



Planificación Hídrica de la
CUENCA ALTA DEL RÍO LA PAZ



Plan Director de la Cuenca Alta del Río La Paz
2022

Créditos

Planificación hídrica de la Cuenca Alta del Río La Paz
Plan Director de la Cuenca Alta del Río La Paz

Autores

Gustavo Ayala Ticona [Research Associate SEI]
Adriana Soto Trujillo [Research Associate SEI]
Nhilce N. Esquivel [Research Associate SEI]
Carla Liera [Research Associate SEI]
Claudia Coleoni [Research Associate SEI]
Angie Tatiana Forero [Research Assistant SEI]
Marina Mautner [Scientist USA SEI]
Angélica Moncada [Research Associate SEI]
Tania Santos [Research Fellow SEI]

Co-autores

José Luis Montaña [Docente Investigador IHH/UMSA]
Andrés Calizaya [Docente Investigador IHH/UMSA]
Pablo Fuchs [Docente Investigador IHH/UMSA]
Renato Montoya [Consultor Agua Tuya]
Oscar Cespedes [Consultor Bolivia WATCH]
Blanca Veja [Consultor Bolivia WATCH]
Marco Mendoza [Consultor Bolivia WATCH]
Diego Pacheco [Consultor Bolivia WATCH]
Adriana Murillo [Consultora Bolivia WATCH]
Roberto Salvatierra [Consultor Bolivia WATCH]
Fernando Jiménez [Consultor Bolivia WATCH]
Harley Rodríguez [Consultor Bolivia WATCH]

Coordinadora

Marisa Escobar [Directora Programa Agua SEI]

Editor

Roberto Quevedo Sopepi [Docente UAGRAM]

Representante de la Institución

David Purkey [Director Centro Latinoamérica SEI]

Diseño y diagramación

Juan Manuel Rada

Fotografías

Gustavo Ayala / Juan Manuel Rada

Impreso en

Universidad Autónoma Gabriel René Moreno
imprensauniversitaria@uagrm.edu.bo
Tel. 3-326592
Santa Cruz - Bolivia

Diciembre de 2022

Publicación del Programa Bolivia WATCH, SEI y
Ministerio de Medio Ambiente y Aguas del Estado
Plurinacional de Bolivia

© Todos los derechos reservados.

Contenido

1.	Introducción	6
2.	Marco Competencial Aplicable.....	7
2.1.	Nivel Central y Sectorial	8
	Ministerio de Planificación para el Desarrollo (MPD)	9
	Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA)	9
2.2.	Nivel regional y local	9
	Gobierno Autónomo Departamental de La Paz	9
	Gobierno Autónomo Municipal de La Paz.....	10
	Gobierno autónomo Municipal de Palca.....	10
	Gobierno autónomo municipal de Mecapaca	11
	Gobierno autónomo municipal de Achocalla	11
	Empresa Pública Social de Agua y Saneamiento de La Paz (EPSAS)	12
2.3.	Instituciones relevantes en la cuenca	12
3.	Metodología de elaboración	16
3.1.	Marco y Pasos de Elaboración	16
3.2.	Instancias de coordinación.....	17
4.	Caracterización de la cuenca	20
4.1.	Ámbito Urbano.....	22
	Drenaje en la ciudad.....	22
	Agua potable, Saneamiento e Higiene	27
	Clima en la ciudad.....	31
	Hidrología	34
	Calidad del agua	36
4.2.	Ámbito Rural	40
	Ecosistemas vulnerables.....	40
	Potencial Hídrico.....	48
	Agua potable, Saneamiento e Higiene	52
	Producción agrícola	58
	Clima en la cuenca.....	62
5.	Problemática	65
5.1.	Cambio Climático	68
	Representación estacional del clima futuro	70
	Cambios en los patrones interanuales	71

5.2.	Indicadores [Linea Base]	72
	Valoración Territorial.....	81
	Valoración en Cuenca [Sistema de Vida].....	86
6.	Líneas Estratégicas.....	89
6.1.	Visión y misión	89
6.2.	Estructura	90
6.3.	Planteamiento de acciones	93
7.	Metas del Plan	97
	[LE1] Manejo hídrico en cuencas para la resiliencia climática	97
	[LE2] Planificación e institucionalidad para la gobernanza hídrica	99
	[LE3] Riego con innovación tecnológica para la soberanía productiva y alimentaria	100
	[LE4] Monitoreo, investigación y tecnología para el agua.....	101
	[LE5] Agua y saneamiento para la población en armonía con la madre tierra.....	102
	[LE6] Ampliación y sostenibilidad de los servicios de agua potable y saneamiento	102
	[LE7] Mecanismos de resiliencia y adaptación en sistemas de agua potable y saneamiento.....	102
	[LE8] Desarrollo de capacidades para la cultura del agua y el manejo de cuencas.....	103
	[LE9] Promover la disposición final sanitaria y ambientalmente segura.....	103
	[LE10] Promover y fomentar el aprovechamiento de residuos.....	103
	[LE11] Tratamiento de aguas residuales domesticas	103
	Valoración de las metas a través de indicadores	104
8.	Estrategia de Implementación.....	108
8.1.	Corto Plazo	109
8.2.	Medio Plazo.....	110
8.3.	Largo Plazo	110
9.	Estrategia de financiamiento.....	116
9.1.	Aspectos socioeconómicos y financieros	116
9.2.	Financiamiento Tradicional y no tradicional	117
	Correlación de acciones con fuentes de financiamiento.....	127
9.3.	Financiamiento privado	127
	Análisis por LE/Acción	129
9.4.	Financiamiento a través de los programas sectoriales	131
	Financiamiento de LE1.....	131
	Financiamiento de LE2.....	132
	Financiamiento de LE3.....	132

Financiamiento de LE4.....	133
Financiamiento del LE5.....	134
Financiamiento de LE8.....	135
Financiamiento de LE7/LE6/LE11	135
Financiamiento de LE9/LE10/LE11	136
10. Recomendaciones	136
Sobre el diagnóstico y las necesidades emergentes en la cuenca	136
Sobre el presupuesto y la implementación del plan	140
Sobre el financiamiento y la institucionalidad	140
11. Anexos	142

1. Introducción

El presente documento describe el **Plan Director de la Cuenca** Alta del río La Paz, el cual ha sido desarrollado en el contexto de la política nacional boliviana en la temática de Gestión Integrada de Recursos Hídricos (**GIRH**), bajo el Plan Plurinacional de Recursos Hídricos (PPRH) del Ministerio de Medio Ambiente y Agua.

A nivel gubernamental, las competencias relacionadas con el Plan de Desarrollo Económico y Social¹ (**PDES** 2021-2025) son implementadas en el contexto de sus ejes 2 [Universalización de Servicios Básicos], 6 [Soberanía Productiva con Diversificación], 9 [Soberanía Ambiental con Desarrollo Integral] y 11 [Soberanía y Transparencia en la Gestión Pública] como guía² en la formulación del presente plan.

A nivel del Plan Sectorial de Desarrollo Integral (**PSDI**), se alinearon en la formulación del plan, las políticas sub sectoriales del Plan Nacional de Recursos Hídricos, y el Plan de Agua y Saneamiento, en sus versiones para el periodo quinquenal 2021 – 2025³.

A nivel territorial, el marco operativo utilizado para la formulación está regulado a través de la Ley No 031 de autonomías y descentralización “Andrés Bóñez”, y sus guías sobre el desarrollo de la planificación regional y su conexión con el PDES 2021-2025 y el PSDI⁴ de Medio Ambiente y Agua, en este caso bajo los componentes específicos previamente mencionados para estas herramientas en relación a los Planes Territoriales de Desarrollo Integral (**PTDI**) del Gobierno Autónomo Departamental de La Paz y los Gobiernos Autónomos Municipales de La Paz, Mecapaca, Achocalla y Palca.

En este marco competencial el Plan Director de la Cuenca Alta del Río La Paz [de aquí en adelante El Plan] Identifica las entidades nacionales y subnacionales responsables de implementarlo, así como también la normativa específica que se requiere para abordar los detalles descritos en el presente documento [ver **Anexo C**].

La estructura del documento cuenta con una descripción del marco competencial de las instituciones involucradas, su forma de relacionamiento, así como el rol en la implementación, esto se describe en la **Sección 2**. El detalle de los pasos seguidos para la elaboración del plan, los procesos de coordinación constituidos a través de la denominada Plataforma Interinstitucional (**PI**), así como de las diferentes instituciones que han participado y que deben ser vinculadas durante la implementación del Plan se encuentra en la **sección 3**. La descripción de las diferentes características de la cuenca y sus implicaciones con relación al desarrollo económico, social y ambiental son presentados en la **sección 4**, haciendo énfasis en los ámbitos temporal y espacial respectivos con el Plan [*valoración hacia 2020, a nivel de unidades hidrográficas operativas*]. La **sección 5**, presenta la problemática expresada en términos de los diferentes indicadores aplicables para definir una línea base para el Plan, considerando el enfoque local, sectorial y nacional para estar vinculados de forma integral al sistema de planificación respectivo. La **sesión 6** constituye una descripción sobre la estructura del Plan para dar respuestas a la problemática en términos de lineamientos estratégicos que guían la tipología de acciones necesarias, así como también los avances identificados como primordiales para garantizar un desarrollo sustentable en la cuenca en términos del uso y preservación de sus recursos hídricos. La **sección 7** presenta las metas vinculadas a los indicadores descritos previamente, que desde el análisis realizado garantizan un avance sustentable de los diferentes sectores sociales y económicos que hacen uso del agua y al

¹ Decreto Supremo No 29894 de 2009, relacionado con Organización Estatal bajo la Nueva Constitución del Estado Plurinacional de Bolivia, artículo 47 incisos *a* y *c*.

² Plan de Desarrollo Económico y Social, 2021. Ministerio de Planificación para el Desarrollo, Estado Plurinacional de Bolivia.

³ Plan Sectorial de Desarrollo Integral, 2022. Ministerio de Medio Ambiente y Agua, Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego y Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico.

⁴ Ley No 031 Marco de autonomías y descentralización “Andrés Bóñez” de 2010, en sus artículos 7.II.2, 23.I, 121.3, 130.I, y 131.I.

mismo tiempo preservan las condiciones que permiten contar con estos recursos, se debe recalcar que no se trata de metas ideales en cada temática pues las mismas están restringidas a las oportunidades, las limitaciones y fortalezas actuales, las cuales pueden cambiar siempre y cuando las condiciones locales y externalidades lo permitan, esto debe ser actualizado en versiones futuras del presente Plan. La [sección 8](#) describe las acciones y las metas establecidas considerando aspectos de su factibilidad temporal, instanciando las mismas en aspectos logísticos de puesta en funcionamiento, operación, así como consolidación de los efectos asociados a las mencionadas acciones en términos de corto, mediano y largo plazo esto de acuerdo con el sistema de planificación nacional⁵. Finalmente la [sección 9](#) hace una descripción sobre la estrategia para consolidar la implementación del Plan a través de los diferentes mecanismos disponibles para acceder a financiamiento tanto a nivel de los recursos estatales, cooperación internacional, bancos de desarrollo, como bancos y sector privado, esto a través de un detallado mapeo y hoja de ruta que sea consecuente con los diferentes planes y programas ya en operación en las diferentes entidades que hacen parte de la cuenca, gobierno central y el sector.

2. Marco Competencial Aplicable

El Plan Director de Cuenca es una herramienta de planificación territorial, para lo cual, en el caso del presente documento, esta aplicada en la jurisdicción territorial del Gobierno Autónomo Departamental de La Paz [GAD_LP], en un estimada de 1725 km², de acuerdo a la metodología oficial de delimitación de cuencas del Ministerio de Medio Ambiente y Agua [MMAyA], para la implementación de acción para la promoción de políticas de gestión, regulación y planificación de los recursos hídricos⁶, lo que considera una mirada desde el origen [fuentes] y dinámica del agua en el territorio [uso], pero que no coincide con la delimitación político/administrativa de las instituciones administradores del territorio a nivel local, vale decir, los gobiernos municipales localizados en esta región [Figura 1].

A nivel jurisdiccional, la cuenca comprende territorio de los gobiernos autónomos municipales de La Paz [GAM_LP], Palca [GAM_P], Achocalla [GAM_A], y Mecapaca [GAM_M]. Adicionalmente la cuenca recibe e interactúa con recursos hídricos que hacen parte de la región alta de Milluni en la jurisdicción del gobierno autónomo municipal de El Alto (Trasvase I en la Figura 1) y de la región de Huayllara, ubicada en la depresión norte de la zona de la cumbre en jurisdicción del GAML (trasvase II en la Figura 1), los cuales para efectos del Plan no hacen parte del diagnóstico y planteamiento de estrategia de acciones y/o medidas, por tratarse de cuencas vecinas que son o serán parte de un Plan Director de Cuenca diferente al presente⁷.

⁵ Estado plurinacional de Bolivia, 2016. Ley No 777, Sistema de Planificación Integral del Estado (SPIE).

⁶ Constitución Política del Estado, Bolivia, Artículo 374, párrafo I.

⁷ Milluni es una región en la zona alta de la cuenca del río Katari, mientras que Huayllara es parte de la zona alta de la cuenca del río Tamampaya, el primera cuenta con un Plan director de Cuenca.

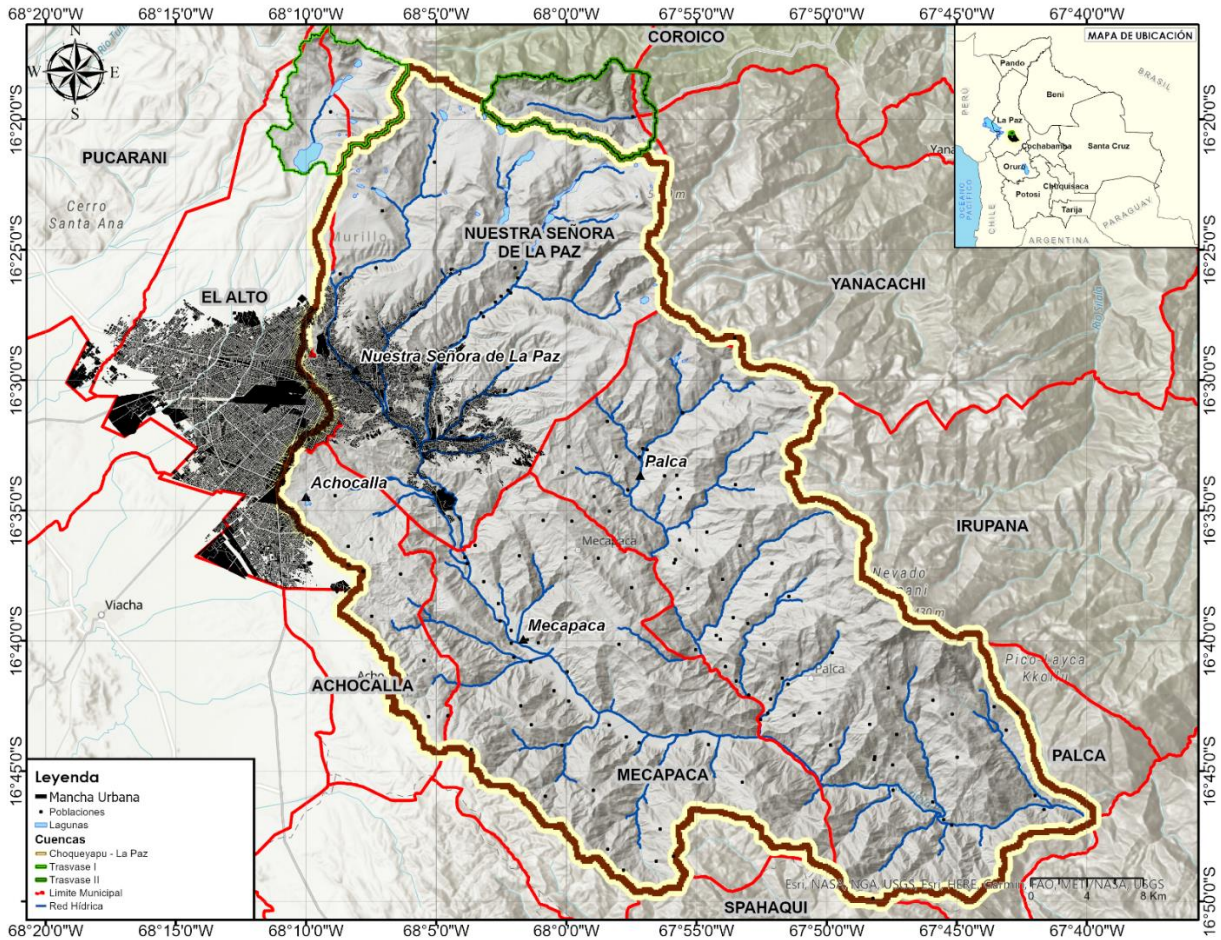


Figura 1. Ubicación y jurisdicción territorial de localización aplicable a la cuenca del Plan

Considerando la naturaleza del sistema de vida [cuenca en sus diferentes regiones; alta, media y baja]⁸ sobre el cual se implementará el Plan, jurisdiccionalmente el GAM_LP, GAM_P, GAM_A, GAM_M así como el GAD_LP son los directos beneficiarios y corresponsables de su implementación y posterior actualización, el presente documento corresponde a la versión del plan en el quinquenio 2021 - 2025.

En ese contexto, en las siguientes secciones se hará una descripción de las instituciones competentes relacionadas con el Plan, así como la implicación de su participación en el mismo, ordenado por nivel de involucramiento en términos de seguimiento, implementación o gestión administrativa/financiera.

2.1. Nivel Central y Sectorial

A nivel central se encuentran las entidades que proveen el marco general de planificación sobre el cual, el Plan se adscribe, a través del Sistema Nacional de Planificación Integral del Estado (SPIE). De igual forma el Plan es guiado en este nivel por el Plan de Desarrollo General Económico y Social (Agenda Patriótica 2025) [Largo Plazo], y el Plan de Desarrollo Económico y Social (PDES 2021-2025) [Mediano Plazo].

⁸ Plan Plurinacional de Recursos Hídricos 2021 – 2025, Capítulo I [Marco Normativo]
Ley No 071, “Derechos de la Madre Tierra”, artículo 7, derechos de la madre tierra, inciso: “Al agua”

Ministerio de Planificación para el Desarrollo (MPD)

El relacionamiento con el Plan es a través del alineamiento y las guías descritas en la [sección 7](#), que ordenan y enmarcan las metas del presente Plan con las respectivas en el PDES y la Agenda Patriótica 2025, lo cual es monitoreado por el MPD. En este sentido en términos competenciales una actualización en las estructuras administradas por el MPD, tanto en mediano o largo plazo, implican un proceso de actualización inmediata al presente plan, con énfasis en las [secciones 6 \[estructura\]](#), [7 \[Metas\]](#) y [8 \[Implementación\]](#), así como respaldos correspondientes⁹.

Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA)

El Plan es una herramienta que tiene origen en esta entidad sectorial, la cual ha sido diseñada para cumplir con la responsabilidad del ministerio para garantizar el manejo racional y sustentable de los recursos hídricos¹⁰ propios de la Cuenca Alta del Río La Paz [considerando los ríos y cuerpos de aguas en su totalidad, entre los cuales se destacan los ríos Choqueyapu, Orkojahuirá, Irpavi, Palca, entre otros] (ver Figura 1), que involucra aspectos de manejo e implementación de acciones para provisión y mejoramiento de los servicios de agua potable y saneamiento básico¹¹ como competencia del Viceministerio respectivo (VAPSB) así como aspectos de Manejo Integral de Cuencas y aprovechamiento del agua con fines productivos agrícolas como competencia del Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)¹².

MMAyA presenta el marco sectorial de desarrollo a través de su PSDI (2021-2025), el cual ha provisto la estructura modelo para el presente plan, lo cual implica que al igual que en el caso del PDES 2021-2025, una actualización en el mismo implicara una necesidad de actualización del presente documento¹¹.

2.2. Nivel regional y local

En base a la naturaleza asignada al Plan en relación con la administración y responsabilidad de manejar los sistemas de vida y el recurso hídrico relacionado con los mismos, las instituciones que administran a nivel regional el territorio son las encargadas directas de implementar y a posteriormente actualizarlo, por ello el rol de estas instancias es pieza fundamental en tanto a la estructura del plan, así como en la implementación de este.

En términos de dirección sobre los lineamientos, valoración y visión, en lo que al recurso hídrico se refiere, el Plan realiza una evaluación integrada del recurso en el territorio, razón por la que los lineamientos de este son los que deben alimentar las herramientas de planificación regional y local, en este sentido los PTDIs del GAD_LP, GAM_LP, GAM_P, GAM_M, GAM_A, son receptores de la información y de las recomendaciones del plan en tomando en cuenta la estrategia de implementación, financiamiento y sostenibilidad descritos en [secciones 8, 9](#).

Gobierno Autónomo Departamental de La Paz

⁹ Establece según estructura actual, una actualización del Plan a ser realizado en 2025.

¹⁰ Decreto Supremo No 29894 de 2009, relacionado con Organización Estatal bajo la Nueva Constitución del Estado Plurinacional de Bolivia, artículo 95 incisos c y d, para recursos hídricos, agua y saneamiento respectivamente.

¹¹ Decreto Supremo No 29894 de 2009, relacionado con Organización Estatal bajo la Nueva Constitución del Estado Plurinacional de Bolivia, artículo 96, incisos a, b y f, sobre buen aprovechamiento y regulación de los servicios, coordinación de competencias exclusivas, compartidas y concurrentes relativa al sector de agua y saneamiento.

¹² Decreto Supremo No 29894 de 2009, relacionado con Organización Estatal bajo la Nueva Constitución del Estado Plurinacional de Bolivia, artículo 97, incisos a, b, d, e, y g, sobre implementación del enfoque de manejo integral de cuencas, y garantías para el buen aprovechamiento del agua en el sector de riego, en el marco institucional descentralizado y local.

En términos de jurisdicción, el GAD_LP es la entidad que cuenta con un alcance completo sobre el territorio que comprende la cuenca. Por ello, su interacción y participación en el desarrollo e implementación del plan son fundamentales en sus atribuciones relacionadas con el manejo de los recursos naturales [en nuestro caso del agua] en coordinación con el nivel central y el nivel local.

El vínculo operativo del GAD_LP con el Plan, se dará a través de su Secretaría de los Derechos de la Madre Tierra [ver Anexo A], espacio con el cual se verifica y coordina aspectos relacionados con recursos hídricos en la cuenca descrito en el presente Plan que son incorporados en el PTDI correspondiente [2021 – 2025], así como otras herramientas de gestión para implementación/financiamiento que permitan desarrollar de forma integral las acciones del Plan, todo esto se encuentra descrito en la [sección 9](#).

Adicionalmente el Plan cuenta con una institucionalidad multisectorial propiciada al momento de su elaboración en la gestión 2021 y 2022 para cumplimiento de los lineamientos provistos por el MMAyA, la misma es denominado **Plataforma Interinstitucional (PI)**, la cual sirvió para generar los espacios de coordinación y dialogo para la elaboración del Plan, sin embargo, GAD_LP es quien asume el rol completo de organizador y ser cabeza de la mencionada Plataforma una vez el plan es aprobado y pasa a su etapa de implementación. La descripción sobre el **PI** de la cuenca es desarrollada en la [sección 3](#) del presente documento.

Gobierno Autónomo Municipal de La Paz

En términos de jurisdicción, GAM_LP administra el 29% del territorio de la cuenca [ver Figura 1]. Este territorio está localizado en la zona norte y centro que concentra las regiones alta y media de la cuenca, lo que impone el perfil urbano y de manejo/protección de fuentes de agua por parte de esta entidad. Aspectos de contaminación en cuerpos de agua, saneamiento básico, riesgo hidro climático relativo a la zona urbana y periurbana de la ciudad de La Paz, así como temas de protección de los sistemas de vida en las zonas próximas a glaciares como Charquini, Chacaltaya y otros ubicados en la zona norte de la cuenca, y aspectos de provisión y mejoramiento de la calidad de vida a través de aprovechamiento equilibrado del agua por parte de las comunidades próximas localizadas en las regiones de Orkojahuirá, Irpavi y Choqueyapu son puntos de interés latentes para el GAM_LP y que hacen parte de las valoraciones realizadas en el presente plan director de cuenca.

El vínculo operativo del GAM_LP con el Plan, es dado a través de su Secretaria de Gestión Ambiental (SMGA), en coordinación estrecha con la Secretaria de Planificación (SMP) y Gestión Integral de Riesgos (SMGIR). En este contexto es que se deben articular el PTDI con el presente Plan de cuenca (2021 – 2025 para la presente versión del Plan). Se hace énfasis en la particularidad sobre la estructura de alianzas estratégicas que el GAM_LP permite estructurar, considerando el peso económico y social que genera la presencia de la sede de gobierno, esto específicamente en términos de la estrategia relacionada con apoyo financiero adicional disponible el cual se describe en la [sección 9](#) del presente documento. Al igual que el caso de la GAD_LP, el GAM_LP es parte integral del **PI** y tiene un enfoque de liderazgo en temas relacionados con la región urbana. Esto ha sido acoplado al contexto del desarrollo de la Política Nacional de Desarrollo Integral de Ciudades del Gobierno Boliviano, a través del trabajo conjunto realizado con el programa a cargo de ONU-Habitat, del cual se desprenden varias recomendaciones descritas en el presente documento, las cuales son detalladas en la [sección 4](#).

Gobierno autónomo Municipal de Palca

37% de todo el territorio de la cuenca se encuentra en jurisdicción del GAM_P [ver Figura 1]. El municipio cuenta con unas cuencas que albergan ecosistemas vitales para el funcionamiento regional de sistemas de vida

tan importantes como los Glaciares Mururata e Illimani, así como las zonas productivas con el mayor potencial de desarrollo de la cuenca, las cuales están limitadas por la situación topográfica accidentada del territorio y las vías de acceso limitadas hacia el centro urbano principal en la ciudad de La Paz y conurbaciones relevantes al municipio como la zona de Chasquipampa y Ovejuyo. Este es el contexto en el cual se han desarrollado las vinculaciones específicas para el planteamiento del diagnóstico y acciones descritas en Plan y su articulación respectiva en el componente ambiental del PTDI del municipio en su versión 2021 – 2025.

El vínculo operativo del GAM_P con el Plan es a través de la jefatura de Medio Ambiente y en si como miembro del PI, de la cual ha existido un acompañamiento y trabajo coordinado que ha permitido identificar los alcances y diversificación de alternativas con las que el municipio cuenta para implementar las acciones identificadas en el Plan, remarcándose que adicional a los procedimientos convencionales de inversión estatal (PTDI, POA) coordinados con el nivel central, es necesario el uso de sus atribuciones para desarrollo de acciones concurrentes en espacios mancomunados¹³ considerando el nivel de capacidad económica y técnica, sobre todo en acciones de escala y alcance más allá de la jurisdicción del municipio relacionados con las funciones ambientales de los cuerpos de agua citados en el párrafo previo. Esto ha marcado que la estrategia de implementación y financiamiento [sección 8 y 9] considere vínculos con entidades privadas, la academia y la cooperación internacional que permitan desarrollar las acciones en una fórmula de accionar más diversificado acorde a las oportunidades y fortalezas del municipio.

Gobierno autónomo municipal de Mecapaca

El GAM_M constituye el 27% del área de la cuenca y se identifica una alta interacción económica y social con el área urbana de la ciudad de La Paz, lo que hace que en temas de servicio de agua potable y saneamiento se tenga un área servicio común, en zonas urbanas integradas entre ambos municipios [Mecapaca y La Paz]. Aspectos específicos al municipio en relación con su participación y papel en la cuenca y el Plan, se dan debido a su condición de zona baja de la cuenca, lo que hace que varias presiones tanto a nivel de calidad, como en temas de riesgos se visibilicen e impacten en la dinámica hídrica de los cuerpos de agua en su jurisdicción, aspectos que marcan las competencias latentes de su interacción con el resto de la cuenca.

El vínculo operativo del GAM_M con el plan, es a través de sus unidades de Gestión de Riesgos y Desarrollo Productivo y también como miembro de PI, lo que implica un enfoque vinculado a problemáticas relacionadas con áridos y agregados en zonas rivereñas, agricultura y floricultura como actividades económicas predominantes con las consecuentes necesidades de riego, así como mantenimiento y emplazamiento de infraestructura de encauzamiento de riveras y manejo de sedimentos y material transportado de la zona media [Ciudad de La Paz] y alta [Zona de la Cordillera Oriental] de la cuenca [ver Figura 1].

Gobierno autónomo municipal de Achocalla

GAM_A es el municipio con menor área en la cuenca (7%), sin embargo y al igual que en el caso de los tres municipios previos, el núcleo administrativo del municipio, así como la mayor cantidad de las actividades económicas están dentro del valle localizado en la cuenca del Plan [ver Figura 1], la cual presente condiciones climáticas que predisponen actividades recreativa y agro productivas que se encuentran con procesos de transformación debido a la densificación y expansión de actividades económicas y residenciales. Así mismo el municipio cuenta con una línea de aprovechamiento de recursos hídricos subterráneos que dan origen a cuerpos de agua estratégicos como es el caso de la Laguna Central. Debido a la localización de áreas de manejo de residuos sólidos en la zona baja del municipio (Alpacoma), existe varias implicaciones en temas ambientales

¹³ Varias atribuciones y funciones del municipio hacen referencia a la necesidad de articulación publico/privada que permita estimular el sector productivo del territorio, especialmente en temas agrícolas, agropecuarios y de turismo.

y de uso del suelo que han implicado una evaluación específica en el plan, considerando aspectos vinculados con calidad de los recursos hídricos, así como de aceleración en procesos de degradación que modifican la respuesta hidrológica en esta zona que incrementa factores de vulnerabilidad que son objeto de acciones recomendadas por El Plan.

Operativamente el plan ha sido elaborado bajo el acompañamiento de la Dirección de Medio Ambiente del municipio, y al igual que las instituciones jurisdiccionales previamente mencionados, el GAM_A es miembro del PI. Existe un marcado interés en aspectos que permitan al municipio mejorar aspectos ambientales y de calidad de vida de sus residentes, a través de garantizar servicios básicos en las zonas periurbanas, lo que implica una alta necesidad de coordinación con los administradores del sector de agua y saneamiento (VAPSB) [ver [sección 8](#)].

Empresa Pública Social de Agua y Saneamiento de La Paz (EPSAS)

EPSAS tiene un área de influencia centralizada en el zona urbana y sobre todo periurbana de los 4 municipios, considerando de entre estas influencias las más relevantes a: 1) la red de agua potable y de saneamiento emplazada y en constante crecimiento sobre todo en las regiones al sur y este de la mancha urbana, 2) El complejo de cuencas de abastecimiento hacia el sistema de almacenamiento (represas) de la empresa localizado en la región alta al norte de la cuenca y colindante con la cordillera oriental andina. La empresa cuenta con una serie de responsabilidades ambientales y sociales focalizadas en las comunidades presentes en las cuencas de abastecimiento, lo que implica un alto grado de comunicación y presencia en las mismas [ver Figura 1].

Administrativamente presenta una particularidad operativa, en relación con su vinculación territorial con los municipios, pues al momento de la elaboración del Plan, la misma se encuentra en situación de intervención por parte del estado central, lo que genera características particulares sobre todo en la comunicación y dependencia hacia el MMAyA. El acompañamiento e involucramiento ha sido efectivo desde la Gerencia Técnica, y se cuenta con una participación operativa como miembro del PI del plan.

Un aspecto a resaltar y que es relevante para la estrategia de implementación y financiamiento que involucra acciones con participación de EPSAS es que la empresa, al contar con un modelo de negocios basados en ingresos propios le permiten contar con flujos de recursos que facilitan una respuesta ágil cuando se trata de gestión de crédito por parte del sector, lo que también impone un protagonismo estratégico en el componente de financiamiento [[sección 9](#)] y para implementación [[sección 8](#)] del presente Plan. Adicional a EPSAS la región metropolitana cuenta con más de 40 operadores pequeños, los cuales según el diagnóstico realizado en el Plan Maestro Metropolitano de Agua potable y saneamiento [PMM] presentan modelos de gestión pequeños, con escasos cambios en las estructura tarifaria, baja ejecución de inversiones estratégicas, con una categorización de insostenible en el caso de Mecapaca, Achocalla y Palca [Informe Especial No 4 del PMM], en el [Anexo K](#) se presenta un análisis basado en encuestas en la zona rural de la cuenca para complementación del diagnóstico desarrollo por el PMM en 2013.

2.3. Instituciones relevantes en la cuenca

Al margen de las entidades territoriales con jurisdicción administrativa que gestionan el territorio, se cuenta con un conjunto de instituciones (actores) que son altamente relevantes debido a sus roles y también funciones específicas relacionadas con los recursos hídricos de la cuenca.

Para ordenar y permitir un visión integrada y resumida de los roles y el involucramiento se ha clasificado a los mismos bajo un esquema de: 1) Gobierno, 2) Servicios gubernamentales desconcentrados, 3) Autoridades comunitarias, 4) Sector Privado/Financiamiento Externo, 5) Organizaciones o Gubernamentales (ONG), 6)

entidades de educación/investigación, 7) Operadores [ver Figura 2], en base a un mapeo que a posterior permitió identificar roles y grados de influencia que son fundamentales para los procesos de implementación y adecuado recibimiento de las recomendaciones generadas en el Plan, todo esto en un proceso de Co – Creación que establece necesidades comunes relacionadas al recurso hídrico de acuerdo a los intereses de cada uno de los actores¹⁴.

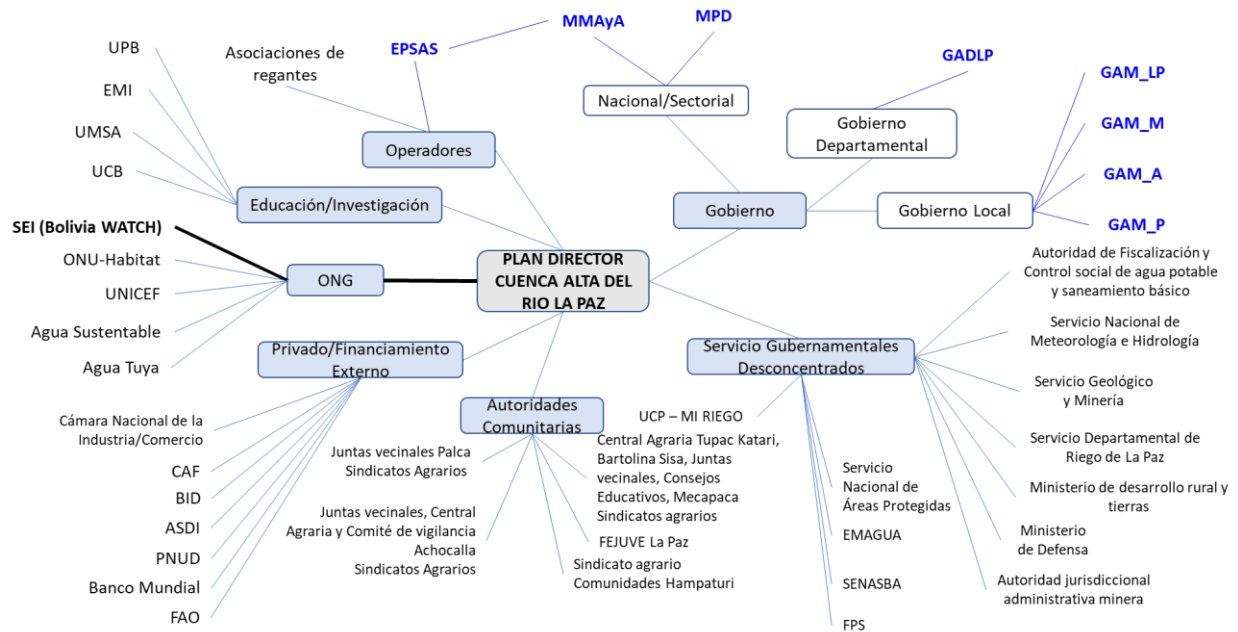


Figura 2. Mapa de Actores relacionados con el Plan (Fuente: Elaboración propia)

En la Figura 2, se puede identificar una diversidad de actores con perfiles/roles remarcados en cuadros azul claro. Cada entidad cumple un papel fundamental en la cadena de planificación y posterior implementación.

En el caso de las entidades gubernamentales que prestan servicios y regulación en la cuenca, se debe resaltar el aspecto del monitoreo presente y necesario del recurso hídrico, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y su oficina central en la ciudad de La Paz es la entidad que cuenta con las competencias para avanzar de forma articulada con la red de monitoreo nacional y la local administrada a nivel municipal lo cual como se verá en la sección 4, constituye como estratégico el rol de SENAMHI para la cuenca en general. De igual forma, la topografía y la rápida expansión de la mancha urbana en zonas vulnerables como riveras y laderas hacen que el tema de riesgos hidrológicos sea un problema predominante en la cuenca, para lo cual, aspectos de coordinación como el Comité Municipal de Reducción de Riesgos y atención a Desastres (COMURADE), regulado en el Sistema Nacional de Reducción de Riesgos y Atención de Desastres y/o Emergencias (SISRADE) son espacios que se articulan e implican el involucramiento del Ministerio de Defensa a través de su Viceministerio de Defensa Civil (VIDECI).

La zonas cercanas a la cordillera cuentan con zonas de protección de vital importancia en términos de identidad, función ambiental y potencial turístico a nivel regional relacionados con cuerpos de agua [glaciares, bofedales, lagunas] lo que eventualmente implica articulación con el Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP), por otro lado, remarcando la presencia de zonas con potencial minero para explotación mayormente

¹⁴ Uraiwong, P., & Watanabe, T. (2011). Stakeholder Analysis of Water Resources Projects in Thailand.

de oro y el impacto de los mismos en temas de contaminación de las aguas de alta calidad provenientes de la cordillera [Incachaca, Mururata, Illimani], se remarca la importancia en las competencias específicas de la Autoridad Jurisdiccional Administrativa Minera (AJAM) para manejo responsable de esas actividades, de forma similar, el control de las responsabilidades sociales y ambientales relacionados con los operadores de los servicios de agua potable como EPSAS y cooperativas de agua, saneamiento básico y manejo responsable de aguas residuales en la zona urbana, pero sobre todo en las zonas periurbanas y rurales que generan carga contaminante en los ríos Choqueyapu, Orkojahuirra, Irpavi, Achumani y Jilusaya deben ser ejecutados a través de las políticas y herramientas de regulación manejados por la Autoridad de Fiscalización y Control Social de agua potable y saneamiento básico (AAPS).

Los sectores productivos hacen uso primordial de agua en los polos de desarrollo rurales localizados en Palca, Mecapaca y Achocalla enfocados en la agropecuaria para el mercado mayormente urbano interno de la cuenca [como se verá en la [sección 4](#), la presencia de la ciudad de La Paz, condiciona los flujos hacia esta ciudad en un proceso completamente endógeno] son estimulados a través de los diferentes programas del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT), y el Servicio Departamental de Riego (SEDERI) [apoyo en identificación y elaboración de informes técnicos de condiciones previas (ITCP) y registro de sistemas de riego en el departamento]. En el mismo grupo, pero con un rol de servicios en desarrollo de estudios en nivel de pre-inversión y ejecución de proyectos, se encuentra el Servicio Geológico Minero (aguas subterráneas), Entidad ejecutora de Medio Ambiente y Agua (EMAGUA), Unidad Coordinadora de proyecto (UCP) MI-RIEGO, Fondo Nacional de Inversión Productiva y Social (FPS), los esfuerzos que estos hacen mayormente están enfocados en las acciones de provisión de agua para consumo, saneamiento básico y riego en los cuatro municipios. El Servicio Nacional para la Sostenibilidad de Servicios en Saneamiento Básico (SENASBA) juega un rol fundamental en la sostenibilidad de las inversiones, por su asistencia técnica a las EPSAS y cooperativas, y particularmente por su trabajo cercano con poblaciones beneficiarias a través de la estrategia social de Desarrollo Comunitario (DESCOM). En este sentido, el rol del SENSABA será clave en el marco de la implementación del PDC.

Sobre las entidades educativas y de investigación científica en la cuenca [ver [Figura 2](#)], se menciona el papel fundamental de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) y sus institutos de Hidráulica e Hidrología (IHH), Instituto de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (IIS), cuentan con una línea de trabajo académico especializado en varios ámbitos del agua en la cuenca, desde evaluación técnico/científicas en los glaciares de Chacaltaya, Charquini, Mururata, Illimani, hasta la caracterización hidroclimática/hidráulica de los ríos más relevantes en la cuenca como Choqueyapu, Orkojahuirra, Jilusaya entre otros, el sistema de drenaje pluvial de la zona urbana, y la caracterización de las cargas contaminantes y de calidad de agua en estos cuerpos de agua, por otro lado la Universidad Católica Boliviana (UCB) ha enfocado su investigación en temas de gestión del consumo racional del agua en la zona urbana, evaluación hidrológicas en las zonas de abastecimiento en la zona alta de la cuenca, así como trabajos de análisis químico y de inventario de fuentes de carga contaminantes provenientes de centros hospitalarios/médicos, así como de centros comerciales y mercados, líneas que también han sido encaradas por la Escuela Militar de Ingeniería (EMI). Todo este conocimiento es vital para la mejora continua de la comprensión en la dinámica de la cuenca, la interacción de sus recursos hídricos y la evolución de los usos de agua, por ello el presente plan establece líneas de acuerdo trabajadas durante su elaboración que permiten vincular las competencias de fortalecimiento de capacidades y desarrollo técnico como apoyo a los municipios en labores de acelerar etapas de pre inversión en el contexto de las atribuciones y competencias de los centros de educación superior mencionados previamente, aspectos que son descritos en detalle en la [sección 8](#).

Durante y después de la elaboración del Plan, las Organizaciones No Gubernamentales (ONG) juegan un papel vital en el desarrollo de la política descrita en el PPRH, ya que se convierten en los gestores y ejecutores de financiamiento de cooperación externa que permiten implementar el Plan. Al momento del desarrollo del

presente plan, el estado boliviano no ha asignado un presupuesto propio que permita elaborar las herramientas de desarrollo del PPRH, y se encuentra limitado a gestor/regulador de ejecución de la política a través del Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego, razón por la que el mismo requiere de alianzas y acuerdos, lo que ha ido evolucionando gracias a los predecesores del PPRH, y se proyecta que esto vaya consolidando estas labores en las entidades locales involucradas con el Plan a nivel territorial, considerando el carácter estratégico que tiene la cuenca en las actividades de manejo del estado por contener a la sede de gobierno (Ciudad de La Paz). Como se describe en la [sección 8](#), durante el diagnóstico realizado para el presente Plan, se ha podido articular esfuerzos por parte Agua Tuya, Agua Sustentable, y las Naciones Unidas a través del Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) y del programa ONU-Habitat, sobre todo al apoyo del Stockholm Environment Institute (SEI) que ha sido el desarrollador del presente Plan, a través del financiamiento que el país ha gestionado con la Agencia de Cooperación Sueca (ASDI) y la Embajada de Suecia en Bolivia, a través del programa¹⁵[Figura 2].

Los organismos de financiamiento externo son fundamentales en el desarrollo del Plan, considerando el actual grado de avance del PPRH, los mismos se encuentran con líneas de apoyo específicas en lo que a la cuenca se refiere, sin embargo, las mismas no son limitantes para su articulación a los lineamientos y acciones establecidas en el Plan. Por un lado, se tiene a ASDI, apoyo que ha sido contextualizado previamente y que adicionalmente puede hacerse referencia al interés del gobierno sueco en el país para apoyar aspectos de saneamiento, con énfasis en la zona urbana de la ciudad de La Paz, considerando que se trata de una de las tres aglomeraciones de población más grandes en el país y que hasta la fecha no tiene infraestructura de tratamiento de aguas residuales que permita mitigar los impactos de contaminación en las zonas bajas de la cuenca, línea de apoyo que es compartida con el Banco Mundial y los esfuerzos para conectar estas proyecciones en temas de saneamiento con iniciativas a apoyos al sector de riego [reúso de aguas residuales]. Tanto ASDI como Banco Mundial forman parte del grupo de donantes en agua y saneamiento (GRAS) quienes junto a instituciones como UNICEF, BID, JICA, AFD (por mencionar algunos), conforman un espacio de planificación conjunta en el sector de agua y saneamiento, bajo el cual existe el potencial de encontrar sinergias para implementar las acciones del presente Plan. Por otra parte, se cuenta con la Cooperación Andina de Fomento (CAF) que tiene un enfoque de apoyo a la seguridad alimentaria y que está priorizando el sector de riego del departamento lo que potencialmente implica impactos directos en los recursos de la cuenca a futuro, con perspectivas de mejoras en eficiencia en el uso del agua por parte de este rubro económico, de igual forma, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ha trabajado con el GAM_LP en la elaboración de planes de drenaje pluvial lo que eventualmente permite proyectar apoyos a las zonas de urbanización que están consolidándose en los demás municipios de la cuenca y que potencialmente pueden llegar a ser objetivo de apoyo. Muchas de estas instituciones son también socias del GRUS (Grupo de socios para el Desarrollo de Bolivia), grupo clave para impulsar sinergias que conlleven a implementar el presente Plan y de esta manera contribuir al cumplimiento de los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo. Se provee una descripción en detalle en la [sección 9](#), la cual está vinculada a aspectos de implementación de las acciones propuestas para mejorar el estado de aprovechamiento y cuidado del agua recomendado en el presente Plan.

El contexto económico de deuda del país al momento de la elaboración del Plan y las restricciones de presupuesto por parte del Estado, demandan enfatizar el rol de las entidades privadas que interactúan con los gobiernos locales, es así que la Cámara Nacional de la Industria, y la de Comercio, son vitales para asociaciones con el polo productivo presente en la cuenca, así como entidades de la banca privada como el Banco BISA entre

¹⁵ <https://www.sei.org/projects-and-tools/projects/bolivia-watch-2/>

otros que son socios estratégicos del GAM_LP en temas de financiamiento para aspectos operativos en temas de riesgos y otras líneas temáticas estratégicas para el municipio.

Mayor detalle de la caracterización de las instituciones en relación con su involucramiento, competencias y roles en una participación en el desarrollo e implementación del Plan, son adjuntos en un reporte específico en el [Anexo A](#), lo mencionado previamente más allá de un resumen, debe considerarse como puntos clave en aspectos a ser desarrollados en las secciones posteriores.

3. Metodología de elaboración

El Plan ha sido desarrollado en un ámbito de transición en las guías de elaboración de Planes Directores de Cuenca (PDC), hacia las Estrategias de Planificación Hídrica de Cuenca (EPHC), por parte del MMAyA. Si bien PPRH cuenta con una estructura guía sobre las políticas y lineamientos estratégicos, este se encuentra en desarrollo de guías sobre su puesta en marcha, lo que eventualmente ha predispuesto el trabajar una estructura híbrida que cuenta con características del marco metodológico previo de los PDC, pero que ha sido adecuada para cumplir con la visión de PPRH y su política sectorial relacionada con Gobernanza Eficiente, Efectiva y Participativa para el Agua, en su requerimiento de vinculación con el SPIE y por ende con los mecanismos de planificación territorial, sectorial y nacional. Del enfoque previo se ha mantenido el proceso de acercamiento institucional a través de la conformación de una PI, la cual funciona como espacio de diálogo para la identificación de aspectos relevantes (Características/Problemática) que deben ser considerados en el Plan, el cual secuencialmente debe pasar hacia una estructura formal necesaria para implementar y a posterior actualizar el Plan, esto a través de una secuencia que desarrolle un: 1) Diagnóstico Integrado en la cuenca considerando su particularidad urbana/rural diferenciada, 2) Priorización de problemáticas reflejando la visión de los cuatro municipios y el GADLP así como entidades claves conocedoras de la cuenca, 3) Construcción iterativa de los lineamientos estratégicos que sean viables para cumplir con las especificaciones de integración a nivel local, regional, sectorial y nacional, y al mismo tiempo facilite los procesos de financiamiento necesarios, y 4) el consecuente proceso de aprobación establecido en el marco de la PI. (ver [Figura 3](#)).

3.1. Marco y Pasos de Elaboración

Como se describe en la [sección 4](#), la cuenca en términos de flujo de recursos hídricos no presenta exportaciones ya sea explícitas o a través de cadenas económicas relacionadas con productos agrícolas o pecuarios, u otros industriales que requieran del uso del agua de la cuenca¹⁶, y más bien presenta una condición de importación de recursos hídricos desde la región circundante (municipios circundantes como El Alto), y nacional (valles en Cochabamba, Chuquisaca, Tarija, Santa Cruz, y la zona de los Yungas en el mismo departamento), por ello es imprescindible para la planificación de la cuenca considerar los márgenes de incertidumbre relacionados con los recursos potenciales de la cuenca que son reportados en los estudios de respaldo del Plan así como en otros planes y estudios locales citados en este documento.

¹⁶ Hoekstra, A. Y. (2003). Virtual water: An introduction. Virtual water trade, 13, 108.

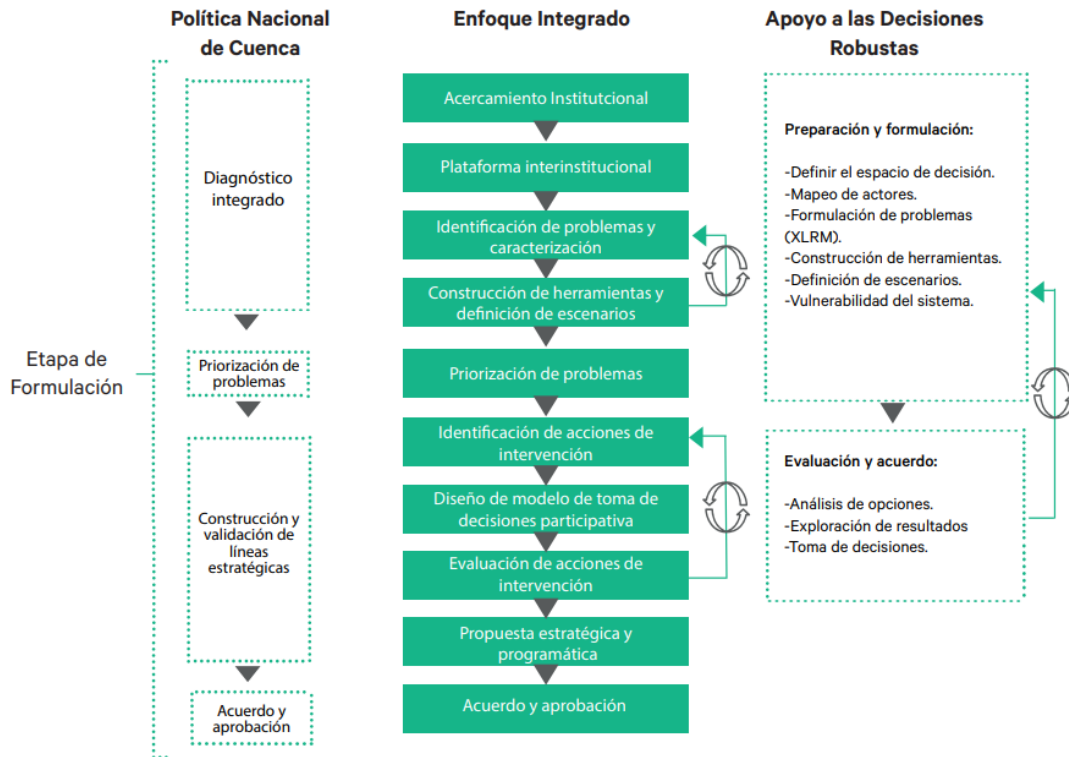


Figura 3. Esquema de pasos metodológicos aplicado para la elaboración del Plan (Fuente: Elaborado en base a Lima-Quispe et al., 2021)

Es en este sentido que el proceso metodológico descrito previamente ha sido encarado bajo un marco de formulación de la problemática considerando Incertidumbre/Estrategia/Modelo/Indicador¹⁷ (**XLRM por sus siglas en ingles**), que permiten caracterizar rangos de incertidumbre específicos (**X**) presentes en la cuenca, por ello aspectos clave como el Clima Histórico, Cambio Climático, Crecimiento Poblacional, Contaminación hídrica, son considerados para ser contrastados en el planteamiento de acciones (**L**) propuestas durante la elaboración del Plan, esto a través de herramientas analíticas (**R**) que ya sea bajo un enfoque cuantitativo y/o cualitativo permiten valorar estos efectos a través de indicadores (**M**) de cambio que en el caso del presente Plan informan el establecimiento de metas, todo esto bajo un enfoque de Apoyo a las Decisión Robustas¹⁸ (**ADR**), que permite llevar a cabo el proceso metodológico para la elaboración del Plan [ver esquema metodológico¹⁹ en la Figura 3].

3.2. Instancias de coordinación

La **PI** es una instancia para garantizar la articulación y coordinación entorno al Plan, desde las instituciones de gobierno territorial, regional y nacional, así como las entidades de soporte que coadyuvan el análisis técnico/económico/social/ambiental que se necesita para ejecutar las acciones del Plan de forma articulada en el caso de responsabilidades concurrentes y exclusivas en el caso de acciones locales, considerando la

¹⁷ Lempert, R. J. (2003). Shaping the next one hundred years: new methods for quantitative, long-term policy analysis.

¹⁸ Lempert, R. J., & Groves, D. G. (2010). Identifying and evaluating robust adaptive policy responses to climate change for water management agencies in the American west. *Technological Forecasting and Social Change*, 77(6), 960-974.

¹⁹ Lima-Quispe, N.; Coleoni, C.; Angarita, H. (2021). ADR y planificación de cuencas hidrográficas en Bolivia. SEI brief. Stockholm Environment Institute, Stockholm.

integralidad de los efectos en los recursos hídricos de la cuenca, de acuerdo al enfoque del Gestión Integral del Agua establecido en el PPRH.



Figura 4. El Plan en la cuenca y la Gestión de los Sistemas de Vida (Fuente: Elaborado en base al PPRH, VRHR, 2022)

Se remarca el escenario previo en la cuenca, el cual obedece a una gestión en base a las necesidades unidireccionales por parte de los sistemas productivos y la sociedad, que secuencialmente está degradando los recursos hídricos y las funciones ambientales de la cuenca, específicamente en temas de calidad de agua en los ríos por concepto de factores endógenos [aguas residuales de la zona urbana y rural²⁰] factibles de remediación o mitigación, y en cantidad por factores exógenos a una escala macro que impacta la zona norte de la cuenca a través de efectos de calentamiento atmosférico y variación en los patrones estacionales de la lluvia que afectan principalmente a glaciares, bofedales, y lagunas en la cuenca [el caso de la desaparición del Chacaltaya²¹ en 2009 es el evento más simbólico en la cuenca, al igual que la sequía del 2016/17 en la ciudad de La Paz²²] [ver Figura 5], las instancias generadas durante la elaboración del Plan brindan bidireccionalidad de estos sistemas hacia los hábitats y medio ambiente de la cuenca, a través del enfoque de sistemas de vida del PPRH [ver Figura 4].

²⁰ Guzman-Otazo, J., Gonzales-Siles, L., Poma, V., Bengtsson-Palme, J., Thorell, K., Flach, C. F., ... & Sjöling, Å. (2019). Diarrheal bacterial pathogens and multi-resistant enterobacteria in the Choqueyapu River in La Paz, Bolivia. *PLoS One*, 14(1), e0210735.

Medina, C., Ginn, O., Brown, J., Soria, F., Garvizu, C., Salazar, Á., ... & Herrera, J. (2021). Detection and assessment of the antibiotic resistance of Enterobacteriaceae recovered from bioaerosols in the Choqueyapu River area, La Paz–Bolivia. *Science of The Total Environment*, 760, 143340.

²¹ Ramirez, E., Francou, B., Ribstein, P., Descloitres, M., Guerin, R., Mendoza, J., ... & Jordan, E. (2001). Small glaciers disappearing in the tropical Andes: a case-study in Bolivia: Glaciar Chacaltaya (16o S). *Journal of Glaciology*, 47(157), 187-194.

²² https://elpais.com/internacional/2016/11/21/actualidad/1479750884_916120.html

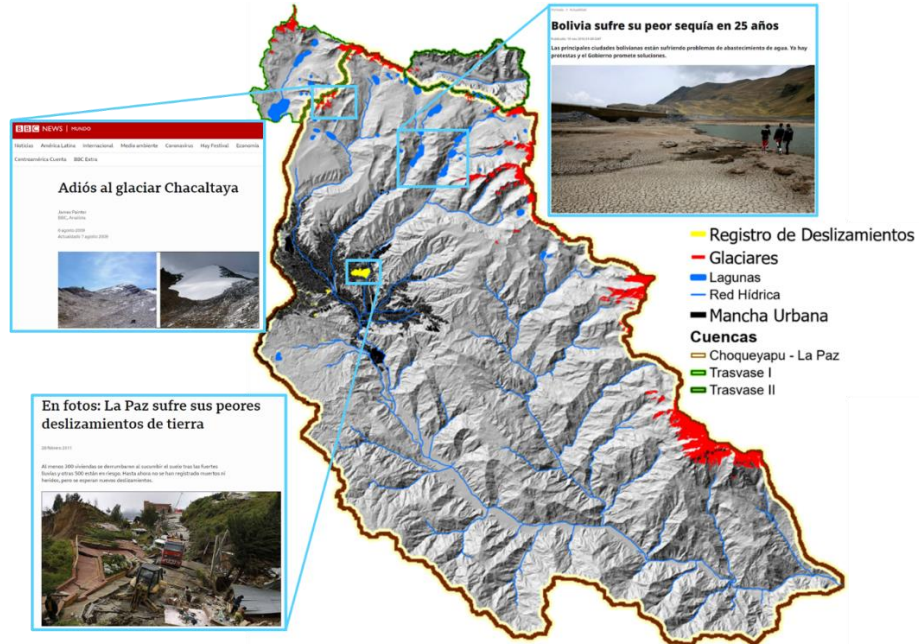


Figura 5. Eventos Históricos enfocados en sus recursos hídricos (Fuente: Elaborado en base a datos de BBC 2009²³, 2011²⁴, RT, 2016²⁵)

En base a los 7 tipos de actores descritos en la [sección 2.3](#), la **PI** ordena el involucramiento de estos a través de 3 instancias las cuales han sido conformadas durante la elaboración del Plan; **1)** Directorio Ejecutivo, **2)** Consejo Técnico, y **3)** Consejo Social, diseñados para proveer al Plan una visión desde las tres dimensiones que representan a los sistemas de vida del **PPRH**. La **PI** fue conformado en la gestión 2021 durante la elaboración del Plan y debería tener continuidad en el tiempo que permita sesiones recurrentes en la fase de implementación en una secuencia homologa a lo que sucede con los comités municipales o departamental (COMURADE, CODERADE, entre otros) de las entidades locales, pero, en el contexto de la política sectorial, que permita abordar temáticas y problemáticas como las desplegadas en la [Figura 5](#), pero desde un enfoque preventivo y planificado.

