	21.2	57.5
Potosí	52	81.3 a	86.5	23.1	44.0
Tarija	73	90.3 a	90.8	45.9	75.5
Santa Cruz	83	94.2 b	90.4	32.5	77.7
Beni	57	-	47.6	6.3	35.1
Pando	31	-	73.5	11.6	38.6

Cuadro 2.7 Cobertura de servicio de agua potable por departamento

Fuente: BM 1999; OPS 2001; INE 2002

Uso	1997	1998	1999	2000	2001
Doméstico	9'260	9'138	9'291	9'854	10'344
Comercial	1'409	1'280	1'421	1'407	1'365
Industrial	157	158	165	165	162
Oficial	358	338	383	414	443
Total	11'184	10'914	11'259	11'840	12'314

Cuadro 2.8 Cantidad de consumo de agua potable por año en Cochabamba (miles de metros cúbicos) y tipo de consumidor

Fuente: INE 2001

⁷ Evaluación de los servicios de agua potable y saneamiento (2001) en base a datos obtenidos de:

^a ANESAPA al año 1997, ^b SAGUAPAC y ANESAPA para el año 1999, ^c la empresa Aguas del Illimani para el año 1999

En el Cuadro 2.9, se tienen datos de las empresas de servicio de agua potable de las capitales de departamento, los caudales de oferta y tipos de fuente de abastecimiento. En la mayoría de las ciudades del país, se disponen de fuentes superficiales y subterráneas. En varias ciudades los acuíferos subterráneos están siendo sobre-utilizados (i.e. Oruro). Algunas ciudades (i.e. Potosí, Cochabamba) enfrentan serios problemas de abastecimiento de agua potable. En Cochabamba, se prevé que el proyecto MISICUNI abastecerá la demanda de agua potable y de riego desde el año 2004.

En el área rural (Cuadro 2.10), se tienen muchas dificultades de abastecimiento de agua potable como son la dispersión de la población, poca capacidad municipal para generar y canalizar proyectos, y poco interés para la inversión por parte del sector privado. En el área rural, además de tener bajos porcentajes de cobertura, en la mayoría de los casos el abastecimiento es a través de fuentes públicas y no de conexiones domiciliarias como ocurre mayormente en el área urbana.

La baja cobertura en el abastecimiento de agua potable a la población ha provocado que las principales enfermedades y la alta mortalidad infantil estén relacionadas con la baja calidad del agua (malaria, diarreas, fiebre tifoidea, etc.). En cuanto a las proyecciones a futuro, existe un Plan Nacional del Viceministerio de Servicios Básicos con estimaciones para el 2000-2010 (Cuadro 2.11)

Ciudad	Empresa	Fuente	Q (l/s)
La Paz / El Alto	Aguas del Illimani (Concesionario privado)	8 fuentes superficiales (Tuni, Condoriri, Huayna Potosí, Milluni, Choqueyapu, Incachaca, Ajan Khota, Hampaturi Bajo)	Entre 2 011 y 4 525
Santa Cruz	SAGUAPAC (cooperativa)	Acuíferos subterráneos (Tilala) (30 pozos)	347 – 2 067
	9 cooperativas pequeñas		722
Cochabamba	SEMAPA (Empresa municipal)	Fuentes superficiales (Escalerani, Wara Wara, Chungara, Hierbabuenani)	Entre 191 y 404
		Acuíferos subterráneos	462
Sucre	ELAPAS (Empresa municipal)	Fuentes superficiales (sistema Cajamarca que comprende los ríos Cajamarca, Safiri y Punilla)	82
		Fuentes superficiales (sistema Ravelo aue comprende los ríos Ravelo, Peras Mayum Jalaqueri, Murillo y Fisculco)	389
Oruro	Servicio Local de Acueductos y Alcantarillado SELA (Empresa municipal)	Fuentes superficiales (ríos Sepulturas y Huayña Porto)	34
		Fuentes subterráneas (Challa Pampa, Challa Pampita y Aeropuerto)	528
Potosí	AAPOS (Empresa municipal)	Fuentes superficiales (lagunas Khari Khari)	195
Trinidad	COATRI (Cooperativa)	Fuentes subterráneas	118
Tarija	Cooperativa	Fuentes superficiales (ríos Rincón La Victoria, Guadalquivir, San Jacinto)	574
		Fuentes subterráneas	279
Cobija	Empresa municipal	Fuente superficial (arroyo Bahía)	24