Durante la elaboración del Plan, el Directorio de la **PI** debe sesionar al menos dos veces, una para conformación y la otra para presentación y gestión de aprobación del plan, el consejo técnico ha generado en promedio 10 sesiones entre 2021 y 2022, para propósitos de réplica, aporte y elaboración del Plan según el esquema descrito en la [Figura 3](#), y finalmente el consejo social, desarrollo dos sesiones, una en la comunicación de la estructura y metas y al finalizar para la difusión del documento hacia los beneficiarios del mismo en la cuenca [el detalle del libro de las sesiones, así como los documentos formales de la PI se encuentran adjuntos en el [Anexo A](#)].

Tabla 1. Estructura de la PI de la cuenca y composición de miembros (Fuente: Elaboración propia)

Directorio [PI_D]	Consejo Técnico [PI_CT]	Consejo Social [PI_CS]
<ul style="list-style-type: none"> GADLP [gobernador presidencia] MMAyA [ministro vicepresidencia] 	<ul style="list-style-type: none"> EPSAS [Gerencia Técnica] GAD_LP [Secretaria derechos de la madre tierra] GAM_LP [SMGA, SMGIR, SMP] GAM_A [Dirección de medio ambiente] 	<ul style="list-style-type: none"> Central Agraria Tupac Katari, Bartolina Sisa, Juntas vecinales,

²³ https://www.bbc.com/mundo/ciencia_tecnologia/2009/08/090806_1453_bolivia_glaciar_lp

²⁴ https://www.bbc.com/mundo/noticias/2011/02/110227_galeria_deslizamientos_tierra_bolivia_lr

²⁵ <https://actualidad.rt.com/actualidad/223974-bolivia-sufre-peor-sequia-anos>

<ul style="list-style-type: none"> • GAM_LP [alcalde - miembro ejecutivo, secretario SMGA - secretaria actas, coordinación, información] • GAM_A [alcalde – miembro ejecutivo] • GAM_M [alcalde – miembro ejecutivo] • GAM_P [alcalde – miembro ejecutivo, jefatura de medio ambiente – secretaria vocal] 	<ul style="list-style-type: none"> • GAM_M [Unidad de Desarrollo productivo] • GAM_P [Jefatura de medio ambiente] • MMAyA [VRHR – Dirección de cuencas y recursos hídricos, VAPSB – Dirección de Agua potable y alcantarillado sanitario] • SEI [Pograma Bolivia WATCH] • ONU-Habitat [programa de política de ciudades, componente de medio ambiente y resiliencia] • UMSA [IHH, IIS] • AAPS • VIDECI • SENAMHI • SEDERI • Agua Sustentable • UCEP-MI RIEGO • UCB • EMI • UNICEF • SERNAP • FPS • SERGEOMIN 	<ul style="list-style-type: none"> Consejos Educativos, Mecapaca • FEJUVE La Paz • Comunidades Hampaturi • Juntas vecinales, Central Agraria y Comité de vigilancia Achocalla • Juntas vecinales Palca • Asociaciones de regantes, Mecapaca, Palca
---	--	--

En la [Tabla 1](#), se presenta un detalle sobre la estructura y composición de las componentes de la PI del Plan, que han constituido el mecanismo de desarrollo de este.

4. Caracterización de la cuenca

Un aspecto inicial para resaltar en la caracterización de la cuenca es su naturaleza hídrica entre zona urbana parte del área metropolitana de La Paz, y al mismo tiempo zona productiva agrícola/turística. El área urbana ocupa 149 km² [8.6% reportado en PTDI 2016/2020 del GAM_LP²⁶] y el área rural 1576 km² [91.4%] de la cuenca (ver Figura 6 para visualizar el entorno de ambos ámbitos), que constituye un área total de 1725 km².

El área rural presenta una red hidrográfica conformada por ríos y lagunas de origen glaciar en la parte alta en contraste con el origen pluvial en la parte baja y media de la cuenca. Los ríos más relevantes son el La Paz y Palca, siendo el de mayor longitud La Paz con 113 km de recorrido²⁷ [[Anexo H](#)] si consideramos su origen en la cordillera en la zona de Charquini, naciente en la cuenca Kaluyo, pasando por la ciudad con el nombre de Choqueyapu y posteriormente constituido como Rio La Paz.

En la parte de la urbana, se extiende sobre 5 unidades hidrográficas: Choqueyapu, Orkojahuiria, Irpavi, Achumani y Huayñajahuiria (inferiores a los 100 km² en superficie), con un desarrollo fuerte en pendiente y con numerosos tributarios, lo que resulta en un régimen hidrológico con rápidas crecidas y frecuentes desbordamientos²⁸, la confluencia de estas cinco unidades hidrográficas forma el área de aporte de cabecera del rio La Paz.

²⁶ El área total urbana es inferior a los 100 km², según el proceso de mapeo de uso de suelo desarrollado para el Plan, reportado en el [Anexo M](#), se debe actualizar y validar la superficie reportada.

²⁷ Estimado a partir del punto de control establecido en la confluencia del Rio La Paz y Luribay en el municipio de Palca.

²⁸ Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (IHCantabria), Álvarez Díaz, C., Rojo Gómez, J., Sampedro Carral, N., Cacho Taeño, E., García Alonso, E., ... Peres, J. A. (2021). Índice de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la ciudad de La Paz, Bolivia. Resumen ejecutivo. Caracas: CAF. Retrieved from <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1811>



Figura 6. Representación de los ámbitos urbano/rurales de la cuenca [izquierda municipio de Mecapaca zona agrícola riverenseña, derecha imagen ciudad de La Paz, Zona Sur] (Fuente: Trabajo de campo, 2022)

La cuenca alta del río La Paz es parte del sistema hídrico de la macro cuenca del río Amazonas, la mayor en extensión a nivel mundial, la cual constituye unos 6.3 millones de Km², siendo el 35% del continente sudamericano²⁹, es parte del sistema de planificación hídrica sectorial para la macro región de la Amazonia (ver Figura 7).

Existen más de 350 ríos que drenan la ciudad de La Paz, entre los más importantes se encuentran a Kaluyo el cual ingresa al área urbana tomando el nombre de Choqueyapu, el Río Chuquiaguillo conocido en la ciudad como río Orkojahuirra, el río Hampaturi que cambia de denominación a río Irpavi al ingresar a la zona urbana, el río Achumani entre otros. Todos ellos se unen al río Choqueyapu, dando un giro de 90 grados en la parte media de la cuenca [Zona de La Florida], conformando el río La Paz, el cual desemboca en el río Beni eventualmente³⁰.

La cuenca tiene su dinámica hídrica completamente vinculada a la condición y cambio del área urbana. El diagnóstico estima que el potencial hídrico de los 1725 km² de la cuenca asciende a los 4.09 m³/s media anual [entre 2000 a 2020 para condiciones de previsión de uso³¹], y que actualmente se aprovechan 0.67 m³/s [16%] para producción agrícola y 0.88 m³/s [21%] para actividades de consumo de agua potable en la zona urbana, siendo el aprovechamiento total efectivo de 38% del caudal total disponible³². En la actualidad el consumo en el área urbana adicional a la presión en cantidad presenta efectos adicionales en temas de calidad sobre el remanente del recurso disponible en la cuenca que limita su uso, por ello es crítico realizar la caracterización considerando estos dos ámbitos [Urbano/Rural], para facilitar el reporte de condiciones de forma tal, que la escala descriptiva de impactos no genere un sesgo al momento de contrastar indicadores relacionados al agua y sus funciones económicas y ambientales, esto desde el aspecto de GIRH así como de agua potable, saneamiento e higiene (ASH).

²⁹ Goulding, M., Barthem, R., & Ferreira, E. J. G. (2003). The Smithsonian atlas of the Amazon.

³⁰ Villegas V., Montaño J., 2001. Comportamiento hidráulico de canalizaciones características de la ciudad de La Paz ante cambios en el uso de suelo. Universidad Mayor de San Andrés, Instituto de hidráulica e Hidrología.

³¹ Se refiere al caudal disponible al 75% de tiempo de excedencia relacionado con proyectos de provisión de agua [sea riego o consumo poblacional, según normativa provista por el MMAyA]

³² No se consideran las pérdidas asociadas con la infraestructura que permite hacer uso de este caudal, para mayor detalle ver [Anexo H](#).

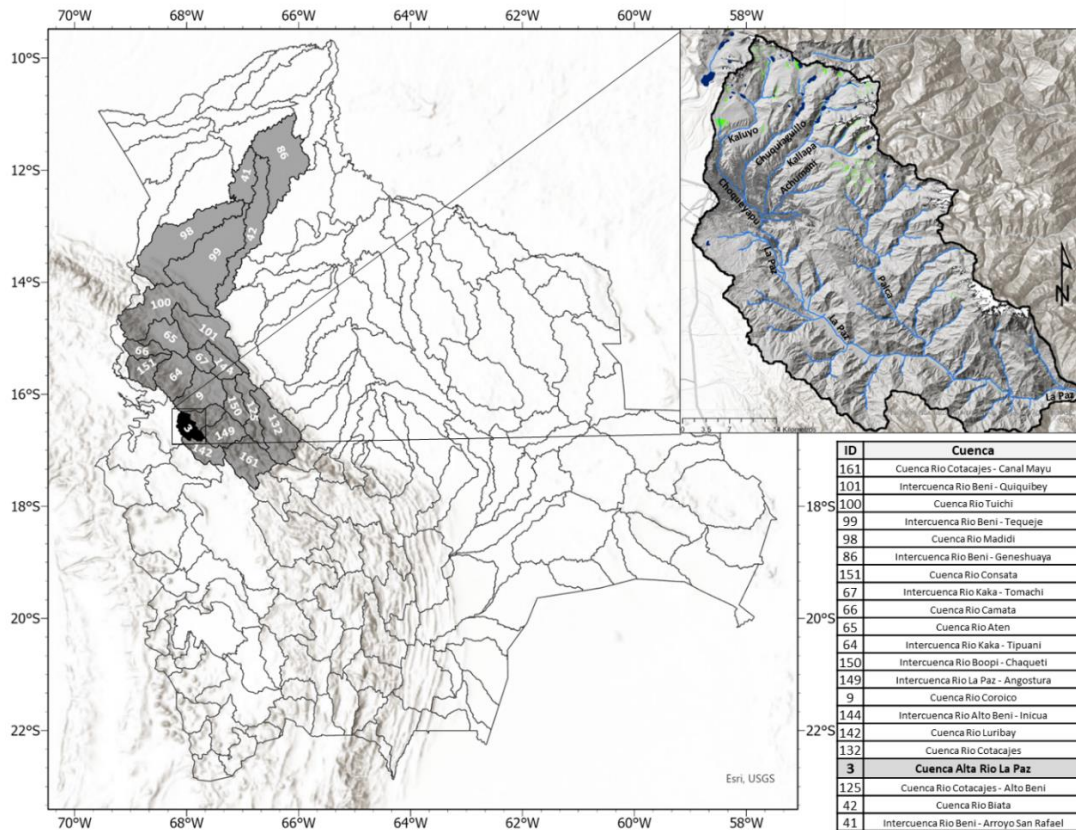


Figura 7. La cuenca en el contexto de las Unidades de Gestión Hídrica en Bolivia (Fuente: Elaborado en base al reporte de PPRH, 2022)

4.1. Ámbito Urbano

Los recursos hídricos de la cuenca en la zona urbana están altamente vinculados a procesos de abastecimiento de agua potable para su población, actividades económicas y sociales, de igual forma a aspectos protección en zonas colindantes al drenaje natural que ha sido canalizado y regulado para la habilitación de superficie urbana lo que implica alta vulnerabilidad a eventos hidrológicos extremos que predispongan colapsos sobre esta infraestructura, y un aspecto de alto impacto para toda la cuenca en si misma es la generación de aguas residuales drenadas sobre el sistema hídrico que progresivamente van acumulando las cargas contaminantes residuales con serias implicaciones cuando estas salen del área urbana. Estas dinámicas están influenciadas también por procesos de cambio de uso de suelo en la parte periférica de la ciudad, su influencia es caracterizada a través de su implicación en procesos de degradación de suelos, así como cambios en el régimen hidrológico local en específico.

Drenaje en la ciudad

La ciudad de La Paz cuenta con una configuración topográfica que pone amplios desafíos sobre el sistema de drenaje pluvial urbano. Se pasa desde la falta de capacidad en la infraestructura urbana de recolección de aguas superficiales que debe optimizarse con procesos de mantenimiento o ampliación debido al crecimiento de la cobertura del servicio. Eventos pasados como el granizo del 19 de febrero de 2002 que ocasionó un daño económico estimado en USD 70 millones y la pérdida de 70 personas, la lluvia con granizo del 21 de enero de

2003 que causo inundaciones en el Centro de la ciudad, así como la zona Sur³³, así mismo se atribuyen problemas de saturación de suelos a aspectos de drenaje pluvial deficiente en las conurbaciones colindantes a El Alto, como Cotahuma, LLojeta y otros barrios con registro histórico de deslizamiento, sin embargo estimar una relación cuantitativa con información técnica aun es un desafío debido a la ausencia de monitoreo de la humedad y movimientos geotécnicos en las zonas de alta pendiente. Actualmente el Plan de Drenaje Pluvial de la zona urbana considera procesos de avance y desarrollo de la infraestructura de drenaje para umbrales de evaluación de 100 años de periodo de retorno, sin embargo, hay aspectos en los cambios y la influencia de anomalías climáticas sobre la región que pudiese demandar ser más rigurosos en estos criterios [incrementar los años en el periodo de retorno] (ver [Anexo D](#) de análisis climático).

Los procesos de puesta de servicios básicos son un claro desafío para la capacidad de drenaje urbano, en el caso del Choqueyapu, 14.6 km de su recorrido se encuentra canalizado/embovedado, 7.2 km en el caso de Orkojahaira, y 7 km en el caso de Irpavi, esto para un área catastral actual que se encuentra con cobertura de servicio de infraestructura de saneamiento en el orden de 80% lo que implica para la planificación en el mediano y largo plazo el considerar el remanente como área objetivo bajo la previsión de reducción en los riesgos de falla de infraestructura del sistema urbano hasta en un 80% en relación con las condiciones reportadas a finales 2010³³. Un aspecto altamente relevante en la ciudad es la falta de separación en los sistemas de drenaje pluvial y de aguas servidas en el punto de colectores que como se mencionó, es la red de ríos de la zona urbana, por ello la mención sobre el nivel de cobertura de este último, considerando que en comparación con el sistema de agua potable, este siempre se encuentra rezagado [en el caso del área remanente sin servicio en el caso de agua potable es de 17% del área según datos recopilados de EPSAS y el INE], en la Figura 8, se presenta un estado del área de servicio tanto para agua potable como sistema de aguas residuales domiciliarias administrada por EPSAS en comparación con el área catastral actual de la mancha urbana en términos de densidad población.

³³ PCA Consultores, GAMLP, IDB, 2007. Revisión y actualización del plan maestro de drenaje para el área urbana de La Paz.

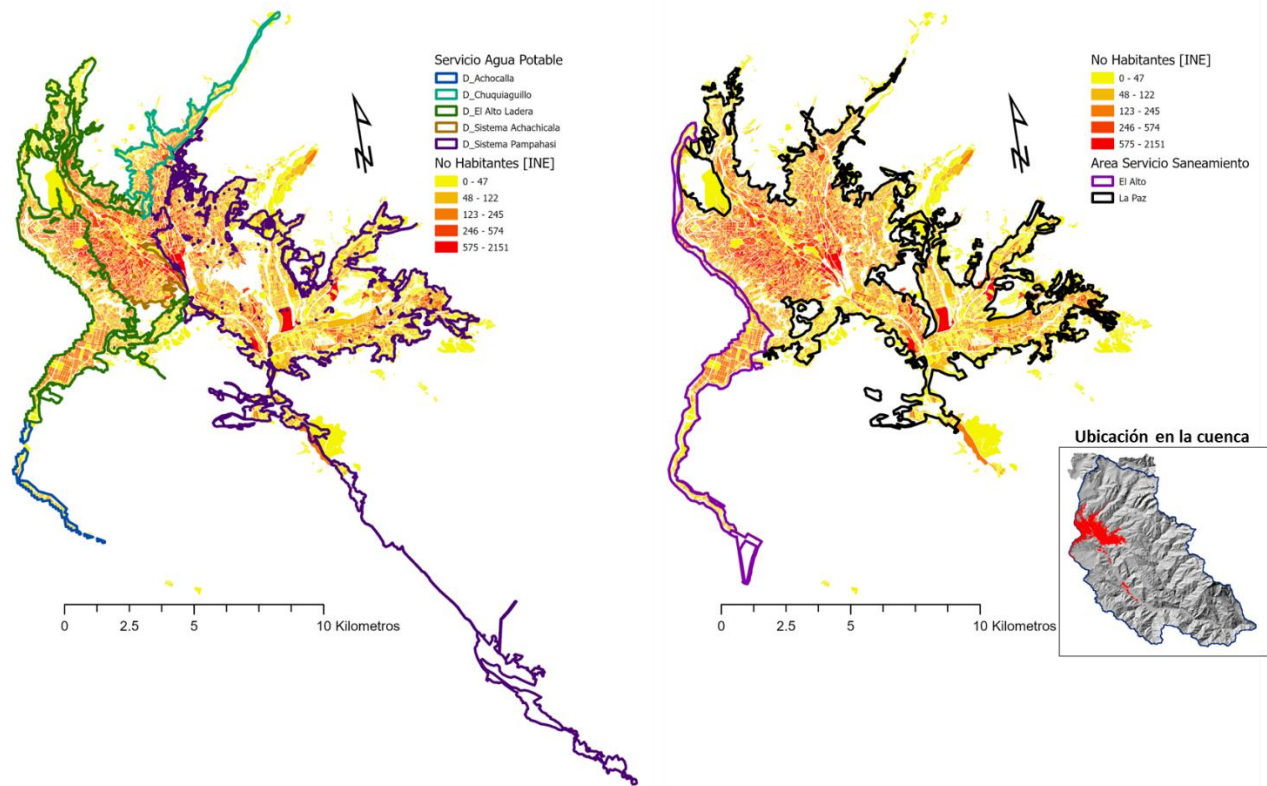


Figura 8. Área de servicio en agua potable y saneamiento en contraposición con el área catastral al 2020 de la mancha urbana (Fuente: EPSAS e INE, 2020 y 2012 respectivamente)

Otro aspecto relevante para el drenaje pluvial urbano en la cuenca pasa por el monitoreo actual y la certeza en la estimación de los volúmenes de agua que atraviesan el sistema de ríos canalizados. Este punto es altamente crítico para realizar una planificación eficiente y precisa en términos de progresiones y ampliaciones en la infraestructura actual. SMGIR del GAM_LP cuenta con una red instalada desde el año 2009, esto vinculado al Plan de Drenaje Pluvial de la ciudad que se consolidó durante esos años, gracias a las gestiones del GAM_LP con apoyo del BID. Si bien la red es reciente en términos de registros, los datos que acumula son altamente importantes para el manejo operativo de SMGIR en relación con el control de los ríos antes, durante su paso por la ciudad, pero también para la cuenca baja en el municipio de Mecapaca. A pesar del carácter estratégico la red aun cuenta con varios desafíos para consolidar sus datos para que estos puedan ser usados en caracterizaciones hidráulicas [ver Anexo H, en las secciones de tratamiento de series de nivel y caudales], razón por la que el análisis hidráulico e hidrológico de la cuenca depende enteramente de la red hidrológica nacional administrada por SENAMHI. A diferencia de red municipal del SMGIR, la red nacional cuenta con registros de datos más extensos temporalmente y también cuentan con información de aforos con anexos de perfiles transversales respectivos en cada una de las estaciones³⁴, aunque con las mismas limitantes en la representatividad de los aforos en temas de caudales respectivos a eventos húmedos o tormentas en la época lluviosa. Un resumen de los registros de caudal, así como la ubicación de las estaciones de la red de SENAMHI son presentados en la Figura 9.

³⁴ Alejo A., Carol E., 2017. Análisis de la información hidrométrica y régimen hidrológico en la cuenca andina del río Beni. Universidad Mayor de San Andrés, Instituto de hidráulica e Hidrología, ORSTOM – IRD.

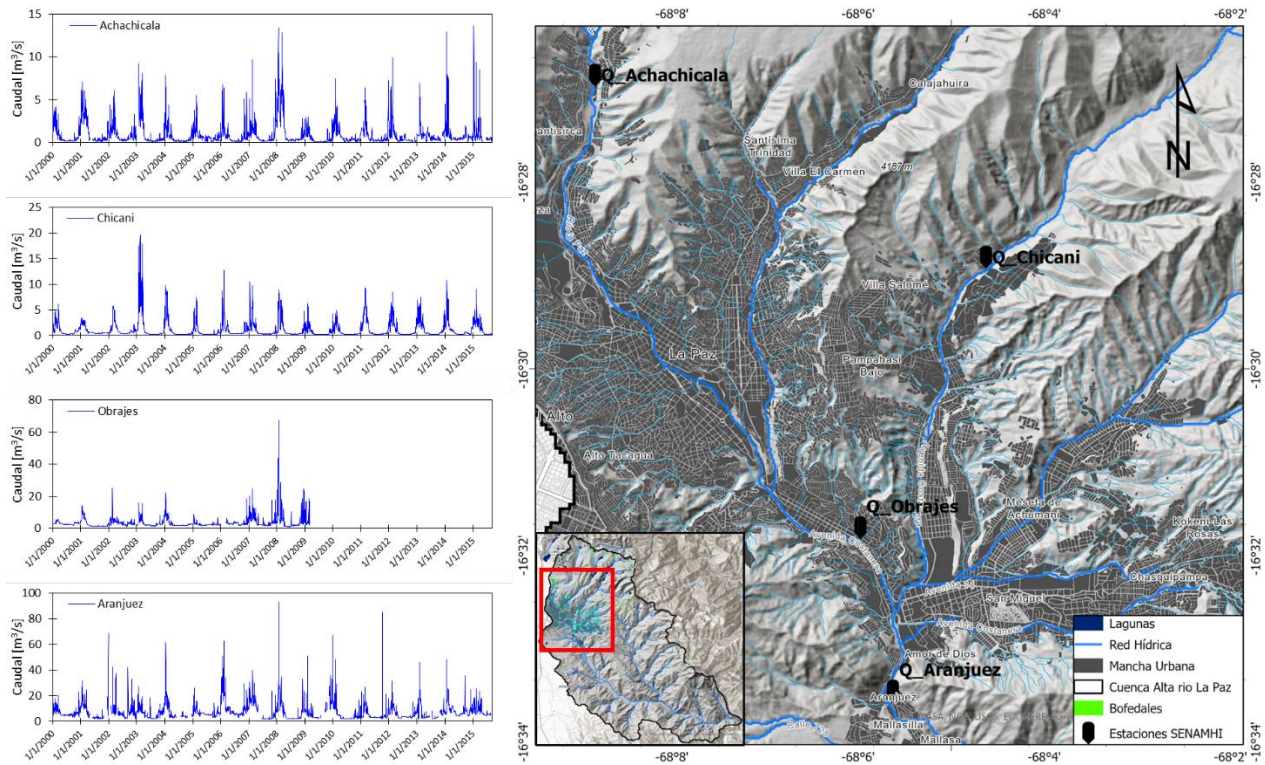


Figura 9. Registros de caudal diario en estaciones de SENAMHI (Fuente: Elaborado en base a datos del estudio de ihh de 2017, 2020)

Se identifica que los registros presentan un comportamiento diferente en las dos últimas décadas, una primera con características y patrones de años húmedos entre los años 2000 a 2008, y que, a partir de 2009, se tiene una cierta disminución en el valor de la media anual en condición de años secos [el caso más crítico en el año hidrológico 2016/17]. Las estaciones han sido utilizadas para calibrar simulaciones de representación hidrológica mensual de los diferentes ríos en la zona urbana, la [Tabla 2](#) presenta el reporte de los indicadores estadísticos de este análisis, que debe ser considerado con indicadores de los sesgos en los reportes relacionados con volúmenes y caudales utilizados en la caracterización no solo de la zona urbana sino de la cuenca en sí misma.

Tabla 2. Reporte de calibración hidrológica [2000 - 2008] para la cuenca (Fuente: Anexo H del reporte)

Estadística	Achachicala	Chicani	Obrajes	Aranjuez
Qmed sim [m3/s]	1.06	0.87	4.38	5.91
Qmed obs [m3/s]	1	1.15	4.34	7.53
Qmin sim [m3/s]	0.25	0.03	2.36	2.5
Qmin obs [m3/s]	0.11	0.15	2.24	1.64
Qmax sim [m3/s]	4.64	4.47	9.45	19.11
Qmax obs [m3/s]	6.82	6.4	10.83	26.56
BIAS	5.2%	-24.0%	0.8%	-19.0%
NSE	0.76	0.73	0.63	0.61
MAE	0.36	0.41	0.79	2.3
RMSE	0.57	0.72	1.3	3.6

La ciudad de La Paz presenta una vulnerabilidad registrada de afectaciones por temas de falencias en la capacidad del drenaje urbano localizadas a lo largo del río Choqueyapu, pasada la zona central en las zonas de Obrajes y Calacoto donde los ríos Irpavi y Achumani confluyen³⁵ [ver Figura 10, en localizada donde el gradiente de color pasa de verde (12 m³/s) a azul (19 m³/s)]³⁶.

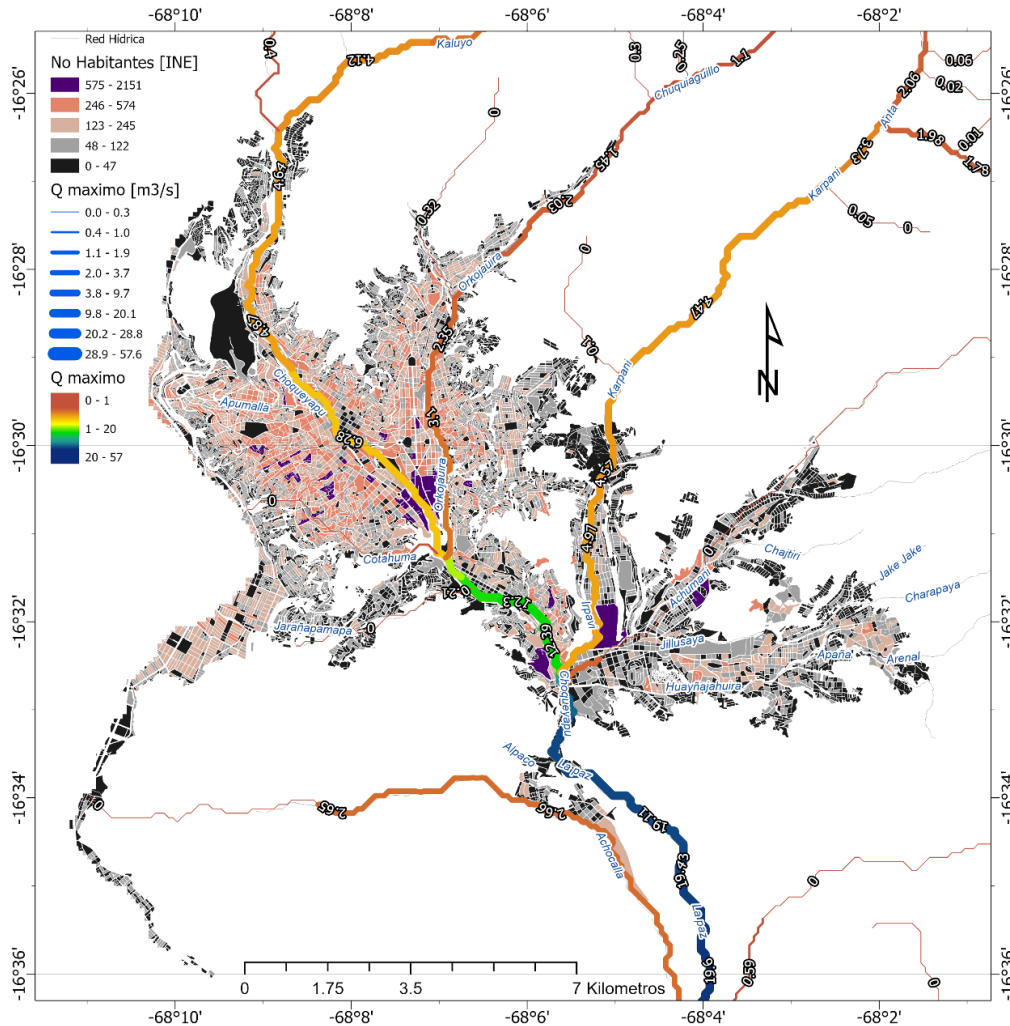


Figura 10. Caudal máximo mensual simulado en Línea Base para la red de drenaje urbana [2000 - 2020] (Fuente: elaborado en base a datos estimados descritos en el Anexo H del Plan)

El análisis hidrológico permite estimar el grado respuesta en cada uno de los cauces que pasan por la zona urbana, identificándose que en el caso del río Orkojahuire e Irpavi existe una atenuación de la respuesta en tormenta que en media mensual implica una reducción de 27% y 18% del caudal respectivamente que llegaría en la confluencia con Choqueyapu³⁷ si las cuencas altas de estos ríos no contasen con represas de almacenamiento, Choqueyapu cuenta desde 2018 con tres represas las cuales pueden ayudar a amortiguar

³⁵ Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (IHCantabria), Álvarez Díaz, C., Rojo Gómez, J., Sampedro Carral, N., Cacho Taeño, E., García Alonso, E., ... Peres, J. A. (2021). Índice de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la ciudad de La Paz, Bolivia. Resumen ejecutivo. Caracas: CAF. Retrieved from <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1811>

³⁶ Los caudales corresponden al registro de simulación hidrológica mensual [2000 - 2020], por lo tanto, no son aplicables a caudales relacionados con tormentas de diseño.

³⁷ Ver Anexo H en la sección de perspectivas del comportamiento hidrológico de cuenca en línea base.

caudales en tormenta. A pesar de ello, los tres corredores en los ríos Choqueyapu, Irpavi, Achumani y Huañajahuira son particularmente sensibles en materia de inundaciones por desbordamiento del drenaje, lo que implica un 28% de la población censada de la ciudad localizadas en zonas colindantes se encuentran en riesgo alto a muy alto [217 000 habitantes, (IHCantabria, 2021)] (ver [Figura 10](#)).

Según reporte de la Autoridad de fiscalización y control social de agua potable y saneamiento básico (AAPS), se ha establecido que 7 macro distritos cuentan predominantemente con manantiales en la ciudad de La Paz, estos han sido contabilizados en 127 puntos, los cuales fluyen hacia el sistema de drenaje urbano que a la vez descarga estas aguas sin diferenciación hacia los ríos Choqueyapu y Orkojahuiria, el detalle del reporte es presentado en la siguiente Tabla 3.

Tabla 3. Reporte de manantiales en la zona urbana de la cuenca (Fuente: Elaborado en base a datos de AAPS, 2017)

UHO	Macro distrito	Vertientes
Choqueyapu Alto	Centro	6
	Max paredes	5
Cotahuma	Cotahuma	23
Huanajahuira-Apacoma	Mallasa	2
	Sur	46
Orkojahuiria Bajo	San Antonio	29
	Periférica	16
Total		127

Realizando una cuantificación de las aportaciones provenientes de la cuenca con el efecto de regulación de los embalses, los glaciares en la zona alta de la cuenca, las pérdidas de agua de la red de distribución de agua potable de la ciudad de La Paz se cuantifico un remanente de caudal no procedente de estas fuentes lo que es atribuido al caudal de los Manantiales en la zona urbana. Se ha podido estimar que el caudal totalizado de los 127 manantiales descritos en la Tabla 3, es de 1.2 m³/s acumulado hasta la zona de Obrajes, punto en el cual se realizó el balance considerando los registro hidrométricos de SENAMHI [ver [anexo H](#) para más detalle del balance].

Agua potable, Saneamiento e Higiene

El análisis del estado actual de los servicios de Agua, Saneamiento e Higiene (ASH) en la Cuenca Alta del río La Paz, se realizó mediante la recopilación de información sobre infraestructura existente, acceso y cobertura de los servicios ASH a través de encuestas realizadas a autoridades comunales en 56 comunidades de la zona periurbana y rural de la cuenca. Estas comunidades fueron seleccionadas como una muestra del total de comunidades rurales en la cuenca, a partir de una categorización de estas tomando en cuenta distintas características de servicios de agua y saneamiento y tamaño poblacional, en base a datos el último Censo de Población y Vivienda 2012. En caso del Municipio de La Paz, se encuestó sólo a una comunidad que facilitó el permiso para la encuesta. Las preguntas en la encuesta sobre los servicios de ASH fueron realizadas siguiendo la guía de preguntas básicas para encuestas de hogar desarrolladas por el Programa Conjunto de Monitoreo (JMP por sus siglas en inglés) del Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) y la Organización Mundial de la Salud (OMS)³⁸. Los resultados de estas encuestas fueron posteriormente analizados de manera

³⁸ Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) y Organización Mundial de la Salud, 2018. *Preguntas principales sobre agua, saneamiento e higiene para uso en encuestas de hogares: actualización de 2018*. Nueva York. Disponible en: [JMP 2018 Core Questions for Household Surveys | JMP \(washdata.org\)](#)

cuantitativa dentro de la herramienta WASH-FLOWS³⁹ para poder determinar los niveles de servicio en cada comunidad (más información sobre la encuesta y herramienta en Anexo K)

Los mapas presentados en esta sección fueron realizados con información proveniente del modelo WASH-FLOWS y representan una visualización espacial del nivel de servicio de Agua, Saneamiento e Higiene de cada comunidad. El nivel de servicio se determinó siguiendo la metodología de “escaleras de servicio” creada por el Programa de Monitoreo Conjunto (JMP por sus siglas en inglés) desarrollado por UNICEF y OMS, donde se establece tres escaleras para determinar el nivel de servicio a nivel hogar: una para agua potable, una para saneamiento y una para higiene.

AGUA POTABLE		SANEAMIENTO		HIGIENE	
NIVEL DE SERVICIO	DEFINICIÓN	NIVEL DE SERVICIO	DEFINICIÓN	NIVEL DE SERVICIO	DEFINICIÓN
GESTIONADO DE MANERA SEGURA	Agua para consumo proveniente de una fuente de agua mejorada ubicada en la vivienda o lote, disponible cuando se necesita y libre de contaminación fecal y por químicos prioritarios	GESTIONADO DE MANERA SEGURA	Uso de una instalación mejorada que no se comparte con otros hogares y donde los excrementos se eliminan de manera segura in situ o se transportan y se tratan en instalación externa	BÁSICO	Disponibilidad de una instalación de lavado de manos en la vivienda con jabón y agua
BÁSICO	Agua para consumo proveniente de una fuente mejorada en la medida de que el tiempo de ida, espera y vuelta para conseguir agua no sea mayor a 30 minutos	BÁSICO	Uso de instalaciones mejoradas que no se compartan con otros hogares	LIMITADO	Disponibilidad de una instalación de lavado de manos en la vivienda sin jabón y agua
LIMITADO	Agua para consumo proveniente de una fuente mejorada con un tiempo de ida, espera y vuelta para conseguir agua mayor a 30 minutos	LIMITADO	Uso de instalaciones mejoradas compartidas entre dos o más hogares	SIN INSTALACIÓN	No existe instalación de lavado de manos en la vivienda
NO MEJORADO	Agua para consumo de un pozo excavado no protegido o de un manantial no protegido	NO MEJORADO	Uso de letrinas de fosa simple sin losa o plataforma, letrinas colgantes o letrinas de cubo	<i>Nota: Las instalaciones de lavado de manos pueden ser fijas o móviles, e incluir un lavabo, cubos con grifo incorporado, soluciones de bajo costo (como las llamadas tippy-taps) y jarras diseñadas para el lavado de manos. El jabón incluye una barra de jabón, jabón líquido, detergente en polvo, y agua jabonosa, pero no incluye ceniza, tierra, arena y otros agentes de lavado de manos.</i>	
AGUA DE SUPERFICIE	Agua para consumo procedente de ríos, represas, lagos, estanques, arroyos, canales o canales de riego	DEFECACIÓN AL AIRE LIBRE	Depósito de las heces humanas en campos abiertos, bosques, arbustos, cuerpos de agua abiertos, playas u otros espacios abiertos, o junto a desechos sólidos		
<i>Nota: Las fuentes mejoradas incluyen: agua por tubería, pozos de sondeo o pozos entubados, pozos perforados protegidos, manantiales protegidos, agua de lluvia, y agua envasada o distribuida.</i>		<i>Nota: Las instalaciones mejoradas incluyen: inodoros de sifón/sifón de bajo consumo de arrastre conectados a redes de alcantarillado, fosas sépticas o letrinas de fosa, letrinas mejoradas ventiladas, letrinas de compostaje o letrinas de fosa simple con losa.</i>			

Figura 11. Escalera del JMP para los servicios de agua potable, saneamiento e higiene. Fuente: <https://washdata.org/>

Para el caso de agua y saneamiento la escalera cuenta con cinco categorías de nivel de servicio, estos son: gestionados de manera segura, básico, limitado, no mejorado y agua de superficie (en el caso de agua potable) o defecación al aire libre, en el caso de saneamiento. En cuanto a higiene, la escalera cuenta con tres niveles de servicio: básico, limitado, y no mejorado. Cada nivel de servicio se categoriza en función al cumplimiento de indicadores respecto a accesibilidad, disponibilidad y calidad. Su definición se puede observar en la Figura 11.

Respecto al nivel de servicio de agua, saneamiento e higiene en la parte **peri-urbana** de la cuenca, solamente 9 comunidades fueron clasificadas como “peri-urbanas” (Aranjuez, Avircato, El Palomar, Huancarani, Huay Huasi, Jupapina, Las Carreras, Mecapaca y Yupampa Valencia), estas comunidades se catalogaron como peri-urbanas debido a su localización dentro del área de cobertura de EPSAS.

En cuanto a infraestructura y fuentes de suministro de agua de 9 comunidades, la mitad utiliza manantiales y vertientes como fuentes principales de agua, el 37% de la población cuenta con acometidas domésticas y/o piletas públicas y el resto obtiene agua directamente de ríos principales y secundarios para abastecer sus necesidades, de acuerdo con la información brindada por las autoridades comunales. Aunque la mayoría de las comunidades cuentan con suficiente agua superficial para su abastecimiento, se desconoce la calidad del recurso y, por ende, no se puede garantizar que esta agua sea apta para consumo humano. Esto deriva en un panorama general donde se estima que el 51% de la población cuenta con servicios de agua clasificados como no mejorados, el 37% cuenta con servicios básicos y el 11% aún recurre a prácticas de recolecta de agua superficial.

³⁹ <https://www.sei.org/publications/wash-flows-watershed-management/>

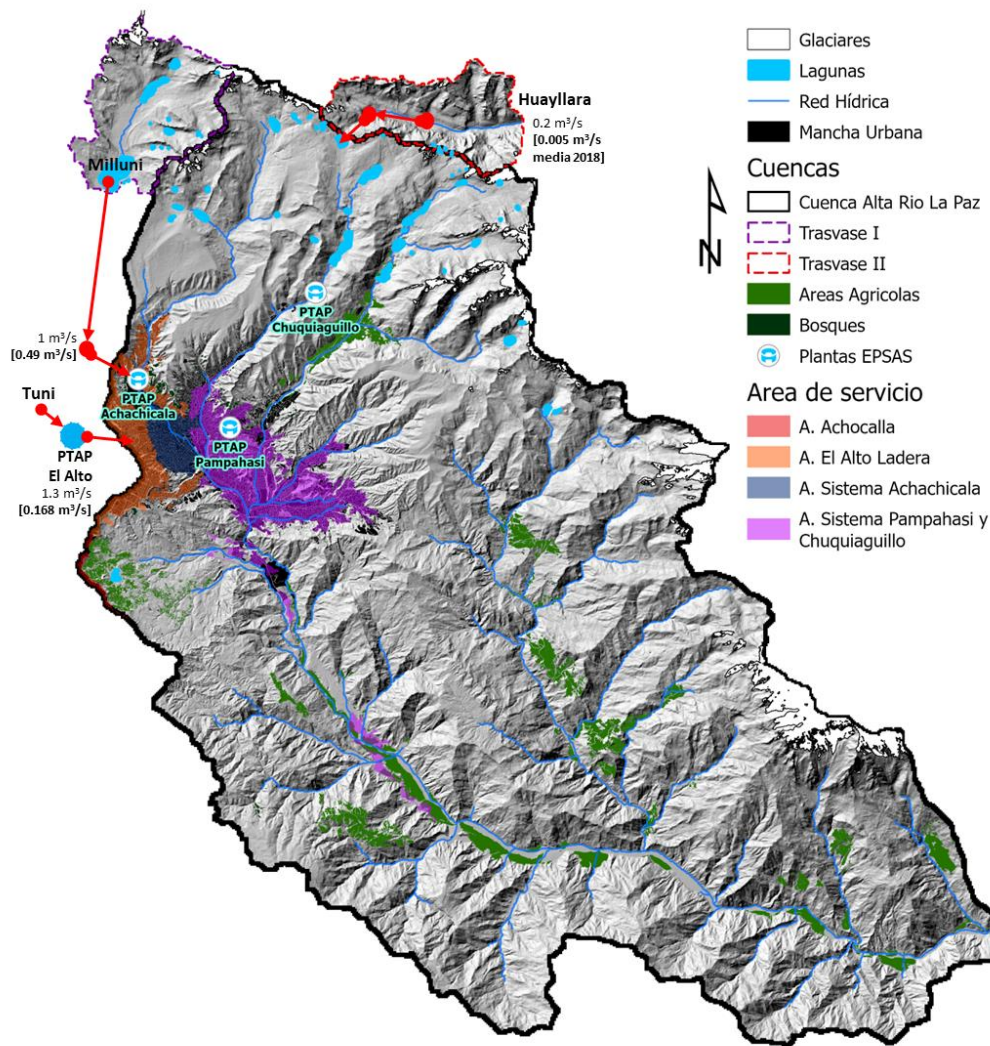


Figura 12. Esquema de trasvases para áreas de servicio en la ciudad de La Paz (Fuente: Elaborado en base a datos de EPSAS y el Plan de Gestión de Sequía La Paz – El Alto, 2018)

En el caso de la zona **urbana** dentro del área de servicio de EPSAS, en base al nivel de demanda y necesidad de recursos, históricamente la ciudad ha hecho uso de un trasvase desde la zona altiplánica de Milluni, a través de un bypass proveniente de la conducción de aguas desde la represa Milluni para alimentación de la PTAP Achachicala el promedio de caudal ingresado para el periodo de evaluación es de 0.49 [m³/s], de igual forma las redes de distribución de la zona noroeste de la ciudad [Area El Alto Ladera], hace uso de aguas de la PTAP El Alto, alimentada de aguas de la represa Tuni, también localizada en la zona altiplánica, la media de ingreso en este caso es de 0.168 [m³/s] (ver Figura 12).

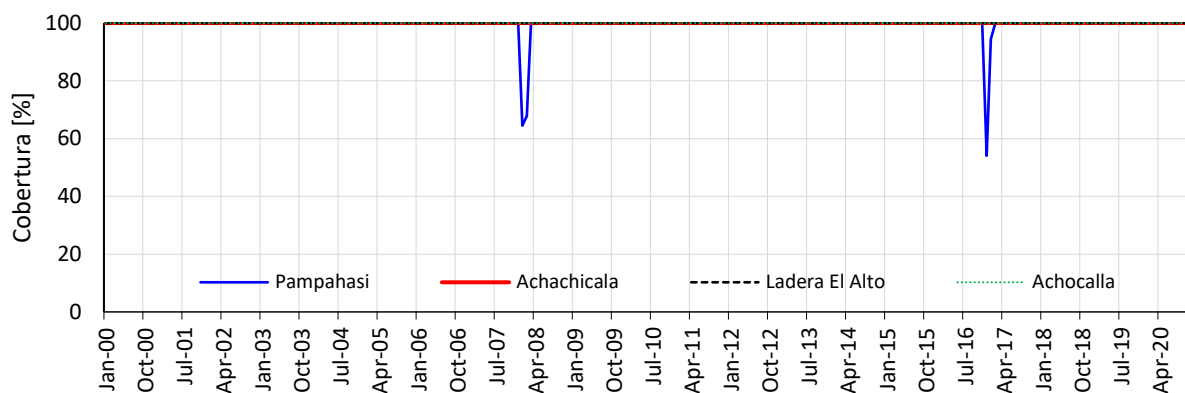


Figura 13. Cobertura simulada en la línea base (Fuente: Elaboración propia bajo simulación en base a datos de EPSAS, 2020)

En términos de cobertura, la simulación operativa [línea base] en el [anexo H](#) ha permitido representar dos casos de caída en la cobertura total del área de servicio, una en 2008 entre enero y febrero originado por los 19 días de corte de servicio en el sistema Pampahasi por temas de mantenimiento en la tubería de conducción a la planta⁴⁰ [causa operativa], y la caída en cobertura de noviembre, diciembre 2016 por temas operativos debido a déficit de volumen en Incachaca y Hampaturi⁴¹. Mas allá de las caídas en cobertura descritas previamente, el abastecimiento de agua potable en la zona urbana de la cuenca es del 100% [no hay racionamiento y el agua es abastecida por red de tubería], con un volumen anual de suministro equivalente a 27.41 Hm³, las pérdidas en todo el proceso alcanzan los 11.65 Hm³, sumando 39 Hm³ de volumen producido en plantas de tratamiento de agua potable, esto equivale al aprovechamiento hídrico explotado para abastecimiento de agua potable a la ciudad de La Paz.

En cuanto a los servicios de higiene, la mayor parte de la población en las 9 comunidades cuenta con agua, jabón y una instalación para realizar prácticas de higiene personal como el lavado de manos, solamente en 2 comunidades se reportó falta de infraestructura en algunos hogares para poder realizar esta actividad (El indicador ODS 6.2.1b mide la proporción de la población que dispone de instalaciones para el lavado de manos con agua y jabón en el hogar⁴². La Figura 14 muestra los niveles de servicio de agua e higiene por comunidad.

En cuanto a saneamiento en las comunidades peri-urbanas de la cuenca, se estima que el 63% de la población cuenta con cobertura de servicios de saneamiento básico. Según información recabada, la mayoría de los hogares cuentan con algún tipo de inodoro en el hogar (inodoros con descarga a pozo ciego, inodoros con descarga al alcantarillado o inodoros con descarga a tanques sépticos). Sin embargo, el 37% de la población restante practica aún defecación al aire libre, dando como consecuencia servicios de saneamiento limitados y no mejorados. En general, las comunidades a pesar de contar o no con instalaciones de saneamiento no cuentan con un manejo integral de los lodos fecales, además los hogares suelen descargar las aguas grises hacia los patios o jardines y, en algunas ocasiones, a los ríos cercanos sin ningún tipo de tratamiento previo.

⁴⁰ Hardy, Sébastien (2009). "Ruptura del abastecimiento de agua potable. Sistema Hampaturi-Pampahasi, La Paz, enero-febrero de 2008". Bulletin de l'Institut français d'études andines, 3(38), pp. 545-560.

⁴¹ Perales Miranda, V. H. (2018). La crisis del agua en La Paz: cambios y racionamiento del agua. Temas sociales, (43), 97-124.

⁴² [Indicador | Datos del ODS 6 \(sdg6data.org\)](#)

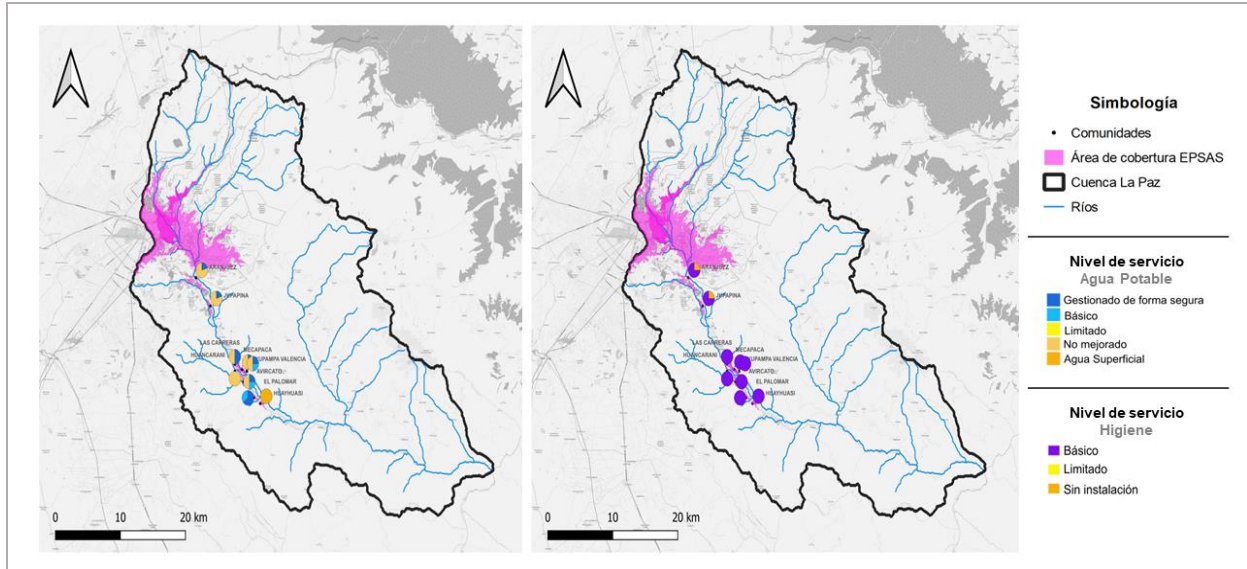


Figura 14. Nivel de servicio de Agua potable (izquierda) e Higiene (derecha) en las comunidades periurbanas de la cuenca Alta del Río La Paz. Elaboración propia

La Figura 15 muestra en detalle la distribución de nivel de servicio de saneamiento por comunidad

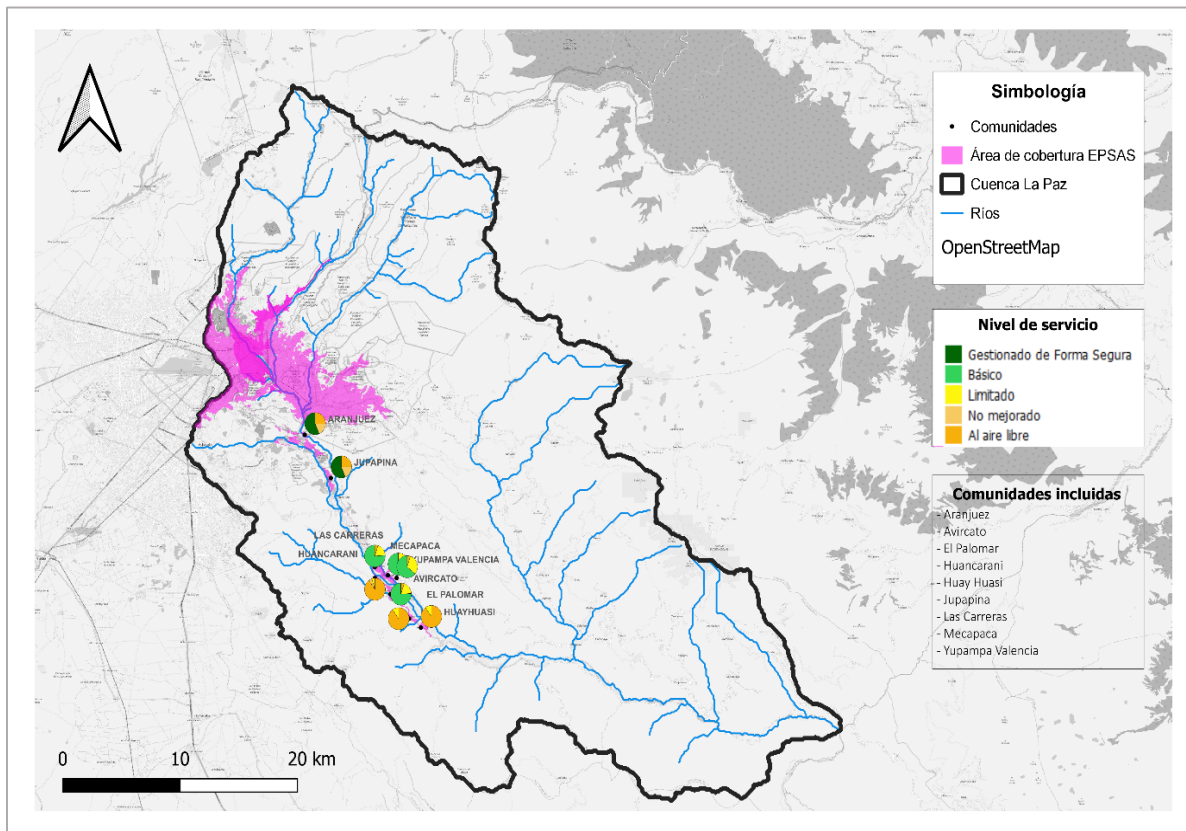


Figura 15. Nivel de servicio de Saneamiento en las comunidades periurbanas de la cuenca Alta del Río La Paz. Elaboración propia

Clima en la ciudad

El monitoreo tanto climático de la cuenca es fundamental para determinar de forma precisa el estado de sus recursos hídricos, por ello, en el presente análisis recopiló información de las redes de monitoreo locales, así como las nacionales que están presentes en la cuenca y que cuentan con la información suficiente para alimentar la valoración y diagnóstico de las diferentes variables monitoreadas, así como también de las redes que proveen estos datos. Ambos puntos son vitales para establecer las características tanto del Clima/Hidrología, así como de las fortalezas y oportunidades que se deben explotar para mejorar de las redes que proveen los datos.

El Clima en la cuenca está afectado por diversos factores a escala regional, esto debido a la ubicación de esta. La cuenca se encuentra en la transición entre la Amazonia y el Altiplano con la divisoria de zonas marcada por la cordillera oriental en La Paz.

De acuerdo con estudios en la zona altiplánica, esta se encuentra influenciada por la circulación monzónica sobre el continente (SAMS o monzón sudamericano)⁴³. El monzón sobre el país tiene un componente denominado Alta de Bolivia que genera flujos en la atmosfera que cuando son desplazados en dirección norte, llevan aire seco y estable el cual se asocia con las épocas de estiaje en general en toda la región pero con mayor énfasis en el altiplano y la transición con la Amazonia [el caso de la cuenca], mientras que los desplazamiento inversos hacia el sur provenientes del noreste del continente, transportan aire húmedo y por ende favorecen la convección sobre la cuencas en la zona de cordillera y altiplano⁴⁴.

La presente sección hace un análisis climático para la Cuenca Alta del río La Paz como insumo primordial para la valoración hidrológica, hidro climática de la cuenca, considerando los aspectos, oportunidades y desafíos previamente mencionados, esto ha sido llevado adelante a través del apoyo y trabajo asociado del Instituto de Hidráulica e Hidrología (ihh) de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) y del equipo técnico del Stockholm Environment Institute (SEI), a través del programa Bolivia WATCH, durante la gestión 2021-2022, con el apoyo y facilitación de información por parte del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), la Secretaria Municipal de Gestión Integral de Riesgos (SMGIR) del GAM_LP, así como de la Empresa Publica Social de Agua Potable y Saneamiento Básico de La Paz (EPSAS).

⁴³ Espinoza, JC; Garreaud, R; Poveda, G; Arias, PA; Molina-Carpio, J; Masiokas, M; Viale, M; Scaff, L. 2020. Hydroclimate of the Andes Part I: Main Climatic Features. *Frontiers in Earth Science* 8(March):1–20. DOI: <https://doi.org/10.3389/feart.2020.00064>

⁴⁴ SENMAHI-Peru, MMAyA-Bolivia. ESCENARIOS CLIMÁTICOS EN EL SISTEMA HÍDRICO DEL LAGO TITICACA, RÍO DESAGUADERO, LAGO POOPÓ Y SALAR DE COIPASA, Proyecto Gestión Integral del Sistema Hídrico TDPS, 2021.
https://girh-tdps.com/biblioteca/Informe_Escenarios_climaticos_Sistema_TDPS_SENAMHI_MMAyA_PNUD.pdf

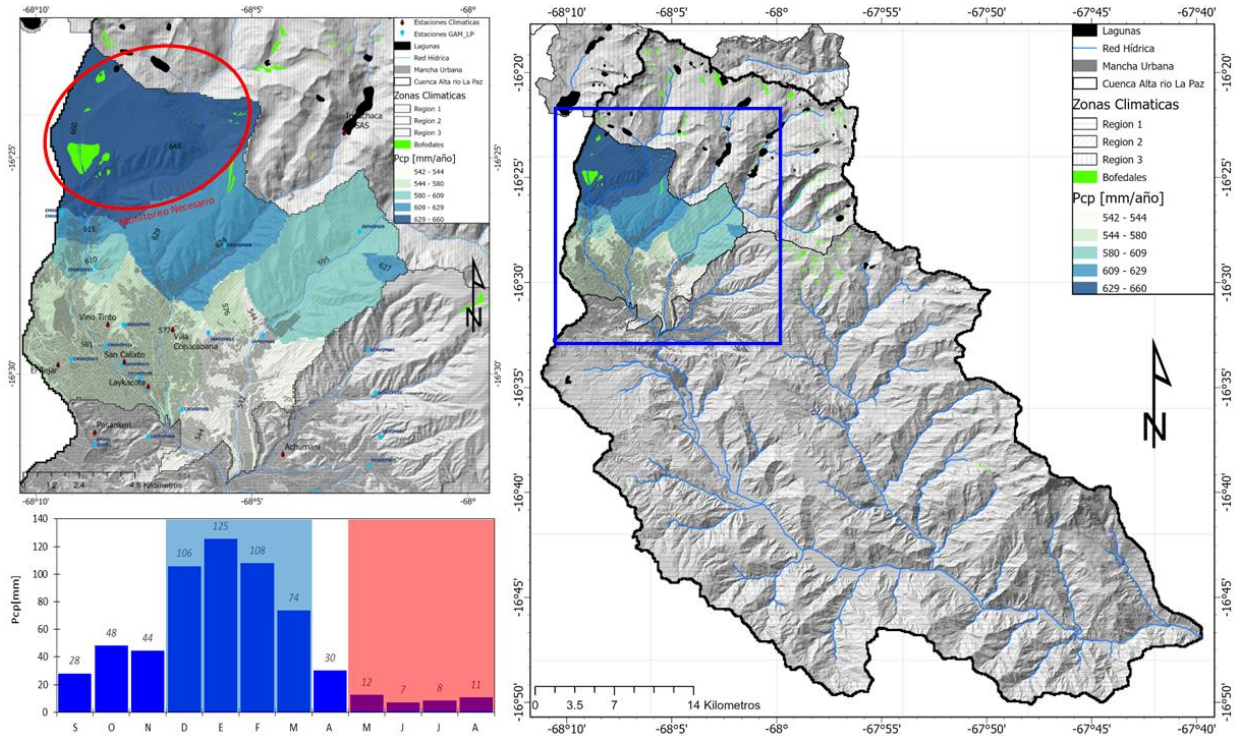


Figura 16. Monitoreo climático y patrones anuales de precipitación y evapotranspiración de referencia en la cuenca (Fuente: Elaborado en base a datos de SENAMHI, SMGIR, EPSAS)

La distribución de precipitación [Pcp] anual acumulada mostradas en la Figura 16, ha sido generada con los registros de las estaciones mostradas en la parte izquierda de la figura, las cuales fueron depuradas para eliminación de datos erróneos, sujetas a test de consistencia y homogeneidad estadística, así como un proceso de rellenado de datos en el periodo 2000/01 – 2019/20 lo cual es descrito en forma explícita en el Anexo D del presente Plan.

La distribución de los patrones climáticos permitió definir regiones homogéneas en comportamiento pluviométrica, las cuales son mostradas en la Figura 16, estas regiones han sido obtenidas de un análisis estadístico de la similitud de las series de precipitación y permiten establecer el grado de influencia que tiene la red de estaciones a nivel espacial [ver Anexo D], lo que para nuestro análisis implica definir densidades de instrumentación factibles de ser comparadas con requerimientos mínimos de monitoreo, los cuales ayudan a identificar acciones para el fortalecimiento y el apropiado posicionamiento de estaciones, ya sea nuevas en zonas que sean estratégicas para cubrir sesgos detectados en la red actual que deben ser ajustados en el corto o mediano plazo acorde a los tiempos de implementación del Plan.

Una región climática específica puede ser asociada a la zona urbana [zona pluviométrica 2, reportada en el Anexo D] de la cuenca. A nivel mensual, el mes con mayor precipitación es **enero** con 125 [mm], mientras que el mes con menos lluvia es **junio** con 7 [mm]. A nivel espacial la cuenca del río Choqueyapu en la zona norte colindante con la urbanización autopista en la zona urbana es la que presenta mayor intensidad anual mientras que la zona con menos precipitación corresponde a la parte baja del río Irpavi ya en la zona urbana (ver Figura 16). En esta región existen 5 estaciones de la red nacional [SENAMHI], 12 estaciones operadas por SMGIR de GAM_LP, en una superficie de 162 km². Esto implica que esta región cuenta con 1 estación cada 9.5 km², acorde a las Organización Meteorológica Mundial [OMM], la densidad para este tipo de zonas debe garantizar 1

estación por cada 50 km² mínimamente⁴⁵, lo que implica que no requiere de mayor cantidad de estaciones, sin embargo, se puede identificar que la zona norte en la cuenca Choqueyapu no cuenta con estación de monitoreo meteorológico y que la misma esta precisamente el área con mayor precipitación según el análisis climático presente, lo que implica que puede clasificarse como una necesidad.

Hidrología

El proceso de caracterización hidrológica requiere de establecer unidades hidrológicas que ayuden en la estimación del balance hidrológico, la esquematización del uso del agua en la cuenca, así como el establecimiento de las zonas hidrológicas relevantes [Alta, Media y Baja].

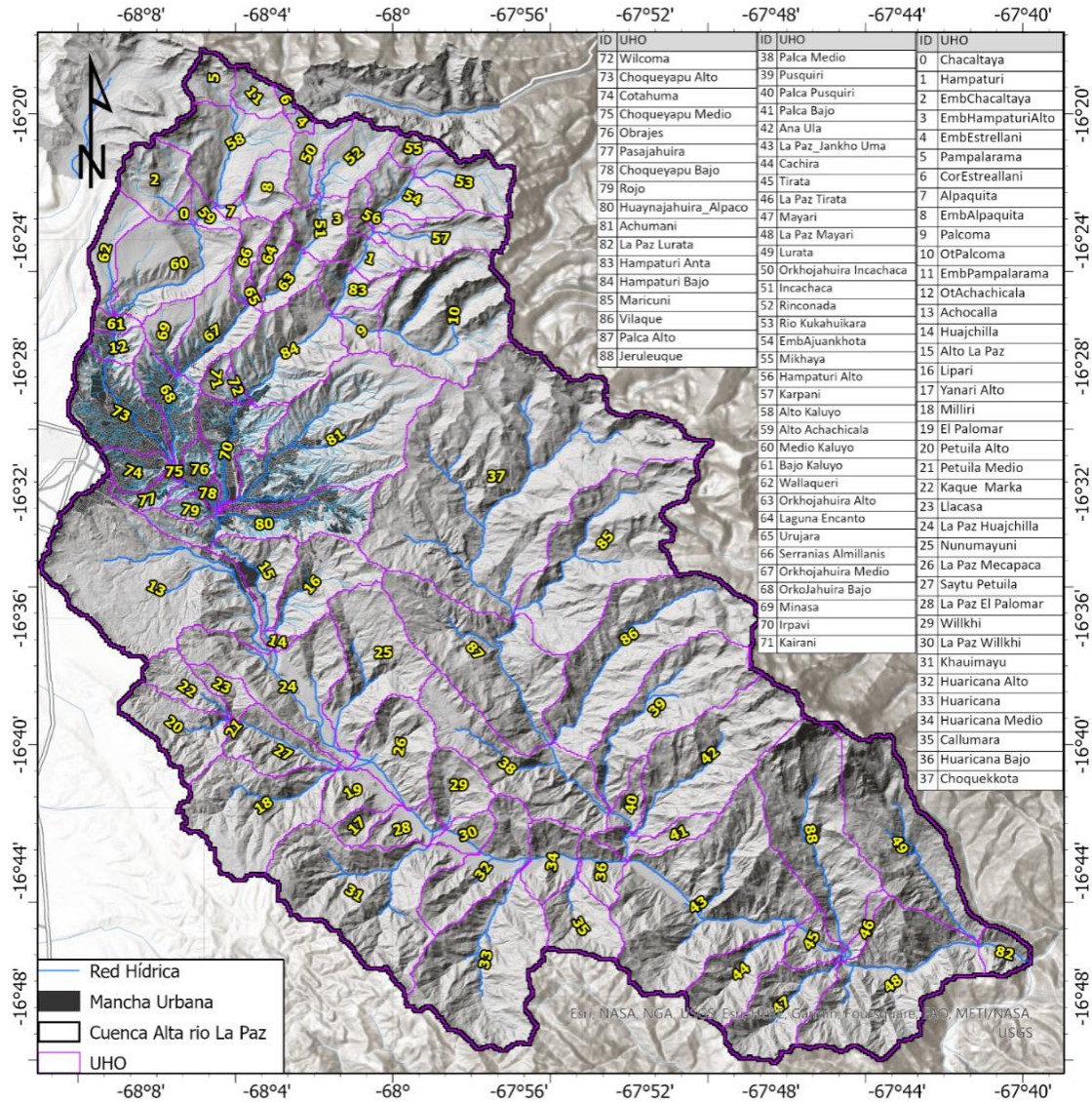


Figura 17. Unidades Hidrográficas Operativa [UHO] para la cuenca (Fuente: Elaborado en base a información de MMayA y municipios de la cuenca)

⁴⁵ Gandin, L. S. (1970). The planning of meteorological station networks (No. 04; QC875. 5, G3.). Secretariat of the World Meteorological Organization.

Esto se ha realizado a través de la esquematización mediante los siguientes criterios: 1) Metodología Pfafstetter, para el nivel 8 provisto por el MMAyA, 2) Ubicación de infraestructura de regulación hídrica como lagunas y embalses en operación y proyectados, 3) delimitación hidrológica municipal para aspectos de planificación.

Hay que considerar que la caracterización hidrológica y de reporte en general de la cuenca, para aspectos del presente Plan, requiere de unidades espaciales, en ese sentido se usan las Unidades Hidrográficas Operativas [UHO] de la Figura 17, las cuales han sido definidas en base a los criterios previamente descritos.

El proceso de impermeabilización que genera la mancha urbana es claramente un factor de alteración del comportamiento natural de la cuenca en términos de respuesta hidrológica, predispone a una escorrentía completamente dominada por una respuesta casi inmediata hacia la precipitación y acumulación progresiva de la aportación generada en la unidad hidrográfica respectiva, y presenta características únicas en consideración de esta como superficie y al mismo tiempo como cobertura del suelo. El proceso de caracterización hidrológica del complejo suelo/cobertura para la zona urbana ha sido desarrollado bajo una recopilación de recomendaciones establecidas en el reporte de manejo de cuenca del distrito de Santa Clara en California/Estados Unidos⁴⁶ desarrollado por SEI en 2017, considerando estos efectos urbanos de impermeabilización, mayor detalle sobre estos aspectos es descritos en el Anexo H.

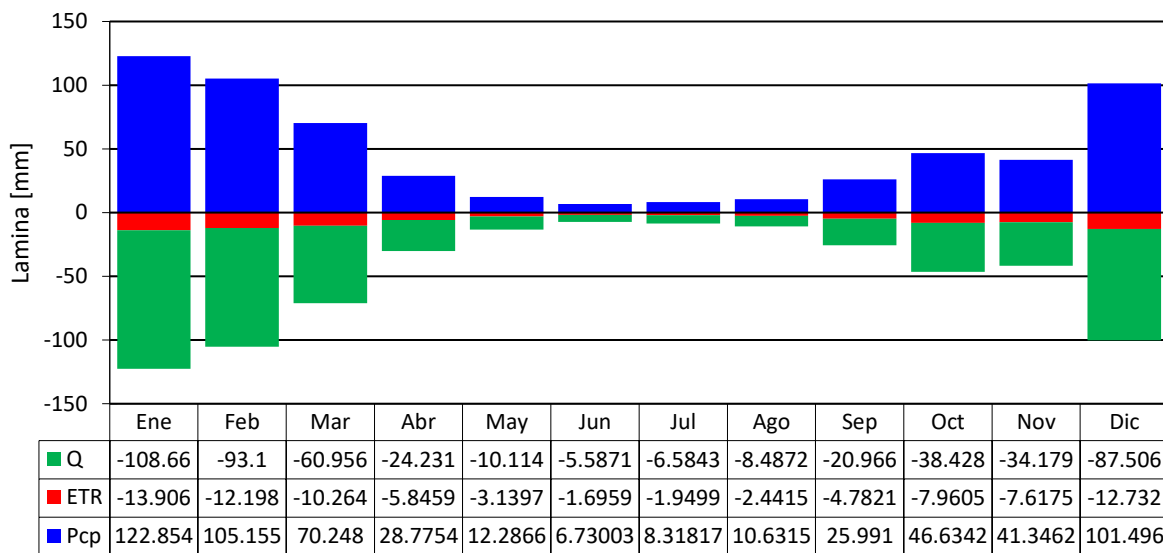


Figura 18. Balance hidrológico [2000-2020] mensual de la cuenca (Fuente: Elaboración propia)

A nivel anual la región urbana de la cuenca cuenta con una precipitación de 580 [mm], la evapotranspiración real ha sido cuantificada en 85 [mm], y la escorrentía de 499 [mm], lo que implica un coeficiente de escorrentía de 0.86. A nivel estacional la época húmeda [DJFMA] cuenta con el 74% de la precipitación, 64% de la evapotranspiración, y 75% de la escorrentía anual, la época seca [MJJA] cuenta con 6% de la precipitación, 11% de la evapotranspiración y 6% de la escorrentía, finalmente la época de transición entre la época seca y húmeda [SON] cuenta con el 20% de la precipitación, 24% de la evapotranspiración, 19% de la escorrentía. En términos mensuales, la Figura 18, muestra que enero es el mes con mayor incidencia de precipitación y escurrimiento, mientras que el mes con menor proporción es junio.

⁴⁶ District, C. C. W. (2005). Urban Water Management Plan. Population, 1(6).

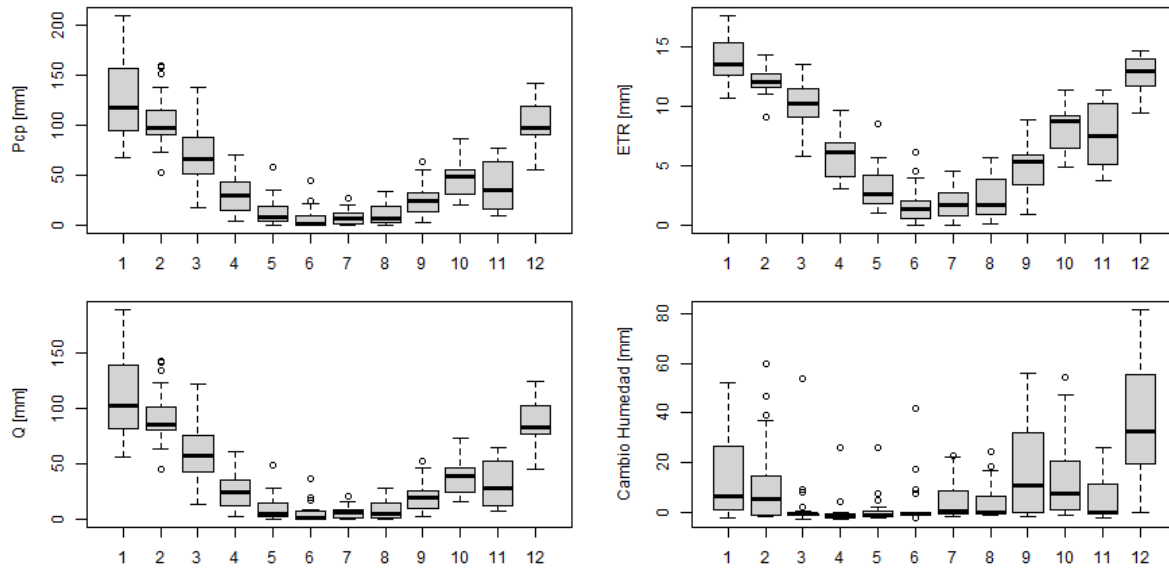


Figura 19. Rangos de variación mensual en las variables hidrológicas en la zona urbana (Fuente: Elaboración propia)

La Figura 19 reporta la variabilidad mensual de los componentes del balance hidrológico presente en el área urbana de la cuenca, la característica más relevante es y propia de zonas predominantemente impermeable es la falta de la capacidad de retención de humedad, como se puede ver en la variación de humedad en el suelo simulada para el balance, solo procesos de ganancia y pérdida prácticamente nulo debido a que esta ganancia de humedad es directa e inmediatamente drenada como interflujo de la zona subsuperficial del complejo urbano.

Calidad del agua

La problemática de la calidad del agua en la cuenca es conocida por los diversos actores y se han iniciado algunas actividades para lograr mejorar la condición actual de los ríos. En la actualidad se están construyendo colectores de alcantarillado y se espera tener en el año 2050 el 100% de cobertura en el servicio de alcantarillado⁴⁷. Así mismo, se ha avanzado en el diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la ciudad de la Paz, a nivel de EDTP el cual está en proceso de revisión y ajuste final al momento de la redacción del presente Plan. El análisis de las mediciones de calidad de agua realizadas, son descritas para una comparación con las clases de agua que significan los posibles conflictos por uso, el modelo implementado en el río Choqueyapu y los resultados de la simulación de escenarios que involucran la etapa de construcción del alcantarillado y la etapa de implementación y tratamiento de la PTAR La Paz.

La evaluación del estado actual de la calidad de agua de los ríos ubicados en la cuenca alta del río La Paz se realiza a partir de la información de monitoreos de calidad de agua realizados desde el año 2013 hasta 2019, por el GAM_LP y GMMA. La información se consolidó en una base de datos de Excel. Los ríos donde se están realizando monitoreos son: río Choqueyapu, río Irpavi, río Achumani, río Orkojahuira, río Huayñajahuira, río Alpacoma, río Achocalla y río Zongo. La cantidad de parámetros monitoreados varía de forma anual, donde en 2013 se midieron 10 parámetros: pH, Conductividad (uS/cm), DQO (mg/L), TDS (mg/L), Sólidos Sedimentables (mg/L), Turbidez (NTU), Color (uPt Co), Temperatura (°C), SST (mg/L). Desde el año 2017 se incluyeron los siguientes parámetros: DBO5 (mg/l), Sólidos Suspendidos (mg/l), Sólidos Totales (mg/l), Cobre (mg/l), Cromo

⁴⁷ SWECO Internacional, 2021. Informe Fase 6 Rediseño PTAR La Paz en Valle de las Flores -1ra Versión Revisada

(mg/l), Plomo (mg/l), Cadmio (mg/l). La medición de Coliformes Totales y Fecales se registra desde el año 2019 y solo en algunos tramos, razón por la cual no será usada para el desarrollo de perfiles ni mapa de clasificación de ríos.

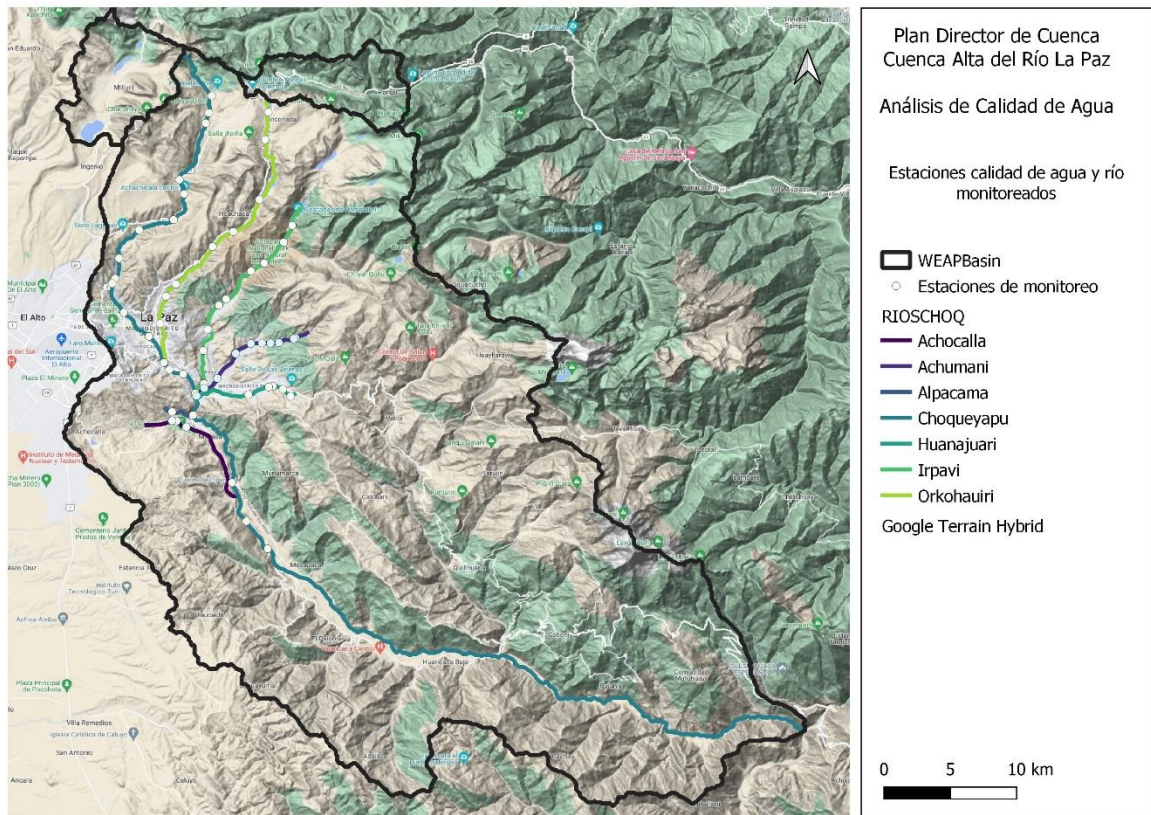


Figura 20. Estaciones de monitoreo de calidad de agua y ríos monitoreados (Fuente: Elaborado en base a datos del informe de clasificación de agua del río Choqueyapu, GAM_LP, MMAyA 2020)

Los ríos donde se están realizando monitoreos de calidad de agua y la ubicación de las estaciones de calidad de agua utilizadas en este análisis se presentan en la Figura 20.

Para realizar el análisis de la calidad del agua y evaluar efectos de los procesos de tratamiento dimensionados para la PTAR La Paz, se ha trabajado con un modelo conservativo basado en balance de masa⁴⁸ que este acoplado con a la simulación de balance oferta/demanda utilizada para generar los reportes de cantidad de agua descritos en las secciones relacionadas con balance hídrico, mayor detalle técnico de los procesos es provisto en el Anexo J del Plan.

⁴⁸ Santos Santos, T. F., & Camacho, L. A. (2022). An Integrated Water Quality Model to Support Multiscale Decisions in a Highly Altered Catchment. *Water*, 14(3), 374.

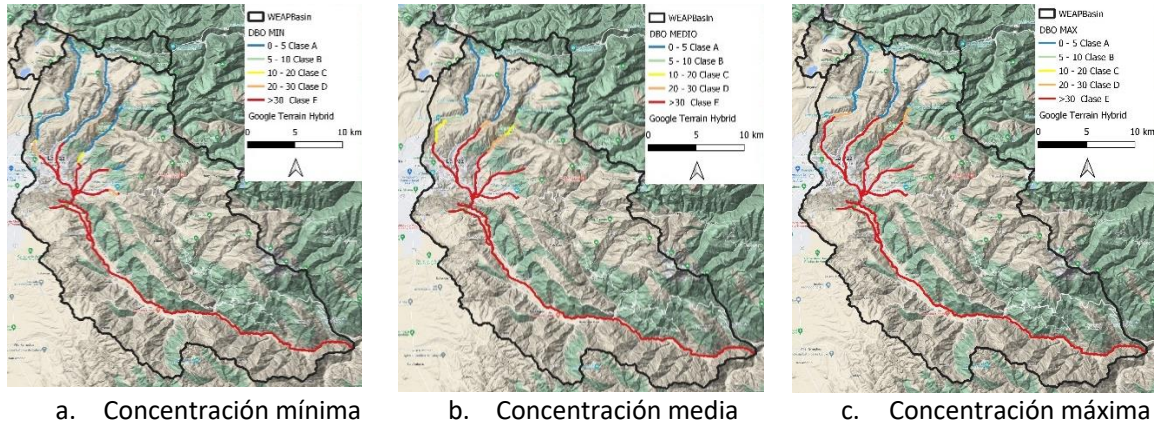
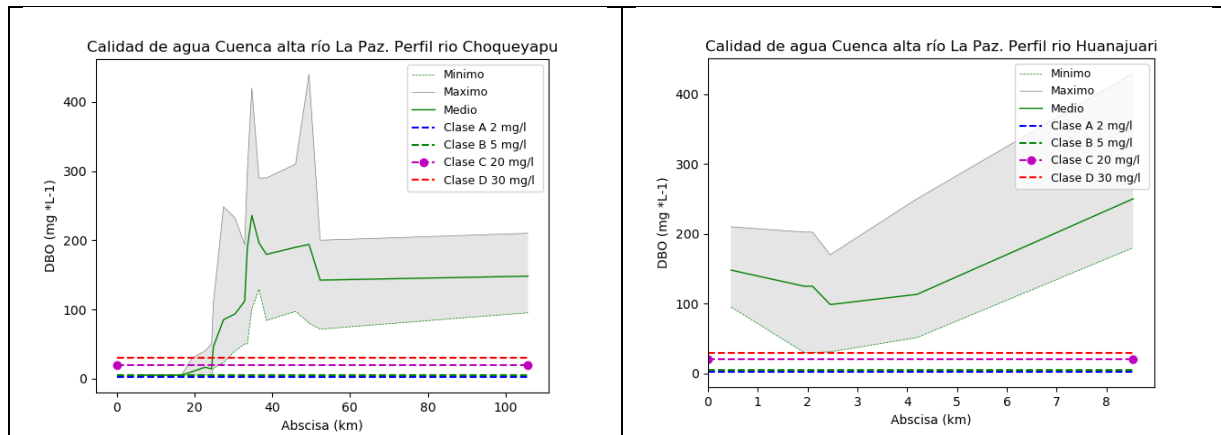


Figura 21. Mapa Concentraciones DBO mínimo, medio y máximos.

En la Figura 21 se observa el mapa de concentración de DBO, clasificado de acuerdo con la norma Boliviana (Gobierno de Bolivia, 1992). En las partes altas de los ríos puede observarse variaciones de la clasificación mientras que en la ciudad de La Paz y hacia aguas abajo, las concentraciones mínimas siempre superan los límites admisibles para clase D inclusive. En el Anexo J del Plan se presentan los mapas de concentración media de los determinantes DBO, DQO, Color, Turbiedad, Plomo, Cobre. Otros mapas disponibles son Cobre, Cadmio y Coliformes Fecales y Totales.

En la Figura 22 se presentan los perfiles de calidad de agua de DBO, para cada uno de los ríos donde se están realizando mediciones de calidad de agua en la cuenca del río Choqueyapu. Nótese que, en todos los ríos medidos, que pasan por la ciudad de La Paz, las concentraciones de DBO superan los límites admisibles para todas las clases definidas en la norma Boliviana.



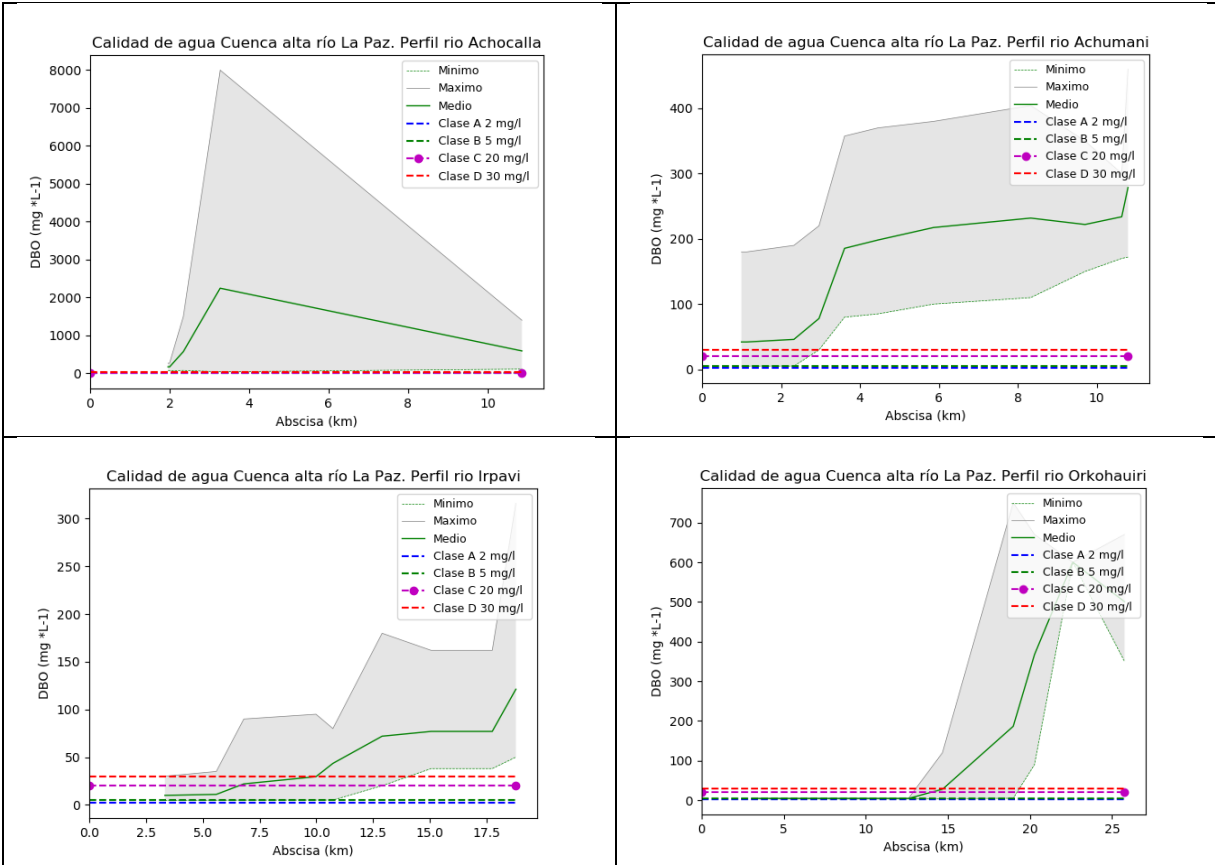


Figura 22. Perfiles para río Concentraciones de DBO, concentraciones límites por clase

El río Choqueyapu es el cuerpo de agua principal a ser modelado, debido a que sobre él confluyen los ríos secundarios y en él se verán los efectos de la construcción de la PTAR. De acuerdo con las concentraciones observadas de DBO, DQO y SST en los ríos Incachaca-Orkojahura, Irpavi, Achumani, Lipari, cada uno está recibiendo vertimientos del sistema como se muestra en la Figura 23.

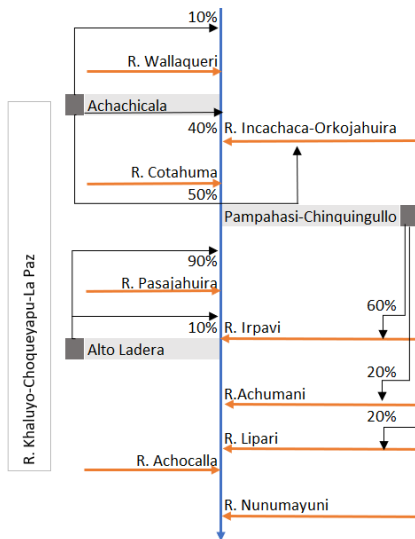


Figura 23. Esquema de la topología del sistema y porcentaje de los caudales de retorno (Fuente: Elaboración propia)

El modelo se calibra únicamente sobre el río principal (Kaluyo – Choqueyapu - La Paz) debido a que sobre este río se observarán los impactos de la construcción de la PTAR La Paz y los colectores principales. No se cuenta con información suficientemente detallada en los ríos secundarios sobre los puntos de vertimiento y diseño de redes de alcantarillado y colectores que permita incluir en el modelo esos sistemas detallados. Por esta razón, sobre estos ríos se obtiene el impacto de la construcción de los sistemas de colectores en la afluencia al río Choqueyapu, pero no un detalle del impacto local de estos cambios en las estructuras de conducción. Luego de múltiples simulaciones siguiendo el balance de masas del sistema, se obtiene el porcentaje de caudal vertido de cada sistema de suministro en los puntos identificados a partir de las mediciones de concentración de DBO y DQO consolidadas en la base de datos del proyecto. Estos porcentajes se presentaron en la Figura 23.

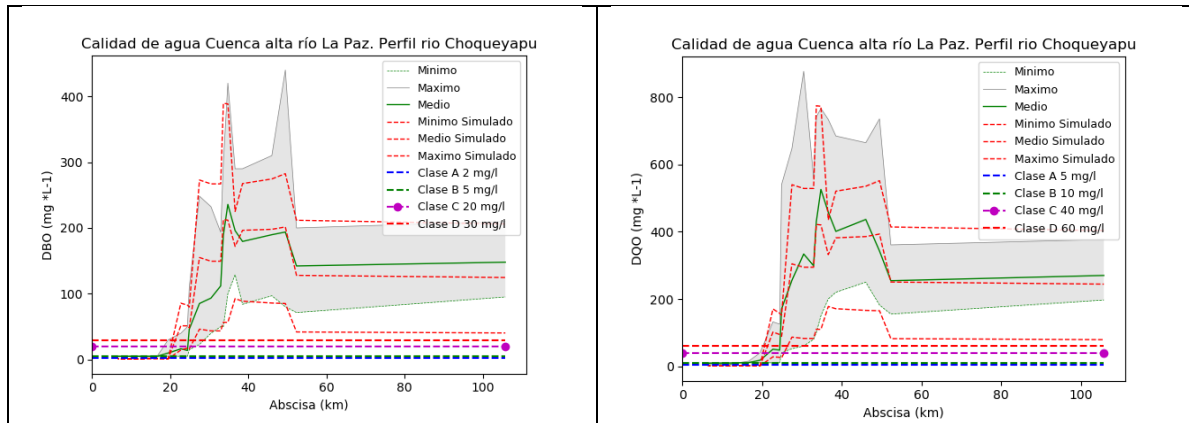


Figura 24. Calibración del modelo de calidad de agua. DBO y DQO (Fuente: Elaboración propia)

Gráficamente (Figura 24) se puede observar la calibración del modelo para los parámetros DBO y DQO con los porcentajes de vertimiento en cada punto de retorno de los sistemas de abastecimiento presentados en la Figura 23. Tanto DBO como DQO indican la concentración de materia orgánica del río, el primero debido a fuentes domésticas y el segundo por otras fuentes como industrias. Las simulaciones de calidad se realizan mensualmente del año 2024 al 2044, y las condiciones mínimas, medias y máximas de calidad de agua de toda la serie son usadas para obtener el rango de posibles valores obtenidas por el modelo (incertidumbre).

4.2. Ámbito Rural

El ámbito rural de la cuenca como se mencionó al inicio de esta sección constituye el 91.4% de la cuenca. El área rural constituye la cuenca alta en el municipio de La Paz, los tres niveles (alta, media y baja) en el caso de los municipios de Mecapaca, Palca y Achocalla. En ese sentido la siguiente descripción y caracterización se hará a nivel de la cuenca en sí misma, considerando al área urbana como un componente que interactúa con el medio hídrico circundante y lo modifica de forma abrupta como se describió previamente.

Ecosistemas vulnerables

La cuenca cuenta con una variedad de ecosistemas vitales para el comportamiento hídrico de los ríos, lagunas y lagos presentes en su territorio. Considerando a la cuenca como un sistema de vida en sí mismo, y dada la marcada variación de hábitats en las regiones circundantes a la misma se puede decir que cuenta con cadenas de simbiosis y dependencia entre sus hábitats en un nivel bastante alto. De entre todos lo que se refiere a los bofedales, lagunas y glaciares son los más relevantes al momento de hablar de recursos hídricos, por ello esta sección se hace una breve descripción de estos.

Bofedales

Los bofedales son un tipo particular de humedales, propios de la región altiplánica y altoandina⁴⁹, las cuales cumplen importantes funciones ecosistémicas, económicas, culturales y paisajísticas. Si bien gran parte de las microcuencas que conforman las áreas de estudio dependen de estos ecosistemas para la disponibilidad del recurso hídrico, los estudios existentes sobre estos son muy limitados. Adicionalmente, su alta dependencia al agua los hace vulnerables a variaciones en el ciclo hídrico, especialmente si se considera una disminución en la precipitación y el derretimiento de glaciares, en el caso de los bofedales de la cuenca esta relación es altamente marcada (Figura 25).



Figura 25. Bofedales en las cuencas de estudio (Fuente: Elaboración propia)

Para la clasificación supervisada de la cobertura bofedal, se utilizó datos primarios como la información espacial del sensor pasivo Sentinel 2A de la Agencia Espacial Europea (ESA), a través del programa Copérnico que tiene la constelación de satélites de observación de la Tierra, diseñado para proporcionar información precisa y actualizada de la superficie de la tierra. Una vez identificadas las áreas de bofedal de las tres áreas de estudio, el siguiente paso consistió en evaluar el estado de conservación de estos en base a índices espectrales, específicamente el NDVI, mismo que estima la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación. Este análisis a partir de misiones aéreas con vehículos no tripulados se desarrolló en gran parte de los bofedales de la cuenca, a través del desarrollo de un estudio técnico académico⁵⁰.

Los bofedales altiplánicos que se encuentran entre 3.650 y 4.100 m y los altoandinos ubicados entre 4.100 y 5.200 m. La gran mayoría de los bofedales de la cuenca se encuentran en una elevación entre los 4.360 y 4.375 m.s.n.m., por lo que estos últimos fueron los objetos de estudio.

⁴⁹ James Aparicio y Luis Pacheco. Historia Natural de un valle en Los Andes: La Paz. Ene. de 2020. ISBN: 978-99974-53-24-2

⁵⁰ Claire., V. F., 2021. Evaluación del estado y condición de los bofedales de la cuenca del río Choqueyapu La Paz. Universidad Católica Boliviana.

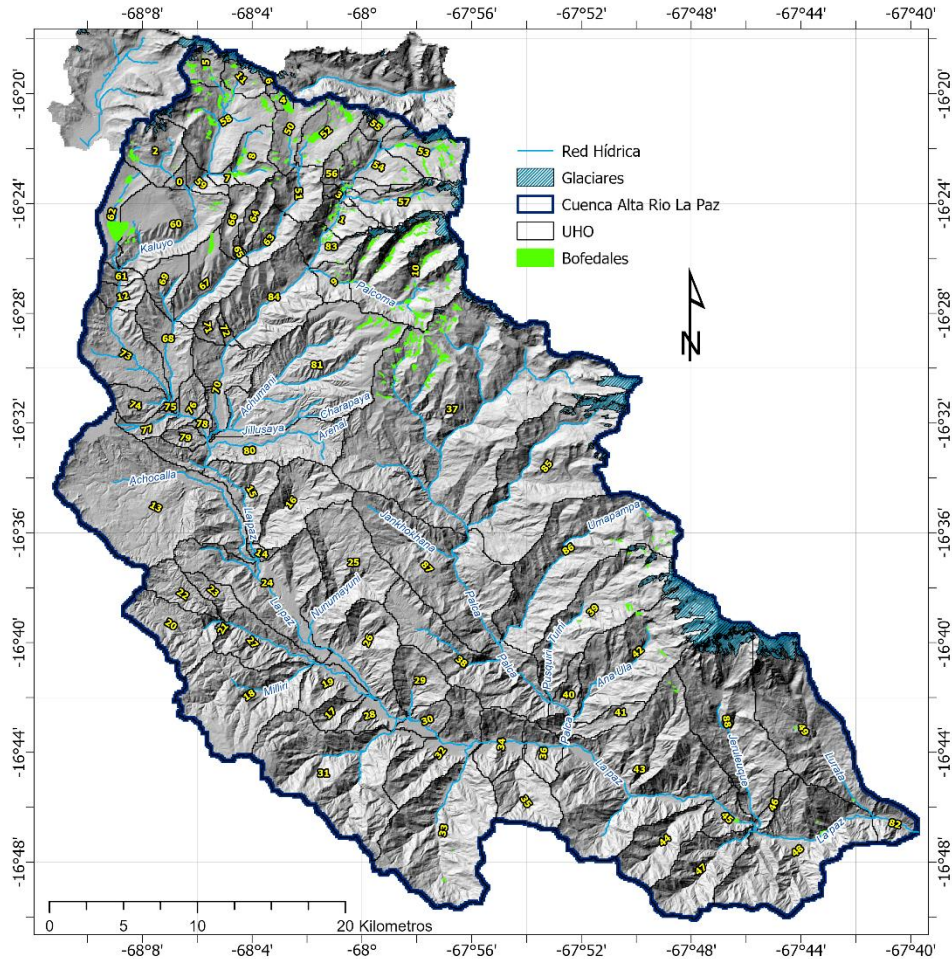


Figura 26. Bofedales ubicados en las diferentes unidades hidrográficas de la cuenca (Fuente: Elaborado en el estudio de grado de Claire F., 2021)

El Anexo I, presenta una descripción en detalle de cada uno de los bofedales presentes en la cuenca, en esta parte de forma resumida se puede reportar de forma general que, en cuanto al estado de los bofedales ubicados en la cuenca (ver Figura 26), en promedio un 16,99 % corresponde a bofedales vigorosos, mismos que se encuentran estado óptimo, y un 26,83 % de bofedal posee cierto déficit hídrico, de igual forma, se pudo notar que en su mayoría son vulnerables a las actividades humanas dentro de la misma. Siendo principalmente afectados por el sobre pastoreo, el uso intensivo para agricultura, la extracción de turba y actividades mineras. Si bien estos porcentajes pueden variar según su época del año, es importante resaltar el rol de este tipo de vegetación en la cuenca como bioindicadores y reguladores para todo el ciclo del agua en la cuenca, haciendo posible que se efectúen diferentes actividades en la región.

Glaciares

Acorde con el análisis de uso de suelo, los campos de nieve y hielo en la cuenca representan para el año de desarrollo del reporte de cobertura (2020) el 0.9% de la superficie de la cuenca, que implica unos 15 km². Este valor debe considerarse como representativo del área mínima relativa a la época seca en la cual es posible hacer inferencias exactas sobre la superficie considerando la dependencia del análisis de cobertura a procedimientos de teledetección y monitoreo satelital de los cuales provienen los productos que alimentan dicho análisis.

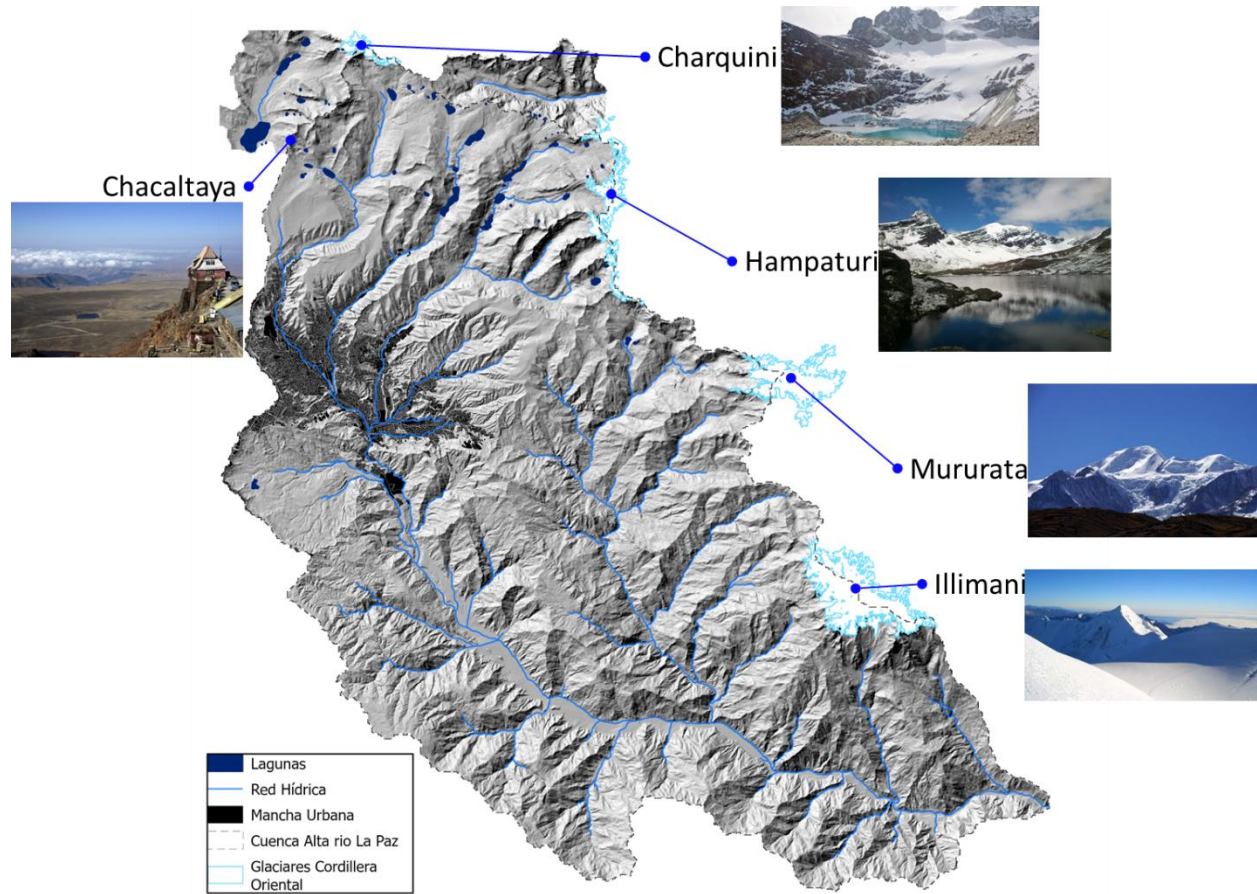


Figura 27. Localización de glaciares de la cuenca (Fuente: Elaborado en base registros fotográficos del proyecto y material audiovisual en línea)

A pesar de la proporción, los campos de nieve y hielo están relacionados con los glaciares tropicales más relevantes de la región andina en Bolivia, por tratarse de las fuentes de agua primarias para la ciudad de La Paz, y por ende de la cuenca. Gracias a la caracterización hidrológica y climática es posible establecer las condiciones atmosféricas sobre las cuales los glaciares ha permanecido durante el lapso de los últimos 20 años. Los glaciares presentes en la cuenca son: 1) Illimani, 2) Mururata, 3) Hampaturi, 4) Charquini y 5) Chacaltaya (ver Figura 27).

Charquini (5392 msnm, 16°17'S, 68°06'W) está localizado 20 km al noreste de la ciudad de La Paz en la cordillera real, el cual cuenta con fuertes procesos de ablación ocurriendo a lo largo de todo el año a nivel de cumbre lo que expone a una respuesta concomitante rápida en términos de forzantes climáticos. A pesar de las elevaciones bajas en comparación con otros glaciares, varias áreas pequeñas de hielo están ubicadas en los flancos del glaciar⁵¹ (<0.5 km² según registro en 1997). El conglomerado de áreas ubicada en su flanco sureste son las áreas que presentan influencia en la hidrológica de cuenca alta.

Chacaltaya es uno de los glaciares más referenciados en temas mediáticos, debido a su proximidad a la ciudad de La Paz, actividades turísticas que dependían del mismo a inicio de los pasados años 2000s, que se

⁵¹ Rabatel, A., Jomelli, V., Naveau, P., Francou, B., & Grancher, D. (2005). Dating of Little Ice Age glacier fluctuations in the tropical Andes: Charquini glaciers, Bolivia, 16 S. *Comptes Rendus Geoscience*, 337(15), 1311-1322.

modificaron debido a la desaparición de su masa de hielo permanente en el año 2009. Rabatel⁵² et al., (2013) reportaron la desaparición del glaciar, este escenario ya había sido previsto por Ramirez⁵³ et al., (2001) dada la línea de equilibrio media se encontraba por encima de su extensión superior.

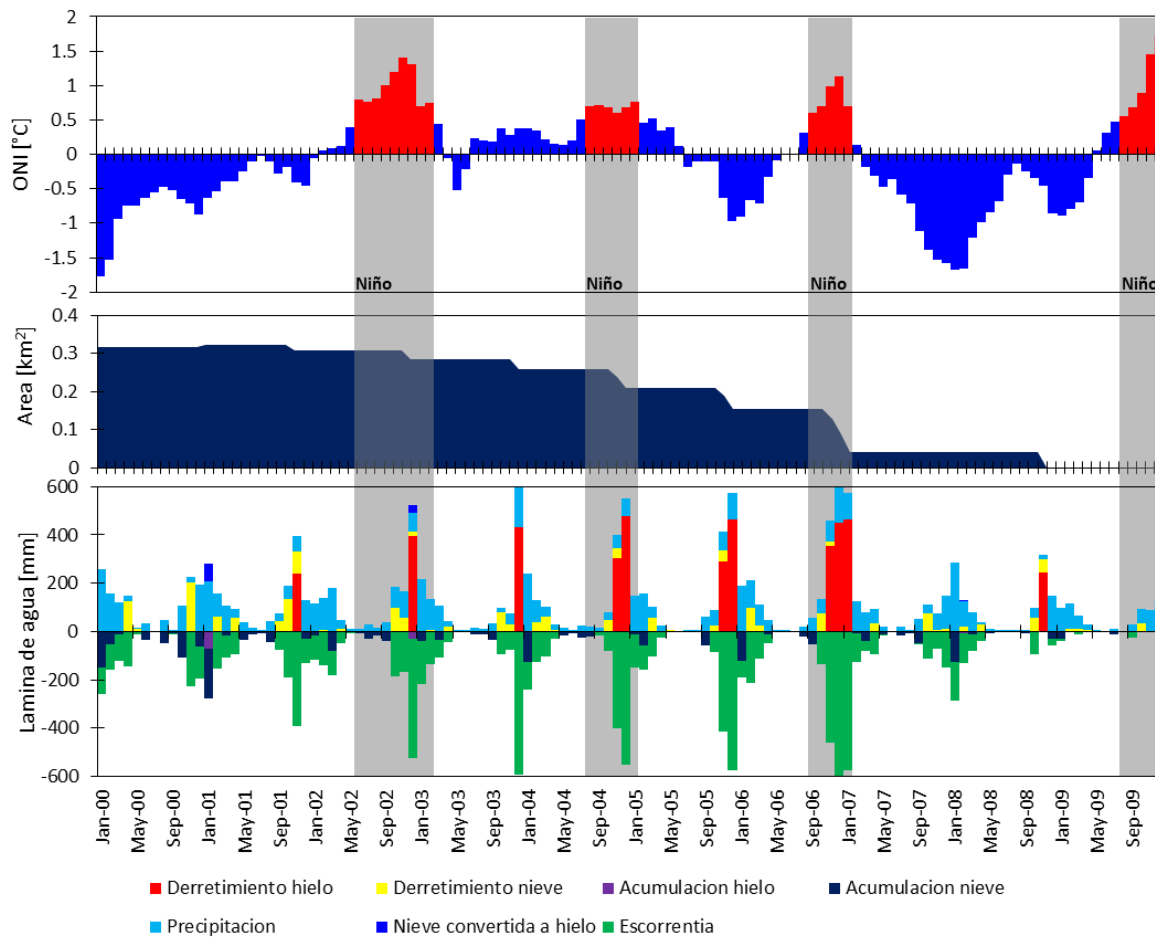


Figura 28. Balance Hidrológico para el glaciar Chacaltaya hasta su punto de desaparición en octubre 2008 (Fuente: Elaboración propia)

La modelación del comportamiento del glaciar Chacaltaya es altamente relevante desde el punto de vista del impacto del cambio climático en los recursos hídricos de la cuenca. Siguiendo el patrón del Índice de oscilación ONI [*Oceanic Niño Index*], para un umbral de recurrencia de anomalía de 0.5°C por encima de la media en 30 años, coincide con las láminas de derretimiento de hielo en el glaciar para valores en el rango de 300 mm/mes de equivalente de agua, siendo el más crítico el evento de pérdida entre noviembre 2006 a enero 2007, el cual como se puede apreciar en la Figura 28, es el evento que generó una pérdida sostenida previo al desequilibrio que concluyó en el año hidrológico 2008/09.

⁵² Rabatel, A., Francou, B., Soruco, A., Gomez, J., Cáceres, B., Ceballos, J. L., ... & Wagnon, P. (2013). Current state of glaciers in the tropical Andes: a multi-century perspective on glacier evolution and climate change. *The Cryosphere*, 7(1), 81-102.

⁵³ Ramirez, E., Francou, B., Ribstein, P., Descloitres, M., Guerin, R., Mendoza, J., ... & Jordan, E. (2001). Small glaciers disappearing in the tropical Andes: a case-study in Bolivia: Glaciar Chacaltaya (16o S). *Journal of Glaciology*, 47(157), 187-194.

Hampaturi es un complejo de glaciares altamente relevantes para el suministro de agua potable para la ciudad de La Paz, a pesar de ello, no existe mucha investigación al respecto, Soruco⁵⁴ et al., (2015) desarrollo un análisis de contribución de estos glaciares en los recursos hídricos para la ciudad de La Paz, en la cual identifico alrededor de 27 glaciares (5 km²).

Mururata es el segundo glaciar de mayor área en la cuenca, y se constituye en uno de los ecosistemas más relevantes a nivel de cuenca alta, el mismo no se encuentra en la zona de explotación de agua para temas de consumos, pero si alimentan a varios ríos que proveen de agua a sistemas agrícolas en el municipio de Palca. Tiene una elevación medio de 5700 msnm, y alimenta a los ríos Taquesi, Sochicachi y Hancohuma⁵⁵. Un factor altamente importante para la valoración y caracterización presente es que la climatología en esta montaña no cuenta con un monitoreo, lo que impacta de forma directa en la certidumbre subyacente de los datos de entrada a modelos y por ende del reporte de balance que se pueda generar, lo cual se recomienda sea considerado al momento de hacer uso de los datos procesados en el presente análisis en relación con este glaciar.

Illimani, es el glaciar más importante en la cuenca, no solo por la extensión de su capa de hielo y nieve [24 km² para el relevamiento satelital de 2012 desarrollado para el presente estudio, para la zona con altura media 6340 msnm, 16°39'S, 67°47'W], sino también por la simbología y representatividad regional y nacional de la ciudad de La Paz, y por ende de la cuenca misma. Este glaciar cuenta con estudios localizados que permiten establecer vulnerabilidad climática y valoración de la extensión de la masa glaciar, Gilbert⁵⁶ et al., (2010) analizo el patrón de temperatura atmosférica capturada en testigos de hielo a través de muestras extraídas a profundidad de 138 m, con el cual derivaron en general un patrón de calentamiento de 1.1 +/- 0.2 °C para el siglo 20, con un gradiente más alto para los años recientes [4.3 +/- 1.4 °C entre 1985-1999]. A pesar de este tipo de estudios, el glaciar no ha sido estudiado desde el punto de vista de su balance de masa o aportación consecuente.

Para propósitos del análisis de los glaciares desde la perspectiva de la cuenca alta del rio La paz, se puede concluir lo siguiente, el nevado Charquini, cuenta con un caudal de aporte medio de 45 l/s, Chacaltaya antes de su desaparición en el periodo 2000 a 2008 contaba con un caudal de 95 l/s, el nevado Mururata drena hacia la cuenca un caudal medio de 1848 l/s, y los glaciares en Hampaturi en sus tres quebradas de aporte hacia la cuenca, cuenta con un caudal de 482 l/s, y el nevado Illimani cuenta con una descarga acumulada en las cuatro quebrada de aporte a hacia la cuenca de 1738 l/s. Un detalle de los caudales estimados para el periodo 2000 a 2020 de todos los glaciares descritos previamente se presentan en la Tabla 4. Mayor detalle sobre este análisis es reportado en el [Anexo H](#) del Plan.

Tabla 4. Reporte de caudales [m³/s] estimados a la salida de las zonas glaciares (Fuente: Elaboración propia)

Nevado	Glaciar	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Media
Charquini	Charquini	0.036	0.064	0.060	0.029	0.002	0.000	0.000	0.001	0.015	0.072	0.144	0.122	0.045
Chacaltaya	Chacaltaya	0.151	0.141	0.083	0.060	0.004	0.000	0.000	0.000	0.010	0.102	0.242	0.344	0.095
Mururata	Huayllaravi	1.953	3.058	2.456	1.114	0.063	0.001	0.001	0.008	0.121	0.541	3.428	3.285	1.336

⁵⁴ Soruco, A., Vincent, C., Rabatel, A., Francou, B., Thibert, E., Sicart, J. E., & Condom, T. (2015). Contribution of glacier runoff to water resources of La Paz city, Bolivia (16 S). *Annals of Glaciology*, 56(70), 147-154.

⁵⁵ Quisbert Parra, J. (2019). Análisis multitemporal del retroceso glaciar del nevado Mururata de la Cordillera Real de los Andes periodo (1988-2018).

⁵⁶ Gilbert A, Wagnon P, Vincent C, Ginot P and Funk M (2010) Atmospheric warming at a high-elevation tropical site revealed by englacial temperatures at Illimani, Bolivia (6340 m above sea level, 16°S, 67°W). *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 115(D10). doi: 10.1029/2009JD012961.

Nevado	Glaciar	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Media
	Qutapata	0.624	0.703	0.724	0.561	0.005	0.003	0.002	0.002	0.153	0.089	1.801	1.477	0.512
	Hampaturi	0.095	0.171	0.168	0.115	0.008	0.003	0.002	0.007	0.067	0.324	0.705	0.468	0.178
Hampaturi	Kukahuikara	0.037	0.079	0.104	0.050	0.000	0.000	0.000	0.004	0.037	0.161	0.457	0.335	0.105
	Palcoma	0.106	0.185	0.196	0.135	0.005	0.002	0.001	0.009	0.062	0.389	0.851	0.450	0.199
	Illimani	1.077	1.048	0.792	0.441	0.075	0.025	0.017	0.018	0.209	0.313	1.047	1.042	0.509
	Pinaya	0.507	0.687	0.486	0.301	0.052	0.017	0.011	0.012	0.137	0.201	0.423	0.628	0.289
Illimani	Atahuallani	0.865	0.959	0.801	0.499	0.043	0.006	0.000	0.002	0.123	0.242	1.094	1.068	0.475
	Layqa Qullu	0.894	0.980	0.701	0.387	0.081	0.020	0.020	0.031	0.140	0.275	1.017	1.040	0.465
	Total	6.344	8.075	6.571	3.691	0.338	0.077	0.056	0.093	1.075	2.709	11.208	10.260	4.208

Embalses

La cuenca cuenta con un complejo de lagunas y embalses próximos a la zona norte aguas abajo de la cordillera oriental que comprende la cabecera de la cuenca en esta región. A medida que las áreas glaciares van retrocediendo, se generan más lagunas que gradualmente consolidan zonas de explotación para temas de abastecimiento, en primera instancia con enfoque en la ciudad pero que a posterior se prevé provean aguas también a los sectores agrícolas productivos. El otro aspecto relacionado con las lagunas y los embalses en la zona alta es que ya sea por simple presencia o por emplazamiento artificial, estos modifican ecosistemas y hábitats presentes, entre los más relevantes se resalta las coberturas de humedales de altura o bofedales. Adicionalmente, los embalses cumplen la función de fuentes de abastecimiento para las plantas de agua potable de EPSAS para gran parte de la ciudad de La Paz, por ello cuentan con información detallada de su estado de situación en términos de volúmenes y niveles. La siguiente descripción de los embalses en la zona alta de la cuenca (ver Figura 29) proviene del inventario nacional de represas⁵⁷, para el caso de embalses construidos antes de 2010.