Cuadro 2.9 Tipo de fuente y caudal ofertado de las empresas de agua potable de las capitales de departamento (Mattos y Crespo 2000)

Tipo de servicio	Área urbana		Área rural	
	Población en miles	%	Población en miles	%
Conexión domiciliaria	4 169	87.4	967	30.4
Acceso a fuente pública	227	5.7	432	13.6
Total con servicio	4 441	93.1	1 399	44.0
Total sin servicio	329	6.9	1 781	56.0

Cuadro 2.10 Cobertura por tipo de servicio de agua potable (OPS, 1998)

Tipo de servicio	Meta para fines del 2010 (población en miles)
Urbano : agua por conexión privada	5 529
Urbano: agua por otro medio (fuente pública, pozo, etc.)	307
Rural: agua con acceso cercano (fuente pública, pozo, etc.)	2 457
Saneamiento urbano: conexión domiciliaria a red de alcantarillado o por otro medio (tanques sépticos, letrinas, etc.)	4 607
Saneamiento rural : instalaciones adecuadas	2 048

Cuadro 2.11 Proyecciones de cobertura de agua potable y saneamiento a nivel nacional (VSB, 2000)

2.4.3 Uso Industrial, Minero y Petrolero

La mayor parte de las industrias en Bolivia está ubicada dentro de las ciudades y en la mayoría de los casos utilizan el agua potable de los sistemas de distribución. La demanda de agua para consumo manufacturero varía según la industria. El consumo de agua en la industria minera, ubicada mayormente en el área rural, es de aproximadamente 31.5 millones de m³ de agua por año (1 m³/s). Sin embargo, es difícil determinar en forma exacta el consumo de agua por la industria minera ya que depende de muchos factores, como el proceso utilizado, maquinaria, metal extraído, etc. Por ejemplo, la mina Huanuni-Ingenio Santa Elena utiliza alrededor de 240 litros de agua por segundo derivados del río Huanuni, de los cuales 66% es reciclado.⁸

Las actividades hidrocarburíferas también demandan el uso de agua, principalmente de fuentes superficiales. Este requerimiento varía sustancialmente de acuerdo al tipo y magnitud del proyecto, no existiendo a la fecha una referencia documentada del volumen de agua utilizado para cada actividad.⁹

2.4.4 Navegación de ríos y lagos

a. Transporte fluvial

Bolivia cuenta con aproximadamente 8 000 km de ríos navegables, en su mayoría ubicados en el sistema amazónico boliviano. Los ríos amazónicos son importantes para el transporte de carga. Se está dando mucha importancia al transporte íter modal, que es el transporte combinado entre la

⁸ MDSMA-SNRNMA (1996) y Rocha (1999)

⁹ MDE-VEH, 2001

carretera y los ríos. Esto sin duda transformará los puertos actuales en polos de crecimiento económico donde se concentrarán empresas de carga, instituciones de control naval, instituciones de desarrollo científico, comandancias navales y pequeños comerciantes¹⁰.

Los puertos más importantes en la amazonía boliviana son Puerto Villarroel (río Ichilo), Trinidad y Guayaramarín (río Mamoré), que juntos representan el eje Ichilo-Mamoré. El Programa de mejoramiento de la infraestructura en el eje Ichilo-Mamoré fue desarrollado por el Servicio de Mejoramiento de la Navegación (SEMENA). Otros ejes de navegación importantes son la hidrovía Canal Tamengo-Paraguay-Paraná, el eje Iténez-Madeira, y el sistema Beni-Madre de Díos. Estas dos últimas vías de navegación tienen algunas limitaciones para la navegación de embarcaciones grandes.

La mayoría de las rutas navales tiene importancia nacional, pero además forman parte de corredores bio-oceánicos. Es el caso para el eje Ichilo-Mamoré que en su concepción formaría parte del corredor bio-oceánico Pacífico-Atlántico. Puerto Aguirre, en la ruta de la hidrovía Paraguay-Paraná, cuenta con un puerto que recibe carga tanto nacional como internacional. La hidrovía se constituye en la más importante de las vías que provee acceso al océano Atlántico. El sistema hidrográfico Paraguay-Paraná tiene una extensión de 3 442 km desde sus cabeceras en el Estado de Mato Grosso hasta el delta de los ríos Paraná. La superficie del área de influencia directa de la Hidrovía es de aproximadamente 1 750 000 km², con una población que sobrepasa los 17 000 000 habitantes. A Bolivia le corresponde 370 000 km² (el departamento de Santa Cruz y parcialmente Tarija y Chuquisaca). En este momento, la hidrovía ya tiene gran importancia para el comercio de soya y minerales.

Además de los ríos principales, existe una multitud de ríos secundarios utilizados por los múltiples asentamientos humanos de población dispersa a lo largo de sus orillas. Estos ríos son utilizados como medio de transporte y de comercio entre las poblaciones y mercados de abastecimiento e intercambio, formando lo que podría llamarse una red vecinal de transporte fluvial

b. Transporte lacustre

Bolivia además del transporte fluvial cuenta con un importante transporte lacustre en el lago Titicaca. Embarcaciones transportan carga y pasajeros. Bolivia dispone de tres puertos importantes en el lago: Guaqui (conectado a la ciudad de La Paz mediante ferrocarril y carretera), Chaquaya (carga de minerales) y Crillon Tours (turismo).

2.4.5 Uso Hidroeléctrico

El potencial hidroeléctrico está poco explotado en Bolivia. Esto ocurre porque los costos de su desarrollo por lo menos a corto plazo son superiores a los costos de generación con base en el gas natural. La existencia de reservas grandes de gas natural en territorio nacional hace poco probable la expansión rápida de la generación hidroeléctrica.

En Bolivia, las zonas con mayor potencial hidroenergético se encuentran en las laderas del este de la Cordillera de los Andes, por las condiciones hidrológicas y topográficas que presentan, cubriendo una extensión aproximada al 14% de la superficie total del país (Figura 2.3).