Ajuankhota es una presa de gravedad con una cuenca de aporte de 19.84 km², la altura de la represa es de 22 m, su capacidad de almacenamiento de 3.36 Hm³, la altura de coronamiento está en los 4205 msnm, su fin es netamente agua para consumo de la ciudad de La Paz, y regula las aguas del río Hampaturi (ver Figura 29). La represa cuenta con más de 26 años de funcionamiento.

Estrellani es una laguna localizada prácticamente en el parteaguas de la cuenca (ver Figura 29) en la zona de la cumbre en la cuenca alta del río Incachaca (Orkojahuirá en la parte urbana), su regulación está vinculada con una represa de tierra de 5 m de altura, con una coronación en el nivel 4705 msnm, su cuenca de aporte es de 1.34 km², y su capacidad de regulación/almacenamiento es de 0.8 Hm³. El fin de sus aguas son para propósitos de abastecimiento a la ciudad de La Paz, pero también es parte del patrimonio de la zona protegida alta del municipio de La Paz.

Incachaca es una represa de concreto (gravedad) con un área de aporte de 9.11 km², una altura de 23.5 m, cuya cota corresponde a 4218 msnm (ver Figura 29), su capacidad de almacenamiento es de 4.2 Hm³, aunque operativamente puede incrementar en función a los requerimientos y aspectos físicos de la cresta en su vertedero de excedencia, al igual que en los casos previos, se trata de una represa con propósitos de agua potable para la ciudad de La Paz, y el río sobre el que se emplaza es Incachaca (Orkojahuirá en la parte urbana).

⁵⁷ Prudencio Vacaflor, A. I. (2011). Inventario nacional de presas, Bolivia 2010. Acta Nova, 5(1), 161-169.

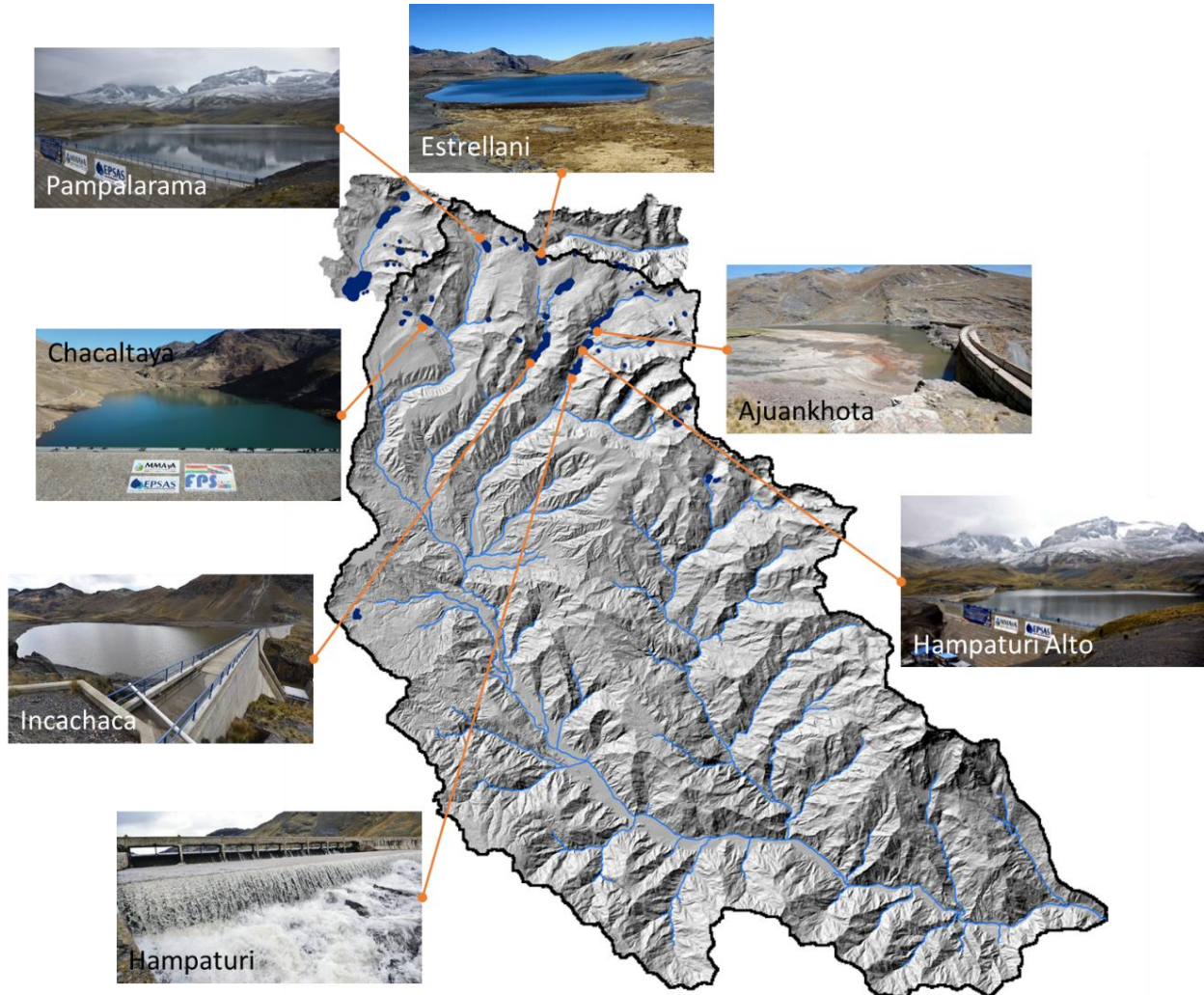


Figura 29. Ubicación de los embalses y lagunas en la cuenca alta (Fuente: Elaborado en base registros fotográficos del proyecto y material audiovisual en línea)

Hampaturi es una represa construida en concreto tipo arco que cuenta con un área de aporte de 25.86 km² (ver Figura 29), cuenta con una altura de 17 m, capacidad de almacenamiento de 3.17 Hm³, su coronamiento se encuentra en el nivel 4205 msnm, el río que regula es el río Karapani (río Hampaturi en la parte baja). El propósito de esta represa es para abastecimiento de agua a la ciudad de La Paz.

Hampaturi Alto es una represa puesta en operación en la 2018, producto de la inversión para mejorar la capacidad de abastecimiento hacia la ciudad de La Paz, post sequia de 2016/17, cuenta con una capacidad de 6 Hm³, la infraestructura consiste en un cuerpo de concreto tipo gravedad de 37 m de altura, cuya cota es 4352 msnm, está localizada a menos de 3 km de la represa Hampaturi (aguas arriba) (ver Figura 29).

Chacaltaya es una represa puesta en operación en 2019, como parte del proyecto de ampliación de la capacidad de abastecimiento para la ciudad de La Paz, cuenta con una capacidad de almacenamiento de 2.7 Hm³, una altura de 15 m y cota de coronamiento de 4477 msnm. Su cuenca de aporte corresponde a 14 km² localizada en la zona de la cordillera colindante al glaciar del mismo nombre (ver Figura 29).

Pampalarama es una represa que fue puesta en operación también en 2019, al igual que en caso de los embalses descritos previamente, es parte del proyecto de ampliación de la capacidad de abastecimiento para la ciudad de La Paz, cuenta con una capacidad de almacenamiento de 3 Hm³, una altura de 14 m y cota en 4493 msnm, su cuenca de aporte cuenta con un área de 12 km² localizada en la parte norte de la cuenca colindante al glaciar Charquini (ver Figura 29).

Alpaquita es una represa en operación desde 2019, también parte de la ampliación para el abastecimiento de la ciudad de La Paz cuenta con una capacidad de almacenamiento de 1.3 Hm³, una altura de 11 m que corresponde a una cota de 4627 msnm, su cuenca de aporte es de 8.6 km² localizada al igual que Pampalarama y Chacaltaya en la zona alta del río Kaluyo.

Todos los embalses descritos cuentan con registro de monitoreo de su comportamiento, en el caso del presente análisis EPSAS proveyó los datos para realizar la caracterización en las últimas dos décadas [2000 - 2020]. EPSAS cuenta con el estudio “Plan de gestión de la sequía de El Alto y La Paz” estudio para guía en aspectos operativos que establecen protocolos de funcionamiento para condiciones diversas que condicionan la ampliación de un comportamiento único, esto surge de la política preventiva practicada por la empresa para contar con la preparación en caso de condiciones de sequía en la cuenca alta que pongan en riesgo el abastecimiento regular a la ciudad de La Paz con la infraestructura actual.

El balance en los embalses establece que en el caso de Incachaca el volumen regulado al año alcanza los 9.1 Hm³ con una pérdida media que oscila en los 0.25 Hm³/año, en el caso de Hampaturi el volumen anual alcanza los 16 Hm³ con una pérdida de 0.063 Hm³/año, Hampaturi Alto regula 14, 4 Hm³ y tiene una pérdida de 1.13 Hm³/año, Ajuakhota regula 8.63 Hm³ y cuenta con una pérdida 0.209 Hm³/año. En el caso de los embalses puestos en funcionamiento después de la sequía 2016/17, cuentan con una operación relativa de un año y medio que están influenciados por el efecto de llenado que implica su puesta en operación, razón por la que el tiempo de residencia en el vaso genera una pérdida relativa mayor que en el caso de los embalses previamente descritos. Bajo esta consideración, el reporte concluye que para Pampalarama el volumen regulado es de 3.2 Hm³ y cuenta con una pérdida de 0.68 Hm³/año, Chacaltaya cuenta con un volumen regulado de 3.63 Hm³ y una pérdida de 0.735 Hm³/año, y finalmente Alpaquita regula 1.83 Hm³ con una pérdida de 0.58 Hm³/año. Mayor detalle de los balances y acoplamiento de los datos registrados con el análisis de regulación de ingreso y descargas se encuentra en el [Anexo H](#) del Plan.

Potencial Hídrico

La cuenca en promedio [2000 - 2020] cuenta con una precipitación anual [P] de **542** mm, una evapotranspiración real [ETR] de **374** [mm], y una escorrentía [Q] de **181** [mm], lo que implica un coeficiente de escorrentía [Ce] de **0.33**, la condición más húmeda corresponde al año 2018, que implicó un incremento del 23% en precipitación, 16% en ETR y 22% en Q relativo al valor medio, en tanto que la condición más seca se reporta para el año 2016 con un decremento de -20% en P, -12% en ETR, y -28% en Q.

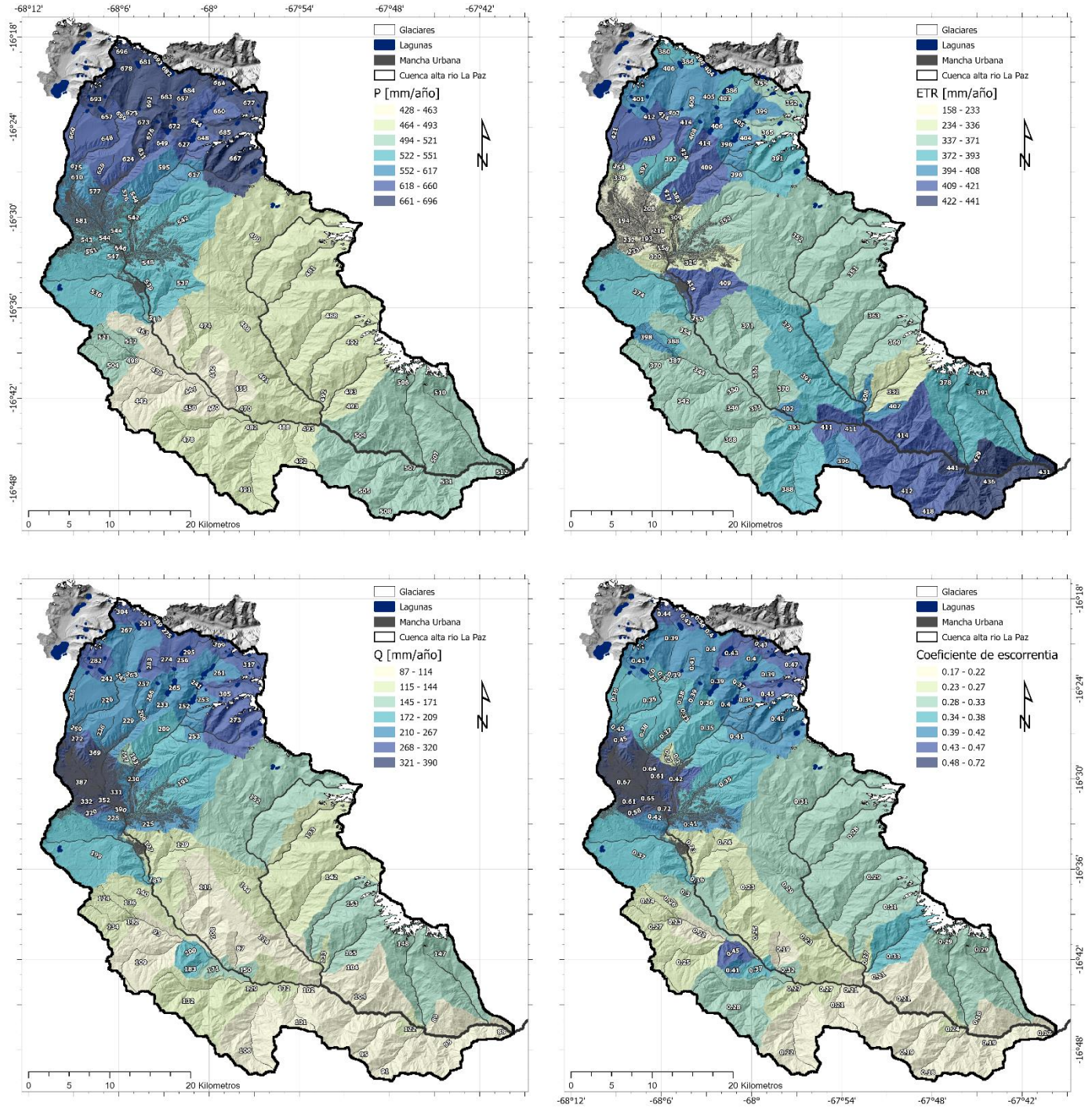


Figura 30. Balance Hidrológico anual a nivel de UHO en la cuenca para el periodo 2000 - 2020 (Fuente: Elaboración propia)

En términos de volumen, el balance establece a nivel anual que, de 882 Hm³ [28 m³/s] disponibles en P, 608 Hm³ [19.4 m³/s] son ETR y 293 Hm³ [8.6 m³/s] están disponibles como Q en la superficie de la cuenca. Adicionalmente al balance en las unidades hidrológicas, debemos considerar que la cuenca cuenta con un aporte proveniente de la zona andina expresada en manantiales en la ladera oeste de la cuenca estimada en

unos 37.8 Hm³ [1.2 m³/s media⁵⁸], así como aportes de glaciares en la ladera noreste en la cordillera real [Charquini, Chacaltaya, Hampaturi, Mururata e Illimani] que acumular un volumen de 132 Hm³ [4.2 m³/s promedio acumulado reportado en la Tabla 4], lo que suma un valor de Q total disponible en la cuenca de **445 Hm³ [14.1 m³/s]**, esto implica un aporte **glaciar** del **29.8%** y un aporte de **8.5%** por aspectos de **manantiales** por filtraciones desde la zona altiplánica.

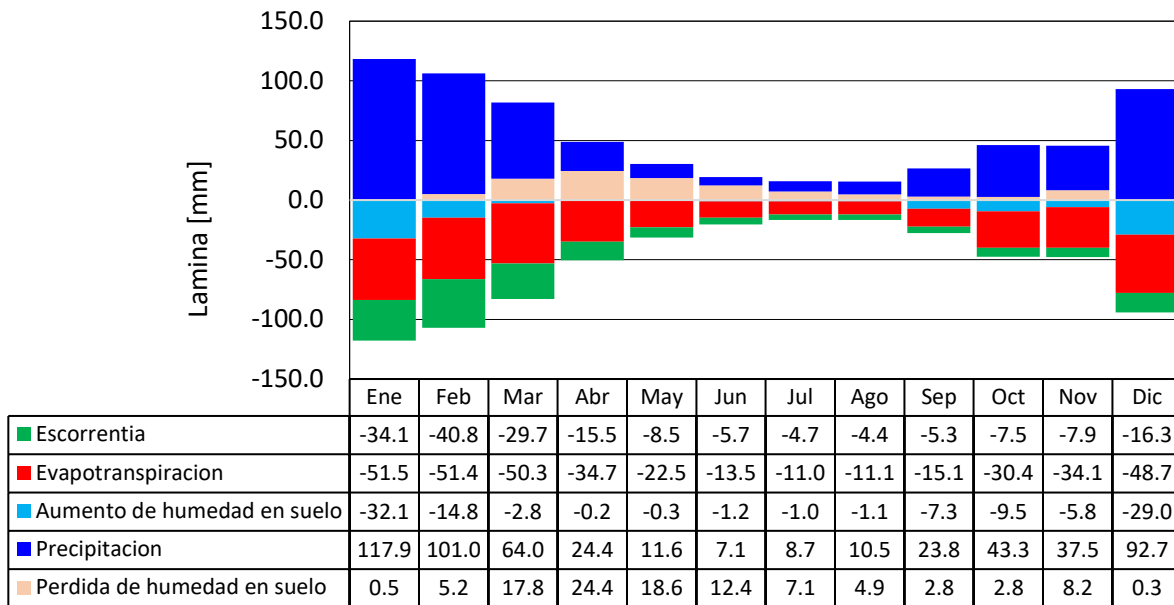
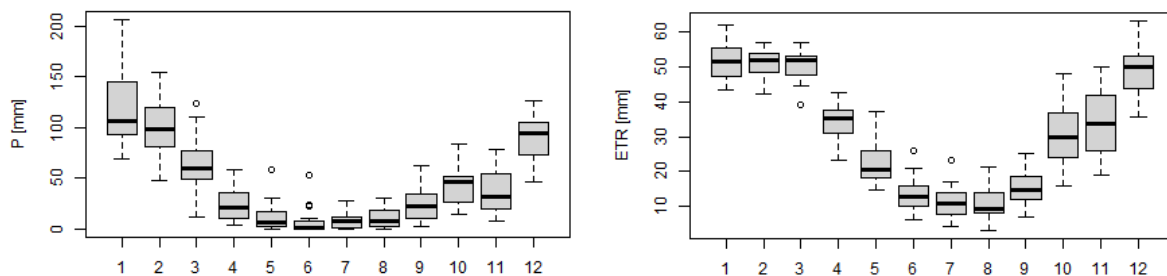


Figura 31. Balance hidrológico [2000-2020] mensual de la cuenca (Fuente: Elaboración propia)

El mes con mayor escorrentía se da en febrero con 41 [mm] de lámina o 27 m³/s, mientras que el mes con menor escorrentía es agosto con 4.4 [mm] de lámina o 4.57 m³/s. El mes con mayor incidencia de ETR corresponde al mes de enero con 52 [mm], mientras que el con menor valor es julio con 11 [mm]. Durante el periodo de evaluación [2000 – 2020, ver Figura 31], se representaron diferentes condiciones de balance, el resumen estadístico es presentado en la Figura 32.



⁵⁸ La cuantificación de este valor ha sido enfocada hasta el punto de control Obrajes y sus UHO de aporte en el flanco hacia el altiplano [Choqueyapu Alto, Cotahuma], el cual presenta un error absoluto medio (MAE) de +/- 0.76 m³/s el cual debe ser considerado como un rango de incertidumbre para el caudal reportado en el presente balance para este componente

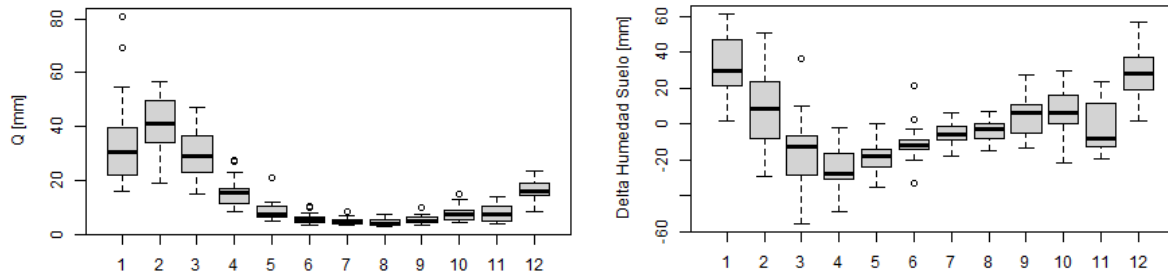


Figura 32. Rangos de variación mensual en las variables hidrológicas (Fuente: Elaboración propia)

Para la variación de la humedad en el suelo de la cuenca se identifica que el mes con mayor ganancia es enero con una media de ganancia en el orden de los 30 [mm], mientras que el mes donde se genera la mayor pérdida es abril con una lámina en el orden de los 24 [mm]. El reporte de balance hidrológico permite describir la distribución de caudal en la red de ríos de la cuenca, bajo las diferentes condiciones climáticas sostenidas en los últimos 20 años [2000 - 2020], la Figura 33 presenta la condición media de caudal potencial en la cuenca.

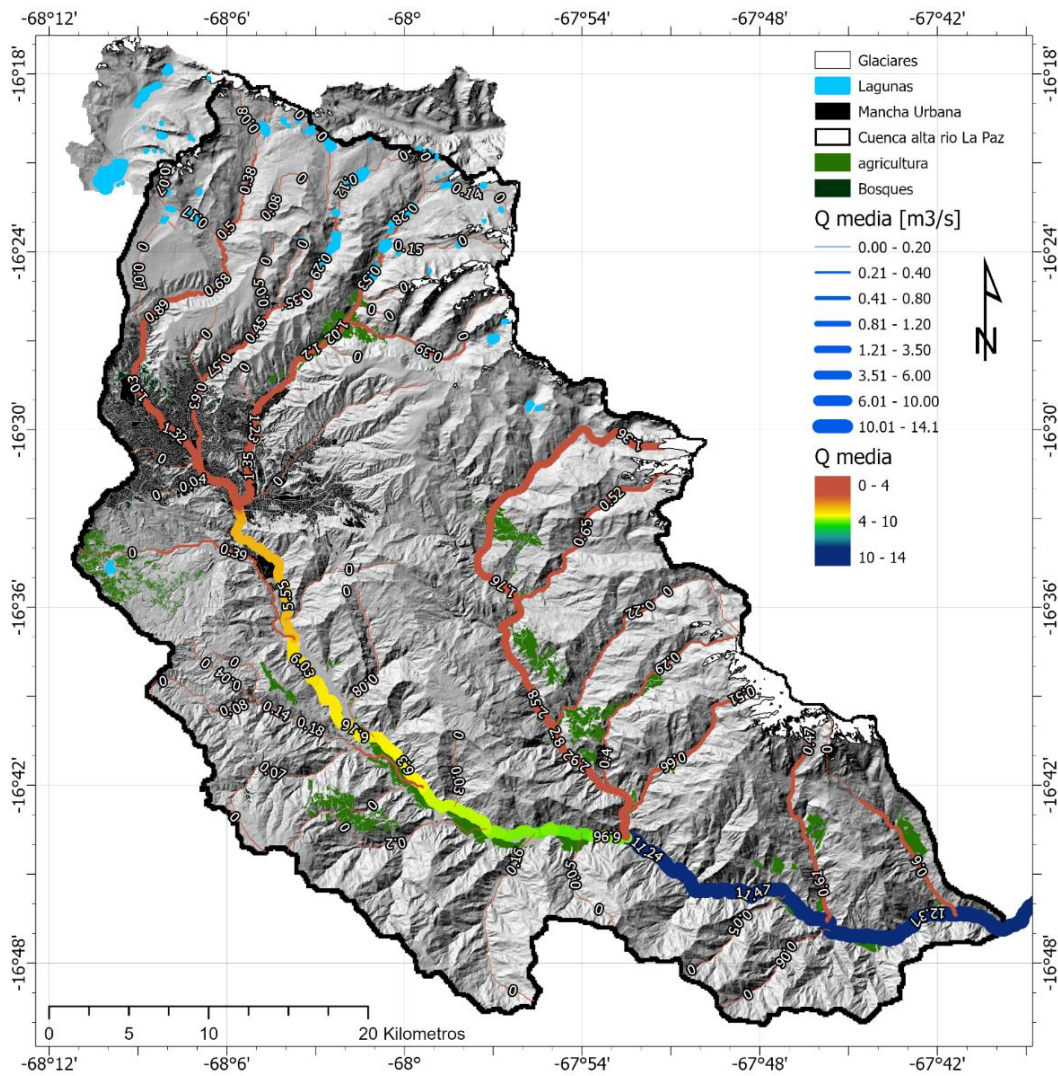


Figura 33. Caudal medio [m³/s] en la Cuenca en condición inalterada [2000 - 2020] (Fuente: Elaboración Propia)

Agua potable, Saneamiento e Higiene

Respecto al nivel de servicio de agua, saneamiento e higiene en la parte rural de la cuenca, 47 de las 56 comunidades fueron clasificadas como “rurales” y pertenecen a 4 diferentes municipios (Achocalla, Mecapaca, Palca y La Paz). Al igual que en el ámbito peri-urbano, en el área rural de la cuenca se recopiló información sobre infraestructura existente, acceso y cobertura de los servicios ASH a través de encuestas realizadas a autoridades comunales. Esta información fue utilizada por el modelo WASH-Flows para estimar la línea base de niveles de servicio de ASH en dichas comunidades.

Agua e higiene

De acuerdo con la información brindada, la situación general en cuanto al **nivel de servicio de agua potable** en la cuenca es la siguiente. Únicamente 9 comunidades rurales en la cuenca cuentan con servicios 100% gestionados de forma segura, 34 comunidades cuentan con cobertura de servicio de agua mayormente no mejorados y 4 comunidades obtienen agua directamente de cuerpos de agua cercanos a su comunidad.

En cuanto a los **servicios de higiene**, la mayor parte de la población cuenta con agua y jabón para realizar prácticas de higiene personal como el lavado de manos, solamente en 7 comunidades se reportó no contar con infraestructura para poder realizar esta actividad.

La Figura 34 muestra en detalle la distribución de nivel de servicio de agua e higiene por comunidad.

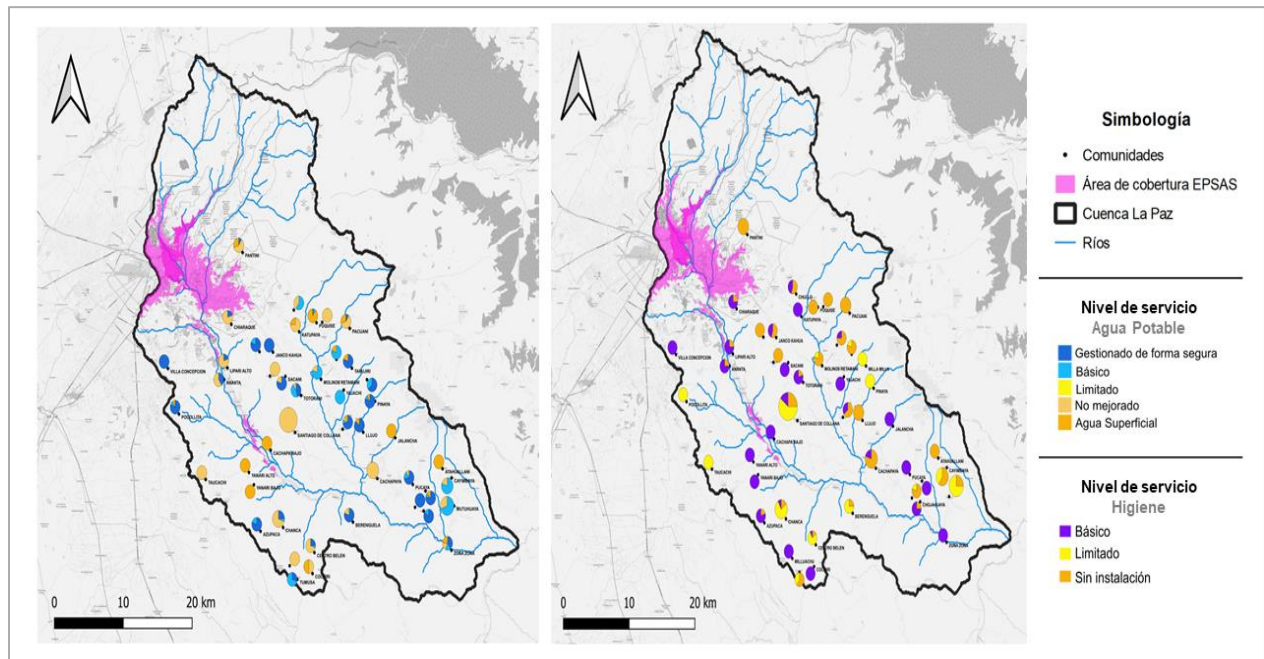


Figura 34. Nivel de servicio de Agua potable (izquierda) e Higiene (derecha) en las comunidades rurales encuestadas de la cuenca Alta del Río La Paz. Elaboración propia

A continuación, se presenta información sobre infraestructura existente y nivel de servicio de agua potable por municipio.

ACHOCALLA. De acuerdo con la información brindada por las autoridades comunales del municipio de Achocalla, en cuanto a infraestructura y fuentes de suministro de agua, más de la mitad de la población en las comunidades encuestadas del municipio utiliza manantiales y vertientes de agua como fuentes principales de

abastecimiento, el 33% de la población cuenta con acometidas domésticas, y el resto de la población utiliza sistemas de captación de agua de lluvia para abastecer sus necesidades de agua potable. Como se puede observar en la Figura 35, esto deriva en solamente un 33% de la población con acceso a servicios de agua gestionados de forma segura, mientras que el 67% restante de la población cuenta con servicios no mejorados.

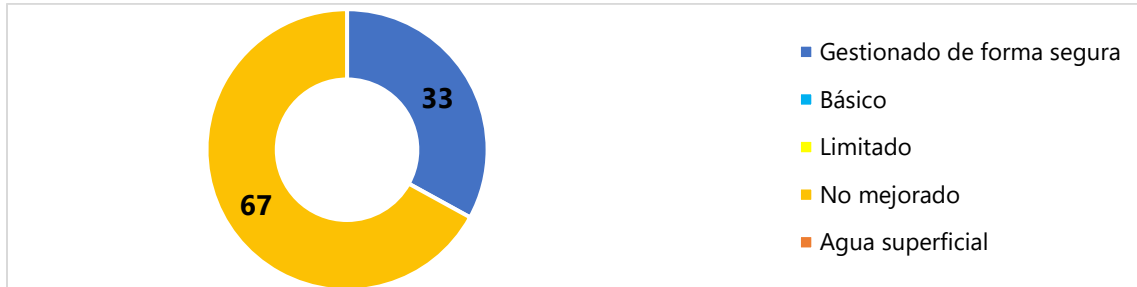


Figura 35. Porcentaje población con acceso a los diferentes niveles de servicio de agua potable en las comunidades rurales del Municipio de Achocalla. Elaboración propia

MECAPACA. De acuerdo con la información brindada por las autoridades comunales del municipio de Mecapaca, en cuanto a infraestructura y fuentes de suministro de agua, más de la mitad de la población en las comunidades encuestadas del municipio utiliza cuerpos de agua cercanos a su comunidad como fuentes principales de abastecimiento. El 39% de la población cuenta con acometidas domésticas, y el resto de la población utiliza pozos o piletas públicas para abastecer sus necesidades de agua potable. Como se puede observar en la Figura 36, esto deriva en solamente un 43% de la población con acceso a servicios de agua segura, mientras que el 57% restante cuenta con servicios no mejorados y precarios.

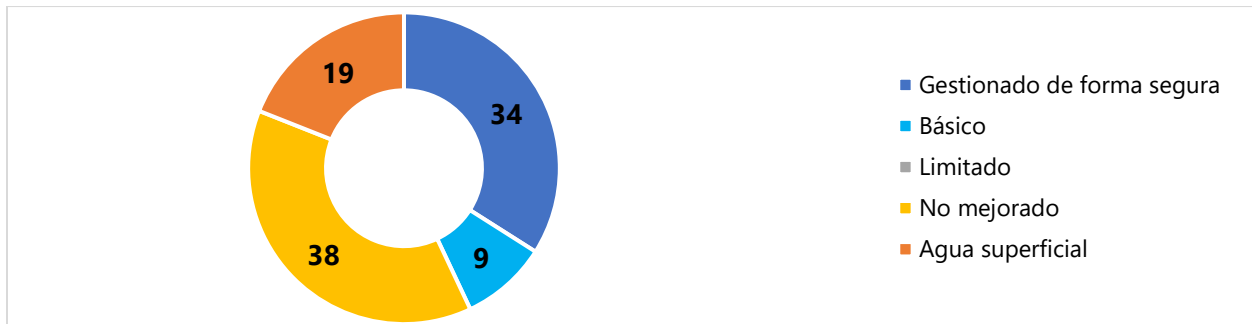


Figura 36. Porcentaje población con acceso a los diferentes niveles de servicio de agua potable en las comunidades rurales del Municipio de Mecapaca. Elaboración propia

PALCA. En cuanto a infraestructura y fuentes de suministro de agua en el municipio de Palca, la información brindada por las autoridades comunales encuestadas refleja lo siguiente. Más de la mitad de la población de las comunidades encuestadas en el municipio cuenta con acometidas domésticas y/u obtiene agua de piletas públicas dentro de la comunidad. 20% utiliza manantiales y vertientes como fuentes principales de agua, el 18% obtiene agua de ríos principales y secundarios y el resto utiliza sistemas de captación de lluvia para abastecer sus necesidades de agua potable. Como se puede observar en la Figura 37, esto deriva en un 59% de la población con acceso a servicios de agua segura, mientras que el 41% restante cuenta con servicios no mejorados y precarios.

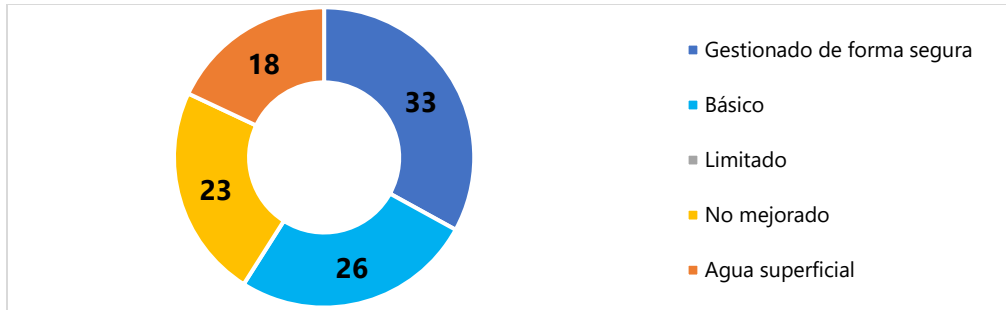


Figura 37. Porcentaje población con acceso a los diferentes niveles de servicio de agua potable en las comunidades rurales del Municipio de Palca. Elaboración propia

LA PAZ. En el caso del municipio de la Paz, solo la comunidad de Pantini fue encuestada. La información brindada por las autoridades comunales encuestadas con respecto a infraestructura y fuentes de suministro de agua potable en Pantini refleja lo siguiente. La mayoría de la población de la comunidad obtiene agua de piletas públicas ubicadas dentro de la comunidad, el resto obtiene agua de ríos principales y secundarios. Como se puede observar en la Figura 38, esto deriva en un 70% de la población con acceso a servicios de agua segura, mientras que el 30% restante obtiene agua directo de fuentes superficiales.

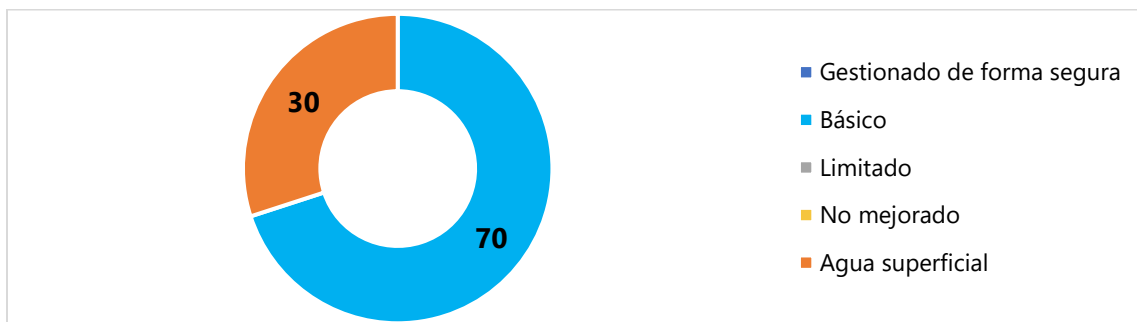


Figura 38. Porcentaje población con acceso a los diferentes niveles de servicio de agua potable en las comunidades rurales del Municipio de La Paz. Elaboración propia

En las otras 15 comunidades del municipio de La Paz, donde no fue posible levantar información actualizada del nivel de los servicios se emplearon los datos sobre **fuentes de suministro de agua** del Censo de Población y Vivienda del INE 2012. Los datos recabados revelan que la mayoría de estas comunidades tiene como principal fuente de suministro el agua superficial (río, lago) colocándolos en el nivel más bajo del servicio, mientras que la minoría (3 comunidades) usa pozos como fuente de suministro principal. La figura 39 muestra en detalle las fuentes de suministro de agua de estas 15 comunidades en el municipio de La Paz, junto a los niveles de servicio estimados por WASH-Flows para las otras 47 comunidades rurales en la cuenca.

Nivel de Servicio de Agua Potable en la cuenca Alta del Río La Paz

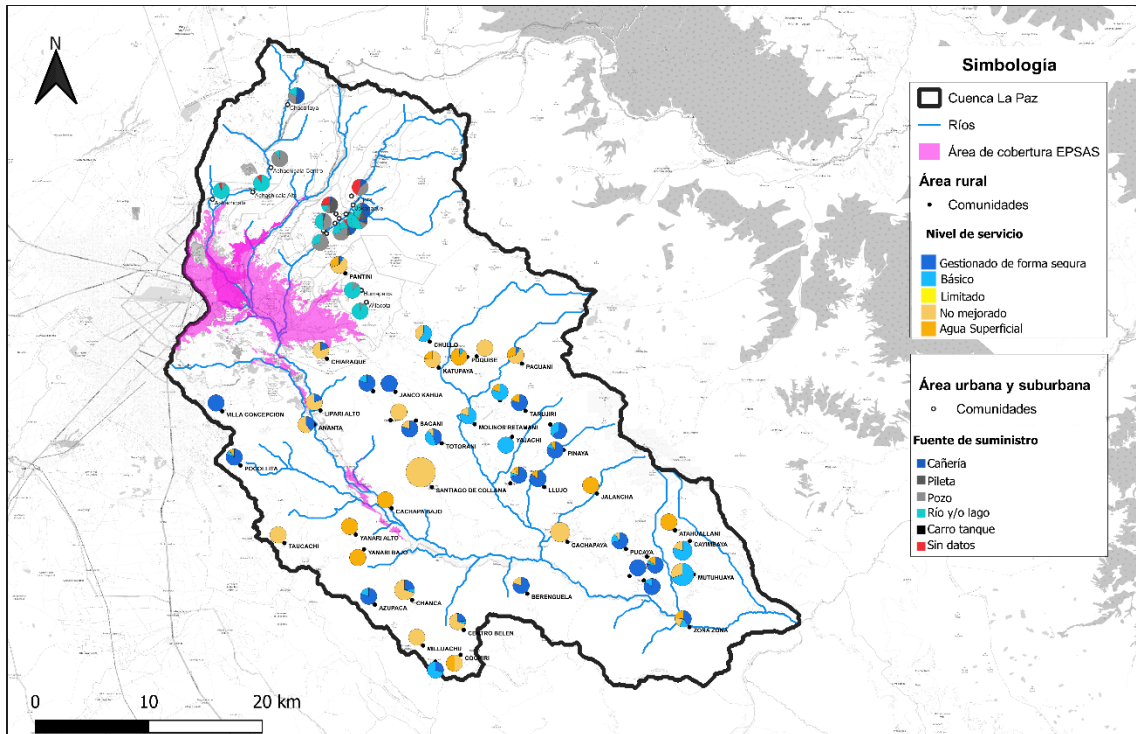


Figura 39. Fuentes de suministro de agua de comunidades rurales en la parte alta de la cuenca (Fuente: Censo Población y Vivienda- INE, 2012) y niveles de servicio de agua en comunidades encuestadas de la cuenca (Fuente: Elaboración propia)

Saneamiento

En cuanto a los servicios de saneamiento en las comunidades rurales encuestadas en la cuenca, el 77% de la población de las comunidades aún práctica defecación al aire libre, y solamente el 11% tiene acceso a con algún tipo de inodoro o letrina en los hogares. El resto cuenta con servicios de saneamiento limitados o no mejorados. En general, la comunidad a pesar de contar o no con instalaciones de saneamiento no cuenta con un manejo integral de los lodos fecales, además los hogares suelen descargar las aguas grises hacía los patios o jardines y, en algunas ocasiones, a los ríos cercanos sin ningún tipo de tratamiento previo.

La Figura 40 muestra en detalle la distribución de nivel de servicio de saneamiento por comunidad (en comunidades encuestadas) y datos sobre el tipo de desagüe del Censo de Población y Vivienda 2012 para las 15 comunidades ubicadas en la parte alta de la cuenca en las que no se pudo realizar encuestas.

Nivel de Servicio de Saneamiento en I la cuenca Alta del Río La Paz

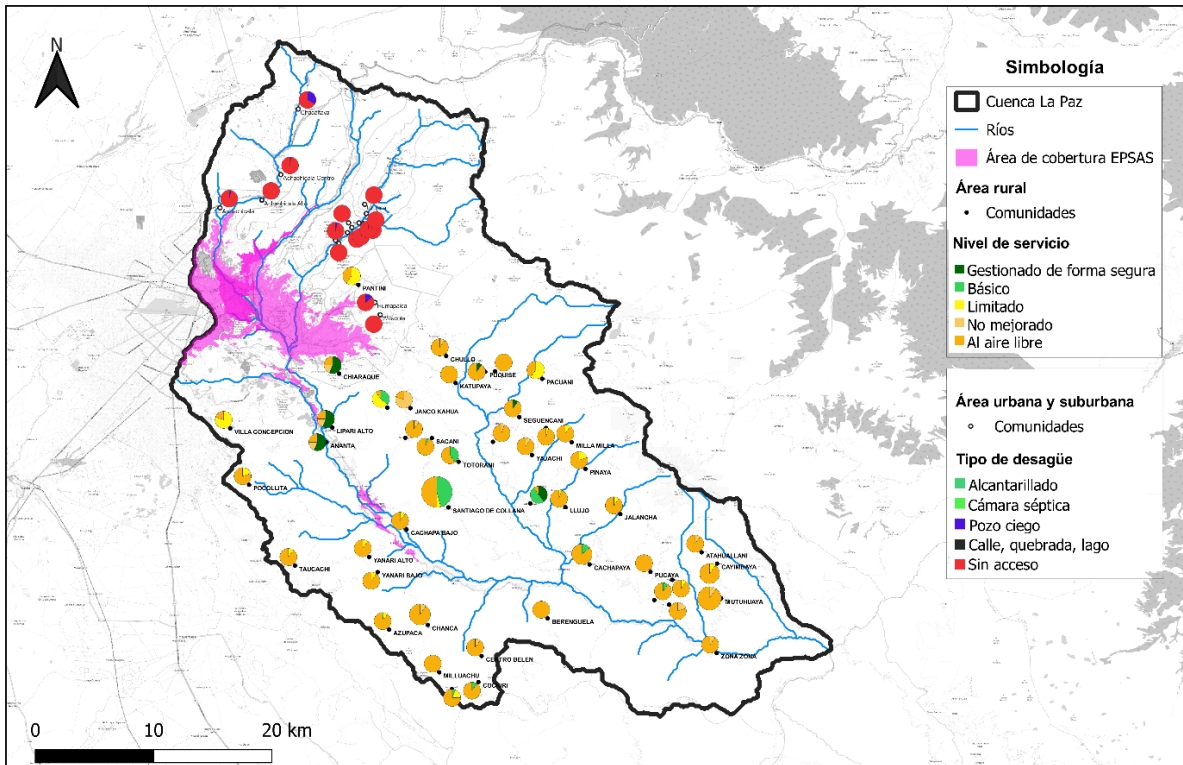


Figura 40. Nivel de servicio en saneamiento en comunidades encuestadas de la cuenca (Fuente: Elaboración propia) y tipos de desagüe en comunidades de la parte alta de la cuenca (Fuente: Censo Población y Vivienda- INE, 2012)

A continuación, se presenta información sobre infraestructura existente y nivel de servicio de saneamiento por municipio.

ACHOCALLA. De acuerdo con la información brindada por las autoridades comunales del municipio de Achocalla, en cuanto a infraestructura de saneamiento, solamente el 30% del total de la población cuenta con algún tipo de inodoro dentro del hogar, el resto de la población recurre a prácticas de defecación al aire libre. Como se puede observar en la Figura 41, esto deriva en solamente un 30% de la población con acceso a servicios de saneamiento limitado, mientras que el 70% restante de la población cuenta con servicios no mejorados.

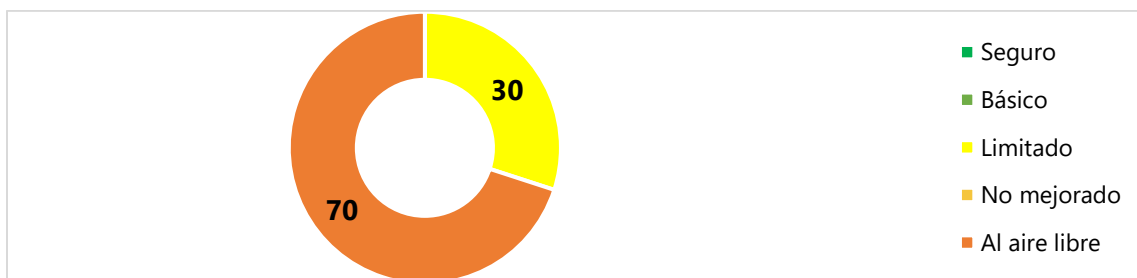


Figura 41. Porcentaje población con acceso a los diferentes niveles de servicio de saneamiento en las comunidades rurales del Municipio de Achocalla. Elaboración propia

MECAPACA. De acuerdo con la información brindada por las autoridades comunales del municipio de Mecapaca, en cuanto a infraestructura de saneamiento, el 27% del total de la población cuenta con algún tipo de inodoro dentro del hogar o parcela, un 5% cuenta con algún tipo de letrina, y el resto de la población recurre a prácticas de defecación al aire libre. Como se puede observar en la Figura 42, esto deriva en solo un 16% de la población con acceso a servicios de saneamiento mejorados, 7% con servicios de saneamiento limitado, 8% con servicios no mejorados y 68% de la población aún práctica la defecación al aire libre.

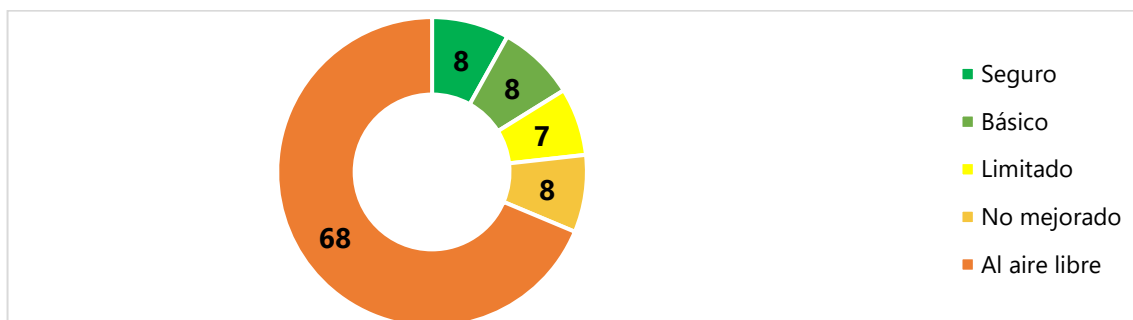


Figura 42. Porcentaje población con acceso a los diferentes niveles de servicio de saneamiento en las comunidades rurales del Municipio de Mecapaca. Elaboración propia

PALCA. En cuanto a infraestructura de saneamiento en el municipio de Palca, la información brindada por las autoridades comunales encuestadas refleja lo siguiente. 15% de la población cuenta con algún tipo de inodoro o letrina en el hogar, mientras que el resto de la población aún recurre a prácticas de defecación al aire libre. Como se puede observar en la Figura 43, esto deriva en un 7% de la población con acceso a servicios de saneamiento mejorado, 8% con servicios entre limitado y no mejorados y un 85% de la población aún práctica la defecación al aire libre.

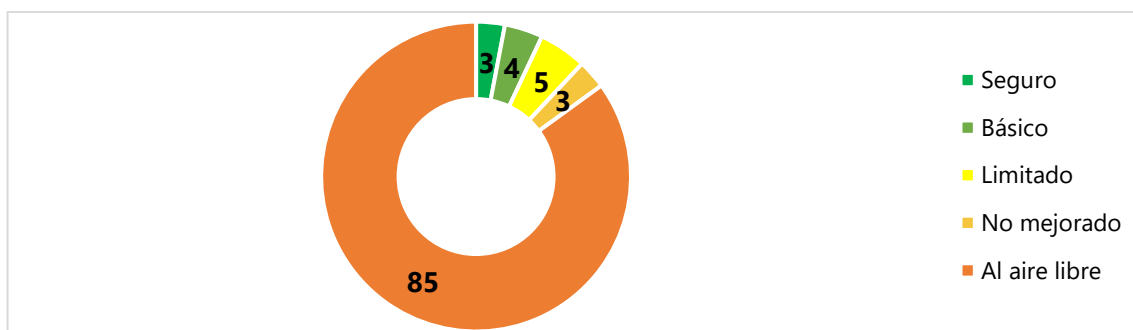


Figura 43. Porcentaje población con acceso a los diferentes niveles de servicio de saneamiento en las comunidades rurales del Municipio de Palca. Elaboración propia

LA PAZ. En el caso del municipio de la Paz, solo la comunidad de Pantini fue encuestada. La información brindada por las autoridades comunales encuestadas con respecto a infraestructura de saneamiento en Pantini refleja lo siguiente. Únicamente el 20% de la población cuenta con algún tipo de letrina dentro del hogar, el resto de la población recurre a prácticas de defecación al aire libre. Como se puede observar en la Figura 44, esto deriva en un 10% de la población con acceso a servicios de saneamiento básico, 10% con acceso a servicios limitados y un 80% sin acceso a ningún tipo de servicio de saneamiento.

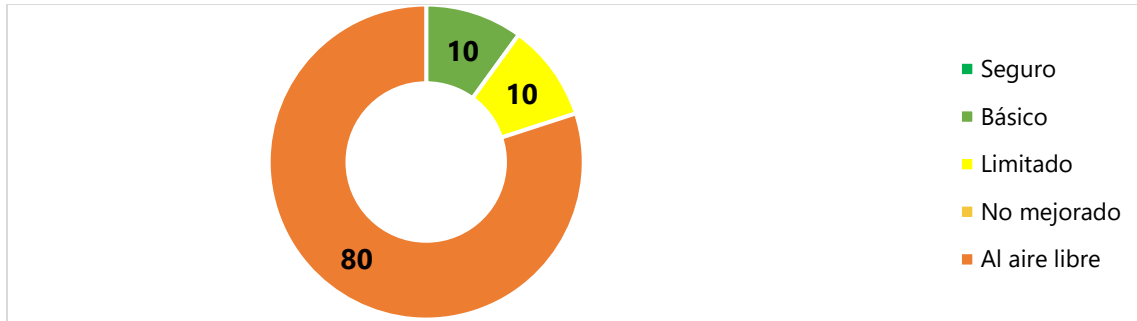


Figura 44. Porcentaje población con acceso a los diferentes niveles de servicio de saneamiento en la comunidad de Pantini. Elaboración propia

En las otras 15 comunidades, los datos del Censo de Población y Vivienda revelan una situación similar a Pantini. La mayoría de los hogares no tienen cobertura de servicios de saneamiento (porcentajes sin acceso por encima del 90%), por lo que se puede inferir que practican defecación a campo abierto. La figura 40 muestra en detalle los datos de estas comunidades.

Producción agrícola

El modelo socioeconómico se hizo en base a las áreas de riego actualmente inventariadas durante la elaboración del Plan. El modelo socioeconómico calcula el número de jornales de trabajo agrícola que se requiere en cada zona (Figura 45) para preparar, cultivar, cosechar, y traer al mercado en base a las áreas de cultivos y los datos de los proyectos de riego propuestos y los del Observatorio Agroambiental y Productivo (OAP) para costos por cultivo⁵⁹. Al mismo tiempo, se incorporó datos de la proporción de trabajos ejecutados por mujeres versus hombres del censo agropecuario nacional de 2013 para estimar la proporción de trabajos que se genera el riego del área en términos de cada género⁶⁰. El número de trabajos agrícolas en la zona es un indicador importante para medir la oportunidad económica local para la población. Además, es importante entender la división de labor entre los géneros, especialmente según la tarea agrícola considerada porque puede indicar la presión sobre las mujeres en manejar otras responsabilidades como la recolección de agua para usos domésticos, cuidado doméstico, y estudios.

⁵⁹ OAP. 2013. <http://observatorioagro.gob.bo/reporte-de-costos-de-produccion/>

⁶⁰ Instituto Nacional de Estadística (INE). 2013. <http://datos.ine.gob.bo/binbol/RpWebEngine.exe/Portal?BASE=CNA2013&lang=ESP>

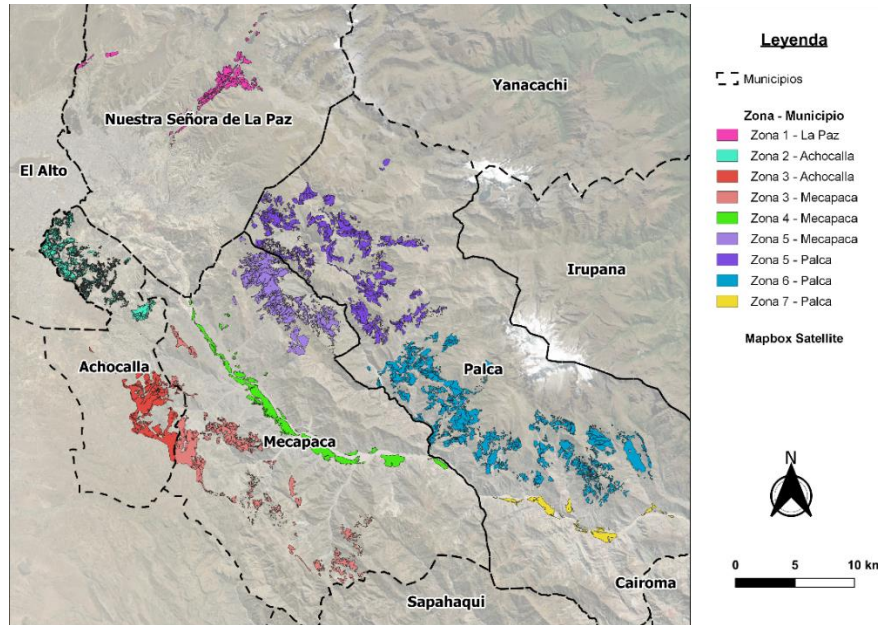


Figura 45. Mapa de las zonas agrícolas usadas para determinar la distribución de cultivación y labor durante el año

Se usó un jornal de trabajo para medir la labor necesaria para la producción agrícola en la región. Para determinar los jornales de mano de obra necesaria para cada cultivo se multiplicó los valores reportados por tipo de cultivo en los informes de los proyectos de riego propuestos y los datos oficiales cuando no había un cultivo representado en la documentación de los proyectos (avena, quinua, y trigo). Para la mayoría de las hortalizas se usó un valor generalizado de hortalizas (brócoli, coliflor, rábano, remolacha, y repollo). Finalmente, se dividió el total de jornales para cada cultivo sobre los meses de producción usados para el bance hídrico por zona agrícola y UHO que lo contiene.

En la [Figura 46](#) se ve que el mes con mayor número de jornales estimados es noviembre y de menor número es junio. La temporalidad de la necesidad de trabajadores durante el año tiene implicaciones importantes para las políticas públicas relacionadas con el trabajo agrícola.

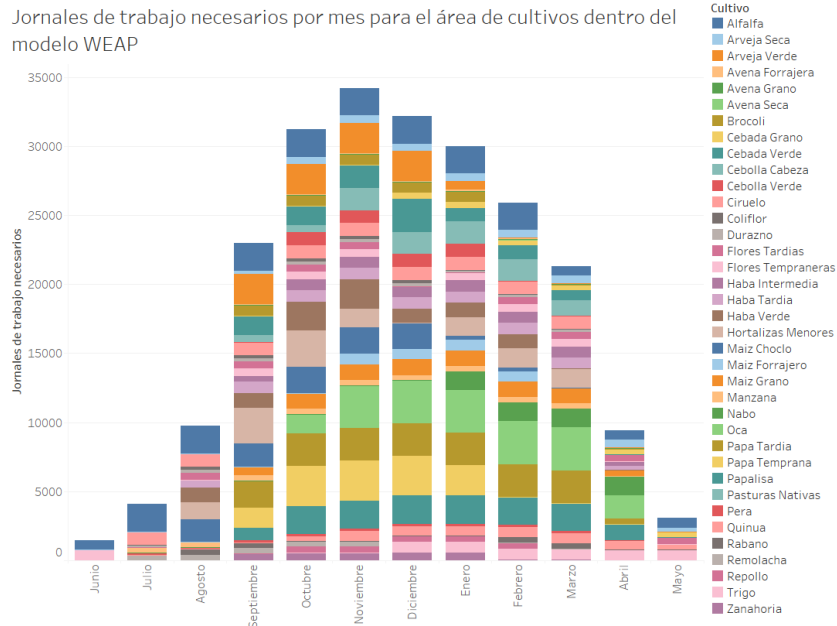


Figura 46. Distribución de labor según la temporada de cultivación de los cultivos en el área del modelo

En la Figura 47, se puede ver la distribución de trabajos por zona durante el año. Las zonas con más producción y trabajo agrícola potencial son las zonas 4 y 6, situadas en los municipios de Mecapaca y Palca, respectivamente. En esas dos zonas, los trabajos son distribuidos con una diversidad de cultivos, aunque hortalizas y haba verde, y papa y oca son los cultivos con más trabajos generados, respectivamente. Se nota una cantidad importante de trabajos generados en zona 7 por la producción de papa y hortalizas, y en zona 2 por la producción de oca.