¹⁰ Rocha, 1999

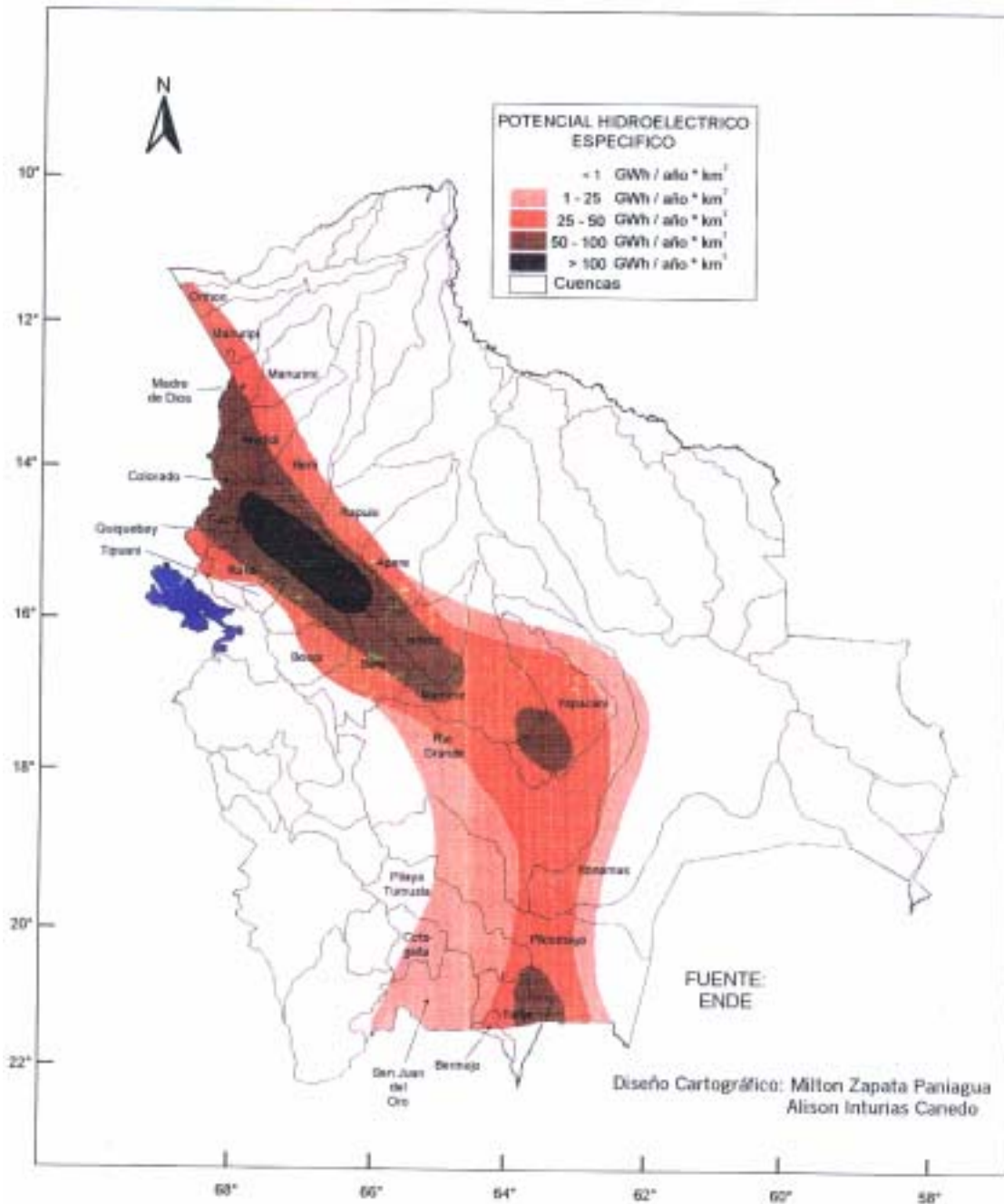


Figura 2.3 Potencial hidroeléctrico específico en Bolivia

Como resultado de los trabajos de inventariación de proyectos hidroeléctricos por parte de ENDE (1993) se han identificado 81 aprovechamientos, con una capacidad total instalable de 11 000 MW, situados en todo el territorio nacional. De acuerdo a este inventario, ENDE (1993) ha realizado un mapeo de zonas con potencial de generación de energía eléctrica (Figura 2.3). Los ríos con el potencial hidro-eléctrico más alto pertenecen en su mayoría a la cuenca Amazónica. Actualmente existen varios proyectos identificados y estudios a nivel de preinversión para proyectos eléctricos orientados al suministro energético interno y externo : el proyecto El Bala (río Beni), el proyecto Cachuela Esperanza (río Beni), los proyectos Las Pavas, Arrazayal y Cambarí (río Bermejo), entre

otros. Como se ha mencionado anteriormente, varios de los proyectos están paralizados debido a su alto costo.

2.4.6 Turismo y Uso Recreativo

El uso medioambiental puede ser considerado como la preocupación para proteger los recursos hídricos y la flora y fauna acuática, dentro un marco de integralidad. El uso medioambiental atribuye valores intrínsecos a los hábitats acuáticos y a las especies que los habitan. Generalmente, este uso es compatible con usos no consuntivos de los recursos hídricos, como son el turismo, la navegación o la pesca deportiva.

El etno-ecoturismo en la Amazonía y los Andes está estrechamente ligado a los ríos y lagos. Los Complejos de Desarrollo Turístico Integral (CDTI's) y rutas turísticas, identificados por el viceministerio de Turismo por su potencial para desarrollar el turismo a mediano plazo, se sitúan cerca de zonas con importantes recursos hídricos. Los más importantes son:

- El circuito de las Joyas Alto andinas en el Altiplano Sur (Salar de Uyuni-Reserva Nacional de Eduardo Avaroa)
- Lago Titicaca, los Yungas y la cordillera Real
- Rutas ecológicas por parques nacionales (Manuripi-Heath, Madidi)
- Eje Ichilo-Mamoré, Trinidad, Riberalta, Chapare, parque nacional Carrasco
- Las misiones Jesuíticas, Parque Amboró, el Parque Nacional Noel Kempff Mercado y el Pantanal Boliviano

2.4.7 Pesca y Acuicultura

En el Altiplano, actividades pesqueras importantes se realizan en el lago Titicaca y casi todos los ríos Amazónicos sostienen una pesca de subsistencia importante. La única forma de acuicultura intensiva que se practica en el país es el cultivo de truchas en el Altiplano. En la cuenca del Amazonas, se cultivan especies nativas (pacú y tambaqui) y especies exóticas (tilapia). Se puede esperar que la demanda de agua para esta actividad incrementara en el futuro.

2.5 CONFLICTOS DEL USO DEL AGUA EN BOLIVIA

Varios de los conflictos que surgen a nivel local y nacional son la consecuencia indirecta de la carencia de políticas hídricas nacionales claras. Hasta hace algunos años, exclusivamente el sector público se preocupó por aumentar la cobertura de agua potable en el país. Sin embargo, recientemente existe la tendencia de tomar en cuenta las recomendaciones de instancias internacionales como el Banco Mundial en sentido de reducir la inversión pública en el sector e incentivar la participación del sector privado. Estos cambios han generado incertidumbre en el sector, agravado por una deficiente regulación del uso del agua. El conflicto de la “Guerra del Agua” en la ciudad de Cochabamba, por ejemplo surgió porque una empresa privada (Aguas del Tunari) subió las tarifas del agua a niveles más altos que el 5% del ingreso familiar, en un intento de cubrir el costo total del servicio, siguiendo las recomendaciones internacionales.

En las figuras a continuación, se indica de una manera esquemática los potenciales conflictos que pueden surgir entre diferentes usuarios en Bolivia. Esta competencia entre diferentes usos hace necesario definir las estrategias de gestión de aguas, que toman en cuenta la cantidad de agua

disponible, y que contemplan los derechos al agua de diferentes sectores, utilizando como marco orientador la calidad de vida y el uso sostenible de los recursos hídricos.

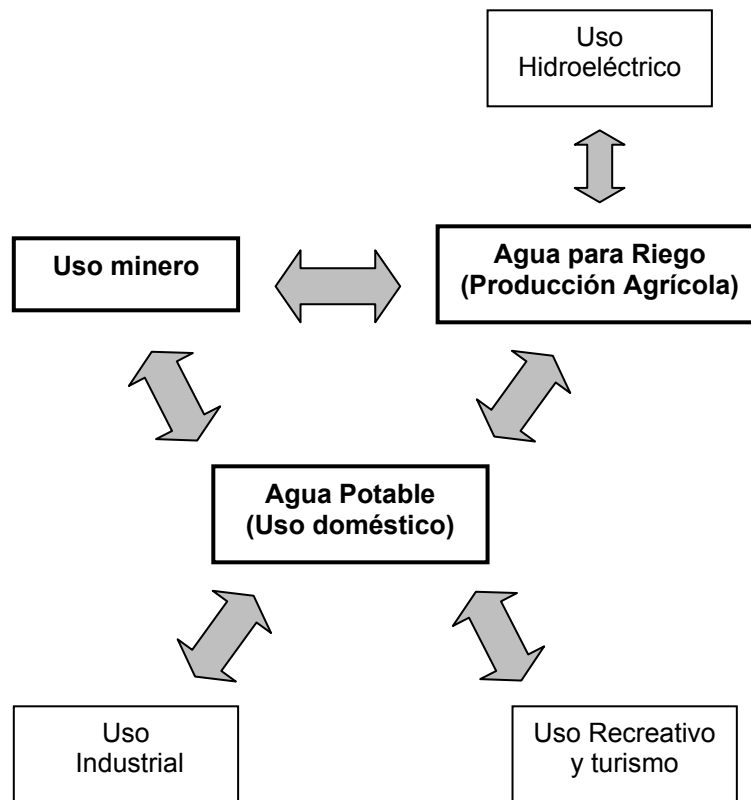


Figura 2.4 Potenciales conflictos entre los usuarios sectoriales de aguas superficiales en Bolivia