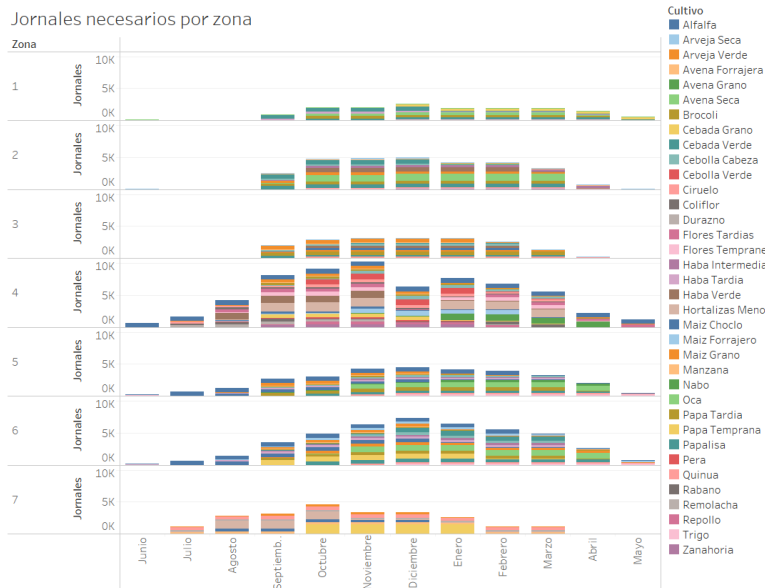


Figura 47. Labor necesaria estimado usando el modelo socioeconómico para cultivar el área agrícola en el área del modelo separado por zona agrícola

En la [Tabla 5](#) se presenta la distribución por género con relación a las actividades agrícolas desempeñadas en los municipios de la Cuenca Alta del Río La Paz. En todos los municipios, la agricultura se configura como una actividad económica clave para hombres y mujeres (INE, 2013), aunque sus roles en el ejercicio de la actividad pueden ser distintos conforme resultados de las entrevistas de campo. En el caso de Achocalla, por ejemplo, la actividad agrícola es ejercida mayoritariamente por mujeres (59,7%) y mayoritariamente por hombres en todos los otros municipios.

Tabla 5. Porcentaje de trabajadores empleados en la industria agrícola que son mujeres o hombres por municipio en la Cuenca Alta del Río La Paz

Municipio	Hombres	Mujeres
La Paz	56,8%	43,2%
Palca	55,1%	44,9%
Mecapaca	58,8%	41,2%
Achocalla	40,3%	59,7%

Fuente: INE (2016). Censo Agropecuario 2013.

La [Figura 48](#) muestra que la mayoría de los trabajos agrícolas son hechos por hombres en el área de estudio, con la excepción de la zona 1.

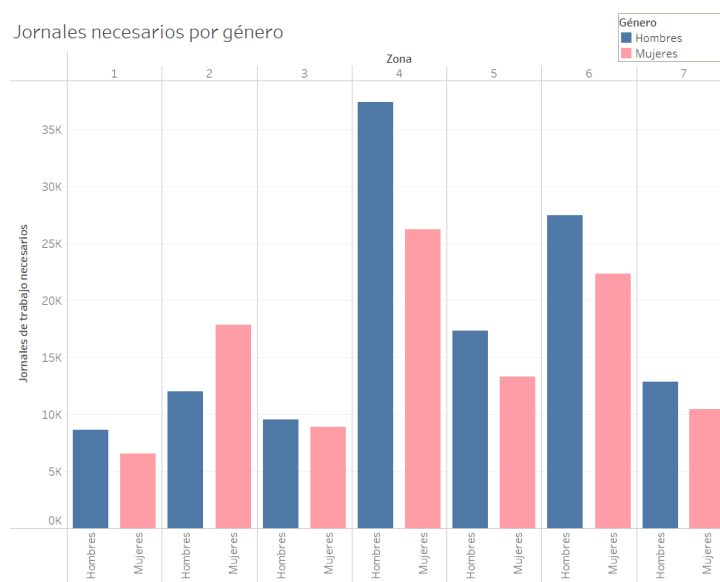


Figura 48. Labor estimado necesario para cultivar el área agrícola del modelo por género

En promedio, la producción agrícola anualmente demanda 29.2 Hm³ [0.93 m³/s] en todas las UHO, a nivel mensual el patrón de variabilidad es estacional, siendo el mes con menos requerimiento febrero con 0.78 Hm³, y el mes de noviembre el con mayor requerimiento con 4.16 Hm³ [Tabla 6]. La demanda agrícola es estimada mediante método de Penman Monteith a paso de tiempo mensual en el periodo 2000 al 2020, pérdidas por temas de eficiencia de conducción han sido fijado en promedio en 22.1% de eficiencia, esto han sido estimado a través de información referencial obtenida en las visitas de campo a las comunidades agrícolas y también visita a los sistemas de riego en los municipio de la cuenca, de igual forma se usó como referencia el reporte

del Inventario Nacional de Sistemas de Riesgo en Bolivia (2012)⁶¹, en la información adjunta al reporte se presenta información de la capacidad de conducción acumulada en cada UHO utilizada para el análisis de uso efectivo de todos esos sistemas de riego.

Tabla 6. Resumen de demanda de agua [Hm³ en periodo 2000-2020] para producción agrícola en la zona rural de la cuenca (Fuente: Elaborado en base a datos del inventario de datos y encuestas en las comunidades de la cuenca, 2021)

Ene	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	Municipio
0.09	0.05	0.14	0.27	0.34	0.38	0.41	0.44	0.42	0.36	0.39	0.19	3.48	La Paz
0.18	0.11	0.18	0.22	0.26	0.31	0.33	0.34	0.36	0.39	0.56	0.38	3.63	Achocalla
0.40	0.28	0.52	0.74	0.82	0.84	0.89	1.00	1.13	1.36	1.73	0.95	10.65	Mecapaca
0.40	0.34	0.71	0.97	0.95	0.96	1.05	1.22	1.31	1.15	1.48	0.90	11.45	Palca
1.07	0.78	1.56	2.20	2.37	2.48	2.67	2.99	3.23	3.27	4.16	2.42	29.20	Cuenca

Bajo las condiciones de localización de los sistemas agrícolas, las eficiencias de aprovechamiento del agua descritas, se ha estimado un suministro efectivo total de 21.17 Hm³ anuales que son utilizados para riego, esto implica una cobertura media del 75% [relativo a los 29.19 Hm³ reportados en la Tabla 6]. En términos de condición de los sistemas agrícolas, para aspectos de dimensionamiento de proyectos de riego, la condición relevante está relacionada con la disponibilidad hídrica al 75% de excedencia, la Tabla 7, presenta la cobertura en cada una de las zonas de los cuatro municipios para estas condiciones de oferta de agua.

Tabla 7. Cobertura de riego [%] en el 75% excedencia de oferta en la Línea Base para las zonas agrícolas de la cuenca (Fuente: Elaboración propia)

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Municipio
95	100	98	67	60	57	56	55	55	56	56	70	La Paz
100	100	100	100	79	53	49	44	45	50	28	99	Achocalla
95	100	100	93	87	83	82	80	67	58	45	78	Mecapaca
100	100	100	100	94	85	80	77	75	89	87	99	Palca
97	100	100	92	86	79	77	75	68	69	62	85	Cuenca

El resumen de cobertura en las diferentes zonas agrícolas de la cuenca muestra la condición sobre la cual se remarca la baja cobertura presente en Hampaturi, siendo esta zona intervenida actualmente con un proyecto de riego mayor para mejorar la cobertura mostrada en la Tabla 7. La otra zona con cobertura baja está localizada en Mecapaca en las UHO Milliri y Llacasa, debido a su lejanía a un área de oferta como es el caso del resto de sistemas rivereños al río La Paz. El resto de los sistemas de riego cuentan con recursos, pero presentan grandes desafíos en el uso eficiente, así como de capacidad de regulación para condiciones críticas.

Clima en la cuenca

De acuerdo con estudios en la zona altiplánica, esta se encuentra influenciada por la circulación monzónica sobre el continente (SAMS o monzón sudamericano)⁶². El monzón sobre el país tiene un componente denominado Alta de Bolivia que genera flujos en la atmosfera que cuando son desplazados en dirección norte,

⁶¹ <https://www.bivica.org/file/view/id/215>

⁶² Espinoza, JC; Garreaud, R; Poveda, G; Arias, PA; Molina-Carpio, J; Masiokas, M; Viale, M; Scaff, L. 2020. Hydroclimate of the Andes Part I: Main Climatic Features. *Frontiers in Earth Science* 8(March):1–20. DOI: <https://doi.org/10.3389/feart.2020.00064>

llevan aire seco y estable el cual se asocia con las épocas de estiaje en general en toda la región pero con mayor énfasis en el altiplano y la transición con la Amazonia [el caso de la cuenca], mientras que los desplazamiento inversos hacia el sur provenientes del noreste del continente, transportan aire húmedo y por ende favorecen la convección sobre la cuencas en la zona de cordillera y altiplano⁶³. Uno de los desafíos más relevantes en las cuencas de transición Andes/Amazonia es la variabilidad espacial abrupta en pocos kilómetros de desplazamiento horizontal debido a factores topográficos y de vegetación local, así como por los efectos regionales previamente mencionados.

La caracterización climática en regiones como esta, demandan una alta densidad de monitoreo terreno, para consolidar los patrones de cambio espacial sin omitir o extrapolar tasas de cambio que no siempre se pueden correlacionar con un factor invariante [ubicación, elevación, entre otros] o variables [nubosidad, vegetación] o combinaciones, debido a la incertidumbre en la no potencial no linealidad de los factores que intervienen en el clima de las cuencas de montaña andina, esto haciendo énfasis en el caso de precipitación, la cual cobra un importancia vital en temas de recursos hídricos. Desafortunadamente la cuenca Alta del Río La Paz, no cuenta con una densidad de estaciones que permite hacer representaciones precisas sobre los valores y rangos de precipitación, característicos en todos los pisos ecológicos y altitudinales, la mayor cantidad de estaciones de monitoreo están instaladas en la zona urbana de la ciudad de La Paz y la región periurbana de las cuencas de cabecera que el GAM_LP necesita monitorear para aspectos de control de riesgos y eventos extremos.

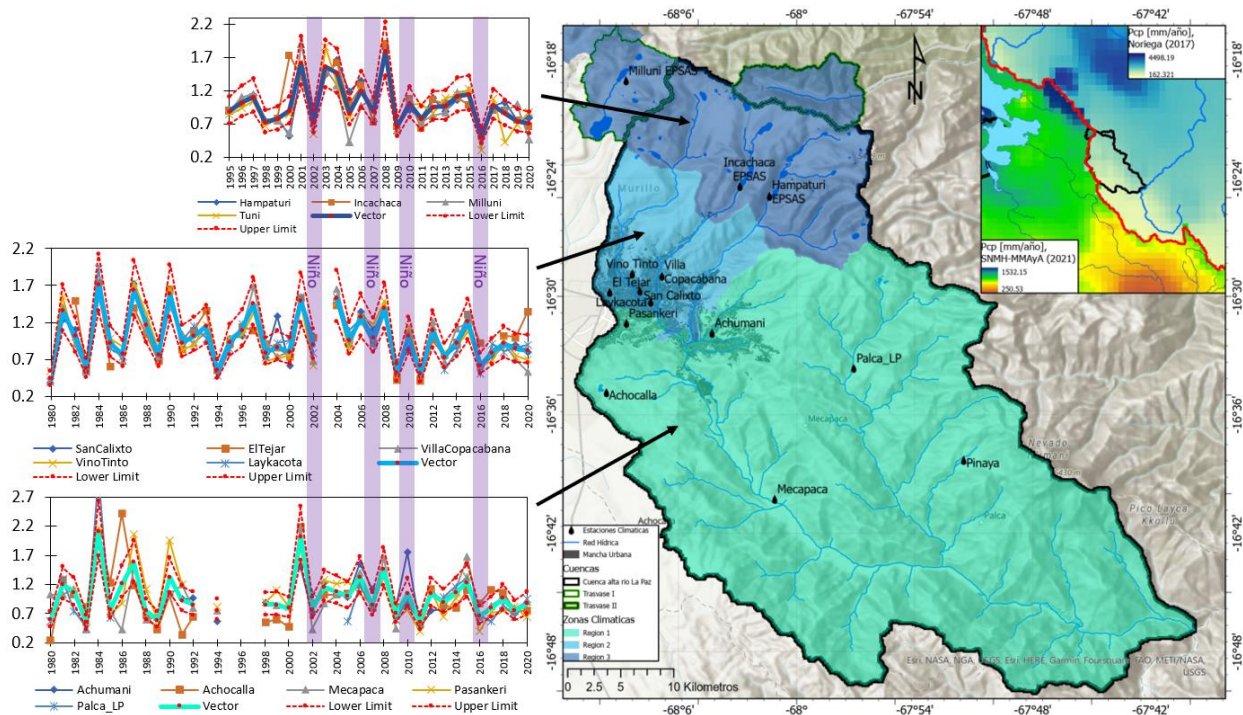


Figura 49. Regiones Climáticas en la cuenca y sus respectivos vectores regionales [ejes verticales de las gráficas de la izquierda] (Fuente: Elaboración propia)

La Figura 49, muestra distribuciones de precipitación obtenidos en dos estudios regionales referenciales que son importantes para describir una característica de la red de estacione que han ayudado a definir el

⁶³ SENMAHI-Peru, MMAyA-Bolivia. ESCENARIOS CLIMÁTICOS EN EL SISTEMA HÍDRICO DEL LAGO TITICACA, RÍO DESAGUADERO, LAGO POOPÓ Y SALAR DE COIPASA, Proyecto Gestión Integral del Sistema Hídrico TDPS, 2021. https://girh-tdps.com/biblioteca/Informe_Escenarios_climaticos_Sistema_TDPS_SENAMHI_MMAYa_PNUD.pdf

comportamiento climático descrito. El proceso de depuración de la información de monitoreo climático en cada una de las variables que intervienen en el clima de la cuenca es reportado en el [Anexo D](#) del presente Plan.

Producto del proceso iterativo para definir los patrones climáticos de precipitación y evapotranspiración de referencia se identificó la necesidad de ajustar el patrón general de la interpolación IDW sobre las cuencas en la zona de la cabecera norte [Choqueyapu, Orkhojahuira, Irpavi]. La razón es la cuantificación del aporte producto de la precipitación de estas cuencas al balance hídrico de los embalses de regulación y almacenamiento ubicados en estas cuencas, las cuales no cierran con los registros de volumen debido a un proceso de subestimación de la precipitación en la zona alta de estas subcuencas. El definir con precisión el gradiente de precipitación en la zona norte próxima a la cordillera oriental en la cuenca, es una labor altamente demandante de información y monitoreo con el que la cuenca no cuenta en la actualidad, para ello se obtuvo información complementaria de las estaciones en Chacaltaya operada por el Laboratorio de Física de la Atmosfera [LFA] de la UMSA [localizada en la zona alta de la cuenca Choqueyapu], y la estación Zongo operada por el Instituto de Investigación geológica y medio ambiente [IGEMA] de la misma universidad [localizada en la zona alta colindante al glaciar Huayna Potosi en la cuenca Milluni]. Como resultado de este análisis se ha encontrado que las quebradas altas de las cuencas Choqueyapu, Orkhojahuira e Irpavi cuentan con un gradiente lineal medio de 110 mm/año-km.

La precipitación oscila entre los 430 [mm/año] localizado en la zona central oeste del municipio de Mecapaca, hasta los 700 [mm/año] localizada en la zona alta de las cuencas Choqueyapu y Orkhojahuira. La precipitación media en la cuenca ha sido estimada en 569 mm/año, con una variabilidad espacial media en la cuenca de +/- 80 mm/año, zonificada como se describió previamente (Figura 49). Del total anual, el 69% precipita durante el núcleo húmedo de año [DEFM] con un valor medio de 393 [mm], con una variabilidad espacial de +/- 48 [mm] valor máximo ubicado en la zona norte en las subcuencas de Choqueyapu, Orkhojahuira, Hampaturi y los mínimos distribuidos a lo largo de toda la cuenca media y baja, mientras que el 7% precipita en el núcleo seco del año [MJJA] lo cual representa un valor de 38 [mm], con una variabilidad espacial de +/- 4 [mm] con valores máximos ubicados en la zona noreste desde Choqueyapu hasta la Choquecota, colidante con el glaciar Mururata, y el mínimo localizado en la quebrada entre la comunidad Taucachi y Yanari Alto en el municipio de Mecapaca.

La región alta de la cuenca tiene una superficie de 386 km², solo presenta dos estaciones en las represas Incachaca y Hampaturi. Durante los años 2018 y 2020, se han construido tres nuevas represas que cuentan con sistemas de monitoreo meteorológico y debido a la situación de sequía se inició monitoreo en la zona alta en la alguna Estrellani, esto según reportes e información discutida con EPSAS, sin embargo, los registros de estas estaciones nuevas son cortas y aun no cuentan con un periodo de datos suficiente para ser parte del análisis de línea base climática. En el estado actual la región cuenta con una densidad de estaciones de 1 estación por cada 193 km². Considerando este panorama, la región requiere de al menos **una estación siempre y cuando la red operativa en represas de EPSAS sea vinculada con la red de SENAMHI y el GAM_LP**, caso contrario se requiere de una inversión de al menos 6 estaciones adicionales.

La región baja de la cuenca se caracteriza por presentar la menor precipitación, siendo el mayor valor 111 [mm] registrado en el mes de enero mientras que el menor valor es 7 [mm] en el mes de junio. La red de estaciones en la región es bastante escasa, siendo su superficie de 1186 km², con 6 estaciones de la red nacional, y 9 estaciones de la municipal operada por el SMGIR del GAM_LP, con lo cual se cuenta con 1 estación por cada 79 km².

5. Problemática

Caracterizar la cuenca es fundamental para organizar y describir la problemática sobre la cual, el Plan propone acciones, de igual forma permite establecer los indicadores para medir el avance y progreso de estas acciones y prever en qué umbral de la planificación se lo debe valorar [corto, mediano, largo plazo]. Existen procesos físicos y sociales en la cuenca que hacen difícil el poder encarar inmediatamente, este balance se realiza considerando no solo los factores endógenos y exógenos descritos en la caracterización, sino también factores que no pueden ser proyectados.

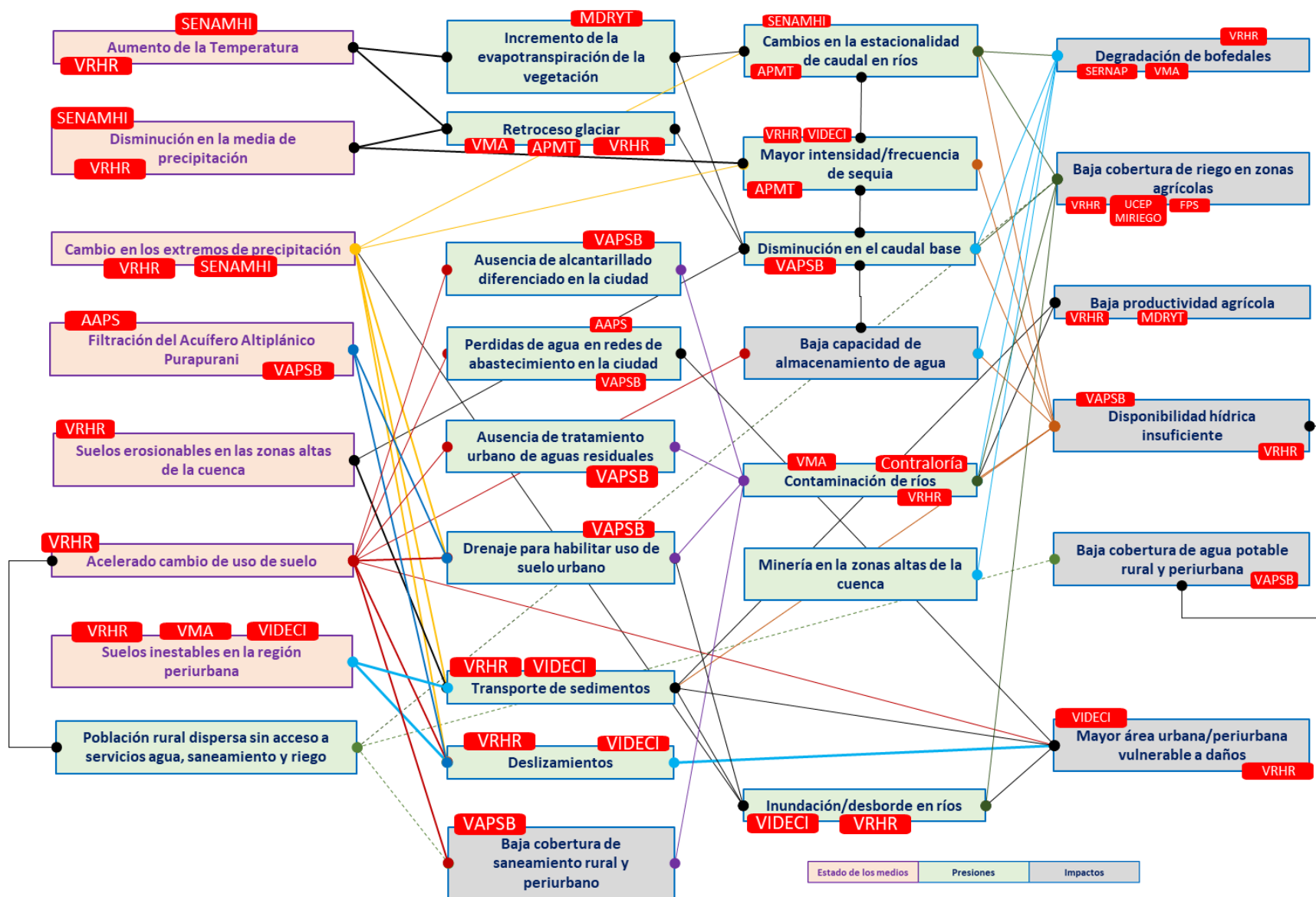


Figura 50. Diagrama de relación sobre factores desencadenantes [estado de medios], presiones en la cuenca e impactos [cuadros rojos hacen referencia a entidades sectoriales que intervienen ya sea para canalizar fondos o para regulación y emisión de criterio sectorial a nivel del gobierno, los municipios participan en el esquema de forma transversal por y acorde a cada componente del diagrama] (Fuente: Elaboración propia)

El enfoque de ADR descrito en la [sección 3](#), introduce procesos prácticos dentro de la valoración de la problemática dos factores fuera del alcance de manejo en la cuenca. El primero considera previsiones sobre el crecimiento de la población, el cual tiene implicación directa en las diferentes actividades económicas [industrial, turística, manufactura y administración pública en la ciudad de La Paz, mientras que en el resto de la cuenca es agrícola, minera y turística] que hacen uso de los recursos hídricos de la cuenca, y por otro lado determinar la presión sobre el uso de suelo para cambios en los procesos de degradación que implica el asentamiento e incremento de la densidad poblacional tanto urbana como rural en la cuenca. El segundo está relacionado a factores desencadenantes de la condición de disponibilidad hídrica en la cuenca como el Clima en sus diferentes variables [precipitación, temperatura y derivados como granizos, sequia entre otro], a través del régimen de precipitación y evapotranspiración que condicionan la disponibilidad de agua en toda la superficie y subsuelo disponible para los diferentes usos por parte de la ciudad y las diferentes comunidades de la cuenca.

El primero no requiere de un análisis más allá de seguir los lineamientos establecidos en el Plan Maestro de Agua potable y Saneamiento del área metropolitana de La Paz, para el crecimiento de la conurbación generada por los municipios de La Paz, Achocalla, Mecapaca y Palca como parte de la región metropolitana del departamento de La Paz, de igual forma muchos de los lineamientos y propuestas en manejo de recursos hídricos en las fuentes que competen a la cuenca también son parte de este Plan. El segundo implica el desarrollo de escenarios de cambio climático que planteen condiciones futuras del clima sobre los cuales la línea base en su condición de progresión sin que ninguna acción se ejecutase en el futuro y la cuenca continuase en las condiciones descritas para el periodo 2000 – 2020, permite estimar los cambios en las condiciones solo con la influencia de cambios en los patrones de precipitación y temperatura reportados a través del uso de las bases de información global sobre los modelos climáticos disponibles [condiciones Business as Usual (BaU)]. El estudio del índice de vulnerabilidad para el municipio de La Paz cuenta con modelos climáticos sin embargo no abarcan en contexto geográfico de la cuenca en sí misma, y por otro lado tienen un enfoque específico en aspectos de vulnerabilidad y riesgos, por ello se ha decidido construir escenarios con un enfoque más general considerando aspectos de cambios tanto en la variabilidad como en la media climática interanual⁶⁴.

De forma resumida, la cuenca presenta problemas relacionados con factores y medios como el incremento de temperatura, la cambio e incremento en las anomalías climáticas y su efecto en los patrones de precipitación, desconocida interacción con el agua subterránea de la macro regiónaltiplánica en los flancos occidentales de la cuenca, alta degradación por aspectos de erosión en todas la zonas [alta media y baja] de la cuenca, existe un claro proceso de cambio de uso de suelo residencial-urbano y también incremento en el uso de suelo para producción agrícola, y se cuenta con zonas perirurbanas sensibles y vulnerales a inestabilidad de suelo y el drenaje de la cuenca que provoca altos riesgos a deslizamientos, inundaciones/torrentes de barro, todo esto implica presiones sobre los recursos hídricos en la cuenca por aspectos de incremento en la evapotranspiración [uso de agua por parte de la cobertura vegetal], retroceso de los glaciares localizados en la cuencas altas, proceso acelerado no planificado territorialmente en el servicio de agua y saneamiento que en el caso de la ciudad de La Paz a generado la ausencia de alcantarillado pluvial y de aguas residuales diferenciado, altas pérdidas en los sistemas de distribución de agua potable, ausencia de tratamiento de las aguas residuales de la región urbana, manejo del drenaje urbano para la habilitación de suelo y generación de asentamiento altamente vulnerable, población rural altamente desera, difícil de ser cubierta con sistemas robustos de agua y saneamiento, superficie con gran margen de suelo descubierto que facilita procesos erosivos y posterior transporte de sedimentos en la red drenaje de la cuenca, acelerado proceso de contaminación en los ríos

⁶⁴ GIZ, E. (2017). Risk supplement to the vulnerability sourcebook. Guidance on How to Apply the Vulnerability Sourcebook's Approach with the New IPCC AR5 Concept of Climate Risk.

Choqueyapu, Orkojahuirá, Huañajahirá e Irpavi, minería activa en pequeña escala que dificulta su regulación. Estas presiones en los medios o condiciones de la cuenca, generan impactos en la población en términos de baja cobertura de agua y saneamiento en la zona rural de la cuenca, capacidad limitada pero creciente para almacenamiento y regulación del agua, dregadación de ecosistemas claves como bofedales y glaciares, baja eficiencia y productividad de los sistemas productivos agrícolas, disponibilidad hídrica insuficiente por temas de localización y calidad del agua, y consecuentemente un área urbana y perirubana altamente vulnerable a éstas presiones.

5.1. Cambio Climático

Las evaluaciones de cambio climático en los sistemas hidrológicos fundamentalmente buscan establecer cómo, a diferentes escalas espaciales y temporales, los cambios en los atributos del clima pueden modificar la disponibilidad y el uso del agua en una cuenca.

Para la incorporación de esta incertidumbre en Plan se tuvieron disponibles dos conjuntos de datos climáticos, las series climáticas descritas previamente y los datos del Proyecto de Inter comparación de Modelos Acoplados (CMIP, Coupled Modeling InterComparison Project). Se generaron en total tres (3) escenarios prospectivos de cambio climático de mediano plazo (2021-2061) para la precipitación y la temperatura media.

Los modelos del CMIP5 son la principal fuente de información disponible actualmente para predecir el clima en horizontes de largo plazo, y pueden informar sobre el rango de “futuros posibles” del clima terrestre frente a diferentes cambios naturales o antrópicos, y a su vez, informar los modelos hidrológicos utilizados para representar las condiciones locales en las cuencas y los efectos esperados por los cambios en el clima. Para generar los escenarios de cambio climático usando los datos del CMIP5, se utilizó el método de reducción de escala empleando un algoritmo de k-vecinos más cercanos⁶⁵ (k-NN, k-Nearest Neighbors), un método no paramétrico de reducción de escala.

La priorización de los Modelos Climáticos Globales consistió en inicialmente comparar el patrón estacional histórico observado entre los GCM y el clima local (1980 - 2005). Lo anterior permitió priorizar algunos GCM sobre otros (Figura 51).

⁶⁵ Yates, D., Gangopadhyay, S., Rajagopalan, B., & Strzepek, K. (2003). A technique for generating regional climate scenarios using a nearest-neighbor algorithm. *Water Resources Research*, 39(7).

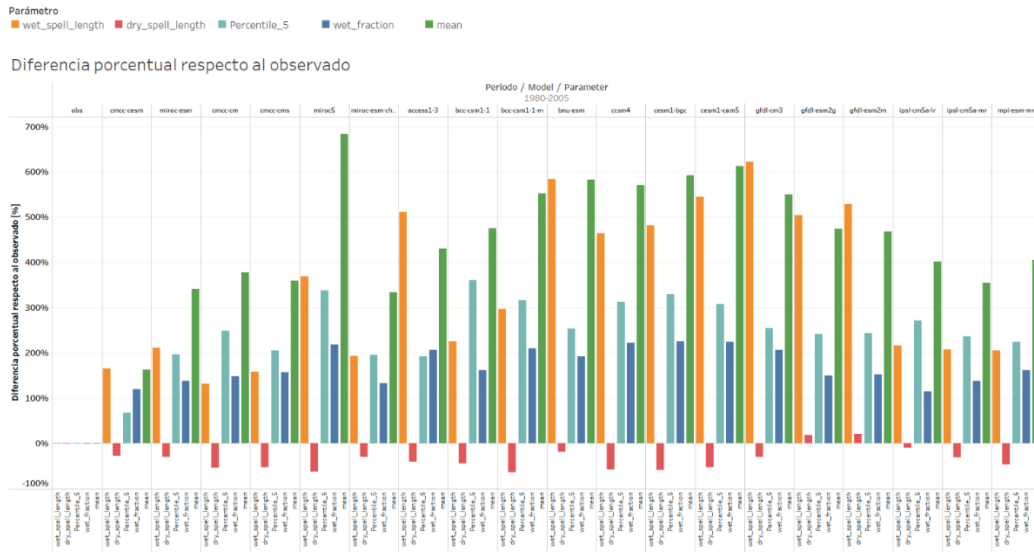


Figura 51. Comparación de atributos climáticos de GCMs histórico con el clima observado (Fuente: Elaboración propia)

Se seleccionó la serie (corrida k-NN) que presentó mayor duración media de rachas secas y menores valores en los atributos de humedad: duración media de rachas húmedas, y fracción de días húmedos. En la Figura 52 y la Figura 53 se presentan los atributos de las series evaluadas, en color verde se resalta la serie seleccionada en cada modelo.



Figura 52. Visualización de los atributos climáticos del modelo CMCC-CESM para 50 corridas del método K-NN (Fuente: Elaboración propia)

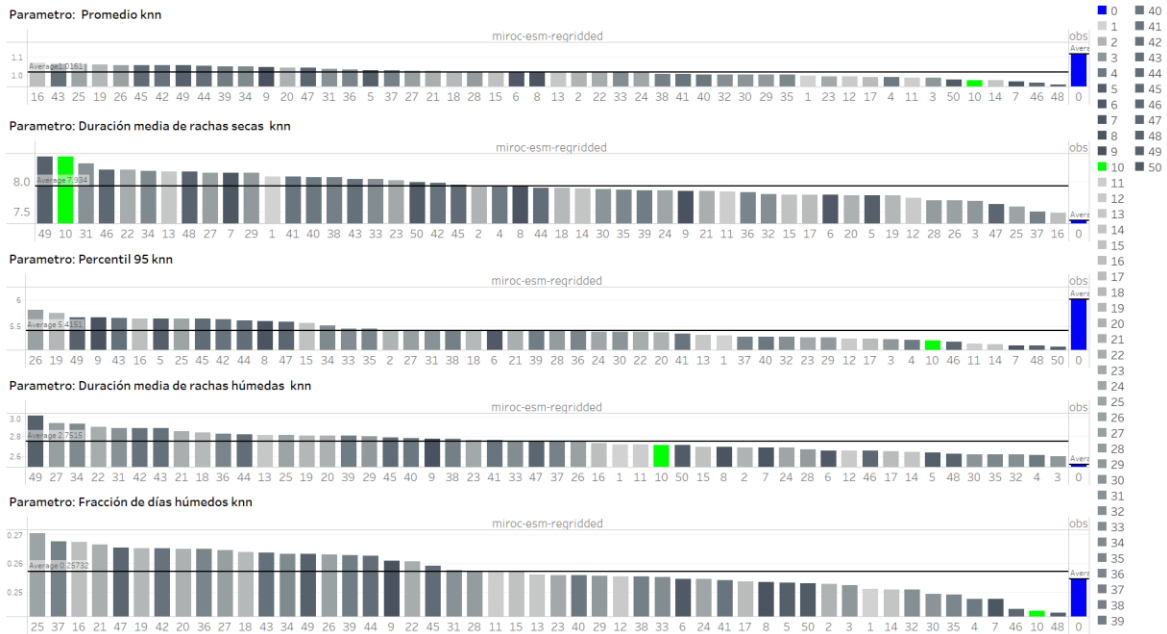


Figura 53. Visualización de los atributos climáticos del modelo MIROC-ESM para 50 corridas del método K-NN (Fuente: Elaboración propia)

Representación estacional del clima futuro

Como se observa en la Figura 54 los modelos seleccionados representan el patrón unimodal de la precipitación en la cuenca, siendo el modelo MIROC-ESM el que representa de mejor manera la fluctuación de la variable a lo largo del año, en el cual se evidencia la presencia de un periodo seco con mínimos predominantes en los meses de mayo, junio y julio.

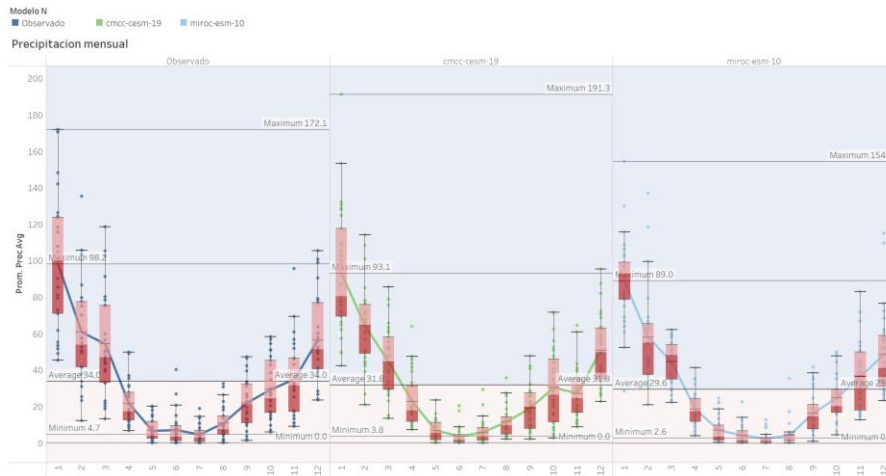


Figura 54. Precipitación mensual observada y simulada

En cuanto a la representación de la temperatura en la cuenca, se muestra en la Figura 55 que ambos modelos simulan satisfactoriamente el comportamiento de la variable, con máximos en el mes de diciembre y mínimos

en el mes de julio. Como en el caso anterior, el modelo MIROC-ESM se destaca levemente en el desempeño de la modelación.

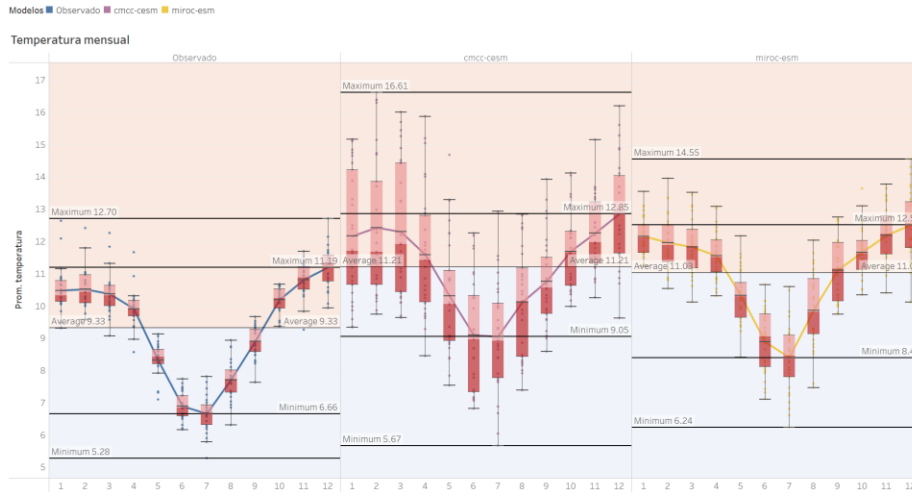


Figura 55. Temperatura mensual observada y simulada

Cambios en los patrones interanuales

Por otra parte, la Figura 56 y la Figura 57 presentan el cambio porcentual que se produciría en las variables climáticas bajo escenarios de cambio climático considerando los modelos seleccionados. La precipitación (Figura 56) presentaría variaciones en su totalidad negativas a lo largo de las décadas del periodo según el modelo MIROC-ESM, destacando la disminución superior al 40% en todos los casos de la temporada seca. De manera contraria, el modelo CMCC-CESM estima aumentos porcentuales en el promedio de la precipitación en la década de 2031 a 2040, principalmente en la temporada de transición.

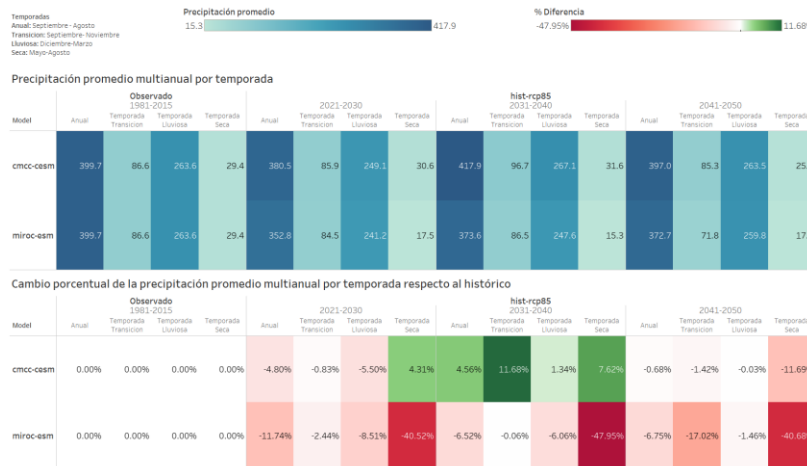


Figura 56. Variaciones en la precipitación promedio multiannual por temporada bajo escenarios de cambio climático

La Figura 57 muestra el cambio porcentual que presentaría la temperatura bajo efectos de cambio climático. El modelo CMCC-CESM estima cambios superiores al 10% en las décadas del periodo de evaluación, las variaciones correspondientes a las temporadas secas serían superiores con el paso del tiempo alcanzo un aumento equivalente al 38% respecto al histórico en la década de 2041 a 2050, dicho comportamiento se

refleja de igual manera con menor magnitud (a excepción de la década 2031 a 2040) en las simulaciones realizadas con el modelo MIROC-ESM.

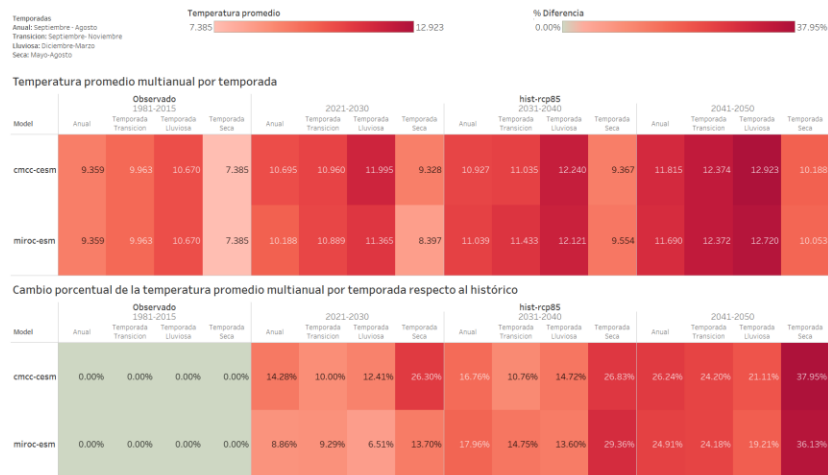


Figura 57. Variaciones en la temperatura promedio multi-anual por temporada bajo escenarios de cambio climático

Estos factores han sido aplicados para el caso del escenario más desfavorable (MIROC-ESM) desde la perspectiva de su condición “más seca” [Figura 57] y su implicación en el balance hídrico de la cuenca, así como también desde la perspectiva de la variación estacional de los eventos húmedos los cuales, para el ensamble seleccionado [10], corresponde a racha húmedas más intensas y de menor duración [Figura 53].

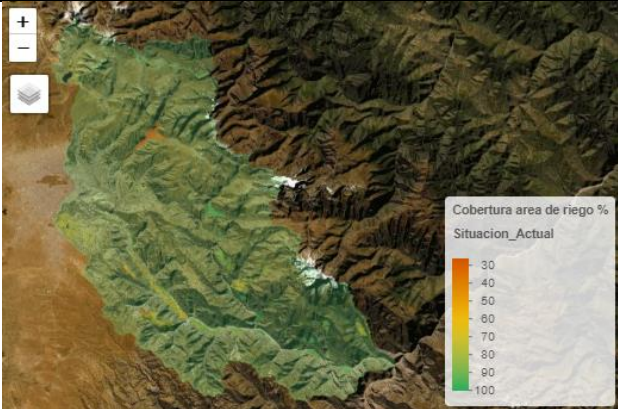
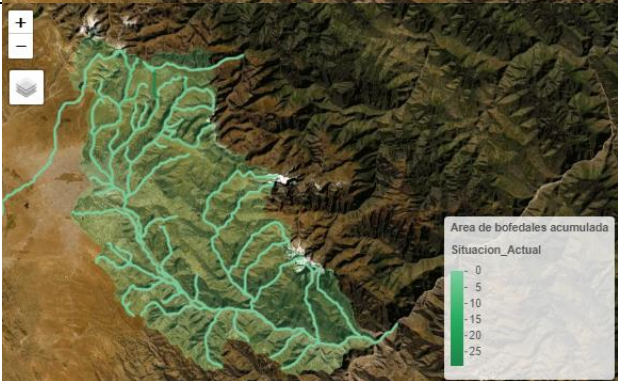
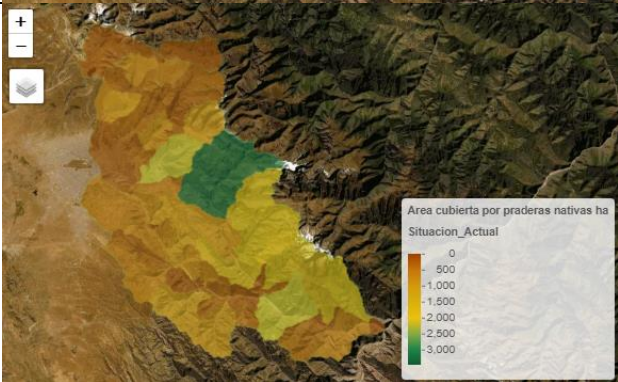
5.2. Indicadores [Línea Base]

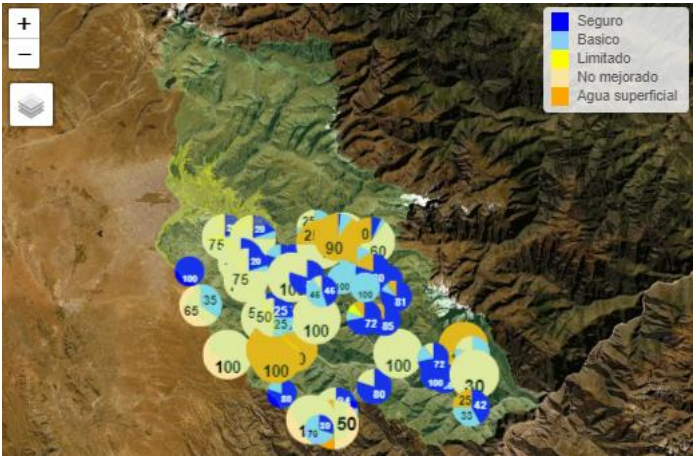
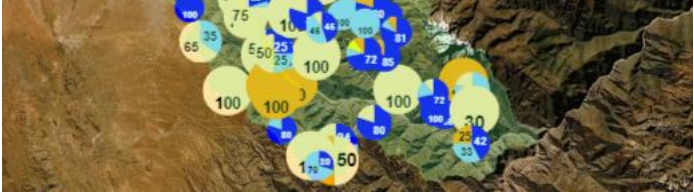


El esquema mostrado en la Figura 50, ha sido construido para permitir visualizar las relaciones entre los diferentes factores descritos en la sección 4, de igual forma permite visualizar los diferentes tipos de medidas que han sido recopilados de forma gradual en los procesos de comunicación con las entidades administradoras del agua en el nivel nacional, regional y territorial descritos en la sección 2. Este diagrama es la síntesis sobre la cual se procedió a armar la línea base a través de indicadores, considerando que este esquema es el que a nivel ejecutivo vincula los indicadores con algún aspecto o característica a ser modificada en la cuenca a través de las acciones, se lo debe considerar susceptible de ajuste y actualización considerando la naturaleza quinquenal del Plan, así como la mecánica de interacción interinstitucional que este instrumento [El Plan] tiene en relación al PPRH como política sectorial para ejecución en el territorio de la cuenca. Las medidas se enmarcan en temas de agua potable y saneamiento, drenaje urbano, protección de fuentes hídricas, manejo de cuencas, riesgos, saneamiento y riego, así como aspectos transversales a estos [Fortalecimiento institucional, pobreza y género, monitoreo]. La Tabla 8 describe los indicadores del Plan, el que cuenta con una interface en línea que permite al lector navegar por la situación actual de la cuenca de forma interactiva considerando estos indicadores⁶⁶ a través de visores geográficos, tablas y gráficas para entendimiento espacial de cada una de las problemáticas descritas a través de los indicadores, el Modelo de Toma de Decisiones Participativa [MTDP], esta herramienta permite acceder a todas las simulaciones realizadas para la descripción y caracterización de la cuenca para realizar los cambios en acciones que el Plan propone, y desplegar resultados integrales de cambio consecuentes con las acciones propuestas, este mismo será utilizado en la sección 7. [mayor detalle de la herramienta referirse al Anexo G]

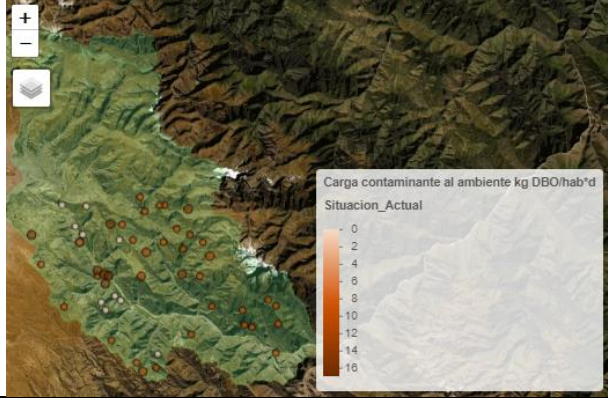
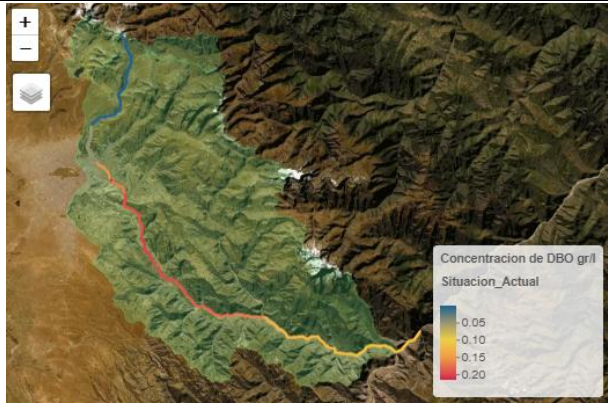
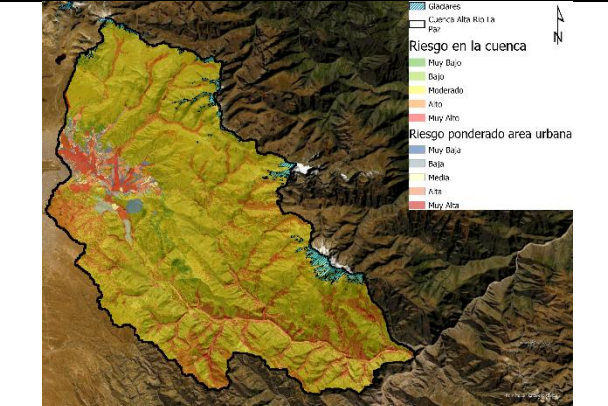
⁶⁶ https://latinoamericasei.shinyapps.io/MTDP_CuentaAltaRioLaPaz/

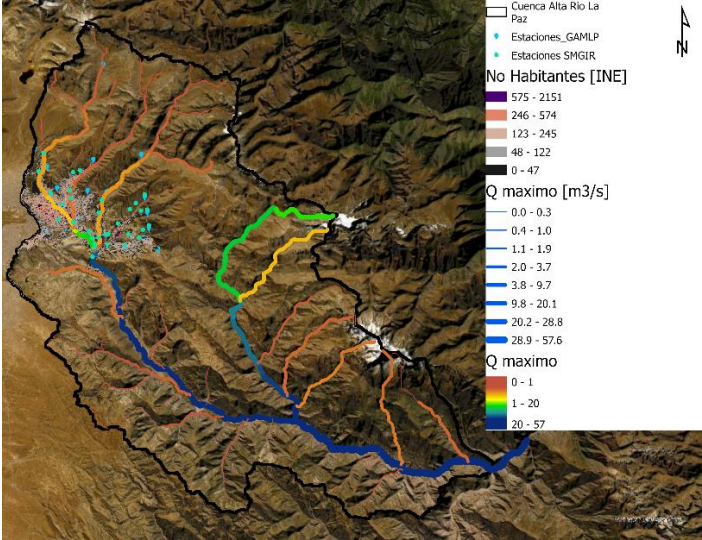
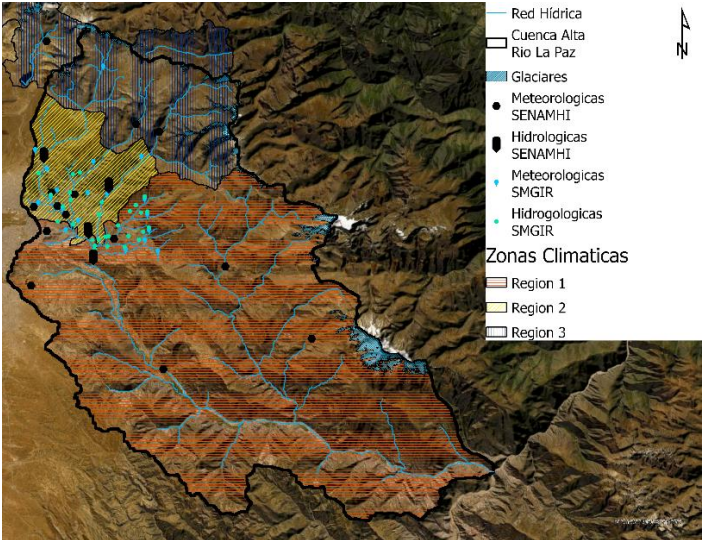
La [Tabla 8](#) presenta la descripción de la problemática mencionando el indicador PDES relacionado contextualizado al ámbito territorial de la cuenca, de igual forma presente el reporte de Línea base sobre la situación actual del indicador así como su proyección considerando los efectos del cambio climático descritos previamente en esta sección y el crecimiento poblacional proyectado según el Plan Maestro de Agua Potable y Saneamiento del área metropolitana de La Paz, finalmente presenta un mapa resumen de la herramienta de navegación desarrollada para el Plan para guiar en la implicación geográfica de cada una de las problemáticas y su correspondiente indicador.

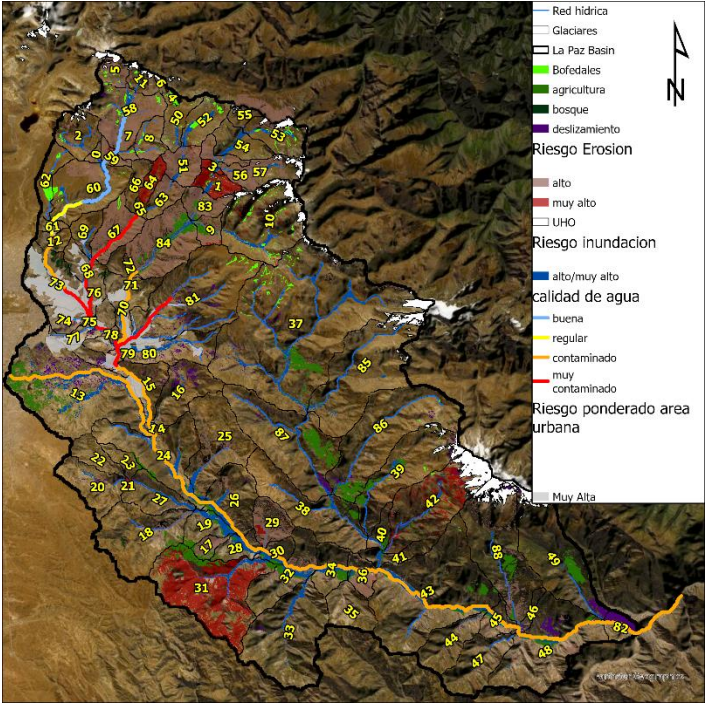
De forma análoga a los planes citados previamente y bajo los lineamientos sectoriales para el Plan, los indicadores deben cumplir con la factibilidad de inserción en todos los niveles de política de las instituciones involucradas y descritas en la [sección 2](#), de igual forma como se menciona al inicio están vinculados a los pilares del PDES [2021 - 2025], al igual que a los Objetivos de Desarrollo Sostenible [ODS], lo mismo con los planes territoriales de las entidades en la jurisdicción respectiva.