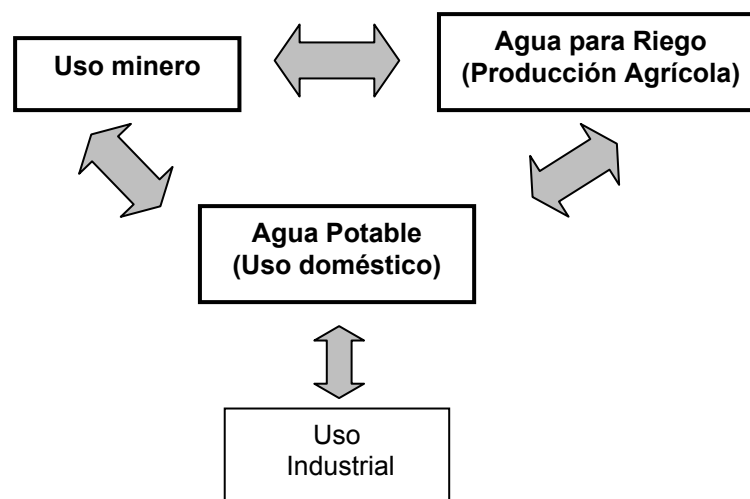


Figura 2.5 Potenciales conflictos entre los usuarios sectoriales de aguas subterráneas en Bolivia

Los conflictos sobre las fuentes de agua pueden agravarse cuando surgen conflictos indirectos entre usuarios, causados por contaminación de algunos de éstos. Los mayores tipos de contaminación que pueden afectar otros usos en Bolivia son Drenaje de Minas (DAR), metales

pesados (afectando el consumo humano y el riego), mercurio (afectando aguas, peces y poblaciones ribereñas), materia orgánica (generado en centros urbanos), plaguicidas (que pueden acumularse en la cadena trófica), hidrocarburos (que pueden afectar todo el sistema acuático) y varios tóxicos producidos por industrias. Los cambios en los cursos de agua, o la deforestación de las zonas ribereñas, y la navegación pueden causar impactos negativos sobre la calidad ambiental acuática. En la Figura 2.6, se presenta una sinopsis de los posibles impactos de estas actividades en Bolivia.

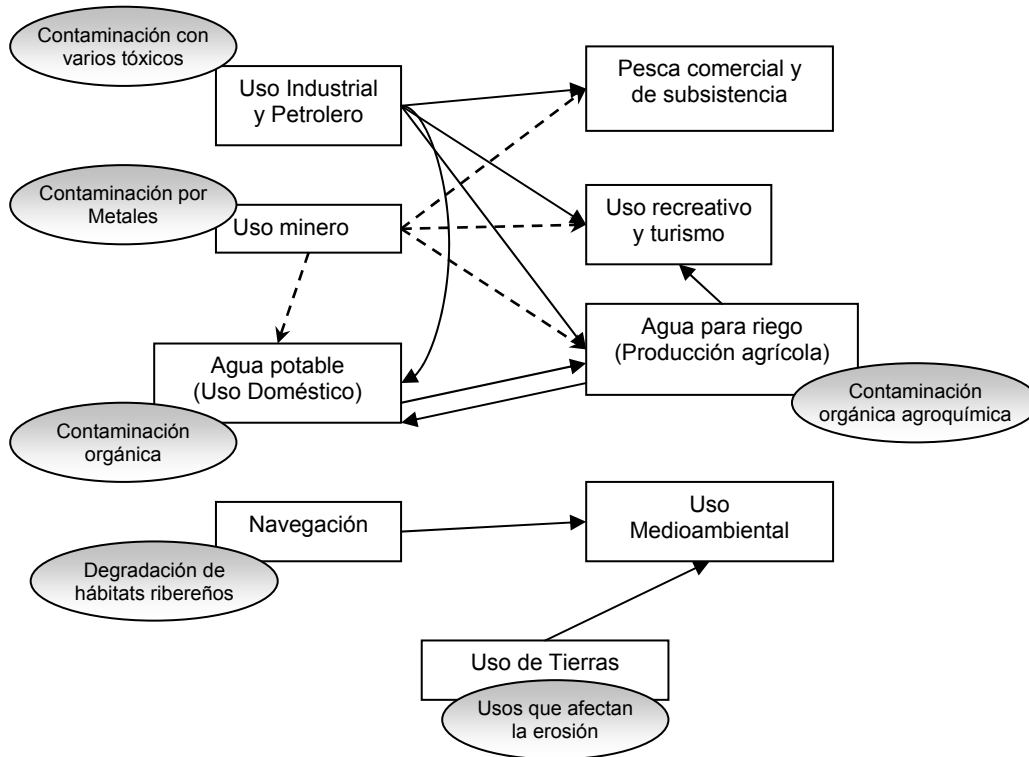


Figura 2.6 Posibles conflictos indirectos entre usuarios sectoriales, causados por la contaminación de las aguas superficiales o la degradación de los hábitats acuáticos

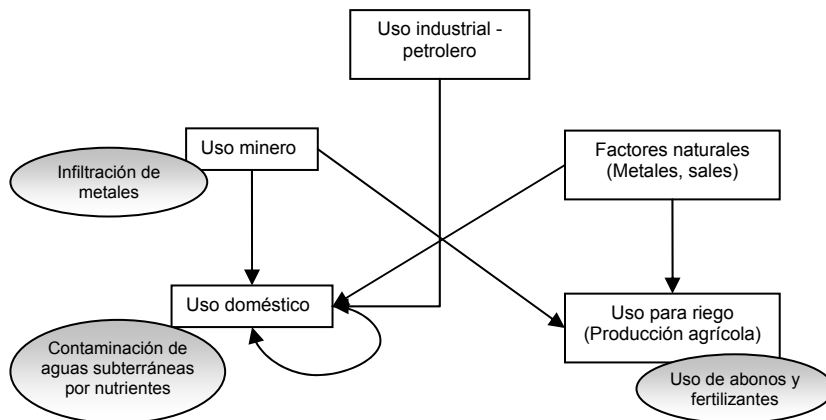


Figura 2.7 Posibles conflictos indirectos entre usuarios sectoriales, causados por la contaminación de las aguas subterráneas

2.6 LEGISLACIÓN DEL AGUA Y ASPECTOS INSTITUCIONALES

En Bolivia, se dispone de una Ley de Dominio y Aprovechamiento de Aguas que se basa en un Decreto del 8 de septiembre de 1879 que fue elevado a rango de Ley el 28 de Noviembre de 1906 y la cual ha sido derogada en varias partes por normas posteriores, Leyes y Reglamentaciones sectoriales. Así, en cuanto al tema de la legislación del recurso agua, se tiene una variedad de normas formando parte de la legislación general. En el Cuadro 2.12, se presenta el contenido de la Ley 1906 y las disposiciones que la modifican.




Para llenar el vacío dejado por la Ley de 1906, se ha venido trabajando en una propuesta legislativa durante los últimos 30 años, pero esto aun no se ha concretado aunque hasta la fecha se tienen ya 32 versiones de Proyectos de Ley generados en el Estado y varias propuestas alternativas de parte de las organizaciones de la sociedad civil (Bustamante, 2002). La versión 32 del Proyecto de Ley de Aguas (agosto 1999) ha sido criticada duramente por varias organizaciones campesinas por promover la privatización y mercantilización del agua. Este Proyecto de Ley de Agua debido a los intensos conflictos sociales y críticas fue retirado del Parlamento el 7 de Octubre de 2000.