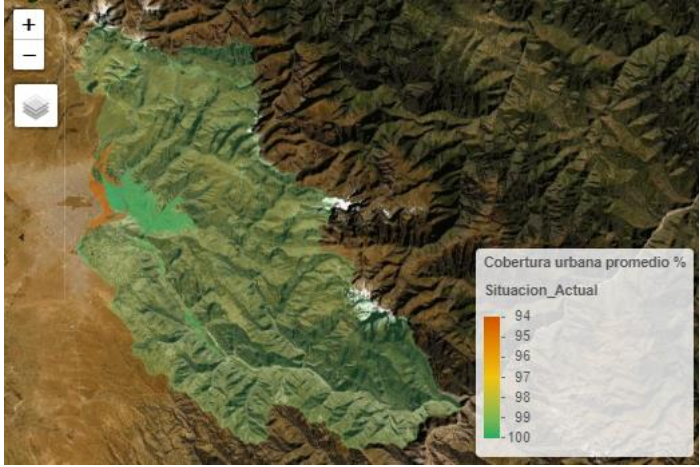
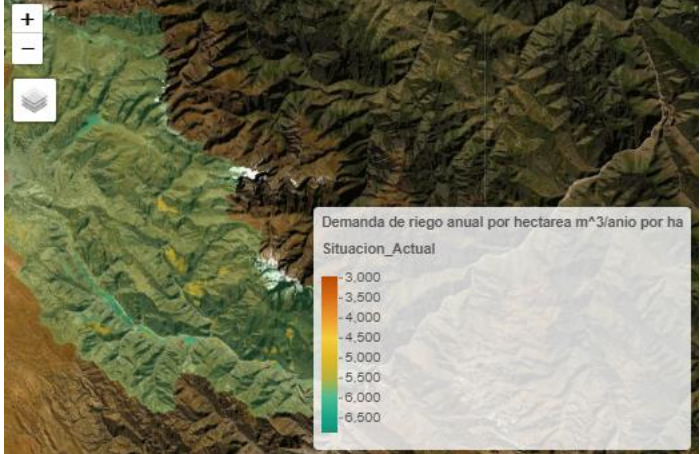
Indicador	Descripción del Indicador [LB]	Escala Espacial
Cuencas y Riego		
<p>Superficie [Ha] bajo Riego [CR1] Actualmente la cuenca cuenta con un área agrícola estimada en 5414 [Ha] disponible y solo alrededor del 75% cuenta con riego y suministro efectivo para su desarrollo [4087 Ha]. [Anexo H, sección 4, pág., 56]</p>	<p>Situación Actual [2000 - 2020] 29% [168 de 581 Ha] en La Paz, 73% [531 de 729 Ha] en Achocalla, 77% [1561 de 2037 Ha] en Mecapaca, y 88% [1828 de 2067 Ha] en Palca cuenta con riego y suministro efectivo. Situación Cambio Climático y Crecimiento poblacional [2030 - 2050] 23% [134 de 581 Ha] en La Paz, 62% [454 de 729 Ha] en Achocalla, 73% [1483 de 2037 Ha] en Mecapaca, y 81% [1672 de 2067 Ha] en Palca cuentan con riego y suministro efectivo.</p>	
<p>Superficie [Ha] de bofedales bajo manejo integrado y sustentable [CR2] La cuenca cuenta con 1040 Ha de bofedales, de los cuales en promedio un 16,99 % corresponde a bofedales vigorosos, mismos que se encuentran estado óptimo, y un 26,83 % de bofedal posee déficit hídrico. [Anexo I, sección 4, pág., 38]</p>	<p>Situación Actual [2000 - 2020] 6% [26 de 465 Ha] en La Paz, 19% [107 de 574 Ha] en Mecapaca presentan déficit hídrico. Actualmente 0 Ha de bofedales cuentan con acciones de manejo. Situación Cambio Climático y Crecimiento poblacional [2030 - 2050] 12% [52 de 465 Ha] en La Paz, 26% [150 de 574 Ha] en Mecapaca presentan déficit hídrico.</p>	
<p>Superficie [km²] intervenida con medidas de manejo integral de cuencas [CR3] La cuenca cuenta con 53.12 km² de superficie con procesos erosivos críticos por encima de las 50 [TN/Ha-Año] que no cuentan con ninguna intervención para mitigación en aspectos de manejo de sedimentos o disminución del potencial erosivo del suelo [Anexo L]</p>	<p>Situación Actual [2000 - 2020] 7.97 km² en La Paz, 33.92 km² en Mecapaca y 11.22 km² en Palca son susceptibles a proceso erosivo muy alto que requiere acciones de manejo de cuenca. En la actualidad 0 km² están intervenidos con Manejo Integral de Cuencas.</p>	
Agua potable y Saneamiento		

Indicador	Descripción del Indicador [LB]	Escala Espacial
<p>Porcentaje [%] de población periurbana que cuenta con acceso a agua segura [AS1]</p> <p>Referente a la situación de cobertura de agua para las 9 comunidades periurbanas analizadas.</p> <p>51% de población cuenta con servicios de agua clasificada como no mejorada, 37% cuenta con servicios a nivel básico y el 11% aún recurre a prácticas de recolecta de agua superficial.</p> <p>En ninguna de las comunidades periurbanas la cobertura del servicio básico de agua llega a 96% (meta PDES al 2025) y no cumple con el indicador ODS de 100% de cobertura de agua gestionada de manera segura [sección 4, pág., 26]</p>	<p>Situación Actual</p> <p>[37% población en área periurbana con servicio a nivel básico, datos estimados en julio 2022]</p> <p>Situación Crecimiento Poblacional</p> <p>[14% población en área periurbana con servicio a nivel básico en escenario de crecimiento de población (2040)]</p>	
<p>Porcentaje de población rural que cuenta con acceso a agua segura [AS2]</p> <p>Referente a la situación de cobertura de agua para las 47 comunidades rurales de la cuenca</p> <p>Se estima que 9 comunidades cuentan con servicio de agua segura, 34 sistemas no mejorados, y 4 obtienen agua a través de acarreo de fuente superficial.</p> <p>En ninguna de las comunidades rurales la cobertura del servicio básico de agua llega a 77% (meta PDES al 2025) y no cumple con el indicador ODS de 100% de cobertura de agua gestionada de manera segura. [Sección 4, pág., 49]</p>	<p>Situación Actual</p> <p>[Achocalla 33%, Mecapaca, 43%, Palca 59% y La Paz el 70% población rural con acceso a servicios de agua a nivel básico, datos estimados en julio 2022]</p> <p>Situación Crecimiento Poblacional</p> <p>[Achocalla 17%, Mecapaca, 16%, Palca 46% y La Paz el 52% población rural con acceso a agua segura en escenario de crecimiento de población (2040)]</p>	
<p>Porcentaje de población periurbana que cuenta con acceso a servicios de saneamiento [AS3]</p> <p>Únicamente las comunidades de Avircato, Las Carreras y Yupampa Valencia cuentan con cobertura de saneamiento mejorado por encima del 70.6%. Mientras que en las 6 comunidades restantes el acceso a saneamiento mejorado se encuentra por debajo del 60%. En ninguna de las comunidades periurbanas la cobertura del servicio básico de saneamiento llega a 90% (meta PDES al 2025) y no cumple con el indicador ODS de 100% de cobertura de saneamiento gestionada de manera segura. [Anexo K, Sección 4, pág. 27]</p>	<p>Situación Actual</p> <p>[63% de la población en el área periurbana cuenta con cobertura de servicios de saneamiento básico a nivel básico, datos estimados en julio 2022]</p> <p>Situación Crecimiento Poblacional</p> <p>[26% de la población en el área periurbana cuenta con cobertura de servicios de saneamiento básico en escenario de crecimiento de población (2040)]</p>	
<p>Porcentaje de población rural que cuenta con acceso a servicios de saneamiento [AS4]</p> <p>11% de la población rural tiene acceso a algún tipo de inodoro o letrina en los hogares. Las comunidades a pesar de contar o no con instalaciones de saneamiento no cuentan con un manejo integral de los lodos fecales, además los hogares suelen descargar las aguas grises hacia los patios o jardines y, en algunas ocasiones, a los ríos cercanos sin ningún tipo de tratamiento previo. En ninguna de las comunidades rurales la cobertura del servicio básico de saneamiento llega a superar el 53% (meta PDES al 2025) y no cumple con el indicador ODS de 100% de cobertura de saneamiento gestionada de manera segura. [Sección 4, pág., 51]</p>	<p>Situación Actual</p> <p>[Achocalla cuenta con el 30%, Mecapaca con el 27%, Palca con el 15%, La Paz con el 20% (solo se encuesta en Pantini) de su población tiene acceso a algún tipo de letrina o inodoro en el hogar, datos estimados en julio 2022]</p> <p>Situación Crecimiento Poblacional</p> <p>[Achocalla cuenta con el 15%, Mecapaca con el 10%, Palca con el 12%, La Paz con el 15% (solo se encuesta en Pantini) de su población tendrá acceso a algún tipo de letrina en hogar o inodoro en escenario de crecimiento de población (2040)]</p>	

Indicador	Descripción del Indicador [LB]	Escala Espacial
<p>Numero de rellenos sanitarios construidos [AS5]</p> <p>En la actualidad la cuenca cuenta con un solo relleno sanitario en la zona de Alpacoma en Achocalla, que sirve al área urbana de la cuenca, que presenta problemas de estabilidad, el resto de municipio cuenta con cargas contaminantes y generación de desechos de forma dispersa debido a la ausencia de rellenos sanitarios propios. [Anexo K]</p>	<p>Situación Actual</p> <p>1 Relleno sanitario administrado y operado por el municipio de La Paz [100%], lo que no está establecido en los demás municipios [0%], Achocalla y Mecapaca están proceso de puesta en operación en las gestiones siguientes [25% de cobertura en los 4 municipios de la cuenca]</p>	
<p>Número de plantas de tratamiento de aguas residuales de uso doméstico nuevas, ampliadas, mejoradas y/o rehabilitadas [AS6]</p> <p>En la actualidad ningún municipio tanto en ámbito urbano como en rural no cuenta con plantas de tratamiento de agua residual de los centros poblados los cuales se constituyen en los mayores puntos de contaminación, generando carga contaminante en los ríos Orkojahuirá, Irpavi, Huañajahuira, Cotahuma los cuales se concentran en los ríos Choqueyapu y La Paz. [Sección 4, pág., 34, Anexo J]</p>	<p>Situación Actual</p> <p>Río Choqueyapu [salida 0.17 gr/l DBO, 0.34 gr/l DQO, 0.020 gr/l N promedio entre 2000 - 2020], y Río La Paz [salida 0.13 gr/l DBO, 0.24 gr/l DQO, 0.014 gr/l N promedio entre 2000 - 2020] con ningún [0%] municipio operando una planta de tratamiento para el retorno de sus aguas residuales a estos ríos.</p> <p>Situación Cambio Climático y Crecimiento poblacional [2030 - 2050]</p> <p>Río Choqueyapu [salida 0.20 gr/l DBO, 0.4 gr/l DQO, 0.024 gr/l N promedio entre 2030 - 2050], y Río La Paz [salida 0.17 gr/l DBO, 0.33 gr/l DQO, 0.020 gr/l N promedio entre 2030 - 2050] con ningún [0%] municipio operando una planta de tratamiento para el retorno de sus aguas residuales a estos ríos.</p>	
Riesgos hidrológicos		
<p>Número de municipios vulnerables con capacidades técnicas suficientes en gestión de riesgo de desastres [RH1]</p> <p>Riesgo debido a aspectos de exposición y diferentes amenazas presentes en la cuenca [sequia, deslizamientos, erosión, inundación] actualmente pone en riesgo al 43% de la población localizada en la zona urbana. Para esta población en total 50.41 km² de la cuenca se encuentran categorizados con riesgo "Muy Alto". [Anexo L, Índice de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la ciudad de La Paz, 2021]</p>	<p>Situación Actual</p> <p>El municipio de La Paz cuenta 30.98 km², Achocalla con 2.61 km², Palca con 9.78 km², y Mecapaca con 7.04 km² categorizados con riesgo "Muy Alto". De los cuatro solo La Paz cuenta con plan de gestión de riesgos y unidad administrativa de riesgos [100%], mientras que el resto no [0%] [25% en la cuenca]</p> <p>Situación Cambio Climático y Crecimiento poblacional [2030 - 2050]</p> <p>El municipio de La Paz cuenta 32.21 km². De los cuatro solo La Paz cuenta con plan de gestión de riesgos y unidad gestión de riesgos [25% de la cuenca]</p>	

Indicador	Descripción del Indicador [LB]	Escala Espacial
<p>Numero de Sistemas de Alerta Temprana [RH2]</p> <p>No se cuenta con un sistema de monitoreo coordinado entre la zonas alta, media y baja de la cuenca, siendo la única zona priorizada la región urbana respaldada por la red de monitoreo y SAT del SMGIR en La Paz [Anexo H, sección 4, pág., 21]</p>	<p>Situación Actual</p> <p>El municipio de La Paz cuenta con un SAT respaldado por una red de monitoreo hidrológico y meteorológico [100%], el resto de los municipios carece de un SAT [0%] o red de monitoreo más allá de la red nacional [25% de la cuenca con SAT operativo]</p>	
<p>Número de Estaciones de monitoreo meteorológico e hidrológico [RH3]</p> <p>El monitoreo meteorológico e hidrológica en la cuenca requiere de un fortalecimiento en la densidad y ubicación de estaciones para contar con la información representativa de las 3 regiones pluviométricas presentes en la cuenca. Acorde a la Organización Meteorológica Mundial [OMM], la densidad para este tipo de zonas debe garantizar 1 estación por cada 50 km² como mínimo, actualmente la cuenca presenta densidad que no cumple con estas especificaciones [Anexo H, sección 4, pág., 30 y 59], especialmente en la zona rural.</p>	<p>Situación Actual</p> <p>La Paz área urbana [Región 2] densidad 9.5 km²/estación, La Paz área rural [Región 3] densidad 193 km²/estación lo que implica que la densidad en el area urbana es suficiente [100%], sin embargo, en el area rural es insuficiente en un valor 50/193 [26%, lo que implica una media en toda el area del municipio de 62.95%], Mecapaca, Achocalla y Palca [Región 1] 79 km²/estación, lo que implica que se encuentran en un 50/79 [63.3%] de la densidad mínima deseada.</p>	

Indicador	Descripción del Indicador [LB]	Escala Espacial
<p>Informe Anual [No] de seguimiento y resultados de gobernanza efectiva en el ejercicio de sus competencias autonómicas [GP1]</p> <p>Actualmente los municipios cuentan con una serie de estudios en planificación y acciones de adaptación y mitigación en contextos de cambio climático [Plan maestro de agua potable y saneamiento, Plan de drenaje pluvial ciudad de La Paz, Caracterización de cuerpos de agua río Choqueyapu y río La Paz, Índice de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la ciudad de La Paz] mayormente con enfoque en el área metropolitana, no desde la perspectiva de la cuenca delimitada en los 1725 km² descritos en el presente plan [sección 2, Anexo A]</p>	<p>Situación Actual</p> <p>Ninguno de los municipios cuenta con informes de seguimiento en temáticas relacionadas con los recursos hídricos y bajo el enfoque de la cuenca [0%]</p>	
<p>Informe Anual [No] de seguimiento y resultados en materia comunicacional [GP2]</p> <p>Actualmente los municipios trabajan en aspectos comunicacionales, así como empoderamientos en temas ambientales, genero, y equidad social relacionada con el agua a través de cooperación externa [ONG en su mayoría], estas no están contextualizadas en el marco de los lineamientos de planificación quinquenal, y tampoco en contexto de gestión integrada [sección 2, Anexo A]</p>	<p>Situación actual</p> <p>Ninguno de los municipios cuenta con reportes de acciones en temas comunicacionales sobre temáticas relacionadas con las temáticas relativas con los recursos hídricos, en el contexto de la cuenca [0%]</p>	
<p>Informe anual [No] de seguimiento en temas de monitoreo [GP3]</p> <p>Actualmente los municipios cuentan con la responsabilidad de realizar reportes anuales mínimamente en dos épocas sobre la calidad en los cuerpos de agua, bajo contexto de la Caracterizaciones para los ríos Choqueyapu y La Paz [Anexo J]. Por otro lado, el municipio de La Paz cuenta con registros de medición de niveles de agua en los diferentes ríos urbanos, sin embargo, estos carecen de aforos para el reporte de caudal, el resto de los municipios no cuentan con equipos de monitoreo hidrológico [Anexo H]</p>	<p>Situación Actual</p> <p>Reporte monitoreo de calidad para los ríos Choqueyapu y La Paz Reporte de monitoreo de cantidad, solo registros de nivel no caudal en el municipio de La Paz [3 reportes]. En ese sentido si consideramos las dimensiones de reporte de calidad y cantidad relativas con los recursos hídricos, La Paz cuenta con los dos tipos de reporte [100%], Palca, Mecapaca y Achocalla solo con el de calidad considerando el estudio de clasificación de cuerpos de agua [50%]</p>	
<p>Porcentaje [%] de Comités de Gestión en Áreas Protegidas con funcionamiento efectivo [GP4]</p>	<p>Situación Actual</p> <p>Area Protegida Cotapata [SERNAP], Animas [Palca], Muela del Diablo [La Paz], Parque Mallasa [La Paz], Serranias Hampaturi [La Paz], Valle de la luna [La Paz], Siete Lagunas [La Paz], Parque Urbano Central [La Paz], Bosquesillo Pura Pura [La Paz], en total 9 de 31 áreas inventariadas [29%]</p>	
<p>Número de cuencas pedagógicas priorizadas con desarrollo de investigaciones e innovación tecnológica [GP5]</p>	<p>Situación actual</p> <p>Solo una [1 de 89, es 9% del área de la cuenca] UHO Choquecota [37 en la figura adjunta] cuenta con un proyecto de cuenca pedagógica ejecutado.</p>	

Indicador	Descripción del Indicador [LB]	Escala Espacial
Transversales		
<p>Perdidas [%] en los sistemas de suministro de agua potable [T1]</p> <p>El sistema de distribución de agua en la ciudad de La Paz actualmente pierde en global más del 30% [11.65 Hm³ del total de 39 Hm³ por año] del agua total producida en el sistema de PTAP operado por EPSAS, mientras la red va expandiéndose en la zona periurbana [Anexo H, sección 4, pág., 27]. Una implicación del crecimiento en los servicios es el manejo adecuado del agua adicional puesta en la red de drenaje de la ciudad, hasta la confluencia del río Choqueyapu con el río Irpavi, el caudal esta alterado con un incremento medio del 4.4% más de agua en comparación con el caudal natural, esto demanda herramientas para guiar el cambio en la infraestructura de drenaje urbano [Anexo H, sección 4, pág., 24]</p>	<p>Situación Actual</p> <p>Los sistemas de abastecimiento pierden 44% [Pampahasi], 27% [Achachicala], 24% [El Alto Ladera], con una cobertura actual del 100% en el área de servicio de EPSAS, en el caso de Achocalla la perdida es de 29% y también se tiene una cobertura total en el área de servicio.</p> <p>Situación Cambio Climático y Crecimiento poblacional [2030 - 2050]</p> <p>Los sistemas mantienen sus tasas de perdida, y producto de déficit en las fuentes de abastecimiento, así como crecimiento de la demanda, la cobertura disminuye en el caso de los sistemas Pampahasi [86.9%] y El Alto Ladera [78.4%]</p>	
<p>Perdidas [%] en los sistemas de riego [T2]</p> <p>Actualmente el sector productivo agrícola en la cuenca hace uso de 3.4 m³/s, de los cuales solo 0.9 m³/s son requeridos en los sistemas de riego, el restante 2,5 m³/s son perdidas en los sistemas de aducción, conducción y distribución hacia las áreas, lo que genera el 75% de la cobertura actual presente en la cuenca [Anexo H, Sección 4, pág., 56]</p>	<p>Situación Actual</p> <p>Los sistemas de riego pierden 78% en La Paz, 60% en Achocalla, 81% en Mecapaca y 72% en Palca, con la consecuente cobertura del 75% para las zonas agrícolas de la cuenca.</p> <p>Situación Cambio Climático y Crecimiento poblacional [2030 - 2050]</p> <p>Los sistemas de riego mantienen los niveles de perdidas descritos en la situación actual y producto del cambio en la disponibilidad hídrica de la cuenca, la cobertura disminuye al 69%.</p>	

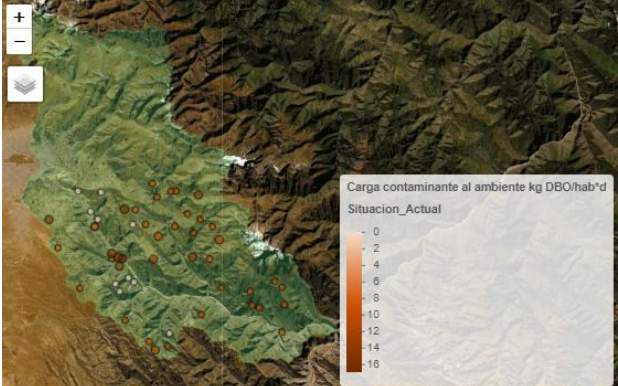

Indicador	Descripción del Indicador [LB]	Escala Espacial
<p>Comunidades [%] sin carga contaminante al ambiente [T3]</p> <p>Según cálculos en WASH-Flows, la carga de DBO promedio en las 56 comunidades analizadas es de 11.56 kg/persona/año.</p>	<p>Situación actual</p> <p>12 de las 56 comunidades encuestadas en la cuenca mencionaron estar conectadas al sistema de alcantarillado. Sin embargo, ninguna comunidad mencionó que su sistema está conectado a una PTAR o gestionar los lodos de una manera segura [21%].</p>	
<p>Comunidades [%] sin necesidad de recolección de agua [T4]</p> <p>Tiempo que toma la recolección de agua cuando no existe infraestructura de abastecimiento de agua en la comunidad.</p>	<p>Situación actual</p> <p>47 de las 56 comunidades encuestadas en la cuenca no presentan tiempo de recolección de agua debido a que poseen una fuente suministro disponible [84%]</p>	

Tabla 8. Descripción de indicadores y línea base para el Plan (Fuente: Elaboración propia en base a datos de la sección 4 e indicadores sectoriales y del PDES [2021 - 2025])

Es imprescindible realizar una revisión global y simultánea de los indicadores descritos en la [Tabla 8](#), lo que implica que los reportes también consideran un procesos de estandarización para su comparativa⁶⁷ en función del valor con unidad específica que es reportado, el cual esta adjunto en la descripción de cada indicador en términos de porcentaje [%], con un sentido de evaluación de estado que considera al 0% como valor no deseable que debe ser mejorado, y 100% como valor ideal, de esta forma los indicadores pueden ser visualizados simultáneamente.

Desde el punto de vista de reporte de condición base, es importante considerar que las responsabilidades sobre temas relacionados con los recursos hídricos de la cuenca así como otras de naturaleza ambiental [protección y manejo de fuentes], pueden ser concurrentes así como exclusivas⁶⁸, esto en función al tipo de problemática, por ello presentamos primeramente el análisis desde el punto de vista territorial, considerando la perspectiva de competencia exclusiva que tienen los cuatro municipios que conforman la cuenca, para mayor detalle sobre estos aspecto de responsabilidad y articulación en lo que se refiere al Plan, ver [Anexo B](#) del presente plan.

Valoración Territorial

Los indicadores de la [Tabla 8](#), están ordenados en reportes por municipios, la [Figura 58](#) permite visualizar de forma simultánea el estado de situación para cada uno. Se debe considerar que esta comparativa implica que todos los indicadores tienen la misma relevancia y ponderación al momento realizar la evaluación, bajo un esquema inicial de análisis multicriterio no redundante y relevante para los objetivos de los tomadores de decisión⁶⁹.

En el caso de reporte territorial el GAM_LP en promedio cuenta con una valoración del 43% relacionado con todos los indicadores descritos en línea base [**LB**] y considerando los efectos de Cambio Climático y Crecimiento de la Población [**CC**] para la media al 2040 [2030 - 2050], el valor reduce al 39%. En general GAM_LP cuenta con una diversidad de ventajas y oportunidades relacionadas más que todo con la influencia económica que implica la ciudad de La Paz, por ello aspectos relativos a servicios públicos, así como otros de protección a la infraestructura residencial son bastante robustos, el Plan Maestro Metropolitano de Agua potable y Saneamiento de La Paz – El Alto, brinda indicadores de cobertura para la zona urbana superiores al 95% y 68% en agua potable y saneamiento básico respetivamente, esto bajo responsabilidad de EPSAS. En el caso del diagnóstico los indicadores han hecho énfasis en la región periurbana y rural para temas de complementación. De igual forma se debe resaltar aspectos como la carencia de tratamiento de aguas residuales, y estado de la recolección de residuos sólidos que implican que en el ámbito AS el valor medio de los indicadores del municipio se encuentre en 49% en [**LB**] y se proyecte que reduzca al 35% en [**CC**], en el aspecto **RH** el estado de los indicadores es 88% [**LB** y **CC**], lo que debe considerar aspectos de incremento en amenazas relacionadas con la precipitación acumulada en 5 o más días, con énfasis en la ladera oeste de la ciudad diagnóstico establecido en el Estudio de Vulnerabilidad Climática del municipio⁷⁰.

⁶⁷ United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat). (2016). *Urbanization and Development: Emerging Futures*. Nairobi.

⁶⁸ Ley No 031 Marco de autonomías y descentralización “Andrés Báñez” de 2010, en sus artículos 7.II.2, 23.I, 121.3, 130.I, y 131.I.

⁶⁹ Hajkowicz, S., & Collins, K. (2007). A review of multiple criteria analysis for water resource planning and management. *Water resources management*, 21(9), 1553-1566.

⁷⁰ Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (IHCantabria), Álvarez Díaz, C., Rojo Gómez, J., Sampedro Carral, N., Cacho Taeño, E., García Alonso, E., ... Peres, J. A. (2021). Índice de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la ciudad de La Paz, Bolivia. Resumen ejecutivo. Caracas: CAF. Retrieved from <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1811>

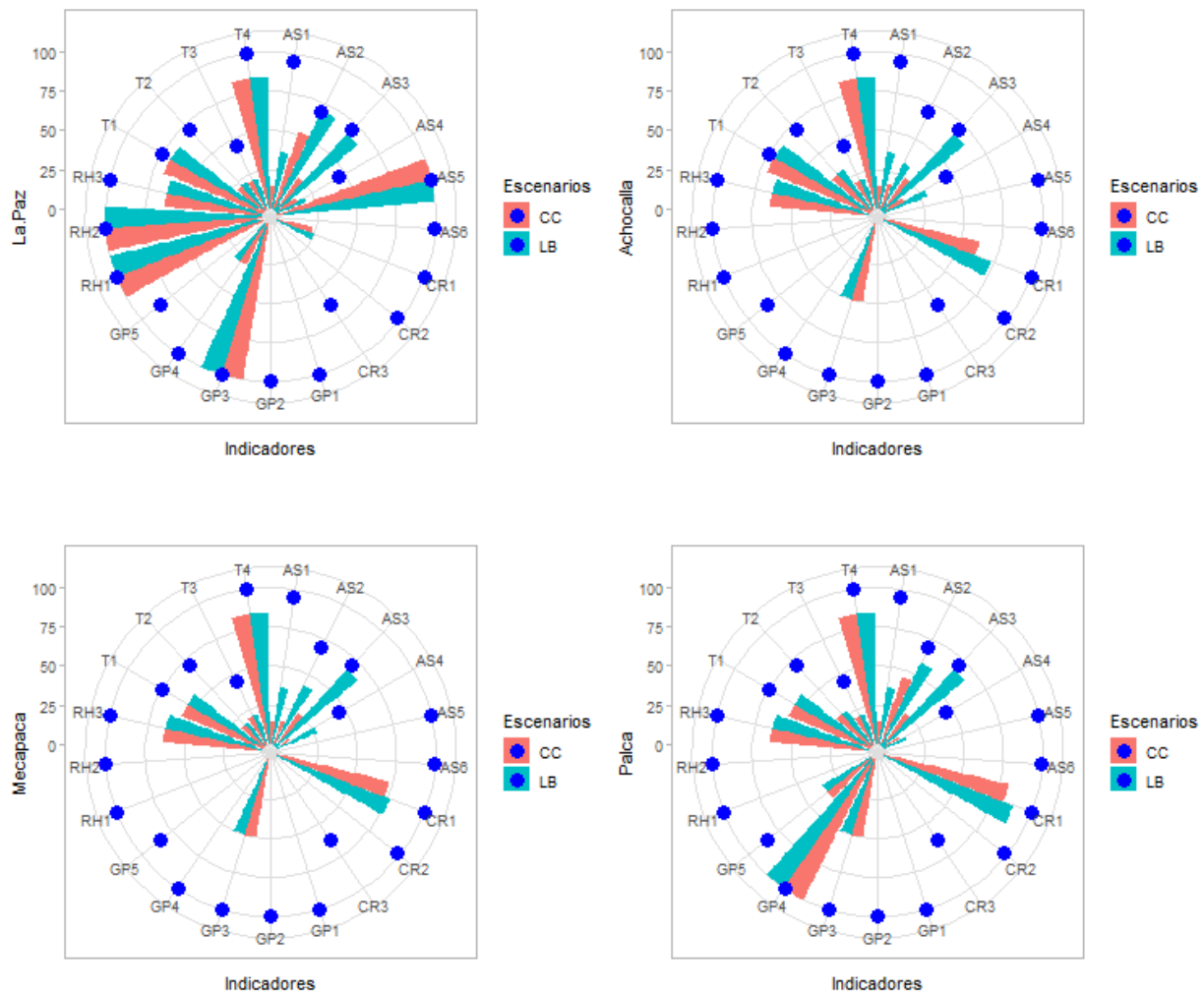


Figura 58. Diagramas de Línea Base por Municipio [Barra verde representa Línea Base LB, Barra roja línea base proyectada con CC, puntos en azul representan los valores óptimos⁷¹ establecidos en el PDES 2021 – 2025] (Fuente: Elaboración propia)

El reporte territorial del GAM_LP en promedio cuenta con una valoración del 43% relacionado con todos los indicadores descritos en línea base [LB] y considerando los efectos de Cambio Climático y Crecimiento Población [CC] para la media al 2040 [2030 - 2050], el valor reduce al 39%. En general GAM_LP cuenta con una diversidad de ventajas y oportunidades relacionadas más que todo con la influencia económica que implica la ciudad de La Paz, por ello aspectos relativos a servicios públicos, así como otros de protección a la infraestructura residencial son bastante robustos, el Plan Maestro Metropolitano de Agua potable y Saneamiento de La Paz – El Alto, brinda indicadores de cobertura para la zona urbana superiores al 95% y 68% en agua potable y saneamiento básico respectivamente, esto bajo responsabilidad de EPSAS. En el caso del diagnóstico los indicadores han hecho énfasis en la región periurbana y rural para temas de complementación. De igual forma se debe resaltar aspectos como la carencia de tratamiento de aguas residuales, y estado de la

⁷¹ RH3 es consecuencia de alcanzar el valor óptimo de densidad de estaciones por Km² de la OMM [Organización Meteorológica Mundial], T2 representa el valor medio de eficiencia proyectado utilizado en los proyectos de riego a nivel EDTP inventariados en la cuenca, T4 es el valor propuesto por el Plan, después de realizar la evaluación de condición de pobreza y su vínculo con la disponibilidad de servicios básicos mínimos, T1 valor de eficiencia recomendado por la autoridad de fiscalización y control social de agua potable y saneamiento [AAPS]

recolección de residuos sólidos que implican que en el ámbito **AS** el valor medio de los indicadores del municipio se encuentre en 49% en [LB] y se proyecte que reduzca al 35% en [CC], en el aspecto **RH** el estado de los indicadores es 88% [LB y CC], lo que debe considerar aspectos de incremento en amenazas relacionadas con la precipitación acumulada en 5 o más días, con énfasis en la ladera oeste de la ciudad diagnóstico establecido en el Estudio de Vulnerabilidad Climática del municipio⁷².

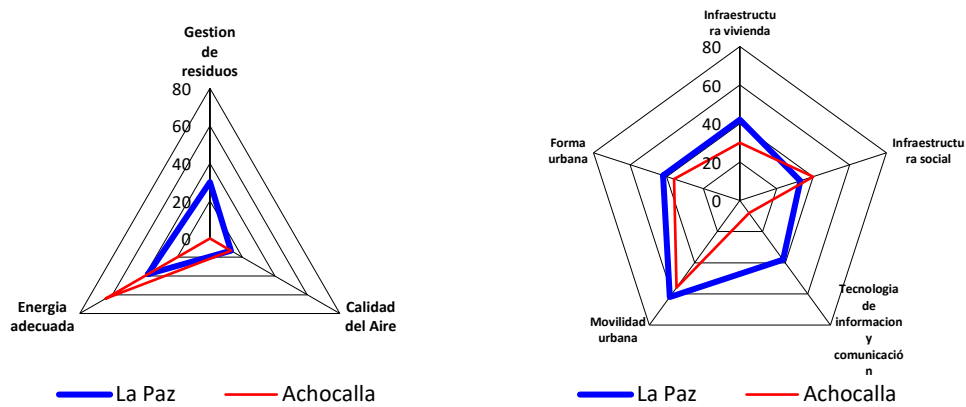


Figura 59. Dimensión Sostenibilidad Ambiental - Desarrollo de Infraestructura (Fuente: Índice de Ciudades Prósperas, Bolivia, ONU – Habitat, 2022)

Como es previsible y considerando que la política sectorial no ha sido escalada para cumplimiento a nivel municipal, el ámbito de **GP** es bajo en [26%], de igual forma en el caso del ámbito de **CR** el valor es de 8% [LB y CC] considerando que los sistemas agrícolas están requiriendo de mayor apoyo municipal y que recién en la gestión 2022 se está consolidando este apoyo en la zona de Hampaturi, de igual forma no se tiene áreas de protección para ecosistemas sensibles como glaciares o bofedales y manejo de suelos en cuenca alta con la necesidad de coordinación con EPSAS para planteamiento de acciones integrales vinculadas con las zonas de abastecimiento de agua en el municipio [ver Figura 58 para el municipio de La Paz].

Una característica del área urbana en su performance ambiental y servicio urbano es en general muy baja en comparación con el rendimiento nacional, en la Figura 59, para las dimensiones de sostenibilidad ambiental y desarrollo de infraestructura del reporte de estado de prosperidad de ciudad en Bolivia⁷³ y su indicador de prosperidad [CPI], para las ciudades de La Paz y Achocalla. El hallazgo 9 de reporte de prosperidad urbana establece que “Las ciudades de Bolivia tienen desafíos considerables para gestionar las externalidades del proceso urbano”. El punto más crítico en el caso del área urbana de forma convergente entre los indicadores de línea base del Plan el índice CPI, está enfocado en la gestión de residuos, es el punto más débil, la cual tiene un impacto más alto en Plan, por la falencia en el tratamiento de aguas residuales del área urbana y la localización de la zona productiva que provee de la mayor cantidad de productivos agrícolas de la cuenca [Figura 59, Figura 58].

⁷² Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (IHCantabria), Álvarez Díaz, C., Rojo Gómez, J., Sampedro Carral, N., Cacho Taeño, E., García Alonso, E., ... Peres, J. A. (2021). Índice de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la ciudad de La Paz, Bolivia. Resumen ejecutivo. Caracas: CAF. Retrieved from <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1811>

⁷³ ONU-Habitat: Primer reporte del estado de la prosperidad de las ciudades de Bolivia, 2021. <https://bolivia.un.org/es/156038-onu-habitat-primer-reporte-del-estado-de-la-prosperidad-de-las-ciudades-de-bolivia#:~:text=Publicaci%C3%B3n,ONU%2DHabitat%3A%20Primer%20reporte%20del%20estado%20de%20la%20prosperidad,de%20las%20ciudades%20de%20Bolivia&text=La%20prosperidad%20urbana%2C%20conforme%20lo,de%20vista%20del%20desarrollo%20econ%C3%B3mico>

En el caso del GAM_A [Achocalla], la [Figura 58](#), muestra un desempeño intermedio en relación con el GAM_LP y el resto, el valor medio de los indicadores en [LB] es 27% y esta baja al 22% con el efecto de [CC]. El ámbito de **CR** el valor es de 24% en **LB** y baja al 21% con **CC**, el valor bajo de este indicador esta influenciado mayormente por la ausencia de manejo de cuenca o ecosistemas vulnerables como es el caso de la Laguna Achocalla, el caso del ámbito de **AS** el valor es de 28% en **LB** y baja a 12% en **CC**, lo que muestra la sensibilidad particular del municipio a variaciones en el clima y su crecimiento poblacional debido al procesos de urbanización de la zona baja, el mismo que es altamente vulnerable a amenazas cuya influencia va creciendo a medida que la exposición de estas zonas, lo que en el ámbito de **RH** implica un valor de 21% en **LB** y **CC**. Un aspecto vital en el municipio es la necesidad de formalización de herramientas de **GP** para realizar un ordenamiento del territorio que sea consecuente con la dinámica ambiental y sobre todo hídrica de la cuenca del valle de Achocalla y Alpacoma, esta dimensión en el caso de este municipio es la más baja de la cuenca [10%], aspectos sobre drenaje y uso del suelo están condicionan el proceso de urbanización que el municipio atraviesa, lo que determinara en los años siguientes si esta se ajusta de forma armónica a la dinámica de la cuenca. Finalmente, una clara ventaja que el municipio posee en relación con el acceso a la vía de tránsito regional entre La Paz y la interior del País [Carretera La Paz Oruro/Cochabamba], influye en la disponibilidad para la generación de sistemas productivos más eficientes que el resto de la cuenca [facilidad en el acceso a insumos y otros] lo que hace que el ámbito **T** este en el orden de 52%, el mayor en la cuenca. Cómo se describe en el reporte de **CPI**, el municipio con menor rendimiento en sostenibilidad ambiental es Achocalla [0% en gestión de residuos en relación con la media nacional de 49.4%], esto combinado con el hecho de la ausencia de tratamiento de aguas residuales mostrado en la [Figura 58](#), completa la visualización del estado de situación actual y proyectado que presenta el municipio.

El GAM_M [Mecapaca] presenta un valor medio en los indicadores de 26% en **LB** y 21% en **CC** [[Figura 58](#)], los más bajos en la cuenca, esto debido a las implicaciones de constituirse en la parte baja y ser vulnerable a los diferentes efectos ambientales en cantidad y calidad de sus recursos hídricos. Por una parte, el ámbito **CR** con media de 26% en **LB** y 24% en **CC**, reflejan la diversidad de condiciones en el acceso al agua en la zonas riverseñas al rio La Paz y al mismo tiempo los desafíos en la provisión para las comunidades de la zona alta del municipio, al mismo tiempo se tiene una alta necesidad en procesos de manejo de cuenca debido a los altos índices de Erosividad en las subcuencas localizadas en el flanco oeste del municipio de los cuales se resalta los casos de Huaricana y Saytu Petuila cuyo tasas de erosión y consecuente deposición de sedimentos implican amenazas latentes, las cuencas se combinan también con los desafíos de constituirse en la región más árida de toda la cuenca debido a la baja tasa de precipitación en comparación con los demás tres municipios. En el ámbito de **AS** el valor de 29% en **LB** y reducción a 11% en **CC** tiene un efecto combinado de reducción en la disponibilidad hídrica general que proviene de las fuentes actuales de agua en el municipio [EPSAS como mayor proveedor a través del sistema Pampahasi], pero con mayor relevancia al crecimiento poblacional proyectado y también al nivel de consumo estimado considerando que la transición en el municipio para aspectos residenciales esta más enfocado en servicios de turismo local así como de residencia vacacionales con una dinámica de tránsito con la zona residencial en la ciudad de La Paz, lo que provoca la caída en nivel de servicio más crítica en toda la cuenca en el caso de **AS**, el último punto que define esta condición está vinculada con la carencia de gestión de residuos, así como la de tratamiento de aguas residuales para las aguas del rio La Paz. Uno de los aspectos más necesitados de fortalecimiento en el municipio está relacionado con el ámbito de **RH**, el cual en media se encuentra en 21% en ambas condiciones **LB** y **CC**, este punto es crítico sobre todo por la dependencia en el monitoreo y gestión de riesgos que el municipio tiene con el municipio de cabecera de cuenca bajo administración de GAM_LP, esto implica desafíos de gestión coordinada de los sistemas alerta temprana, y otros que debido al tiempo de respuesta para avenidas en condiciones de tormenta relativas a las amenazas por inundación y torrentes de material sólido, no puede ser operados sin la coordinación entre municipios, en este punto se debe remarcar la posición estratégica de EPSAS como operador de la infraestructura en la parte

alta del municipio así como SENAMHI y VIDECI, ambos actores nacionales, que pueden operar como actores locales relevantes dada su condición de residentes de la cuenca, gracias a la presencia de la sede de gobierno.

El GAM_P [Palca] presenta un valor medio de sus indicadores de 34% en **LB** y reduce al 29% considerando **CC** [Figura 58], su mayor fortaleza está concentrada en la disponibilidad de recursos hídricos para la principal actividad productiva en el municipio, la cual está enfocada en la agricultura, sin embargo presenta varios desafíos en temas de protección de sus ecosistemas y cuencas, lo que pondera un valor en **CR** del 29% en **LB** el cual reduce a 27% en **CC** lo que demuestra la capacidad hídrica del municipio. En aspectos del ámbito de **AS**, el valor presente en el municipio es de 30% en **LB** y reduce al 16% en **CC**, mayormente debido al crecimiento poblacional proyectado, este ámbito presenta varios desafíos, entre los más relevantes las distancias entre comunidades, así como la complejidad topográfica que sin lugar a duda encarece los costos de mejoramiento y provisión de servicios, los cuales se contraponen con la desafiante proyección de reducción de casi el 50% de la capacidad de servicio. En el ámbito de **RH**, las comunidades y capital municipal están asentados en cuenca media, lo que hace que aspectos de exposición sean moderados, sin embargo, riesgos por amenaza de deslizamientos de taludes están activos en todas las comunidades del municipio, lo que otorga un valor medio de estos indicadores de 21%, resaltando la realidad de la cuenca para aspectos de mejoramiento en monitoreo, así como de gestión de riesgos. En el aspecto de **GP**, considerando el perfil turístico que presentan los ecosistemas del municipio, se cuenta con una cierta fortaleza en temas de gestión de áreas protegidas, lo que implica un valor medio en estos indicadores de 37% el más alto en el caso de los municipios de la cuenca. Finalmente, en el ámbito **T**, relativo a los aspectos transversales de cuidado específicos de la cuenca, existen desafíos relevantes relacionados con la antigüedad en los sistemas de riego y también en los sistemas de provisión comunitarios, los cuales requieren de bastante fortalecimiento y procesos de mejoramiento, lo que hace que el valor del indicado se encuentre en 47%.

La Figura 60, permite realizar una exploración sobre las descripciones previas de forma resumida considerando la media del valor de los indicadores agrupados por ámbito, reportados por municipio y considerando también la media del valor objetivo propuesto en el PDES [2021 - 2025].

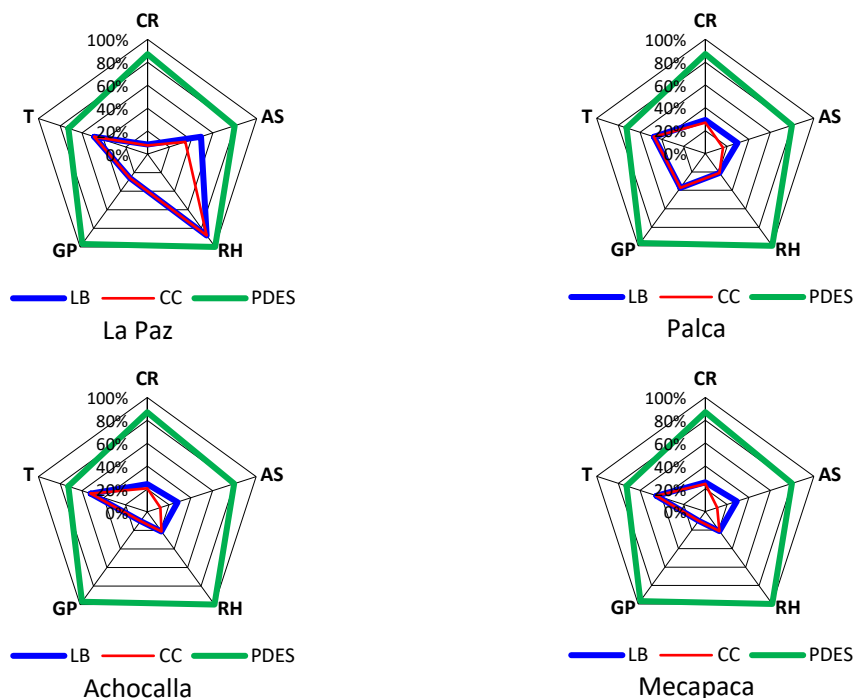


Figura 60. Diagrama de Indicadores medios por ámbito de evaluación para cada municipio en Línea Base [el valor por ámbito es la media simple de los valores de cada indicador para LB, CC y los objetivos PDES 2021 - 2025] (Fuente: Elaboración Propia)

Valoración en Cuenca [Sistema de Vida]

Si bien la valoración territorial permite tener un estado de situación útil para medir el grado de responsabilidad municipal para el mejoramiento de cada uno de los ámbitos e indicadores descritos en esta sección, el Plan está diseñado para proveer una vista general desde la perspectiva de cuenca, que permita vincular el estado de situación de forma integrada desde la fuente hasta el usuario del agua [social, económico y ambiental]. Como se ha visto en la caracterización de la cuenca el potencial hídrico disponible en **LB** es de 14.66 m³/s, de los cuales 1.8 m³/s son de origen externo y no están sujetos a gestión local, los cuales eventualmente requieren gestión política con las administraciones Territoriales colindantes [Municipio de El Alto en su Totalidad, correspondiente al Plan Director de la cuenca Katari (PDCK)], estos recursos se consideran estáticos y no son regulables dadas las condiciones de manejo actuales, esto por acuerdo y recomendación de EPSAS, la cual opera y es responsable de la explotación de estos caudales externos [ver [Anexo H](#) para mayor detalle]. Esto implica que el 87% de los recursos hídricos son factibles de manejo en la cuenca desde la perspectiva del Sistema de Vida definida en la CPE y la Ley No 300 Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien aplicado para el presente Plan [ver [Anexo B](#) para mayor detalle]. Otro aspecto que se debe remarcar es la interdependencia en relación con las fuentes de los recursos hídricos los cuales deben ser visibilizados como propios de la cuenca, los cuales actualmente son y deben ser administrados para un mejoramiento global independiente de la jurisdicción territorial, más aun considerando la vinculación social, económica y productiva entre los cuatro municipios presentes en la cuenca y la clara localización de las fuentes potenciales en las cabeceras administradas por el GAM_LP y GAM_P, esto para provisión de toda la cuenca, vale decir GAM_A y GAM_M, se remarca la connotación política que esto implica, así como la necesidad de coordinación intermunicipal requerida, así como el papel de EPSAS en esta articulación. La Tabla 9, muestra el estado de situación en Línea Base de la cuenca para los 21 indicadores, los 5 ámbitos de valoración, así como las dos condiciones **LB** y **CC** del Plan.

Tabla 9. Reporte de Línea Base para la cuenca [Los valores CR, AS, RH, GP y T son la media de los indicadores relativos a cada ámbito] (Fuente: Elaboración propia)

Indicador	La Paz		Mecapaca		Achocalla		Palca		Cuenca		PDES	Observación
	LB	CC	LB	CC	LB	CC	LB	CC	LB	CC		
CR1	25%	23%	77%	73%	73%	62%	88%	81%	75%	69%	100%	meta-2025
CR2	0%	0%					0%	0%	0%	0%	98%	meta-2025
CR3	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	63%	meta-2025
AS1	37%	14%	37%	14%	37%	14%	37%	14%	37%	14%	95%	meta-2025
AS2	70%	52%	43%	16%	33%	17%	59%	46%	51%	33%	69%	meta-2025
AS3	67%	26%	67%	26%	67%	26%	67%	26%	67%	26%	71%	meta-2025
AS4	20%	15%	27%	10%	30%	15%	15%	12%	23%	13%	45%	meta-2025
AS5	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	25%	25%	100%	meta-2025
AS6	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	meta-2025
RH1	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	25%	25%	100%	meta-2025
RH2	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	25%	25%	100%	meta-2025
RH3	62.95%	63%	63%	63%	63%	63%	63%	63%	63%	63%	100%	OMM
GP1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	meta-2025
GP2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	meta-2025

Indicador	La Paz		Mecapaca		Achocalla		Palca		Cuenca		PDES	Observación
	LB	CC	LB	CC	LB	CC	LB	CC	LB	CC		
GP3	100%	100%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	63%	63%	100%	meta-2025
GP4	29%	29%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	32%	32%	100%	meta-2025
GP5	0%	0%	0%	0%	0%	0%	36%	36%	9%	9%	84%	meta-2025
T1	68%	68%	56%	56%	71%	71%	56%	56%	63%	63%	75%	meta-2025
T2	22%	22%	19%	19%	32%	32%	28%	28%	25%	25%	70%	EDTP cuenca
T3	21%	21%	21%	21%	21%	21%	21%	21%	21%	21%	45%	meta-2025
T4	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	100%	PDC
Indicador ponderado	LB	CC	LB	CC	LB	CC	LB	CC	LB	CC	PDES	
CR	8%	8%	39%	37%	37%	31%	29%	27%	25%	23%	87%	meta-2025
AS	49%	35%	29%	11%	28%	12%	30%	16%	34%	18%	80%	meta-2025
RH	88%	88%	21%	21%	21%	21%	21%	21%	38%	38%	100%	meta-2025
GP	26%	26%	10%	10%	10%	10%	37%	37%	21%	21%	97%	meta-2025
T	49%	49%	45%	45%	52%	52%	47%	47%	48%	48%	73%	meta-2025
Media	43%	39%	27%	22%	28%	23%	34%	29%	33%	28%	86%	meta-2025

Del análisis, se puede identificar que el ámbito de **CR** con un valor de 25% en LB y 23% con **CC**, así como **GP** con un valor de 21% [**LB** y **CC**] son los más débiles y que requieren de mayor esfuerzo para alcanzar los objetivos establecidos en el PDES al 2025. En el caso de **CR** la deficiencia en medidas de manejo de cuenca, ecosistemas vulnerables y riego son visibles en los cuatro municipios, lo que implica que el incremento requerido de **64 puntos** en este ámbito debe ser trabajado de forma proporcional tanto en jurisdicción del GAM_LP, GAM_P, GAM_A así como el GAM_M [ver Tabla 9]. En el caso de los municipios con jurisdicción del flanco oriental de la cuenca [cordillera oriental, GAM_LP y GAM_P] las medidas a nivel de manejo de cuenca están enfocados en la manutención de las fuentes de agua dependientes de los ecosistemas, en el caso de GAM_A el enfoque es híbrido de protección de fuentes y también de protección contra procesos de degradación progresivos debido al uso de suelos en los diferentes niveles de la cuenca, y finalmente en el caso del GAM_M, el enfoque es completamente hacia la disminución de la capacidad erosiva de los fenómenos atmosféricos como la precipitación sobre las cabeceras y cuencas medias del flanco occidental de la cuenca.

En el caso de **GP**, es requerido un proceso de apropiamiento de los diferentes aspectos de planificación necesarios para implementación de las acciones concurrentes relativos con GIRH, ya sea y temas de protección de ecosistemas, fuentes de agua así como monitoreo, estos procesos requieren de prerrogativas para ejecución implantadas en las acciones operativas convencionales de los municipios, lo cual no sucede en la actualidad y pasa por un proceso de institucionalización territorial de la política sectorial que el gobierno debe ir ejecutando de forma progresiva y acelerada para generar este contexto de gobernanza territorial con enfoque de sistema de vida bajo la unidad de cuenca, caso contrario el procesos de incrementar los **76 puntos** requeridos para alcanzar la meta PDES al 2025 puede concluir al término de la ejecución de los costos capitales que se gestionen para apoyar estos indicadores [ver Tabla 9]. Este contexto para **GP** es igualmente válida para los 4 municipios independientemente de la capacidad financiera, de recursos humanos y escala institucional, pues en el caso de GAM_LP si bien se cuenta con gran cantidad de recursos e información, la misma requiere de lineamientos para el enfoque integral bajo el concepto de cuenca y las diferentes conexiones que esto implica con el entorno más allá de su jurisdicción territorial. En el caso de GAM_M, GAM_A y GAM_P la carencia de información sobre el territorio es latente, por ello aspectos de gobernanza e integralidad con enfoque de cuenca también son

aspectos que los municipios en su proceso de crecimiento eventualmente requerirán, pero que hoy en día no van más allá de ejercicios específicos con apoyo de la cooperación externa.

El ámbito de **RH** presenta varios desafíos en el general de la cuenca, por un lado, cuenta con la ventaja del área urbana monitoreada, con el desafío de homogenizar ese monitoreo para el área rural, esto no debe ser visto desde la perspectiva de la localización de la exposición más alta, lo cual siempre enfocara los esfuerzos al área urbana, sino se considerar el origen de las amenazas que están generando estos riesgos, estos orígenes no son monitoreado en ninguno de los municipios. Actualmente EPSAS cuenta con monitoreo en la cuenca alta en el GAM_LP pero el enfoque y uso de los registros no corresponden a gestión de riesgos lo que hace que las instituciones no vinculen las redes de manejo de datos, lo que genera una peligrosa sensación de responsabilidad cruzada que debe ser articulada, o en el caso menos eficiente generar redes paralelas con propósitos diferenciados. De igual forma, estos efectos acumulados en el monitoreo de las amenazas que tienen origen en la dinámica hídrica de la cuenca impactan al GAM_M que además de tener la latente amenaza de avenidas en la región baja del río La Paz, debe también considerar los torrentes de barro producidos en sus cuencas occidentales. Es clara la necesidad de enfocar en acciones concurrentes el incremento de los **62 puntos** en este ámbito [ver Tabla 9].

Un aspecto desafiante en **AS** es el gradual incremento en el requerimiento base de los servicios, producto del crecimiento inherente del área periurbana de la ciudad de La Paz, lo que impone un desafío doble sobre mantener el estado del servicio actualmente estimado en 34% para la cuenca en **LB** considerando que el mismo se proyecta caiga al 18% en **CC**, y al mismo tiempo sobre incrementar los **46 puntos** necesarios para alcanzar la meta establecida para el PDES al 2025 [ver Tabla 9]. La acción sin lugar a duda más relevante en este ámbito es el tratamiento de las aguas residuales para garantizar un retorno ambientalmente aceptable del agua proveniente de la ciudad hacia el drenaje natural generado a través de los ríos Orkojahuirá, Irpavi, Achumani, Huañajahuirá y La Paz.

En términos de los indicadores transversales **T**, la cuenca cuenta en promedio con un valor del 48% [**LB** y **CC**], lo que requiere un incremento de **25 puntos** considerando las recomendaciones del Plan. Este es un punto de inflexión para encarar la problemática relacionada con el uso eficiente del agua. Como se puede ver en la Tabla 8, los indicadores de PDES permiten visibilizar amplitud y cobertura de los usos del agua, sin embargo, no permiten ver la eficiencia con la cual estas coberturas son alcanzadas, de igual forma el servicio generalmente es ubicado en zonas que son fácilmente expandibles sobre los servicios ya establecidos, generando una predominancia en procesos de ampliación en la zona periurbana y descuidando las zonas marginales que no se encuentran en estas áreas y que por lo general cuentan con la población más vulnerable y más pobre en la cuenca. El indicador considera estos aspectos de forma explícita, lo que deberá ser considerando al momento de proponer incrementos dentro de los 25 puntos necesarios para los objetivos del Plan.

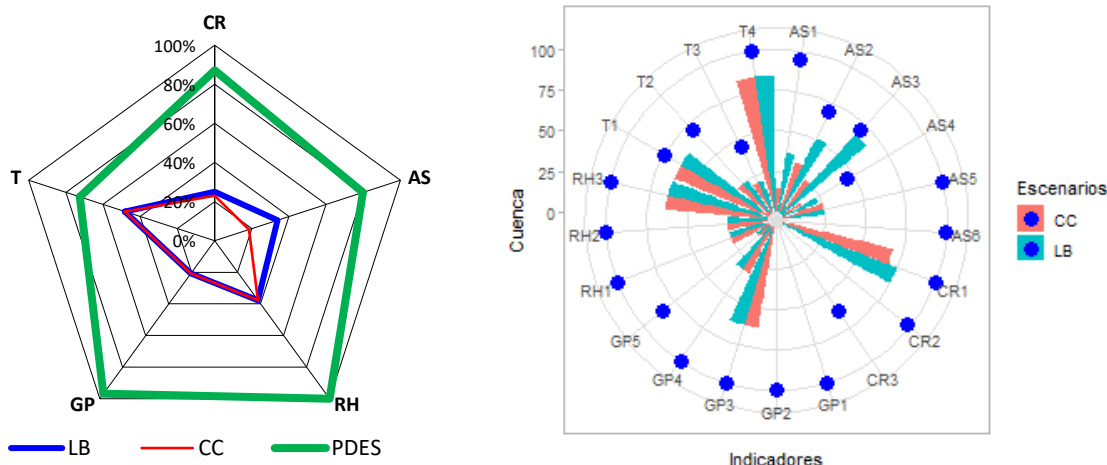


Figura 61. Diagrama de Línea Base y comparativa con los objetivos del PDES para el periodo 2021 – 2025 para la Cuenca
(Fuente: Elaborado en base al diagnóstico del Plan y las metas PDES 2025)

El Plan a partir de estos reportes sobre la Línea Base así como las metas que se proponen en el PDES, hace uso de los diferentes ámbitos de coordinación y comunicación descritos en la [Sección 3](#), para realizar un planteamiento de las diferentes acciones que deben ser desarrolladas en el corto, mediano y largo plazo, bajo las prerrogativas y guías del PPRH, el PDES así como las planificación territorial instruida a través de la ley 033, de forma de mejorar el estado de situación descrito en la Figura 61, y alcanzar los umbrales mostrados en puntos azules, en cada uno de los indicadores a través del planteamientos de Líneas Estratégicas, en la siguiente sección se procede a realizar la descripción de las mismas.

6. Líneas Estratégicas

La definición de las Líneas Estratégicas [LE] en el Plan ha sido realizada con los siguientes criterios: 1) ajustarse a la problemática de la cuenca descrita en la [Sección 5](#), 2) Permitir un flujo de seguimiento de los alcances y metas propuestas por el Plan de forma articulada con el sector y las líneas que propone el PPRH del MMAyA y 3) Los objetivos de los municipios que administran territorialmente la superficie y los recursos hídricos de la cuenca.

6.1. Visión y misión

Para el desarrollo de las líneas, es necesario establecer una visión de cambio sobre la cual se estructura la propuesta de cambios propuesto en el presente Plan, el mismo ha sido obtenido del proceso de caracterización de la cuenca descrito en la [sección 2](#) y [sección 4](#), así como de las conclusiones obtenidas en el armado de la problemática descrito en la [sección 5](#):

“La cuenca con la sede administrativa del país que busca armonía y equilibrio social, económico y ambiental con su entorno a través del aprovechamiento y manejo sustentable del potencial de sus recursos hídricos diversos y visibles en sus ríos, glaciares, bofedales, lagunas, así como paisajes únicos en todo el territorio nacional”

Esta estructura de visión permite tomar como misión para el Plan: 1) La necesidad de equilibrar los avances en los 5 ámbitos descritos en la problemática, los cuales actualmente cuentan con una desviación aproximada de 11%, primera barrera que debe ser afrontada en general y 2) Armonizar los procesos de aprovechamiento de

los recursos de forma integral, pues la interconectividad demográfica generada por la ciudad y los recursos disponibles de las cuatro municipios que alimentan su crecimiento no pueden separarse al momento de distribuir sus recursos.

6.2. Estructura

Durante el desarrollo del proceso **XLRM** para la construcción del Plan, se procedió con un inventario de medidas en base a reuniones y entrevistas con los diferentes actores de la cuenca, para contar con una serie de propuestas sobre acciones en el contexto de esta primera versión del Plan para la cuenca, lo que ha producido el siguiente esquema de respuestas [Figura 62].

La estructura de medidas y acciones, implican siguiendo la secuencia de factores desencadenantes presentes en las fuentes y dinámica hídrica, aspectos de monitoreo dada la carencia de datos así como la intervención para la protección de fuentes y uso hidrológicamente eficiente de los suelos para finalmente completar con procesos de fortalecimiento educacional a diferentes niveles formal e informal para garantizar la operatividad de las medidas una vez sean ejecutadas en su fase de inversión [Figura 62].

A nivel de las presiones, existen procesos de diseño y ordenamiento del territorio desde el enfoque hidráulico e hidrológico, que implican planes en temáticas específicas como drenaje, urbano y periurbano, dada la categorización de cuerpos, medidas para el tratamiento de la contaminación en los ríos que atraviesan el área urbana de la ciudad de La Paz [Planta central y descentralizadas], monitoreo de caudales en cuerpos de agua propios de la zona urbana [manantiales] para aspectos de mapeo de amenazas y al mismo tiempo para la consolidación de estrategias para su uso en la provisión de agua para la ciudad dada la dinámica de incremento de fuentes que propone el Plan Maestro Metropolitano de agua y saneamiento con costos económicos y sociales en algunos casos no factibles, parece razonable el realizar una medición de estas fuentes, de igual forma y en la misma línea de provisión, mejoramiento de las eficiencias a través del monitoreo y la renovación de redes en los sistemas de distribución urbanos, a nivel municipal de planes de gestión de sequía, de forma complementaria al Plan de Gestión de Sequia de EPSAS así también medidas de control hidráulico [Figura 62].

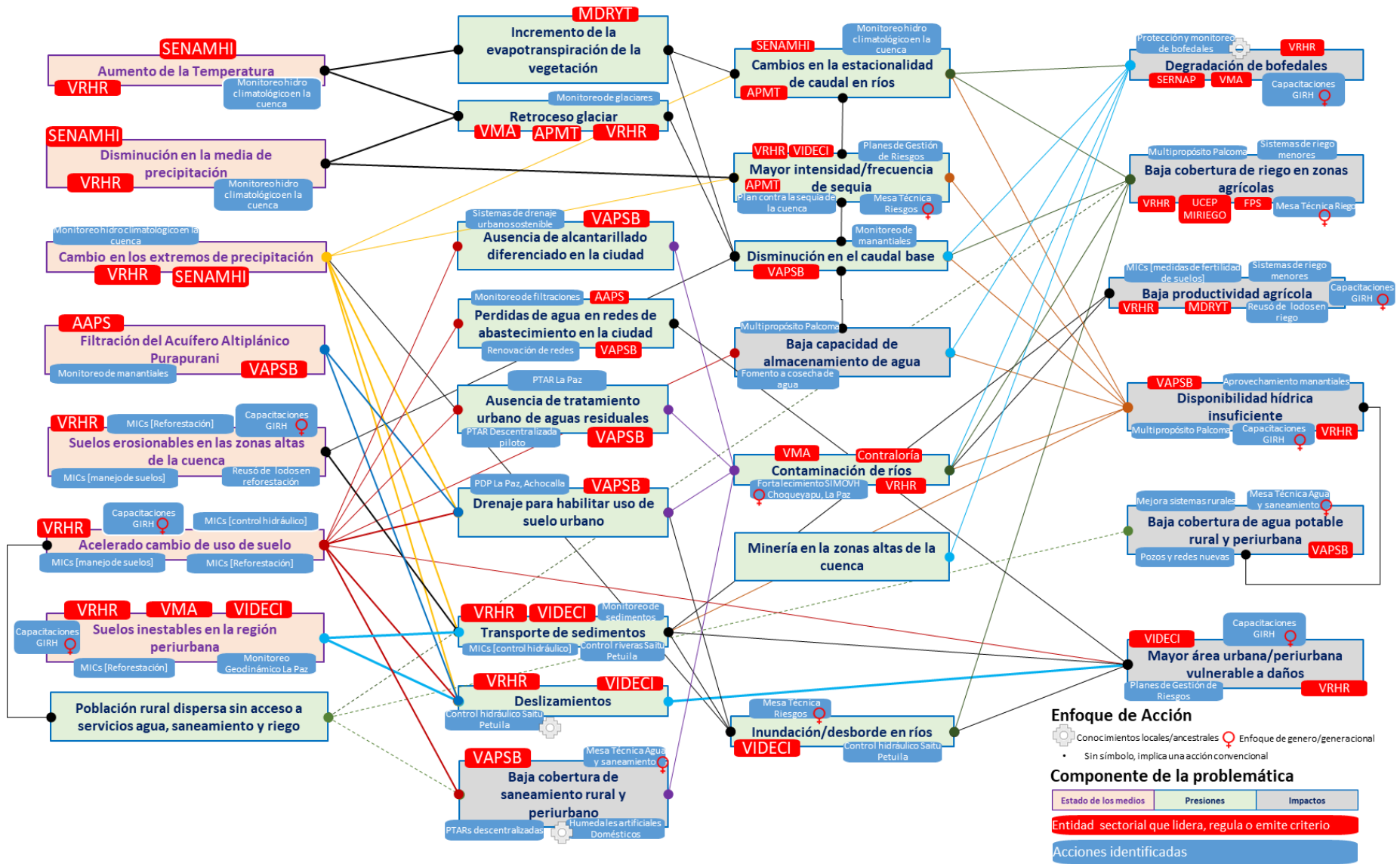


Figura 62. Diagrama de relación sobre factores desencadenantes [estado de medios], presiones en la cuenca e impactos con catálogo de medidas inventariadas durante la elaboración del Plan [Los municipios participan en el esquema de forma transversal acorde jurisdicción y componente del diagrama] (Fuente: Elaboración propia)

A nivel de impactos, existen brechas de gobernanza hídrica que deben ser superadas, considerando los aspectos operativos descritos sobre la política sectorial de GIRH a nivel territorial, esto a través del establecimiento y manutención de procesos de diálogo con el enfoque del Plan y la institucionalidad que este requiere en las diferentes temáticas cubiertas [*riesgos, productividad, agua y saneamiento*]. En la misma línea, se identifican aspectos para el fortalecimiento a la práctica de cosecha de agua en las comunidades con acceso limitado dada su ubicación en la cuenca [énfasis en el municipio de Mecapaca], consolidación de proyectos estratégicos ya avanzados en su aceptación social como es el caso de la represa Multipropósito Palcoma, apoyo a las comunidades en la zona periurbana a través del mejoramiento de los sistemas de agua y saneamiento [convencionales, humedales artificiales], apoyo en el uso eficiente de los sistemas productivos dependientes de sistemas de riego o los sistemas que requieren de uno, finalmente y no menos importante, protección de las fuentes, así como bofedales y glaciares a través de acciones específicas y pilotos de protección y manejo de cuencas en las zonas altas y medias [Figura 62].

De forma general, los planteamientos resumidos previamente en cada uno de los componentes de la problemática pueden ser vinculados y ordenados para medir el grado de necesidad presente a nivel territorial, esta labor ha sido realizada a través de un proceso técnico de armado de las acciones. De igual forma se ha considerado su articulación a los procesos de planificación del territorio, así como de los sectores que administran y regulan las acciones para el flujo de los recursos del estado hacia los municipios para la ejecución de estos para el cumplimiento del **PDES**.

Las líneas estratégicas del Plan son las siguientes:

- Línea Estratégica 1 [**LE1**], *Manejo hídrico en cuencas para la resiliencia climática*. Las líneas de acciones están delimitadas para el cumplimiento de los indicadores **CR2**, **CR3** y **GP5**.
- Línea Estratégica 2 [**LE2**], *Planificación e institucionalidad para la gobernanza hídrica*. Las líneas de acción especificadas están delimitadas por los indicadores **CR3**, **GP1**, **GP4**, **RH1**, **RH2**, **RH3** y **T1**.
- Línea Estratégica 3 [**LE3**], *Riego con innovación tecnológica para la soberanía productiva y alimentaria*. Las líneas de acción especificadas están delimitadas por los indicadores **CR1** y **T2**.
- Línea Estratégica 4 [**LE4**], *Monitoreo, investigación y tecnología para el agua*. Las líneas de acción especificadas están delimitadas por los indicadores **RH1**, **RH3** y **GP3**.
- Línea Estratégica 5 [**LE5**], *Agua y Saneamiento para la población en armonía con la madre tierra*. Las líneas de acción especificadas están delimitadas por los indicadores **AS1**, **CR1** y **T4**.
- Línea Estratégica 6 [**LE6**], *Ampliación y sostenibilidad de los servicios de agua potable y saneamiento*. Las líneas de acción especificadas están delimitadas por los indicadores **GP1**, **AS2**, **AS4**, **AS6**, **T3** y **T4**.
- Línea Estratégica 7 [**LE7**], *Mecanismos de resiliencia y adaptación en sistemas de agua potable y saneamiento*. Las líneas de acción especificadas están delimitadas por los indicadores **AS1**, **AS3**, **GP1**.
- Línea Estratégica 8 [**LE8**], *Desarrollo de capacidades para la cultura del agua en el manejo de cuencas*. La línea de acción específica está delimitada por el indicador **GP2**.
- Línea Estratégica 9 [**LE9**], *Promover la disposición final sanitaria y ambiental segura*. La línea de acción específica está delimitada por el indicador **AS5**.
- Línea Estratégica 10 [**LE10**], *Promover y fomentar el aprovechamiento de residuos*. La línea de acción específica está delimitada por el indicador **AS5**.
- Línea Estratégica 11 [**LE11**], *Tratamiento de aguas residuales domésticas*. Las líneas de acción especificadas están delimitadas por los indicadores **AS4**, **AS6** y **T3**.

6.3. Planteamiento de acciones

El diagrama de sankey mostrado en la [Figura 63](#), representa el flujo de acciones que han sido recopiladas en el contexto de las **LE** del Plan, para el mejoramiento de los diferentes indicadores que describen la problemática de la cuenca, el ancho de los vínculos permite tener una idea de la cantidad de acciones que alimenta cada uno de los indicadores. En total durante la elaboración del Plan, se han recopilado y consolidado unas 90 acciones las cuales son mostradas de forma esquemática en la [Figura 63](#). Como se ve las líneas estratégicas que más aportan a la mejora de los indicadores son; **LE1** debido a la necesidad de fortalecer las acciones a nivel de manejos de cuenca, **LE2** debido a la necesidad de consolidar los espacios de gobernanza para planificación conjunta en el contexto de los recursos hídricos de la cuenca, **LE3** para el apoyo al manejo sustentable del agua para riego mejorando los sistemas de riego así como sus eficiencias, **LE6** bajo la misma lógica de la línea previamente descrita pero para el sector de agua potable y saneamiento. El resto de las líneas son apoyos en la medida de los requerimientos establecidos por las entidades territoriales, así como por la capacidad de consolidación de estas en el proceso de elaboración del Plan.



Figura 63. Líneas Estratégicas y las Acciones definidas para alimentación de los indicadores del Plan (Fuente: Elaborado en base al trabajo desarrollado por el proyecto WATCH, 2022)

Una vez definidas las acciones específicas en el marco de las **LE**, se han procedido con el dimensionamiento de los alcances de cada una de estas acciones. Este paso es altamente relevante para definir bajo la realidad del territorio, la capacidad técnica y administrativa de las entidades territoriales en la ejecución de estas, las metas que van a guiar el proceso de implementación del presente Plan. Un aspecto altamente importante en la definición de los alcances y las mismas acciones es proponer propuestas que resuelvan problemáticas tangibles con condiciones iniciales claras que no dependan de una gran cantidad de supuestos, esto es desafiante en general desde el punto de vista de la necesidad de un **LB** robusta, pero también limita a no considerar acciones

más allá. En este sentido el plantear una acción que dependa de la ejecución de otra acción propuesta en el presente Plan no ha sido considerado, salvo un solo caso y bajo el requerimiento específico de los actores en el procesos de recopilación de información, lo que sucede con las acciones de tratamiento de aguas residuales, las cuales son propuestas en el Plan, y al mismo tiempo se proponen acciones de reúso del material producido por el tratamiento para temas de reforestación y mejoramiento en las productividad y rendimientos del sector agrícola en comunidades piloto. Como se ve en este caso, existe la incertidumbre de la producción de material residual de las plantas las cuales están cuantificadas de forma teórica, sin evidencia práctica de los volúmenes reales, que no pueden ser provistos por ahora, lo que implica una gran incertidumbre en la amplitud de las acciones de reúso, este es uno de los pocos casos con estas características presente en esta versión del Plan.

Un detalle de todas las acciones propuestas en desplegada en el cuadro siguiente, y también se presenta un anexo de fichas técnicas por cada una de las acciones adjunta al Plan para consulta de detalles técnicos de las propuestas favor referirse a este anexo [[Anexo, Matriz Única de Planificación MUP y Fichas técnicas de acciones del Plan](#)].

Tabla 10. Reporte de acciones específicas en el contexto de las LE del Plan (Fuente: Elaborado en base al trabajo desarrollado por el proyecto WATCH, 2022)

Línea Estratégica	Indicador	Indicador Transversal	Acciones propuestas	Responsable
LE1	GP5		Implementación de un modelo de calidad de agua en el cuerpo receptor Choqueyapu, Tramo Limanipata-Puente Lipari	GAM_LP
LE1	CR3		Obras de regulación de ríos Saitu y Petuila en la zona de Río Abajo, para reducción de los aportes de flujo torrenciales en tributarios	GAM_M
LE1	CR2		Plan de protección/preservación y monitoreo de bofedales	GAM_LP
LE1	CR3		Utilización de lodos como abono mejorado en el mejoramiento de la fertilidad de los suelos productivos y recuperación de áreas degradadas con plantaciones forestales	GAM_M
LE1, LE2	CR2, CR3, GP4, GP5		Manejo integral de la microcuenca "Alpacoma"	GAM_A
LE1, LE2	CR2, CR3, GP4, GP5		Manejo integral de la microcuenca "Cabecera Choqueyapu"	GAM_LP
LE1, LE2	CR2, CR3, GP4, GP5		Manejo integral de la microcuenca "Choquecota"	GAM_P
LE1, LE2	CR2, CR3, GP4, GP5		Manejo integral de la microcuenca "Hampaturi"	GAM_LP
LE1, LE2	CR2, CR3, GP4, GP5		Manejo integral de la microcuenca "Huaricana"	GAM_M
LE2	GP1		Sistema de toma de decisiones para drenaje urbano de La Paz [STDD La Paz]	GAM_LP
LE2	GP1		Conformación de la Mesa Técnica de agua para consumo humano con paridad de género de la plataforma interinstitucional en coordinación con las EPSAs y CAPYS	Concurrente
LE2	GP1		Conformación de la Mesa Técnica de agua para saneamiento con paridad de género de la plataforma interinstitucional en coordinación con las EPSAs y CAPYS	Concurrente
LE2	RH1		Conformación de la Mesa Técnica de Gestión de Riesgos con paridad de género de la plataforma interinstitucional adjunta al Comité Municipal de Reducción de Riesgos y Atención de Desastres (COMURADE)	Concurrente
LE2	GP1		Conformación de la Mesa Técnica de sectores productivos de la plataforma interinstitucional en coordinación con el servicio departamental de riego (SENARI)	Concurrente
LE2	GP1		Elaboración de Plan Maestro de Drenaje del municipio de Achocalla	GAM_A
LE2	GP1		Estudio de viabilidad jurídica y operacional de los posibles instrumentos para la gestión y sostenibilidad financiera del PDC	Concurrente
LE2	RH1		Plan de acciones para mitigación de los efectos de la sequía en la cuenca	Concurrente
LE2	RH1		Plan de gestión integral de riesgos del municipio de Achocalla	GAM_A

Línea Estratégica	Indicador	Indicador Transversal	Acciones propuestas	Responsable
LE2	RH1		Plan de gestión Integral de Riesgos del Municipio de Mecapaca	GAM_M
LE2	RH1		Plan de gestión Integral de Riesgos del Municipio de Palca	GAM_P
LE2	RH1		Plan de reducción de los Riesgos Geodinámicos en la ciudad de La Paz	GAM_LP
LE2	GP1	T1	Programa de evaluación de pérdidas y fugas en Sistemas Pampahasi y Achachicala	GAM_LP
LE2	GP1		Programa Inventario - Medición de las fuentes de agua alternativas menores en la cuenca. [laderas y manantiales]	GAM_LP
LE2	CR3		Protección de Cabeceras y Fuentes de Agua Cuenca Alta del río La Paz	GAM_LP
LE2	RH1		Protección de Riberas Cuenca Alta del río La Paz	GAM_LP/ GAM_M/ GAM_A
LE2	RH1		Construcción de embovedado río Lakacollo en las zonas Lakacollo Ovejuyo y Villa Apaña, Distrito 19	GAM_LP
LE2	RH1		Obras de control hidráulico ríos Pasankei I y Pasankei II, microcuenca río Melchuco	GAM_LP
LE2	RH1		Construcción embovedado del río Tatajuancho zona Villa Litoral, Distrito 17	GAM_LP
LE2	RH2	RH3	Sistema Alerta Temprana Cuenca Alta del río La Paz	Concurrente
LE3	CR1	T2	Riego Cañuma Pampa_Achocalla [Zona 2]	GAM_A
LE3	CR1	T2	Riego Chanca_Mecapaca [Zona 3]	GAM_M
LE3	CR1	T2	Riego Kotupaya_Palca [Zona 5]	GAM_P
LE3	CR1	T2	Riego Llavini Ananta_Mecapaca [Zona 4]	GAM_M
LE3	CR1	T2	Riego Marquiveri_Achocalla [Zona 2]	GAM_A
LE3	CR1	T2	Riego Pocollita_Achocalla [Zona 2]	GAM_A
LE3	CR1	T2	Riego Quenchallaca_Mecapaca [Zona 3]	GAM_M
LE3	CR1	T2	Riego Reservorio Corapata_Mecapaca [Zona 6]	GAM_M
LE3	CR1	T2	Riego Reservorio Jankosuni_Mecapaca [Zona 6]	GAM_M
LE3	CR1	T2	Riego Reservorio Kera_Mecapaca [Zona 3]	GAM_M
LE3	CR1	T2	Riego Santa Barbara_Achocalla [Zona 2]	GAM_A
LE3	CR1	T2	Riego Sistema Amachuma_Palca [Zona 5]	GAM_P
LE3	CR1	T2	Riego Sistema Choquecota_Palca [Zona 5]	GAM_P
LE3	CR1	T2	Riego Sistema Ventilla_Palca [Zona 5]	GAM_P
LE3	CR1	T2	Riego Sojsaña_Achocalla [Zona 2]	GAM_A
LE4	RH1	RH3	Establecimiento de Red Hidrometeorológica y Geotécnica Cuenca Alta del río La Paz	Concurrente
LE4	RH1		Evaluación y monitoreo sistemático de transporte de sedimentos en la cuenca	Concurrente
LE4	GP3		Monitoreo de calidad de cuerpos de agua en la cuenca	Concurrente
LE4	RH1		Programa de monitoreo de glaciares Illimani y Mururata	Concurrente
LE5	AS1	CR1, T4	Implementación de Represa Palcoma (La Paz) - EPSAS	GAM_LP
LE6	AS2	T4	Mejoramiento sistema de agua potable - AP3 (Achocalla)	GAM_A
LE6	AS2	T4	Mejoramiento sistema de agua potable - AP3 (Mecapaca)	GAM_M

Línea Estratégica	Indicador	Indicador Transversal	Acciones propuestas	Responsable
LE6	AS2	T4	Mejoramiento sistema de agua potable - AP3 (Palca)	GAM_P
LE6	AS4	T3	Mejoramiento sistema de alcantarillado y PTAR descentralizada Achocalla (SS2)	GAM_A
LE6	AS4	T3	Sistemas de Saneamiento rural en comunidades del GAMLP de la Cuenca Alta del río La Paz	GAM_LP
LE6	AS4	T3	Mejoramiento sistema de alcantarillado y PTAR descentralizada Mecapaca (SS2)	GAM_M
LE6	AS4	T3	Mejoramiento sistema de alcantarillado y PTAR descentralizada Palca (SS2)	GAM_P
LE6	AS2	T4	Pozo semiprofundo y red convencional - AP2 (Achocalla)	GAM_A
LE6	AS2	T4	Pozo semiprofundo y red convencional - AP2 (La Paz rural)	GAM_LP
LE6	AS2	T4	Pozo semiprofundo y red convencional - AP2 (Mecapaca)	GAM_M
LE6	GP1	T4	Programa de aprovechamiento sistemático de las fuentes de agua provenientes de los afloramientos de agua en los municipios de La Paz y Achocalla	Concurrente
LE6	AS6		Renovación de redes de agua potable La Paz	GAM_LP
LE7	AS3	GP1	Implementación Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) - Piloto demostrativo en la mancha urbana de La Paz como emblema del incremento de la provisión y uso sustentable del agua	GAM_LP
LE7	AS1	GP1	Plan de fomento a la implementación de proyectos de cosecha de agua a nivel urbano	GAM_LP
LE8	GP2		Facilitar el empoderamiento y liderazgo para mujeres en instancias de participación formales de procesos de toma de decisiones de la gestión del agua, saneamiento, riego, RRD y ACC a escala local, municipal, departamental y nacional	Concurrente
LE9	AS5		Construcción de relleno sanitario/Achocalla	GAM_A
LE10	AS5		Implementación de planta recicladora (complejo de residuos sólidos) /Achocalla	GAM_A
LE11	AS6		PTAR descentralizada - Cututu/Achocalla	GAM_A
LE11	AS6		Construcción de PTAR La Paz	GAM_LP
LE11	AS4	T3	Humedales Artificiales Domesticos Mecapaca (SS1)	GAM_M
LE11	AS4	T3	Humedales Artificiales Domésticos Palca (SS1)	GAM_P
LE11	AS6		PTAR descentralizada - Cañuma/Achocalla	GAM_A
LE11	AS6		PTAR descentralizada - Putiri/Achocalla	GAM_A
LE11	AS6		PTAR descentralizada en el distrito de Mallasa	GAM_LP
LE11	AS6		PTAR descentralizada Amor de Dios	GAM_LP
LE11	AS6		PTAR descentralizada Plan Autopista	GAM_LP
LE11	AS6		PTAR descentralizada Las Cholas	GAM_LP
LE3	CR1	T2	Implementación de agricultura urbana en la zona Periurbana del municipio de La Paz	GAM_LP

El marco competencial para la implementación de las acciones propuestas en la Tabla 10, están descritas de forma explícita en el [Anexo C](#) del Plan, esto de acuerdo con la información requerida por la MUP manejada por el MPD.

El costo estimado para la implementación del Plan es de **1 555 183 480,00** [BOB bolivianos 00/100] [**223 445 902 USD** dólares americanos]⁷⁴. Una aclaración en este monto es la inclusión de dos proyectos a nivel de diseño final [EDTP **PTAR La Paz** y EDTP **Represa Palcoma**], los cuales no cuentan actualmente con la proyección de financiamiento debido a su reciente conclusión a nivel preinversión, existen otros proyectos en nivel de **EDTP** para riego que no han sido incluidos de igual forma, por ya ser parte de carteras de proyectos en programas manejados por la UCEP MI RIEGO, FPS, EPSAS y el GAML P [se adjunta las fichas y documentación relativa a estos en el [Anexo de Fichas Técnicas](#)], el resto de acciones cuentan con la valoración preliminar a nivel de **Ficha Técnica** propuesta, la misma que ha sido diseñada para apoyar a los municipios de forma tal de contar con la información necesaria para consolidar Informes Técnicos de Condiciones Previas [ITCP] requeridos para los proyectos de inversión pública así como datos técnicos necesarios para el desarrollo de otra tipología de acciones [*Estudios, Pilotos, Acciones Modulares, entre otros*]. De igual forma al momento de realizar la proyección de las metas, los efectos de estos proyectos han sido incluidos en el cambio en los indicadores para el dimensionamiento de las metas del Plan.

A continuación, se presenta el desarrollo y definición de las metas del Plan, brindando una descripción detallada sobre el aporte de cada **LE**, en términos de mejora en los indicadores del Plan, así como de los recursos necesarios para proyectar estas mejoras. De igual forma se presenta el reporte de las contribuciones y presupuestos requeridos para cada entidad territorial en el caso de las competencias exclusivas, así como de contribuciones concurrentes en competencias a nivel de cuenca.

7. Metas del Plan

Las metas son obtenidas de un proceso de trabajo en la cuenca, el cual consolida una lista de acciones [Tabla 10] que buscan mejorar la condiciones en los diferentes ámbitos, pero también se acomoda a la realidad y escala de los desafíos que los municipios y las instituciones reguladoras presentan en términos de realidad social, económica/financiera, urgencia ambiental y necesidad de sustentabilidad para los siguientes 5 años pensando en el corto, mediano y también en el largo plazo y la previsión de garantizar pasos secuenciales y alcanzables acorde a la real temporalidad en la cual se proyectan los efectos en cada uno de los indicadores que describen la problemática de la cuenca. Las metas son descritas en el contexto de las **LE** definidas y vinculadas con los indicadores del Plan, ambos grupos descritos previamente.

[LE1] Manejo hídrico en cuencas para la resiliencia climática

Implica el desarrollo de acciones con racionalidad climática en aspectos de manejo de cuenca, apoyo a la resiliencia contra eventos hidrológicos extremos y adaptación al cambio climático, así como la lucha contra la degradación, a nivel de las UHO de la cuenca [Figura 17]. La mayor contribución en esta línea está enfocada en el desarrollo de pilotos de Manejo Integral de Cuencas en las UHO consideradas como críticas [**Alpacoma, Choqueyapu, Hampaturi, Huaricana, y Choquecota**]. Por una parte, se estima que se podría intervenir el 4.3% de la superficie en **Alpacoma** en Achocalla con procesos de manejo de suelos, medidas de control hidráulico y apoyo en prácticas agronómicas a los agricultores locales, también se proyecta medidas en áreas protegidas; **7.13 km² de manejo de suelos** con la correspondiente **reforestación** de al menos **197 Ha** que coadyuven en la regulación hidráulica de cabecera pero también en la disminución en la deposición de residuos sólidos en la zona colindantes con el municipio de El Alto, aspecto que ha sido enfatizado por el GAM_A al momento de dimensionar las acciones MIC, de igual forma aspectos de propiedad privada del suelo considerando el rápido

⁷⁴ La tasa de cambio nominal utilizada es la oficial manejada al momento de la elaboración del Plan, 2022 [6,96 BOB = 1 USD]

procesos de aglomeración residencial que está sufriendo el municipio son puntos a considerar al momento de implementar las medidas.

En el caso de **Choqueyapu** en La Paz, se proyecta intervenir en el 6.6% de la superficie a través de apoyo a áreas protegidas, la **intervención de 34.57 Ha de bofedal** que se encuentran con déficit hídrico debido a aspectos climáticos así como efectos producidos por los embalses recientemente emplazados en la zonas de Chacaltaya, Alpaquita y Pampalarama, en total **2.5 km²** de la cuenca deberían contar con medidas de **manejo de suelo**, así como la reforestación de zonas colindantes a la parte periférica de la ciudad de forma de mitigar los impactos erosivos de los asentamientos producidos en la quebrada de la microcuenca Tangani, la que debido a la deposición de escombros y la generación de botaderos está produciendo costos de mantenimiento altos al GAM_LP en el sistema de drenaje de la zona norte de la ciudad de La Paz [reconstrucción de bóvedas en el Plan Autopista], de igual forma en **Hampaturi** se tiene proyectado intervenir en el 9.6% de la superficie con acciones de protección de fuentes y áreas protegidas, en este sentido **18.43 Ha de bofedal** deberían contar con **medidas de manejo y revitalización** para mitigar efectos de déficit hídrico, así mismo **al menos 5.94 km²** de suelo deben ser parte de un **programa de manejo y fortalecimiento local para mejoras en prácticas agronómicas**, las cuales deben dimensionarse en congruencia con la nueva capacidad de uso del agua de las comunidades que tanto el proyecto de Riego mayor Hampaturi así como las represa Palcoma generaran en los siguientes años⁷⁵.

En el caso de la UHO **Choquecota** en Palca, se debe intervenir en al menos el 6.6% de la superficie de la cuenca en aspectos relacionados con el manejo de áreas protegidas, que altamente importantes para la producción agrícola así como el desarrollo del potencial turístico del municipios, Choquecota cuenta con el aporte de las aguas del glaciar Mururata y cuenta con varias rutas turísticas en la actualidad en crecimiento y que debe preverse sean operadas de forma consecuente con el equilibrio ecosistémico de este cuerpos de aguas así como de una superficie aproximada de **118 Ha de bofedales** en la actualidad con déficit hídrico y que se constituyen en el 11.4% del total en la cuenca. Se ha previsto que al menos **18.92 km²** del suelo en la cuenca sean **intervenido con acciones de manejo**, de los cuales como mínimo se debe prever **reforestar al menos 676 Ha** para aspectos de protección de procesos hidrológicos en decaimiento debido a cambio en los patrones climáticos proyectos en el escenario de **CC**. Considerar que Coquecota es la zona de producción hídrica más grande en la cuenca⁷⁶ después de las UHO Kaluyo-Choqueyapu, Incachaca y Hampaturi además de estratégica considerando su localización, lo que implica que las acciones de protección de fuentes en esta zona deben ser apoyadas en esquemas de acción concurrentes dado el futuro requerimiento de expansiones en los sistemas de aprovechamiento hídrico no solo de Palca sino de los cuatro municipios que administran el territorio en la cuenca.

La UHO **Huaricana** en Mecapaca, debe ser intervenida en el 4.2% de su superficie con procesos de manejo y constitución de zonas protegidas para disminuir procesos de aceleración de la degradación del suelo, existe una gran incertidumbre sobre la correcta aplicación de acciones de control hidráulica dada respuesta hidrológico de la cuenca en condiciones de tormenta, así como también los volúmenes de solidos transportados durante estos eventos considerando que esta es la UHO con mayor superficie bajo condiciones muy alta de erosión⁷⁷. Esto encarece en gran parte las **medidas estructurales** que puedan proponerse para mejorar su condición, el grupo de acción de control propuestas en el plan [zanjas de coronación, así como diques colmatadores en las riberas del rio Huaricana] deben ser consideradas pilotos que apoyen al municipio

⁷⁵Se debe considerar que esta es la UHO con más alteración hídrica de toca la cuenca con un cambio en el régimen en el orden del 70% de reducción de su caudal medio, mayor detalle ver el [Anexo H](#).

⁷⁶ Ver reporte de balance hídrico por UHO en el [Anexo H](#)

⁷⁷ Ver reporte de Erosión por UHO en el [Anexo L](#)

a consolidar datos precisos sobre los procesos de deposición de sedimentos a los cuales se enfrentan las comunidades en la parte baja [Huaricana Alto, Bajo y Satélite], la cuantificación de superficie a intervenir con **estas medidas ha sido estimada en 3.17 km²**. De forma conjunta con GAM_M, se han identificado acciones conjuntas que pueden ser consolidadas para responder a la propuesta de tener al menos **69 Ha de suelo con procesos de reforestación**. La últimas etapas del proceso de elaboración del presente documento se identificó la predisponibilidad del GAM_M en la consolidación del **vivero municipal**, el cual dadas las condiciones climáticas y de disponibilidad de superficie del municipio puede consolidarse en un punto de abastecimiento para las acciones de reforestación no solo del MIC en Huaricana sino de todas las acciones proyectadas en los municipios de Palca y Achocalla si se activa la coordinación necesaria en el contexto de la implementación del presente Plan. De forma complementaria y dada la alta vulnerabilidad también se proyecta intervenir a través de **obras de regulación** de los ríos **Saitu Petuila** para control y reducción del flujo de torrente de barro proveniente de la UHO con el mismo nombre.

De forma piloto bajo el esquema de producción de **material sólido [lodos]** previsto una vez que la **PTAR La Paz** entre en operación se ha establecido un piloto de economía circular basado en **el reúso en procesos de producción de abono orgánico** mejorado para los procesos de manejo de fertilidad en suelos de comunidades identificadas en Achocalla y Mecapaca para dos aspectos, uno en suelos productivos, y el otro en recuperación de áreas degradadas, **la superficie piloto estimada es de 3.27 km²** para la presente planificación quinquenal propuesta en el Plan. En base al estudio de caracterización de bofedales de la cuenca y la identificación de las zonas con déficit hídrico, se proyecta implementar un plan de protección y **preservación de bofedales**, así como el correspondiente monitoreo, actualmente la cuenca cuenta con **278 Ha** de bofedales con déficit hídrico, de las cuales se prevé identificar un piloto de preservación, el cual puede constituirse en la zona de la **cuenca Alta de Incachaca** dada la alta sensibilidad de los bofedales en las proximidades de la Cumbre. Finalmente, y respondiendo a la necesidad de contar con más información sobre la dinámica de decaimiento de la calidad de agua en los ríos urbanos en la ciudad de La Paz, como acción propia de EPSAS, se tiene prevista la implementación de un **estudio de modelación de calidad de agua** en todo el sistema de cuerpos receptores en la ciudad en el tramo Choqueyapu, **Tramo Limanipata – Puente Lipari**, esta acción se considera crítica y prioritaria debido a la implicación del procesos de contaminación en todo el ciclo social y productivo de la cuenca, no solo en aspectos de rendimientos, producción a nivel económico, sino también en aspectos de salud de más del 90% de la población de la cuenca asentada en la zona urbana la cual, debido a la dinámica de mercado interno entre Mecapaca y la ciudad, recibe todo el impacto, las consecuencias no son conocidas y menos previstas en el presente Plan, pues escapan de su alcance sin embargo las implicaciones son muy altas y existe la necesidad de conectar con los procesos de gestión de la salud a nivel urbano, aspecto que es medido y ha sido contextualizado a través de los indicadores comunes descritos en el CPI de la política de ciudades encaminado por el Ministerio de Obras Públicas y ONU – Habitat [ver [Sección 6](#), Valoración Territorial]. El monto de inversión estimado para esta línea es de **37.2 Millones de bolivianos**.

[LE2] Planificación e institucionalidad para la gobernanza hídrica

Implica el establecimiento y consolidación de estructuras y mecanismos de gobernanza y planificación a diferentes niveles, considerando todos los actores sociales, institucionales, sectoriales y territoriales en las cuencas, con la finalidad de impulsar modelos eficientes de manejo, protección, conservación para un acceso adecuado y equitativo de los recursos hídricos, tanto para la producción como para su consumo, mediante un enfoque integral y adaptativo del agua. Para el logro de este fin se han considerado en las acciones **MIC**, la consolidación y en el caso en el cual se los tenga, organismos de gestión de cuenca [OGC] que permitan acompañar en el desarrollo de las acciones descritas en la **LE1**, de igual forma se prevé que todas las **UHO**

intervenidas con **MIC** a excepción de Choquecota⁷⁸, se consoliden en cuencas pedagógicas que a posterior sean replicadas en otras zonas que futuras versión del Plan vayan priorizando en base a la verificación de cambios en la **LB** y el ajuste de las necesidades presentes en la cuenca.

Adicional a la constitución de **OGC** en la cuenca, también se tiene previsto consolidar los espacios de coordinación para la implementación del plan esto a través de la continuidad de las actividades del consejo técnico del **PI** de **PDC**, esto a través de la previsión de la creación y puesta en funcionamiento de mesas técnicas de Agua Potable, Saneamiento, Gestión de Riesgos, Productividad y Riego, las cuales deben gestionarse a través de reuniones recurrentes para coordinación de los pasos en la implementación del Plan.

En el marco institucional de planificación, las entidades territoriales aun cuentan con procesos pendientes de consolidación, tal es el caso de la consolidación de un Sistema de Toma de decisiones para Drenaje urbano de la ciudad de La Paz [STDD La Paz], este debería estar adecuado y encaminado para complementar todos los aspectos técnicos en el detalle necesario sobre los sistemas de drenaje urbanos, en temas de operación, mantenimiento y expansión de las redes actualmente emplazadas en la ciudad y a cargo de SMGIR del GAM_LP. De igual forma se proyecta el desarrollo del estudio del **Plan Maestro de Drenaje del municipio de Achocalla**, dada la necesidad urgente de establecer lineamientos de protección de riveras y ordenamiento territorial en zonas colindantes a la red de drenaje del municipio dada la acelerada consolidación de suelo residencial en la zona de Mallasilla, urbanizaciones colindantes, así como la misma zona urbana de la capital del municipio. De forma general, los municipios deben consolidar un **Plan de Gestión de la Sequía** complementario al Plan ya desarrollado por EPSAS para el manejo de las fuentes de agua para el abastecimiento, en este caso el componente pendiente es para temas de aprovechamiento productivo y actividades dependientes de los recursos hídricos de las UHO de la cuenca adicionales a las que se encuentran en jurisdicción de EPSAS.

Otra línea de acción está constituida por la necesidad de contar con **Planes de Gestión de Riesgos** en Achocalla, Mecapaca y Palca, estos no cuentan con un plan y deben prever contar con uno si a futuro se prevé acciones de prevención conjunta, dada la interdependencia de los municipios en la susceptibilidad a eventos extremos y amenazas. De igual forma, se propone el desarrollo de un **Plan de reducción de riesgos geodinámicos**, así como otra de **reducción de pérdidas y fugas** en los sistemas de distribución emplazados en el área urbana [redes Achachicala y Pampahasi]. Finalmente se proyecta la necesidad de un Sistema de Alerta Temprana [**SAT La Paz**] para la Cuenca en el contexto de la susceptibilidad y exposición conjunta de los municipios a eventos de inundación, torrentes de barro, sequías, deslizamientos entre otros que pueden ser encarados de forma eficiente a través de un solo SAT para todo el sistema de unidades hidrográficas desde las cabeceras hasta la parte baja de la cuenca, esta acción cuenta con complementaciones en la **protección de cabeceras** [11.5 km² de intervenciones, basados en consolidación de cercos perimetrales en fuentes, provisión de plantines, banquetas de protección y obras de retención de material], así como **protección de riberas** en las zonas más susceptibles [12.3 km lineales en los ríos Hampaturia, Choqueyapu y La Paz]. El monto de inversión estimado para esta línea es de **144.11 Millones de bolivianos**.

[LE3] Riego con innovación tecnológica para la soberanía productiva y alimentaria

Busca alcanzar el aporte de la cuenca para alcanzar el millón de hectáreas en el marco de la Década del Riego proyectada por el PDES al 2025, para el incremento de la productividad y producción agrícola, planteando la implementación de las inversiones necesarias a través de programas, promoviendo el desarrollo de riego en proyectos multipropósito con una visión agro-productiva de gran escala y la articulación de financiamiento del

⁷⁸ Ya cuenta con un proyecto de Cuenca Pedagógica implementado a través de la Universidad Mayor de San Andrés en el marco del Plan Nacional de cuenca y los recursos de la versión quinquenal [2017 - 2022]

sector privado a través de acuerdos intersectoriales. La característica de innovación tecnología enfatiza el uso eficiente del agua, así como el fortalecimiento organizacional de los usuarios e instituciones del sector agrícola, así como la promoción de la participación del sector privado. En este caso se han identificado con los municipios **16 acciones** en temas de mejoramiento, emplazamiento y puesta en operación de **sistemas de riego**, 5 en Achocalla, 6 en Mecapaca y 4 en Palca, y 2 en La Paz [Multipropósito Palcoma y agricultura urbana] con un total de área incremental estimada de **563 Ha**, las cuales deberían adicionarse a las **415 Ha** proyectadas a ser obtenidas en Hampaturi con el proyecto de riego mayor actualmente en procesos de construcción por parte de FPS, lo que implica que la **actual área de riego** efectivo en la cuenca de **4088 Ha** subiría a **4971 Ha**, con un incremento en la **capacidad de aprovechamiento adicional** acumulado que oscila en al menos **500 l/s**, disponibles en los sistemas intervenidos los cuales se proyecta mejoren su eficiencia media actual de **22%** al **70%** como mínimo. El monto de inversión estimado para esta línea es de **56.2 Millones de bolivianos**.

[LE4] Monitoreo, investigación y tecnología para el agua

Busca consolidar los sistemas de información y redes de monitoreo actualmente operativos en la cuenca, que permita la integración de datos hidrológicos, hidrometeorológicos, geoespaciales, así como datos de calidad de agua a nivel regional en la cuenca, mediante la automatización con sensores para el monitoreo continuo del agua. Como se describe en la [Sección 4](#) sobre los aspectos de monitoreo de clima e hidrología en la cuenca existe zonas identificadas y densidad de red que deben ser alcanzadas para ser consecuentes con las recomendaciones de representatividad establecidos por la Organización Meteorológica Mundial [OMM] en el caso de equipos de monitoreo climático en el umbral de 1 estación cada 50 km² de superficie. En este sentido se plantea una acción de **fortalecimiento de las redes hidrometeorológicas** de la cuenca a través de la adquisición e instalación de estaciones de forma de contar con esta densidad en la **zona alta** de la cuenca en **La Paz [1 estación cada 55 km²]**, y en la cuenca en jurisdicción de **Palca, Achocalla y Mecapaca** una densidad equivalente **[1 estación cada 54 km²]**.

Dada la alta sensibilidad de la cuenca a los procesos de transporte de material sólido ya sea por deposición erosiva en las cuencas de cabecera o por la aparición de botaderos de escombros en las zonas colindantes al margen periurbano en la ciudad de La Paz y la constante actividad de remoción de agregados en los ríos Irpavi, Kaluyo, Orkojahuirá, Huañajahirá y La Paz, es altamente necesario un **estudio de evaluación y monitoreo sistemático del transporte de sedimentos** para la cuenca. Por otro lado, se debe prever la continuidad de las **campañas de monitoreo de calidad del agua** en la cuenca, en el contexto de los estudios de clasificación de cuerpos en La Paz y Choqueyapu y el Sistema de monitoreo y vigilancia hídrica [SIMOVH]. Este punto es crítico en la caracterización del estado de la cuenca, actualmente existe capacidad y datos sobre carga orgánica [DBO, DQO, N] la cual ha sido usada en el desarrollo de problemática del Plan, y existen datos de trazo de metales pesados [ver [Anexo J](#)], sin embargo, no hay medición de otros componentes y material bioquímico provenientes de hospitales vertidos al agua residual en los ríos urbanos⁷⁹, aspecto que debe ser complementado en estas campañas de medición nuevas.

Adicionalmente se propone encaminar un programa para establecer el **monitoreo y estudio de balances de masas en los glaciares Illimani y Mururata**, dada la actual carencia de datos y la consecuente alta incertidumbre en los reportes actualmente emitidos en el análisis hidrológico de la cuenca adjunto al presente Plan en el tema de representación del comportamiento glaciar de estos nevados [ver [Anexo H](#)]. El monto de inversión estimado para esta línea es de **5.91 Millones de bolivianos**.

⁷⁹ Salazar, D., Ginn, O., Brown, J., Soria, F., & Garvizu, C. (2020). Assessment of antibiotic resistant coliforms from bioaerosol samples collected above a sewage-polluted river in La Paz, Bolivia. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 228, 113494.

[LE5] Agua y saneamiento para la población en armonía con la madre tierra

Este lineamiento estratégico, bajo un enfoque multisectorial, busca ampliar la cobertura de servicios de agua potable para la población urbana de la ciudad de La Paz, garantizando al mismo tiempo la demanda de agua para riego de comunidades circundantes al área de captación del suministro. Esto a través del diseño de la presa Palcoma que abastece al Sistema de Agua Potable de Pampahasi incluyendo el mejoramiento y ampliación del Sistema de Riego Palcoma, con la finalidad de mejorar la calidad de vida de los pobladores de las cuencas en Hampaturi a través del acceso a mejores servicios de agua potable y riego. El proyecto está a nivel de desarrollo EDTP y cuenta con la línea de prioridad por parte de EPSAS, considerando que la población incremental a ser abastecida es de **316 657 habitantes** en la zona sur de la ciudad de La Paz proyectado a 2030. Actualmente en Palcoma se tiene un rendimiento de producción agrícola que cubre un área de **31 Ha**, se prevé esto **incremente al 96 Ha** con el proyecto operativo. El monto de inversión estimado para esta línea es de **96.8 Millones de bolivianos**.

[LE6] Ampliación y sostenibilidad de los servicios de agua potable y saneamiento

Implica la implementación de una serie de acciones o proyectos con el objetivo de promover el acceso a mejores servicios de agua y saneamiento tanto de la población urbana como rural en la cuenca. En el área urbana estas acciones contemplan el **aprovechamiento de afloramientos de agua [manantiales]** y su incorporación a sistemas de abastecimiento existentes, dada la escala del valor estimado en el diagnóstico [1 a 1.2 m³/s] se considera de alta relevancia la consolidación de esta acción, proyecto de **renovación de la red de agua potable de la ciudad de La Paz**, de forma tal de cumplir requerimientos establecidos como meta [2-4 fallas cada 100 km lineales de red], considerando procedimientos no invasivos de detección que dada la consolidación de la zona comercial central en la ciudad de La Paz se ha identificado sería lo recomendable. En el área rural las acciones contemplan la implementación de pozos y acometidas domiciliarias, el mejoramiento de sistemas de agua potable existentes, mejoramiento de sistemas de alcantarillado e implementación de Plantas de Tratamiento Descentralizada (este último para zonas con población rural concentrada). El enfoque del mejoramiento está dirigido que la **cobertura de agua segura** en el área rural de la cuenca incremente a un porcentaje del **77%** como mínimo hacia el 2025 y 100% hacia el 2030, mientras que en el caso de la **cobertura de saneamiento** este porcentaje suba al **53.2%** como mínimo hacia el 2025 con miras a 100% de cobertura hacia el 2030, en las comunidades en las cuales se priorice la implementación de las acciones descritas previamente. El monto de inversión estimado para esta línea es de **80.6 Millones de bolivianos**.

[LE7] Mecanismos de resiliencia y adaptación en sistemas de agua potable y saneamiento

Este lineamiento estratégico busca implementar acciones que coadyuven a la resiliencia y adaptación al cambio climático de los sistemas de agua potable y saneamiento en el área urbana del municipio de La Paz. Se proyecta un piloto de Sistemas **Urbanos de Drenaje Sostenibles (SUDS)** en zonas priorizadas [la propuesta inicial es la zona de Chacalataya o Achachicala en la ciudad de La Paz] para lograr **cubrir al menos al 4% de la población actual que no cuenta con drenaje formal**, así también fomentar en el ejercicio de los pilotos replicas en los edificios operativos del GAM_LP prototipos similares, este componente puede ser guiado con las experiencias nacionales en el área urbana de Cochabamba implementado por el proyecto CONDESAN de AIICA Bolivia⁸⁰ así como también del SEI considerando la experiencia regional en el apoyo a los sistemas urbanos en la ciudad de Bogotá en Colombia.

⁸⁰ <https://aicca.condesan.org/>

También se proyecta acciones de **cosecha de agua de lluvia** en los 4 municipios los cuales pueden igualmente ser iniciados con pilotos en los edificios municipales, que permita realizar una reducción del consumo en las redes convencionales en un porcentaje de al menos el 5% del consumo actual reportado en la categoría respectiva de los edificios intervenidos. El monto de inversión estimado para esta línea es de **4.5 Millones de bolivianos** .

[LE8] Desarrollo de capacidades para la cultura del agua y el manejo de cuencas

Esta línea estratégica busca el desarrollo de capacidades y gestión de conocimientos, saberes y haceres en GIRH con enfoque de gestión de sistemas de vida, para contribuir al fortalecimiento institucional y organizacional de las cuencas en sus diferentes niveles, con el fin de generar una cultura del agua para la vida como estrategia para alcanzar el Vivir Bien en armonía con la Madre Tierra. Se propone desarrollar e iniciar un proceso de **talleres de trabajo** inicialmente con mujeres en temas de **liderazgo y empoderamiento** , para la preparación en la participación formal en procesos de toma de decisión y gestión del agua, saneamiento y productividad en el nivel municipal, lo que permita a **los 4 municipios** generar reportes anuales sobre el proceso para ser reportado al gobierno nacional. El monto de inversión estimado para esta línea es de **0.72 Millones de bolivianos** . Se espera que este proceso canalice mayor inversión para el desarrollo de acciones de educación y sensibilización con otros grupos de actores dentro de la cuenca que juegan un rol clave en la conservación y cuidado del agua.

[LE9] Promover la disposición final sanitaria y ambientalmente segura

Este lineamiento busca implementar acciones en el municipio de Achocalla que atiendan la problemática de la **disposición de residuos sólidos** en los cuerpos de agua, a partir del cierre del botadero Ayma y la construcción de un relleno sanitario para la disposición final y segura de los residuos sólidos generados por la población urbana en dicho municipio, coadyuvando de esta manera a preservar la salud, como así también la **conservación de recursos naturales** , entre ellos el **agua así como el suelo** . El monto de inversión estimado para esta línea es de **0.55 Millones de bolivianos** .

[LE10] Promover y fomentar el aprovechamiento de residuos

Este lineamiento busca **reducir la cantidad de residuos sólidos** enviados a disposición final en el municipio de **Achocalla** , impulsando su aprovechamiento a partir de la implementación de una planta recicladora, coadyuvando de esta manera en la aplicación de un **enfoque de economía circular** , cuidado del medio ambiente y conservación de los cuerpos de agua. El monto de inversión estimado para esta línea es de **1.0 Millón de bolivianos** .

[LE11] Tratamiento de aguas residuales domesticas

Este lineamiento implica acciones con el objetivo de reducir la carga orgánica contaminante en los cuerpos de agua y mejorar el acceso a servicios de saneamiento, en particular al tratamiento de aguas residuales en el área urbana y rural de la cuenca. Estas acciones contemplan la construcción de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) a diferentes escalas (centralizada y descentralizada) y construcción de sistemas de tratamiento de aguas residuales a nivel doméstico como ser Humedales Artificiales Domésticos en la zona urbana y periurbana de la cuenca.

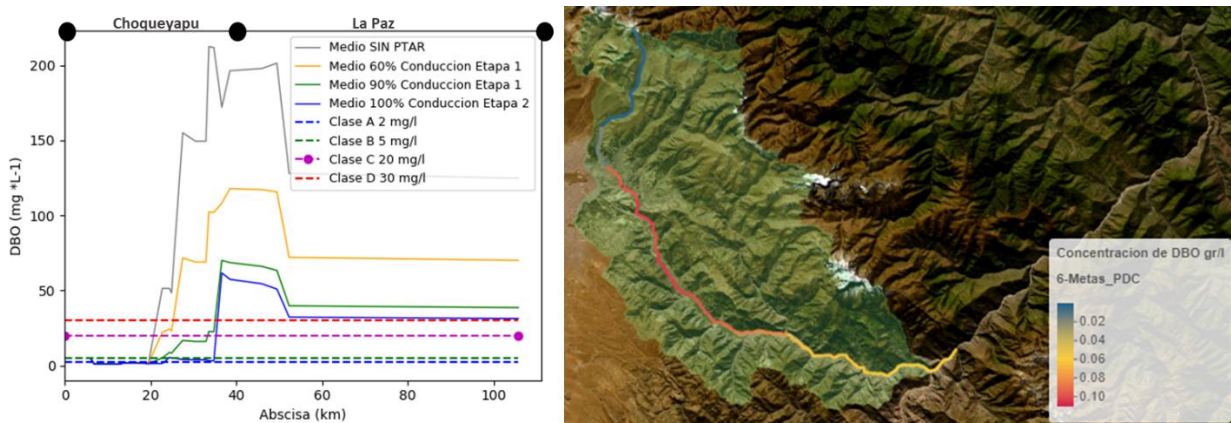


Figura 64. Simulación del Impacto de la PTAR La Paz en los rios Choqueyapu y La Paz (Fuente: Elaboración propia)

Esta línea es quizá una de las más prioritarias dada la problemática ambiental descrita en temas de la calidad de agua en los ríos Choqueyapu, Irpavi, Orkojahuirra, Achumani y Huañajahuira en el municipio de La Paz y las consecuencias de esta contaminación en el ámbito rural ya en el río La Paz en jurisdicción de Mecapaca. La **PTAR La Paz** se constituye en el proyecto ambiental más relevante de la ciudad en los últimos 20 años, y si bien existen pasos que aún deben consolidarse la recomendación del Plan es la gestión más eficiente posible en plazos, dada la urgencia de contar con la operación de esta considerando que los objetivos incluso en su **etapa 1 y al 90% de recolección** de las aguas residuales, como mínimo la reducción de la carga seria de más del 50% de la actual carga en la zona baja del río La Paz [ver Figura 64 y Anexo J]. Adicionalmente se ha identificado la necesidad de iniciar pilotos de tratamiento de aguas residuales en el contexto de que la cuenca no cuenta con experiencia en acciones de tratamiento de aguas servidas, en este sentido se propone el desarrollo de plantas piloto de tratamiento descentralizado en zonas periurbanas de la ciudad de La Paz y Achocalla. El monto de inversión estimado para esta línea es de **1 103.2 Millones de bolivianos**, si PTAR La Paz es considerada [solo el esquema de plantas descentralizadas excluyendo PTAR La Paz asciende a 29.7 millones de bolivianos]

Valoración de las metas a través de indicadores

Desde la perspectiva de los indicadores las acciones que se proponen como metas para mejorar las condiciones de la cuenca han sido valoradas desde el impacto considerando los efectos de incertidumbres [CC] esto se lo hace a través del uso del **MTDP** del Plan, para verificar los cambios en cada uno de los ámbitos de la problemática. La Tabla 11 presenta un resumen de todos los indicadores en general, el performance de la cuenca en su línea base [LB] su desmejora considerando el efecto de las incertidumbres al 2040 [CC] y la mejora en cada indicador bajo influencia de las acciones propuestas para la definición de las metas del Plan. En resumen, en términos porcentuales con la implementación del Plan se garantizar que la cuenca mantenga un nivel de cumplimiento en el orden del **73%** en comparación con la proyección que se prevé del **28%** a 2040. De igual forma se debe considerar que dadas las condiciones actuales en temas de responsabilidad territorial y manejo social de los objetivos en los municipios las metas son consistentes con las capacidades de implementación actuales así como los grados de riesgos de inversión que implica cada una de las acciones, por ellos más que todo es que no se va más allá de los valores presentados para la meta quinquenal 2025, de forma de darle un aspecto de racionalidad y plausibilidad de obtención sobre estas.

El ámbito de Cuencas y Riego [CR] está encaminado a su mejoramiento desde la perspectiva de inversión, que tomando como punto de partida el fortalecimiento de las comunidades en Hampaturi por parte del gobierno central y el GAM_LP, quedaría garantizada una proporción del valor reportado en la Tabla 11, de igual forma

existen varias oportunidades de financiamiento desde el sector que pueden coadyuvar el apoyo en las acciones propuestas en los demás municipios.

Tabla 11. Tabla de las metas y sus aportes a los indicadores del Plan [LB denota la línea base, CC denota la línea base con efecto de las incertidumbres de cambio climático y crecimiento poblacional, PDC denota los valores de los indicadores con la influencia de las acciones propuestas] (Fuente: Elaborado en base al trabajo desarrollado por el proyecto WATCH, 2022)

Indicador	La Paz			Mecapaca			Achocalla			Palca			Cuenca			Meta PDES
	LB	CC	Meta	LB	CC	Meta	LB	CC	Meta	LB	CC	Meta	LB	CC	Meta	
CR1	25%	23%	92%	77%	73%	85%	73%	62%	79%	88%	81%	93%	75%	69%	87%	100%
CR2	0%	0%	29%							0%	0%	6%	0%	0%	18%	98%
CR3	0%	0%	100%	0%	0%	9%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	77%	63%
AS1	37%	14%	45%	37%	14%	45%	37%	14%	45%	37%	14%	45%	37%	14%	45%	95%
AS2	70%	52%	70%	43%	16%	61%	33%	17%	60%	59%	46%	60%	51%	33%	63%	69%
AS3	67%	26%	52%	67%	26%	52%	67%	26%	52%	67%	26%	52%	67%	26%	52%	71%
AS4	20%	15%	45%	27%	10%	45%	30%	15%	45%	15%	12%	45%	23%	13%	45%	45%
AS5	100%	100%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	25%	25%	75%	100%
AS6	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	100%
RH1	100%	100%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	25%	25%	100%	100%
RH2	100%	100%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	25%	25%	100%	100%
RH3	63%	63%	95%	63%	63%	93%	63%	63%	93%	63%	63%	93%	63%	63%	93%	100%
GP1	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	100%
GP2	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	0%	0%	100%	100%
GP3	100%	100%	100%	50%	50%	100%	50%	50%	100%	50%	50%	100%	63%	63%	100%	100%
GP4	29%	29%	50%	0%	0%	50%	0%	0%	50%	100%	100%	100%	32%	32%	63%	100%
GP5	0%	0%	67%	0%	0%	25%	0%	0%	100%	36%	36%	36%	9%	9%	57%	84%
T1	68%	68%	75%	56%	56%	75%	71%	71%	75%	56%	56%	75%	63%	63%	75%	75%
T2	22%	22%	75%	19%	19%	25%	32%	32%	54%	28%	28%	32%	25%	25%	47%	70%
T3	21%	21%	45%	21%	21%	45%	21%	21%	45%	21%	21%	45%	21%	21%	45%	45%
T4	84%	84%	95%	84%	84%	95%	84%	84%	95%	84%	84%	95%	84%	84%	95%	100%
Indicadores ponderados	LB	CC	PDC	LB	CC	PDC	LB	CC	PDC	LB	CC	PDC	LB	CC	Meta	PDES
CR	8%	8%	74%	39%	37%	47%	37%	31%	75%	29%	27%	66%	25%	23%	61%	87%
AS	49%	35%	69%	29%	11%	67%	28%	12%	67%	30%	16%	50%	34%	18%	63%	80%
RH	88%	88%	98%	21%	21%	98%	21%	21%	98%	21%	21%	98%	38%	38%	98%	100%
GP	26%	26%	83%	10%	10%	75%	10%	10%	90%	37%	37%	87%	21%	21%	84%	97%
T	49%	49%	73%	45%	45%	60%	52%	52%	67%	47%	47%	62%	48%	48%	65%	73%
Media	43%	39%	78%	27%	22%	70%	28%	23%	80%	34%	29%	70%	33%	28%	73%	86%

En este sentido el crecimiento desde un LB de 25% al 61% del Plan presenta perspectivas bastante tangibles de su obtención. En promedio entonces CR requiere de 3.16 millones de bolivianos de inversión por cada punto porcentual [%] reportado para la meta.

En el ámbito de Aguas y Saneamiento [AS] también se cuentan con avances en el desarrollo de acciones vitales para la mejora de la condición hídrica de la cuenca, el caso más estratégico implica a la PTAR La Paz, lo que genera una mejora generalizada del performance, este ámbito puede constituir en mejora más representativa

si de la condiciones de **LB** de 34% el mismo puede subir al 63% muy cercano las expectativas de provisión de servicios básicos establecidas en las metas nacionales, sin embargo es necesario remarcar el grado de inversión que implica este crecimiento dada el costo de inversión de la infraestructura de tratamiento. En promedio por lo tanto se requiere de 43.2 millones de bolivianos por cada punto porcentual [%] reportado para la meta del Plan. Un aspecto que debemos resaltar es que las acciones planteadas en ese ámbito presentan un tiempo de resultados inmediato debido al proceso de puesta en operación de la infraestructura que implica el consolidar acciones en este ámbito, esto será descrito en más detalle en la siguiente sección del documento.

El ámbito de riesgos **[RH]** tiene varios desafíos para consolidación de varios espacios formales de intercambio de datos, y consolidación de redes de monitoreo, lo que implica que en primer lugar los resultados son bastante inmediatos una vez la inversión es realizada, el desafío en este ámbito en la realidad es consolidar estas inversiones desde el apropiamiento en la tenencia y mantenimiento de los activos obtenidos en el proceso de inversión capital propuesta en el Plan. En este sentido es bastante plausible el considerar la mejora del estado actual en **LB** de 38% al 98% previsto una vez se implementen las **LE** que apoyan este ámbito. En promedio por cada punto porcentual [%] de mejora en este ámbito se debe invertir aproximadamente 1.7 millones de bolivianos.