CAP.	CONTENIDO DE LA LEY 1906	MODIFICADO POR :
I II III IV V	Del dominio de las aguas pluviales (art. 1-3) Del dominio de las aguas vivas, manantiales y corrientes (art. 4-18) Del dominio de las aguas muertas o estancadas (art. 19) Del dominio de las aguas subterráneas (art. 20-37) Disposiciones concernientes al capítulo anterior (art. 38-42)	<ul style="list-style-type: none"> Constitución Política del Estado <i>I. Son de dominio originario del estado, además de los bienes a los que la ley les da esa calidad, el suelo y el subsuelo con todas sus riquezas naturales, las aguas lacustres, fluviales y medicinales</i> <i>II. La Ley establecerá las condiciones de este dominio, así como las de su concesión y adjudicación a los particulares</i> Ley N°. 1333 de Medio Ambiente
VI VII VIII IX	De las ramblas y barrancos que sirven de álveo a las aguas pluviales (art. 43-46) Del álveo de los arroyos y ríos y sus riberas (art. 47-53) Del álveo y orillas de los lagos, lagunas y charcas (art. 54-56) De las accesiones, arrastres y sedimentos de las aguas (art. 57-72)	<ul style="list-style-type: none"> Código Civil Ley de Municipalidades
X	De las obras de defensa contra las aguas públicas (art. 73-83)	<ul style="list-style-type: none"> Resoluciones prefecturales Ordenanzas municipales
XI	De la desecación de lagunas y terrenos y pantanosos (art. 84-92)	
XII XIII XIV XV XVI XVII	De las servidumbres naturales en materia de aguas (art. 93-102) De la servidumbre de acueducto (art. 103-141) De la servidumbre de estribo, de presa, de parad o partidador (art. 142-145) De la servidumbre de abrevadero y de saca de aguas (art. 146-150) De la servidumbre de camino de sirga y demás inherentes a los predios ribereños (art. 151-163) Del aprovechamiento de las aguas públicas para el servicio doméstico, fabril y agrícola (art. 164-166)	<ul style="list-style-type: none"> Código Civil Ley de Municipalidades Ley de Electricidad (art. 38 y 39) Reglamento de uso de Bienes de dominio público y de servidumbres para servicios de Aguas
XVIII XIX	Del aprovechamiento de las aguas públicas para la pesca (art. 167-173) Del aprovechamiento de las aguas públicas para la navegación y flotación (art. 174-188)	<ul style="list-style-type: none"> Reglamento de Pesca y Acuicultura Ley de Vida Silvestre, parques nacionales, caza y pesca Ley de navegación fluvial, lacustre y marítima
XX	Disposiciones generales sobre concesión de aprovechamientos (art. 189-207)	<ul style="list-style-type: none"> Ley de electricidad Código de Minería Reglamento de Areas protegidas Normas Reglamentarias de uso y aprovechamiento de Agua para riego Ley de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario

XXI	Del aprovechamiento de las aguas públicas para el abastecimiento de poblaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Ley de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario • Reglamento de la Organización Institucional y de las Concesiones del sector de aguas
XXII	Del aprovechamiento de las aguas públicas para el abastecimiento de ferrocarriles (art. 217-221)	
XXIII	Del aprovechamiento de las aguas públicas para riegos (art. 222-247)	<ul style="list-style-type: none"> • Reglamento de Aguas para irrigación • Normas reglamentarias de uso y aprovechamiento de agua para riego
XXIV	Del aprovechamiento de las aguas públicas para canales de navegación (art. 248-253)	<ul style="list-style-type: none"> • Ley de navegación fluvial, lacustre y marítima
XXV	Del aprovechamiento de las aguas públicas para barcas de paso, puentes y establecimiento industriales	
XXVI	Del aprovechamiento de las aguas públicas para viveros o criaderos de peces (art. 266-269)	<ul style="list-style-type: none"> • Reglamento de Pesca y Acuicultura • Ley de Vida silvestre, parques nacionales, caza y pesca
XXVII	De la política de aguas (art. 270-273)	<ul style="list-style-type: none"> • Ley de Medio Ambiente • Reglamentación de Contaminación hídrica
XXVIII	De las comunidades de regantes y sus sindicatos (art. 274-284)	<ul style="list-style-type: none"> • Reglamento de Aguas para irrigación
XXIX	De los jurados de riegos (art. 285-288)	<ul style="list-style-type: none"> • Normas reglamentarias de uso y aprovechamiento de agua para riego
XXX	De la competencia de jurisdicción en materia de aguas (art. 289-292)	<ul style="list-style-type: none"> • Código penal • Código civil • Ley de Medio Ambiente y sus reglamentos
	Disposición final (art. 293)	Constitución política del Estado

Cuadro 2.12 Contenido de la Ley 1906 y las disposiciones que la modifican (Bustamante, 2001)

2.7 BIBLIOGRAFÍA

-  Van Damme Paul, “Disponibilidad, uso y calidad de los recursos hídricos en Bolivia”. 10 de Noviembre de 2002.
Vínculo en Internet: www.aquabolivia.org/situacionaguaX/DUCRHBolFinal.doc
-  Programa de Enseñanza e Investigación en Riego Andino y de los Valles, PEIRAV. “Aguas y Municipios”. Editado por Paul Hoogendam. Cochabamba, Bolivia. Año 1999.
-  Comisión para la gestión integral del agua en Cochabamba (CGIAC). “Gestión Integral del agua en Cochabamba – Síntesis de un foro electrónico (28 de febrero al 15 de abril de 2000)”. Editado por Elías Mujica y Juan Carlos Alurralde. Cochabamba, Bolivia. Julio del 2000.