El ámbito de Gestión Pública **[GP]**, es sin lugar a duda un punto de inflexión en el desarrollo del plan, el consolidar las acciones propuestas en este ámbito implican prácticamente sentar las condiciones iniciales para que el Plan se implemente desde los mecanismos de coordinación propuestos por el sector **[PPRH, 2022]**, a través del **PI** y sus consejos, se tienen esquemas de aporte para el proceso de implementación que pueden ser replicados, el programa Bolivia WATCH ha generado un documento de diagnóstico institucional que permitiría tener una idea clara del presupuesto que implica, escenarios de contrapartes municipales y demás aspectos administrativos para la consolidación de una Unidad de Gestión de Cuenca **[UGC]** para el Plan, como esto no se encuentra normado, el cambio propuesto en el Plan considerando la **LB** de 21% para un valor meta del 84% implica inversión en actividades específicas dado el plazo de implementación del Plan que serían 5 años continuos, esto implica alcanzar la meta del 84% a final de quinquenio con la correspondiente inversión de 0.78 millones de bolivianos por cada punto porcentual de mejora en los indicadores de **LB**.

Finalmente el ámbito de acciones Transversales **[T]**, dadas las implicaciones indirectas en la medición de las acciones que les aportan, constituyen los porcentajes de cambios más difíciles de obtener, debido a que miden el grado de inversión y de priorización de sectores no favorecidos o con perfil de inversión menos rentable, tal es el caso de comunidades rurales alejadas del área periurbano las cuales implican inversiones más altas para cambios más pequeños debido a mayor costo en la llega de las acciones ya sea estructurales o no estructurales así como la rentabilidad social considerando la poca cantidad de población que se impacta. Aun así, son indicadores que se recomienda sean considerados dada una **LB** del 33% el cual es mejorado como meta del Plan al 73%, con un coste de inversión que implica 14.03 millones de bolivianos por cada punto porcentual [%] de mejora en la media de los indicadores de este ámbito, los cuales son medidos en la forma de ejecución de las acciones desarrolladas con los indicadores principales.

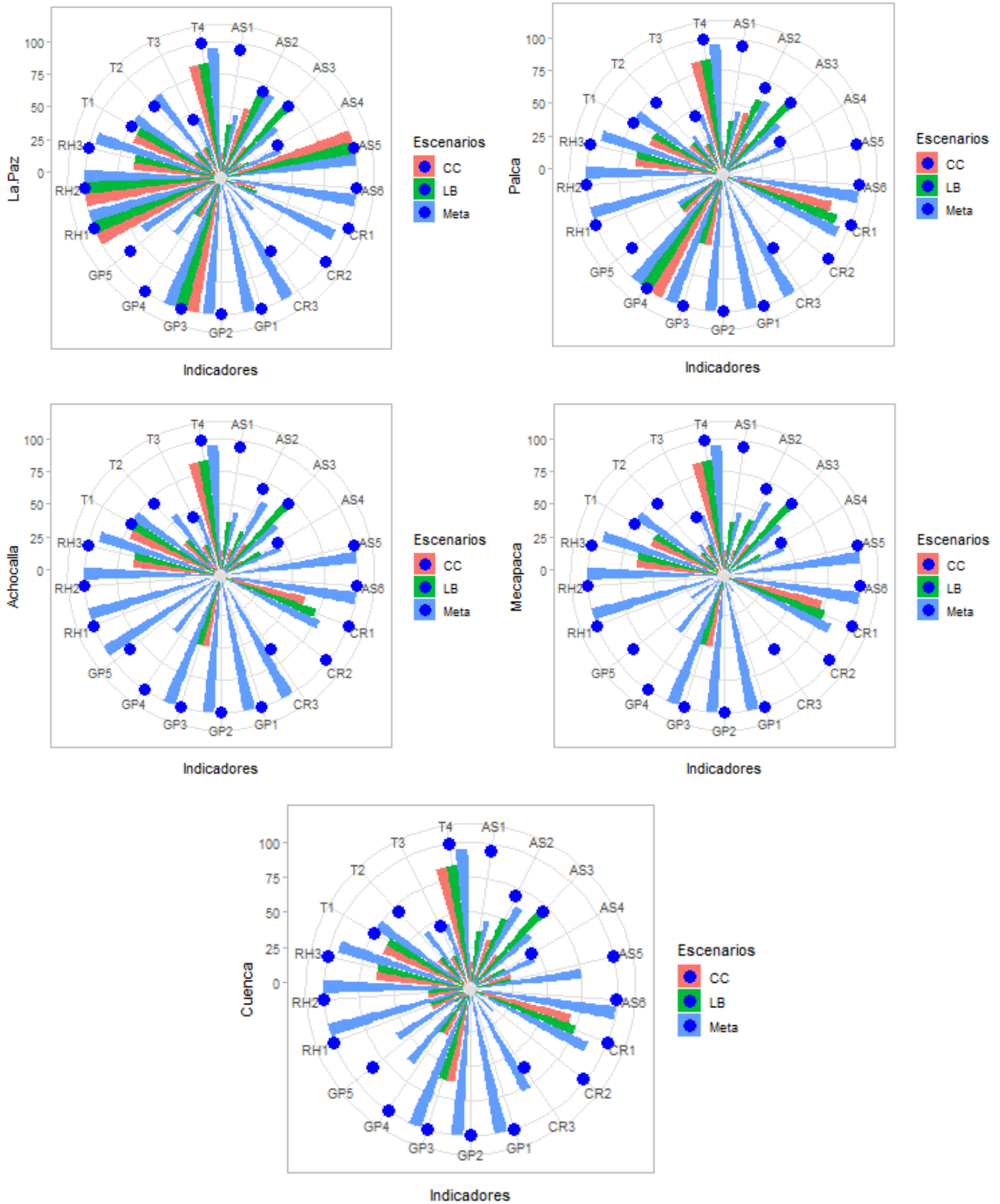


Figura 65. Diagrama de Metas por cada indicador del Plan (Fuente: Elaboración propia)

Para el seguimiento y visualización resumida de las metas descritas previamente, se presenta la Figura 65, en la cual se despliega las condiciones iniciales [LB y CC] con las que se encaran cada uno de los problemas descritos en los indicadores, así como las METAS descritas previamente.

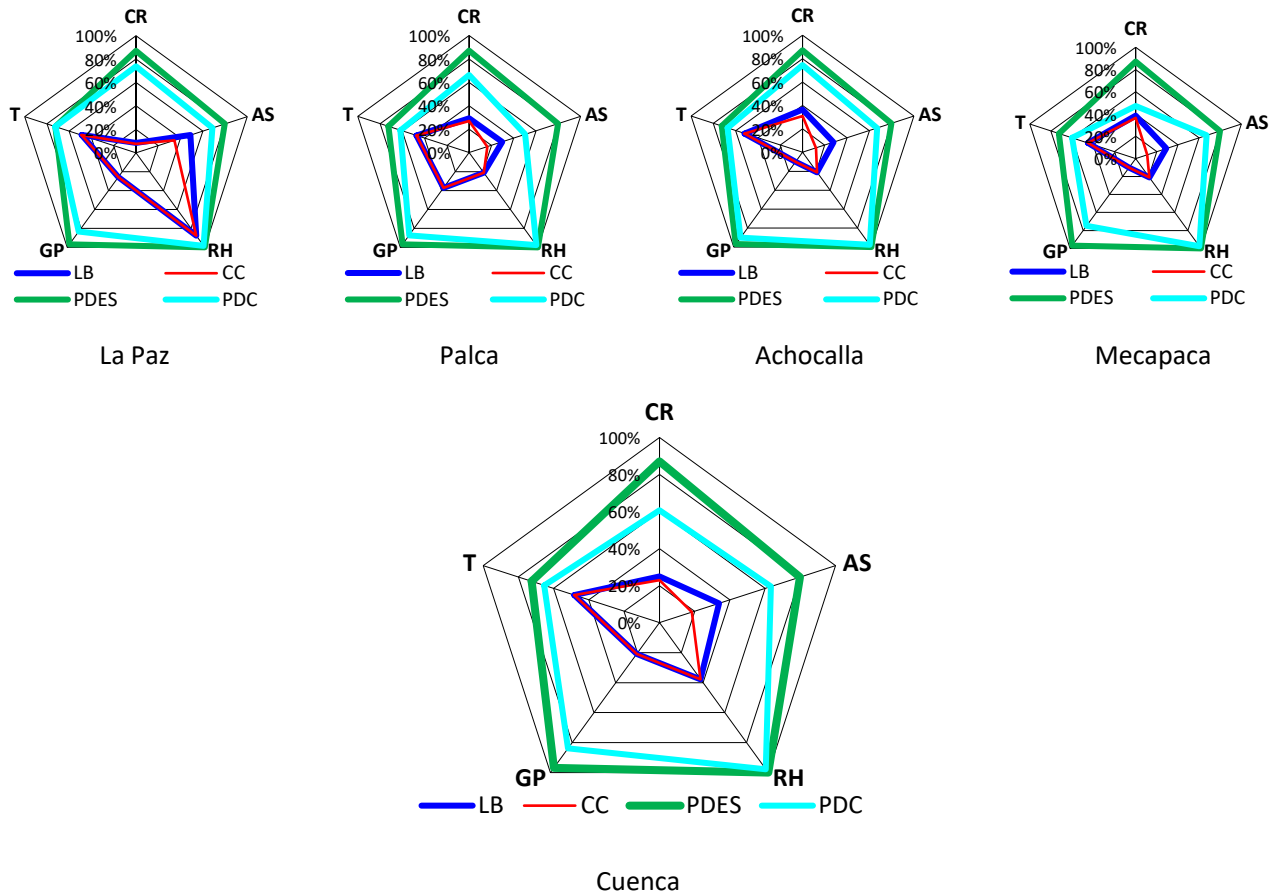


Figura 66. Diagramas de reporte de Línea Base y Metas del Plan por ámbito (Fuente: Elaboración propia)

La Figura 66 muestra los diagramas de seguimiento para la línea base del Plan y las Metas propuestas en la presente sección presentada por ámbito de indicador.

8. Estrategia de Implementación

El desarrollo de las acciones tiene una línea temporal, dado que cada una de las acciones que alimentan las Metas establecen el alcance del Plan, así como el grado de cambio propuesto del mismo para la cuenca, requieren una descripción temporal sobre cuando cada acción permita realizar la medición del cambio descrito en la Sección 7. Esto pasa por una estrategia de implementación que permita tener desde un inicio el proceso de pasos y logros, si esto se realiza de forma consecuente con la escala y el grado de complejidad de las acciones se puede dar un reporte práctico de los procesos que pueden ser medidos en corto el mediano y el largo plazo.

Cada una de las acciones descritas en el Plan, han sido caracterizadas en términos de componentes, presupuesto y tiempo de desarrollo, en función al ámbito y requerimiento de implementación, se puede consolidar una clasificación sobre la temporalidad, considerando la necesidad de desarrollo de un estudio formal [E] de diseño final [EDTP en el caso de un proyecto de inversión pública, o documento formal de implementación en otros, puede tratar de un Termino de Referencia o nota de concepto], la implementación

[I] de la acción [construcción, implementación de piloto o acción modular], así como las actividades de puesta en operación y mantenimiento para consolidar la obtención de los resultados en un plazo que puede ajustarse en función al tipo de acciones [O/M]. La condición temporal ha sido definida como corto plazo [CPL] acciones que permiten reportar el incremento porcentual reportado en la Tabla 11 en un plazo menor a los 3 años a partir del inicio de implementación del Plan, mediano si el mismo se consigue en el plazo quinquenal del Plan [MPL] y largo plazo en caso de exceder este [LPL].

8.1. Corto Plazo

En el corto plazo se puede realizar acciones en las **LE1, LE2, LE5, LE6, LE7, LE9, y LE11**, respondiendo a los indicadores **CR1, CR3, T4, GP1, GP5, AS6, AS3, AS1, AS5 y RH1**, que pueden ser reportados al tercer año del inicio de implementación de las acciones. Estas se enfocan más en acciones para el desarrollo de estudios que generan, ya sea planes y/o actualización de planes necesarios para la gestión del riesgo, las cuencas, fuentes de agua, y saneamiento.

En aspectos de Riesgos, se puede identificar el desarrollo de la Actualización del Plan de Drenaje para la ciudad de La Paz como una prioridad, con el consecuente desarrollo del Plan de drenaje para Achocalla, así como Planes de Gestión Integral de Riesgos en Mecapaca, Palca y Achocalla. Finalmente, acciones como el desarrollo de medidas de regulación en los ríos Saitu Petuila, el inicio de la implementación de Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible en la zona urbana de La Paz son factibles de su reporte en los indicadores en un plazo no mayor a los 3 años.

Por otro lado, los estudios identificados de ser necesarios en el corto plazo son los de calidad de agua en el río Choqueyapu, dada la futura implementación de procesos de tratamiento los cuales requieren de un estado de situación precisa sobre las cargas contaminantes en los diferentes tramos. También se identifica el desarrollo del programa de aprovechamiento de fuentes de agua de los afloramientos de agua en La Paz y Achocalla, como base para los procesos de inventario y localización de los más de 120 vertientes registradas [ver Tabla 3].

En temas de saneamiento, el desarrollo de PTAR descentralizada, así como la consolidación del relleno sanitario en Achocalla y Mecapaca, son factibles de su reporte en el corto plazo, esto debido a que en el país ya se cuentan con experiencia en el desarrollo de esta tipología de acciones. Durante el proceso de elaboración del Plan, se consolidaron acuerdos de apoyo técnico a nivel piloto entre el GAM_LP y la ONG Agua Tuya, para el desarrollo de acciones en saneamiento y plantas descentralizadas, considerando que Agua Tuya ha sido parte del equipo de desarrollo del diagnóstico del Plan, se puede proyectar acuerdos potenciales con los municipios de Mecapaca y Achocalla, para agilizar procesos similares de forma tal de hacer más eficiente el plazo de implementación de estas medidas. En la misma línea existen apoyos específicos en el GAM_M para la habilitación de rellenos sanitario a través de la ONG Hanns Seidel Stiftung así como educación ambiental y de reciclaje en unidades educativas del municipio, que pueden permitir prever mejoras en esta línea a corto plazo.

Finalmente se debe mencionar que en el aspecto de suministro sostenible de agua potable, EPSAS ha proyectado la ampliación de su capacidad de Almacenamiento en Hampaturi a través de la Presa Palcoma, la cual ya cuenta con su estudio de inversión finalizado [EDTP], y está en proceso de acuerdos con las comunidades beneficiarias para la proyección de su financiamiento, esto adicional a la planificación establecida en el PMM y este plan, permiten establecer que la misma podrá ser reportada en el corto plazo, en su componente de suministro al área ampliada de distribución Pampahasi, no así en el caso del componente de riego del proyecto, el cual debe contar un plazo de habilitación, y puesta en operación dependiente de los acuerdos y la distribución interna que se logre con las comunidades beneficiarias, de igual forma la consolidación de las hectáreas adicionales mínimamente requieren de una campaña agrícola completa, lo que

en el caso del presente plan, implicarían reportar resultados en el mediano plazo en el caso de esta acción en específico.

El presupuesto estimado para este ámbito temporal a ser invertido es de 148 741 540 bolivianos, para mayor detalle de plazos y las acciones descritas se presenta en la Tabla 12.

8.2. Medio Plazo

Para el umbral quinquenal del Plan, adicional a las acciones en corto plazo descritas previamente se pueden reportar avances en las **LE2, LE4, LE6, LE8, LE10, LE11**, con el consecuente incremento en las condiciones de la cuenca reportadas en los indicadores **CR3, RH1, RH3, AS2, AS4, AS5, GP1, GP2, GP3, T1, T3 y T4**. El mediano plazo se estima una inversión requerida de 207 185 813 pesos bolivianos, distribuidos en acciones de gestión y afianzamiento de los mecanismos de coordinación a nivel de la cuenca, aspecto de monitoreo y gestión de información, acciones de protección de fuentes, riesgos, mejoramiento en infraestructura para el suministro de agua en los 4 municipios, así como la continuidad en el mejoramiento en los procesos de tratamiento de aguas residuales.

En el tema de consolidación de gestión pública se prevé inversiones en la constitución de espacios anexos al Consejo técnico de la Cuenca, a través de la instauración de mesas técnicas, fortalecimiento en aspectos de liderazgo en gestión del agua.

En temas de gobernanza y planificación, el Plan considera la necesidad de consolidar acciones de mitigación para efectos de sequía, reducción de riesgos geodinámicos para el área urbana en la ciudad de La Paz. En aspectos específicos de riesgos, se idéntica que se debe consolidar el Sistema de Alerta Temprana de la Cuenca, lo que debe considerar medidas estructurales para protección de riberas en los ríos con capacidades de conducción reguladas a través de canalizaciones.

En temas de suministro de agua para la población, en el mediano plazo se prevé consolidar el programa de evaluación de pérdidas en las redes de distribución operados por EPSAS, y el paquete de mejoramiento en los sistemas de agua potable de los cuatro municipios en sus zonas periurbanas. En el caso de saneamiento se prevé consolidar las acciones descritas en el corto plazo en la cuenca interviniendo en los municipios de La Paz, Mecapaca y Palca con plantas descentralizadas, en el caso de La Paz ya se cuenta con acciones encaminadas en esta tipología de medidas, sin embargo, dado la complejidad en la selección de la zona piloto, así como el dimensionamiento correcto para prever un impacto óptimo se considera reportar el resultado en el mediano plazo. De igual forma existen medidas innovadoras enfocadas en las zonas rurales consistente en humedales artificiales para mitigación de la ausencia de saneamiento que por su naturaleza y tiempo de asimilación en modo de piloto también son previstas a ser alcanzadas en el mediano plazo. Para mayor detalle de las líneas temporales y las acciones en el mediano plazo, se presenta la Tabla 13.

8.3. Largo Plazo

Las acciones de manejo y protección en las cuencas así como las acciones para la mejora en las eficiencias del uso del agua han sido clasificadas en el largo plazo, estas son vitales para el cumplimiento de las metas del plan, como una especie de garantía para consolidar el enfoque de mitigación del Plan para las tendencias de crecimiento en las demandas de recursos hídricos y la preparación por parte de los municipios para responder a estas tendencias de crecimiento sin poner en riesgo los ecosistemas de los cuales dependen las fuentes de agua en la cuenca. En este ámbito temporal **LE1, LE2, LE3, y LE4** son el objetivo, así como las metas establecidas para los indicadores **CR1, CR2, CR3, RH1, RH3, AS6, GP4, GP5 y T2**.

Los Manejos Integrales de Cuenca, apoyos en la mejora y fortalecimiento de los sistemas de riego en Mecapaca, Palca y Achocalla son las acciones más relevantes previstas en el largo plazo. La primera debe considerar prudencia y consecuencia en la ejecución y evaluación de las medidas, pues depende de procesos de consolidación en temas de gobernanza y gestión público descritos en los dos plazos previamente descritos. También juega un papel altamente relevante el remarcar los plazos de operación y mantenimiento implícitos en estas acciones, y se resaltan estos debido a que de su implementación dependen las condiciones de sustentabilidad de las fuentes de los recursos hídricos y de las condiciones de manutención de las cuencas identificados en el presente Plan.

En este plazo se prevé el reporte de todas las medidas de protección de los ecosistemas responsables de las condiciones de equilibrio hídrico en las cabeceras de cuenca de los cuatro municipios, tanto a nivel de manejo de suelos, mitigación de los procesos de degradación, los cuales están acompañados del fortalecimiento y establecimiento de los sistemas de monitoreo en las diversas temáticas involucradas con estos componentes de la cuenca [hidrología, climatología, sedimentación, glaciología, bofedales]. Se resalta que este es el núcleo de acciones integrales en lo que respecta al presente Plan, por ello se enfatiza en su desarrollo y correcta puesta en operación, así como el seguimiento responsable, en la etapa de operación, pues por lo general es donde los esfuerzos institucionales presentan los desafíos más altos, dada la dinámica de la gestión pública nacional [ver Tabla 14].

En este ámbito temporal se describe la implementación de la Planta de Tratamiento para la ciudad de La Paz [PTAR La Paz], la cual como se mencionó en la [sección 7](#) es la acción ambiental más relevante identificada en la cuenca, dada la implicación en los recursos hídricos y otros aspectos sociales, económicas, ambientales y de salud poblacional de los cuatro municipios. Existe ya una línea de acción para el diseño del proyecto, como una medida ya identificada en el PMM para La Paz, sin embargo, se tienen desafíos en aspectos de su dimensionamiento para que este cumpla con las expectativas de impacto proyectadas en el PMM, lo que también ha sido resumido en el presente Plan, y también sea consecuente con la capacidad de inversión en competencia del GAM_LP y el gobierno central a través del sector. Por estas razones se ha considerado prudente clasificar esta acción en largo plazo, también entendiendo que el impacto considerado en el caso del presente Plan toma la valoración para la Etapa 1 del proyecto, y entendiendo que los componentes anexos, así como elementos críticos como son los colectores presentan tiempos de ejecución con márgenes de incertidumbre altos que depende no solo de aspectos técnicos sino también sociales y logísticos. El presupuesto estimado en el EDTP del proyecto al momento de la elaboración del Plan es reportado en la Tabla 14, y constituye un componente particular de la inversión considerada por el Plan en largo Plazo, que por la escala del financiamiento y los procesos administrativos encaminados tanto por el sector como por el municipio deben ser tratados de forma individual, se remarca que el cumplimiento de esta acción implica el cumplimiento de la meta descrita por el indicador AS6 en el caso del GAM_LP.

La presente estrategia de implementación pretende guiar a los implementadores del Plan en las línea temporal razonable para el reporte adecuado de las metas en la progresión temporal descrita en las tablas adjuntas en esta sección, sin embargo las mismas entiéndase bien son concebidas como dinámicas, y deben ser interpretadas considerando el inicio relativo una vez que cada una de las acciones sean encaradas [por ello la línea temporal marca años desde el inicio de la implementación de cada acción]. Finalmente considerando tanto Líneas Estratégicas, sus acciones, así como la presente estrategia de implementación, en la sección siguiente se brinda el mapeo de opciones para el financiamiento desde tres perspectivas, 1) inversión pública y las diferentes carteras de programas manejadas por el sector [MMAyA], 2) Fondos de asistencia externa en el rubro hídrico y ambiental con enfoques de mitigación y resiliencia climática, y 3) Fondos de financiamiento privado.

Tabla 12. Acciones con perfil de reporte en el Corto Plazo [las columnas con encabezado numérico representan la secuencia anual a partir de la implementación del Plan] (Fuente: Elaboración propia)

Línea Estratégica	Indicador	Indicador Transversal	Acciones propuestas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Presupuesto
LE1	GP5		Implementación de un modelo de calidad de agua en el cuerpo receptor Choqueyapu, Tramo Limanipata-Puente Lipari	I														BOB 389 000
LE1	CR3		Obras de regulación de ríos Saitu y Petuila en la zona de Río Abajo, para reducción de los aportes de flujo torrenciales en tributarios	E	I	I												BOB 2 670 000
LE2	GP1		Sistema de toma de decisiones para drenaje urbano de La Paz [STDD La Paz]	E	I	I												BOB 9 715 000
LE2	GP1		Elaboración de Plan Maestro de Drenaje del municipio de Achocalla	E	I													BOB 1 685 000
LE2	GP1		Estudio de viabilidad jurídica y operacional de los posibles instrumentos para la gestión y sostenibilidad financiera del PDC	I														BOB 130 000
LE2	RH1		Plan de gestión integral de riesgos del municipio de Achocalla	I	I													BOB 950 000
LE2	RH1		Plan de gestión Integral de Riesgos del Municipio de Mecapaca	I	I													BOB 950 000
LE2	RH1		Plan de gestión Integral de Riesgos del Municipio de Palca	I	I													BOB 950 000
LE5	AS1	CR1, T4	Implementación de Represa Palcoma (La Paz) - EPSAS	I	I	O/M												BOB 96 738 183
LE6	GP1	T4	Programa de aprovechamiento sistemático de las fuentes de agua provenientes de los afloramientos de agua en los municipios de La Paz y Achocalla	E	I	I												BOB 3 799 500
LE6	AS6		Renovación de redes de alcantarillado La Paz	E	I	I												BOB 10 905 000
LE7	AS3	GP1	Implementación Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) - Piloto demostrativo en la mancha urbana de La Paz como emblema del incremento de la provisión y uso sustentable del agua	E	I	O/M												BOB 3 230 000
LE7	AS1	GP1	Plan de fomento a la implementación de proyectos de cosecha de agua a nivel urbano	E	I	O/M												BOB 1 267 000
LE9	AS5		Construcción de relleno sanitario/Achocalla	E	I	O/M												BOB 550 000
LE11	AS6		PTAR descentralizada - Cututu/Achocalla	E	I	O/M												BOB 1 500 000
LE11	AS6		PTAR descentralizada - Cañuma/Achocalla	E	I	O/M												BOB 1 500 000
LE11	AS6		PTAR descentralizada - Putiri/Achocalla	E	I	O/M												BOB 1 500 000
LE11	AS6		PTAR descentralizada en el distrito de Mallasa	E	I	O/M												BOB 2 437 500
LE11	AS6		PTAR descentralizada Amor de Dios	E	I	O/M												BOB 2 481 298
LE11	AS6		PTAR descentralizada Plan Autopista	E	I	O/M												BOB 2 977 558
LE11	AS6		PTAR descentralizada Las Cholas	E	I	O/M												BOB 937 500
LE3	CR1	T2	Implementación de agricultura urbana en la zona Periurbana del municipio de La Paz	E	I	O/M												BOB 1 479 000
Total, Presupuesto																		BOB 148 741 540

Tabla 13. Acciones con perfil de reporte en el Mediano Plazo [las columnas con encabezado numérico representan la secuencia anual a partir de la implementación del Plan]
(Fuente: Elaboración propia)

Línea Estratégica	Indicador	Indicador Transversal	Acciones propuestas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Presupuesto
LE2	GP1		Conformación de la Mesa Técnica de agua para consumo humano con paridad de género de la plataforma interinstitucional en coordinación con las EPSAs y CAPYS	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M										BOB 170 000
LE2	GP1		Conformación de la Mesa Técnica de agua para saneamiento con paridad de género de la plataforma interinstitucional en coordinación con las EPSAs y CAPYS	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M										BOB 2 115 600
LE2	RH1		Conformación de la Mesa Técnica de Gestión de Riesgos con paridad de género de la plataforma interinstitucional adjunta al Comité Municipal de Reducción de Riesgos y Atención de Desastres (COMURADE)	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M										BOB 185 000
LE2	GP1		Conformación de la Mesa Técnica de sectores productivos de la plataforma interinstitucional en coordinación con el servicio departamental de riego (SENARI)	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M										BOB 197 500
LE2	RH1		Plan de acciones para mitigación de los efectos de la sequía en la cuenca	E	I	I	I	I										BOB 5 031 000
LE2	RH1		Plan de reducción de los Riesgos Geodinámicos en la ciudad de La Paz	E	I	I	I											BOB 9 790 000
LE2	GP1	T1	Programa de evaluación de pérdidas y fugas en Sistemas Pampahasi y Achachicala	E	I	I	O/M											BOB 3 025 000
LE2	CR3		Protección de Cabeceras y Fuentes de Agua Cuenca Alta del río La Paz	E	I	I	I											BOB 22 305 775
LE2	RH1		Protección de Riberas Cuenca Alta del río La Paz	E	I	I	I											BOB 66 394 564
LE2	RH1		Construcción de embovedado río Lakacollo en las zonas Lakacollo Ovejuyo y Villa Apaña, Distrito 19	E	I	I	I											BOB 6 000 000
LE2	RH1		Obras de control hidráulico ríos Pasankei I y Pasankei II, microcuenca río Melchuco	E	I	I	I											BOB 7 000 000
LE2	RH1		Construcción embovedado del río Tatajuancho zona Villa Litoral, Distrito 17	E	I	I	I											BOB 2 000 000
LE2	RH2	RH3	Sistema Alerta Temprana Cuenca Alta del río La Paz	I	I	O/M	O/M											BOB 4 138 134
LE4	GP3		Monitoreo de calidad de cuerpos de agua en la cuenca	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M										BOB 910 000
LE6	AS2	T4	Mejoramiento sistema de agua potable - AP3 (Achocalla)	E	I	I	I											BOB 791 234
LE6	AS2	T4	Mejoramiento sistema de agua potable - AP3 (Mecapaca)	E	I	I	I											BOB 6 715 124
LE6	AS2	T4	Mejoramiento sistema de agua potable - AP3 (Palca)	E	I	I	I											BOB 19 378 620
LE6	AS4	T3	Mejoramiento sistema de alcantarillado y PTAR descentralizada Achocalla (SS2)	E	I	I	I											BOB 3 447 258
LE6	AS4	T3	Sistemas de Saneamiento rural en comunidades del GAMLP de la Cuenca Alta del río La Paz	E	I	I	I											BOB 11 842 614
LE6	AS4	T3	Mejoramiento sistema de alcantarillado y PTAR descentralizada Mecapaca (SS2)	E	I	I	I											BOB 11 275 490
LE6	AS4	T3	Mejoramiento sistema de alcantarillado y PTAR descentralizada Palca (SS2)	E	I	I	I											BOB 14 684 517
LE6	AS2	T4	Pozo semiprofundo y red convencional - AP2 (Achocalla)	E	I	I	I											BOB 961 968
LE6	AS2	T4	Pozo semiprofundo y red convencional - AP2 (La Paz)	E	I	I	I											BOB 15 654 907
LE6	AS2	T4	Pozo semiprofundo y red convencional - AP2 (Mecapaca)	E	I	I	I											BOB 5 599 538
LE8	GP2		Facilitar el empoderamiento y liderazgo para mujeres en instancias de participación formales de procesos de toma de decisiones de la gestión del agua, saneamiento, riego, RRD y ACC a escala local, municipal, departamental y nacional	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M										BOB 715 000
LE10	AS5		Implementación de planta recicladora (complejo de residuos sólidos) /Achocalla	E	I	I	O/M											BOB 1 000 000

Línea Estratégica	Indicador	Indicador Transversal	Acciones propuestas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Presupuesto
LE11	AS4	T3	Humedales Artificiales Domesticos Mecapaca (SS1)	E	I	I	I											BOB 7 312 723
LE11	AS4	T3	Humedales Artificiales Domésticos Palca (SS1)	E	I	I	I											BOB 9 024 973
Total, presupuesto																		BOB 237 666 540

Tabla 14. Acciones con perfil de reporte en el Largo Plazo [las columnas con encabezado numérico representan la secuencia anual a partir de la implementación del Plan] (Fuente: Elaboración propia)

Línea Estratégica	Indicador	Indicador Transversal	Acciones propuestas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Presupuesto
LE1	CR2		Plan de protección/preservación y monitoreo de bofedales	I	I	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M								BOB 1 100 000
LE1	CR3		Utilización de lodos como abono mejorado en el mejoramiento de la fertilidad de los suelos productivos y recuperación de áreas degradadas con plantaciones forestales	E	I	I	I	I	I	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M				BOB 3 447 547
LE1, LE2	CR2, CR3, GP4, GP5		Manejo integral de la microcuenca "Alpacoma"	E	I	I	I	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M	BOB 5 104 680
LE1, LE2	CR2, CR3, GP4, GP5		Manejo integral de la microcuenca "Cabecera Choqueyapu"	E	I	I	I	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M	BOB 4 414 679
LE1, LE2	CR2, CR3, GP4, GP5		Manejo integral de la microcuenca "Choquecota"	E	I	I	I	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M	BOB 7 022 997
LE1, LE2	CR2, CR3, GP4, GP5		Manejo integral de la microcuenca "Hampaturi"	E	I	I	I	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M	BOB 5 867 790
LE1, LE2	CR2, CR3, GP4, GP5		Manejo integral de la microcuenca "Huaricana"	E	I	I	I	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M	BOB 7 204 628
LE2	GP1		Programa Inventario - Medición de las fuentes de agua alternativas menores en la cuenca. [laderas y manantiales]	E	I	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M						BOB 1 380 000
LE3	CR1	T2	Riego Cañuma Pampa_Achocalla [Zona 2]	E	I	I	I	O/M	O/M									BOB 1 403 760
LE3	CR1	T2	Riego Chanca_Mecapaca [Zona 3]	E	I	I	I	O/M	O/M									BOB 5 471 214
LE3	CR1	T2	Riego Kotupaya_Palca [Zona 5]	E	I	I	I	O/M	O/M									BOB 4 381 070
LE3	CR1	T2	Riego Llavini Ananta_Mecapaca [Zona 4]	E	I	I	I	O/M	O/M									BOB 2 858 047
LE3	CR1	T2	Riego Marquiviri_Achocalla [Zona 2]	E	I	I	I	O/M	O/M									BOB 8 019 475
LE3	CR1	T2	Riego Pocollita_Achocalla [Zona 2]	E	I	I	I	O/M	O/M									BOB 1 786 262
LE3	CR1	T2	Riego Quenchallaca_Mecapaca [Zona 3]	E	I	I	I	O/M	O/M									BOB 1 202 768
LE3	CR1	T2	Riego Reservorio Corapata_Mecapaca [Zona 6]	E	I	I	I	O/M	O/M									BOB 2 433 594
LE3	CR1	T2	Riego Reservorio Jankosuni_Mecapaca [Zona 6]	E	I	I	I	O/M	O/M									BOB 4 708 979
LE3	CR1	T2	Riego Reservorio Kera_Mecapaca [Zona 3]	E	I	I	I	O/M	O/M									BOB 2 906 611
LE3	CR1	T2	Riego Santa Barbara_Achocalla [Zona 2]	E	I	I	I	O/M	O/M									BOB 2 425 159
LE3	CR1	T2	Riego Sistema Amachuma_Palca [Zona 5]	E	I	I	I	O/M	O/M									BOB 4 558 995
LE3	CR1	T2	Riego Sistema Choquecota_Palca [Zona 5]	E	I	I	I	O/M	O/M									BOB 4 096 413

Línea Estratégica	Indicador	Indicador Transversal	Acciones propuestas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	Presupuesto
LE3	CR1	T2	Riego Sistema Ventilla_Palca [Zona 5]	E	I	I	I	O/M	O/M									BOB 4 937 989
LE3	CR1	T2	Riego Sojsaña_Achocalla [Zona 2]	E	I	I	I	O/M	O/M									BOB 3 533 038
LE4	RH1	RH3	Establecimiento de Red Hidrometeorológica y Geotecnica Cuenca Alta del río La Paz	I	I	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M								BOB 2 079 305
LE4	RH1		Evaluación y monitoreo sistemático de transporte de sedimentos en la cuenca	I	I	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M								BOB 1 305 000
LE4	RH1		Programa de monitoreo de glaciares Ilimani y Mururata	I	I	O/M	O/M	O/M	O/M	O/M								BOB 1 615 000
LE11	AS6		Construcción de PTAR La Paz	E	I	I	I	I	O/M									BOB 1 073 510 400
Total, Presupuesto																		BOB 1 168 775 400

9. Estrategia de financiamiento

La Estrategia de Financiamiento [EF] considera sugerencias para las autoridades subnacionales pertenecientes a esta cuenca, así como para las autoridades del sector, para que las mismas cuenten con una orientación sobre las acciones de financiamiento necesarias para el Plan.

Las sugerencias se concentran en tres ejes, con los cuales se pretende abarcar todas las posibilidades del mapeo de financiadores:

- El Financiamiento Tradicional y No Tradicional
- El Financiamiento Privado
- El Financiamiento a través de la articulación de las acciones con los programas sectoriales del MMAyA

Si bien la estructura de las líneas estratégicas se utiliza para encarar la vinculación de las problemáticas con las acciones y metas del plan, desde el punto de vista del financiamiento se puede establecer grupos de problemáticas de interés y en línea con carteras de cooperación, fondos y financiamiento climático en los tres ejes previamente descritos, para ello el plan a través de la problemática descrita en la Figura 50, identifica los siguientes problemas: 1) Acceso a agua segura en comunidades rurales, 2) Acceso a agua segura en comunidades urbanas, 3) Acceso a saneamiento mejorado en comunidades rurales; 4) Acceso a saneamiento mejorado en comunidades urbanas, 5) Eficiencia en los sistemas urbanos de suministro de agua potable, 6) Mejora en la eficiencia en los sistemas de riego de la cuenca; 7) Área agrícola Bajo Riego; 8) Agua desde vertientes/manantiales en comunidades de la Cuenca; 9) Área con intervención en manejo de cuencas; 10) Superficie de bofedales bajo manejo integrado y sustentable; 11) Calidad del agua acorde a la clasificación de cuerpos de agua en la cuenca; 12) Aporte glaciar en la disponibilidad hídrica utilizada; 13) Recolección de agua en la Cuenca Alta del Río La Paz; 14) Pago por servicios de agua o mantenimiento.

9.1. Aspectos socioeconómicos y financieros

De acuerdo con la estructura productiva y económica de los municipios que participan en el Plan se observa una alta participación de las actividades de agricultura, ganadería, caza, pesca y silvicultura, como principal actividad. Luego se destacan comercio, transporte y almacenes, y en algunos municipios.

En el municipio de La Paz el 44.0% de la población se dedica a otros servicios y el 27.5% a comercio, transporte y almacenes. En el municipio de Achocalla, el 27.7% de la población a la agricultura, ganadería, caza, pesca y silvicultura, el 25.1% a comercio y el 15.3% a otros servicios. En el municipio de Mecapaca, el 60.8% de la población se dedica a la agricultura, ganadería, caza, pesca y silvicultura, el 11.0% a otros servicios y 10.9% se dedican al comercio, transporte y almacenes. En el municipio del Palca, el 70.9% de la población se dedica a la agricultura, ganadería, caza, pesca y silvicultura, 7.2% se ocupan en comercio, transportes y almacenes y 7.2% en minería.

Los municipios pertenecientes la cuenca presentan una significativa caída financiera en 2020, producto de los efectos económicos de la pandemia del COVID-19. En 2021, salvo La Paz, estas entidades subnacionales presentan una fuerte mejoría, superando incluso los niveles anteriores a la pandemia. El caso del municipio de La Paz merece especial atención, ya que la tendencia a la caída de ingresos se inicia en 2019, lo cual se explicaría por los conflictos sociales de fines de esa gestión derivados de los resultados de las elecciones nacionales, mientras que, la fuerte reducción de 2021 se debería al adelanto en el cobro de impuestos que se realizó en 2020. A pesar del panorama descrito previamente, es importante resaltar la capacidad financiera del municipio de La Paz, tanto en términos de generación de ingresos propios, y, por tanto, su menor dependencia de la transferencia de recursos corrientes. En efecto, los ingresos de este municipio superan ampliamente al nivel

de ingresos producidos por los municipios de Achocalla, Palca y Mecapaca, siendo incluso mayor en casi 10 veces a todo lo recaudado por estos 3 municipios en 2021.

9.2. Financiamiento Tradicional y no tradicional

Se plantean flujos de intervenciones integrales para cumplir con las prioridades de financiadores tanto tradicionales como no tradicionales pero que trabajan activamente en la temática relacionada con los recursos hídricos con enfoque de cuenca. En este contexto, se ha trabajado en distintas propuestas de intervenciones integrales donde se han involucrado las acciones estratégicas planteadas en el Plan, a través de esquemas los cuales se pasa a describir. El Plan ha trabajado un esquema de relacionamiento de las Líneas Estratégicas y sus Líneas de Acción a través del análisis del Estado de los Medios, las Presiones y los Impactos, mayor detalle de estos aspectos se presente el [Anexo O](#) del presente documento.

Flujo de Financiamiento 1. Respuesta bajo aumento de temperatura [VRHR], incremento de la evapotranspiración de la vegetación [VMABCCGDF], cambios en la estacionalidad del caudal de los ríos [VRHR, APMT], baja cobertura de riego en zonas agrícolas.

La descripción del flujo es presentada en la Tabla 15, en la cual se detalla, las LE involucradas, las acciones respectivas, pues se remarca que no todas las acciones en las líneas estratégicas intervenidas son elegibles desde la perspectiva del presente flujo y financiados propuestos. Este flujo debe concluir en tema productivo para dar vitalidad al mismo, es necesario iniciar con asistencias técnicas para postular a un fondo más grande, pero es inevitable la generación de un crédito.

Tabla 15. Flujo de Financiamiento 1

Línea estratégica	Acción	Presupuesto	Cabeza de sector	Instituciones de coordinación	Financiador sugerido	Tiempo de gestión	Características del financiamiento		Aliado para presentación de fondos	Observaciones
							Reembolsable	No reembolsable		
LE4	Establecimiento de Red Hidrometeorológica y Geotecnia Cuenca Alta del río La Paz	2 079 305						X		Este flujo debe concluir en tema productivo para dar vitalidad al mismo, es necesario iniciar con asistencias técnicas para postular a un fondo más grande, pero es inevitable la generación de un crédito
LE5	Implementación de Represa Palcoma (La Paz)- EPSAS	96 738 183			FAO	FAO: de 3 a 6 meses AT y de 18 a 24 meses crédito	X	X		
LE2	Conformación de la Mesa Técnica de sectores productivos de la plataforma interinstitucional en coordinación con el servicio departamental de riego (SENARI)	197 500	VRHR	VMABCCGDF APMT MDRyT				X	BM FAO	
LE3	Todas las acciones de la línea	56 202 374			BID BM	BID: de 3 a 6 meses AT y de 18 a 24 meses crédito BM: de 3 a 6 meses AT y de 18 a 24 meses crédito	X	X	BID	
TOTAL, FINANCIAMIENTO INTEGRAL		155 217 362								


```

    graph LR
      A[Aumento de la Temperatura] --> B[Incremento de la evapotranspiración de la vegetación]
      B --> C[Cambios en la estacionalidad de caudal en ríos]
      C --> D[Baja cobertura de riego en zonas agrícolas]
      D --> E[Conformación de la Mesa Técnica de sectores productivos de la plataforma interinstitucional en coordinación con el servicio departamental de riego (SENARI)]
  
```

El monto total del primer flujo integral asciende a Bs. 155.22 millones de bolivianos. y responde a la relación causal detalla en el esquema de la Tabla 15.

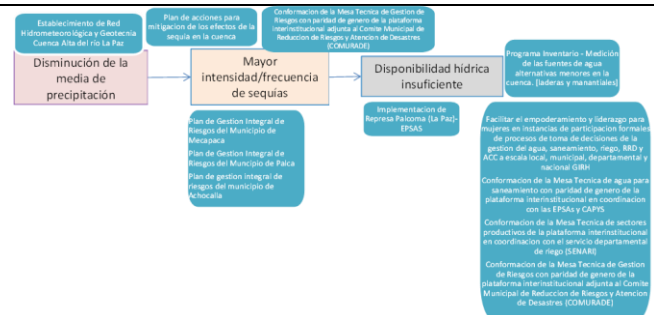
Flujo de Financiamiento 2. Disminución media de la precipitación [VRHR], mayor intensidad/frecuencia de sequía [VRHR], disponibilidad hídrica [VRHR].

La descripción del flujo es presentada en la Tabla 16, para el mismo se sugiere trabajar mucho en la temática de recuperación de suelos y técnicas de captación de agua innovadoras, considerando como pilotos a productos que sean de manejo sostenible y replicable, en este tema también sería necesario el uso de abonos nuevos que pueden dar sostenibilidad a las plantaciones y mejoran las cosechas en los lugares productivos. El monto total del segundo flujo integral asciende a 111.3 millones de bolivianos y responde a la relación causal detallada en el esquema Tabla 16.

Tabla 16. Flujo de Financiamiento 2

Línea estratégica	Línea de acción	Presupuesto	Cabeza de sector	Instituciones de coordinación	Financiado sugerido	Tiempo de gestión	Características del Financiamiento		Aliado para presentación de fondos	Observaciones
							Reembolsable	No Reembolsable		
LE4	Establecimiento de Red Hidrometeorológica y Geotecnia Cuenca Alta del río La Paz	2 079 305			FAO	FAO: de 3 a 6 meses AT y de 18 a 24 meses crédito		X		
LE5	Implementación de Represa Palcoma (La Paz)- EPSAS	96 738 183					X	X		
LE2	Plan de acciones para mitigación de los efectos de la sequía en la cuenca	5 031 000	VRHR	APMT	FONDOS CIF	FONDOS CIF: de 3 a 6 meses AT y de 18 a 24 meses crédito	X	X	ONGs que pueden aportar con ejemplos de recuperación de suelos y/o manejo del recurso hídrico en producción en las alturas, también se implementa tecnologías al respecto	Se sugiere trabajar mucho en la temática de recuperación de suelos y técnicas de captación de agua innovadoras, considerando como pilotos a productos que sean de manejo sostenible y replicable, en este tema también sería necesario el uso de abonos nuevos que pueden dar sostenibilidad a las plantaciones y mejoran las cosechas en los lugares productivos.
	Programa Inventario - Medición de las fuentes de agua alternativas menores en la cuenca. [laderas y manantiales]	1 380 000					X	X		
	Plan de Gestión Integral de Riesgos del Municipio de Mecapaca	950 000						X		
	Plan de Gestión Integral de Riesgos del Municipio de Palca	950 000						X		
	Plan de gestión integral de riesgos del municipio de Achocalla	950 000						X		
	Conformación de la Mesa Técnica de agua para saneamiento con paridad de género de la plataforma interinstitucional en coordinación con las EPSAs y CAPYS	2 115 600						X		
Conformación de la Mesa Técnica de sectores productivos de la plataforma interinstitucional en coordinación con el servicio departamental de riego (SENARI)	197 500		X							
Conformación de la Mesa Técnica de Gestión de Riesgos con paridad de género de la plataforma interinstitucional adjunta al Comité Municipal de Reducción de Riesgos y Atención de Desastres (COMURADE)	185 000		X							
LE8	Facilitar el empoderamiento y liderazgo para mujeres en instancias de participación formales de procesos de toma de decisiones de la gestión del agua, saneamiento, riego, RRD y ACC a escala local, municipal, departamental y nacional	715 000			PNUD	PNUD: de 3 a 6 meses		X		

TOTAL, FINANCIAMIENTO INTEGRAL 111 291 588

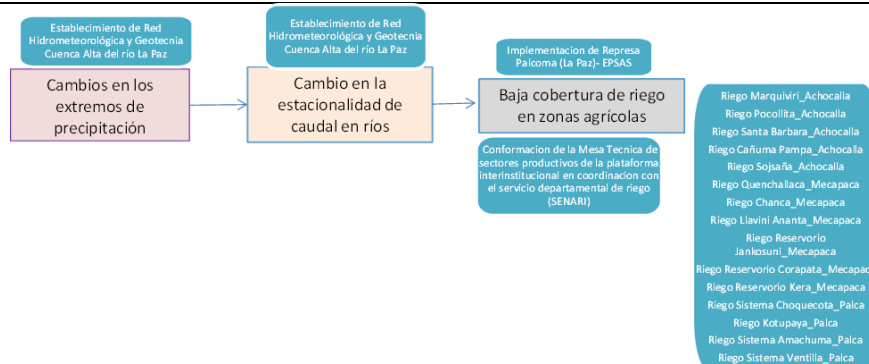


Flujo de Financiamiento 3. Cambios extremos en la precipitación (VRHR), cambios en la estacionalidad de caudal de los ríos (VRHR, AMPT), baja cobertura de riego en zonas agrícolas (VRHR, MDRyT).

La descripción del flujo es presentada en la Tabla 17, en el cual se puede generar asistencias técnicas por parte de la FAO que trabaja de cerca en la temática productiva. Un buen candidato de apoyo sería también el FIDA que trabaja en la temática, pero hay que analizar la situación de esta institución, ya que determinó su salida de Bolivia por la falta de proyectos. El IICA puede ser buen aliado y ya tiene experiencia en la temática y puede buscar a otro tipo de socios para postular a fondos como EUROCLIMA. Se sugiere trabajar temas de proyectos piloto en la zona para mejora de cosechas, tomando en cuenta rendimiento, desarrollo de capacidades y sistemas de riego eficientes y modernos. El monto total del tercer flujo integral asciende a 155.22 millones de bolivianos y responde a la relación causal detallada en el esquema de la Tabla 17.

Tabla 17. Flujo de Financiamiento 3

Línea estratégica	Línea de acción	Presupuesto	Cabeza de sector	Instituciones de coordinación	Financiadore sugerido	Tiempo de gestión	características del financiamiento		Aliado para presentación de fondos	Observaciones
							Reembolsable	No reembolsable		
LE4	Establecimiento de Red Hidrometeorológica y Geotecnia Cuenca Alta del río La Paz	2 079 305						X		
LE5	Implementación de Represa Palcoma (La Paz)- EPSAS	96 738 183			FAO	FAO: de 3 a 6 meses AT y de 18 a 24 meses crédito	X	X	AFD	Se sugiere trabajar temas de proyectos piloto en la zona para mejora de cosechas, tomando en cuenta rendimiento, desarrollo de capacidades y sistemas de riego eficientes y modernos
LE2	Conformación de la Mesa Técnica de sectores productivos de la plataforma interinstitucional en coordinación con el servicio departamental de riego (SENARI)	197 500	VRHR	APMT MDRyT				X	AECID (Aplicación a Fondos EUROCLIMA y LAIF)	
LE3	Todas las acciones de la línea	56 202 374			FIDA IICA	FIDA: de 3 a 6 meses AT y de 18 a 24 meses crédito	X	X		



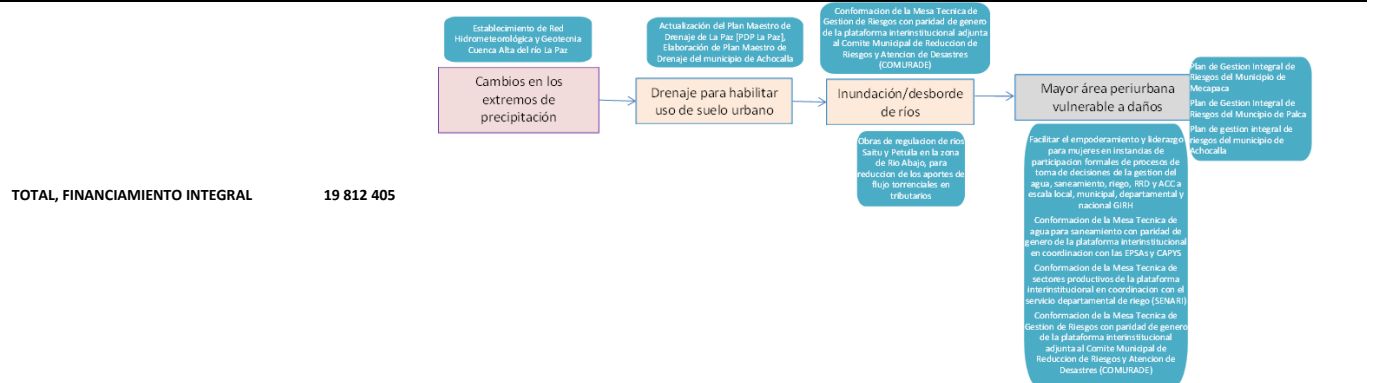
Flujo de Financiamiento 4. Cambios extremos en la precipitación (VRHR), drenaje para habilitar uso de suelo urbano, inundación/desborde de ríos (VRHR, VIDECI), mayor área periurbana vulnerable a daños (VRHR, VIDECI).

La descripción del flujo es presentada en la Tabla 18, en este caso se sugiere trabajar con universidades como la UPB y la UCB que en ambos casos ya trabajaron en ciudades en diferentes aspectos y pueden ser un aporte para estos temas. Se puede apalancar recursos con estas instituciones para investigaciones y generar proyectos piloto con las mismas, la UMSA también puede ser un buen aliado por las experiencias que maneja. Se sugiere trabajar en proyectos piloto que consideren vulnerabilidad de personas y áreas geográficas, se puede trabajar

en control de riesgos mediante plantaciones forestales. El monto total del cuarto flujo integral asciende a 19.8 millones de bolivianos y responde a la relación causal detallada en el esquema de la Tabla 18.

Tabla 18. Flujo de Financiamiento 4

Línea estratégica	Línea de acción	Presupuesto	Cabeza de sector	Instituciones de coordinación	Financiado sugerido	Tiempo de gestión	Características del financiamiento		Aliado para presentación de fondos	Observaciones			
							Reembolsable	no reembolsable					
LE4	Establecimiento de Red Hidrometeorológica y Geotecnia Cuenca Alta del río La Paz	2 079 305			BID	BID: de 3 a 6 meses AT y de 18 a 24 meses crédito	X	X					
	Sistema de toma de decisiones para drenaje urbano de La Paz [STDD La Paz]	9 715 000					X	X					
	Conformación de la Mesa Técnica de Gestión de Riesgos con paridad de género de la plataforma interinstitucional adjunta al Comité Municipal de Reducción de Riesgos y Atención de Desastres (COMURADE)	185 000							X				
LE2	Conformación de la Mesa Técnica de agua para saneamiento con paridad de género de la plataforma interinstitucional en coordinación con las EPSAs y CAPYS	2 115 600			BM	BM: de 3 a 6 meses AT y de 18 a 24 meses crédito	X	X	UCB	Se sugiere trabajar en proyectos piloto que consideren vulnerabilidad de personas y áreas geográficas, se puede trabajar en control de riesgos mediante plantaciones forestales			
	Conformación de la Mesa Técnica de sectores productivos de la plataforma interinstitucional en coordinación con el servicio departamental de riego (SENARI)	197 500	VRHR	VRHR				X				UPB	
	Plan de Gestión Integral de Riesgos del Municipio de Mecapaca	950 000									X		UMSA
	Plan de Gestión Integral de Riesgos del Municipio de Pauca	950 000									X		
	Plan de Gestión integral de riesgos del municipio de Achocalla	950 000					X						
LE1	Obras de regulación de ríos Saitu y Petuila en la zona de Río Abajo, para reducción de los aportes de flujo torrenciales en tributarios	2 670 000					X	X					
LE8	Facilitar el empoderamiento y liderazgo para mujeres en instancias de participación formales de procesos de toma de decisiones de la gestión del agua, saneamiento, riego, RRD y ACC a escala local, municipal, departamental y nacional	715 000			UN HABITAT	UN HABITAT: de 3 a 6 meses		X					



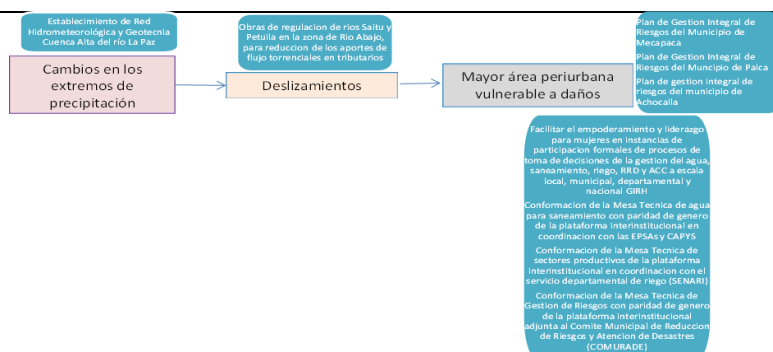
Flujo de financiamiento 5. Cambios extremos en la precipitación [VRHR], deslizamientos [VRHR, VIDECI], mayor área periurbana vulnerable a daños [VRHR, VIDECI].

La descripción del flujo es presentada en la Tabla 19, para el cual asistencias técnicas del BID referidos a cambio climático, que pueden apalancar recursos de por ejemplo el Fondo Nórdico que de alguna manera administra son opciones para el financiamiento de estas. Asistencias técnicas del Banco Mundial que es especialista en desarrollo de ciudades y problemas de cambio climático. Acuerdos con UN Hábitat para el desarrollo de estrategias y apoyos técnicos para ciudades. Apoyo de Universidades Nacionales para el desarrollo de capacitaciones en acuerdo con universidades del exterior. Se debe partir siempre desde la perspectiva de trabajo de proyectos piloto, no se debe trabajar con investigaciones. El tema de ciudades a pesar de ser importante no está priorizado por el Gobierno Nacional.

El monto total del quinto flujo integral asciende a 10.8 millones de bolivianos y responde a la relación causal detalla da en el esquema de la Tabla 19.

Tabla 19. Flujo de Financiamiento 5

Línea estratégica	Línea de acción	Presupuesto	Cabeza de sector	Instituciones de coordinación	Financiado sugerido	Tiempo de gestión	Características del financiamiento		Aliado para presentación de fondos	observaciones
							Reembolsable	No reembolsable		
LE4	Establecimiento de Red Hidrometeorológica y Geotecnia Cuenca Alta del río La Paz	2 079 305			BID (Fondo Nórdico)	BID: de 3 a 6 meses AT y de 18 a 24 meses crédito	X	X		
	Conformación de la Mesa Técnica de Gestión de Riesgos con paridad de género de la plataforma interinstitucional adjunta al Comité Municipal de Reducción de Riesgos y Atención de Desastres (COMURADE)	185 000							X	
LE2	Conformación de la Mesa Técnica de agua para saneamiento con paridad de género de la plataforma interinstitucional en coordinación con las EPSAs y CAPYS	2 115 600					X	X		Se debe partir siempre desde la perspectiva de trabajo de proyectos piloto, no se debe trabajar con investigaciones. El tema de ciudades a pesar de ser importante no está priorizado por el Gobierno Nacional
	Conformación de la Mesa Técnica de sectores productivos de la plataforma interinstitucional en Coordinación con el servicio departamental de riego (SENARI)	197 500	VRHR	VRHR	BM	BM: de 3 a 6 meses AT y de 18 a 24 meses crédito		X	Apoyo de Universidades Nacionales para el desarrollo de capacitaciones en acuerdo con universidades del exterior	
	Plan de Gestión Integral de Riesgos del Municipio de Mecapaca	950 000		VIDECI				X		
	Plan de Gestión Integral de Riesgos del Municipio de Palca	950 000						X		
	Plan de Gestión integral de riesgos del municipio de Achocalla	950 000						X		
LE1	Obras de regulación de ríos Saitu y Petuila en la zona de Río Abajo, para reducción de los aportes de flujo torrenciales en tributarios	2 670 000					X	X		
LE8	Facilitar el empoderamiento y liderazgo para mujeres en instancias de participación formales de procesos de toma de decisiones de la gestión del agua, saneamiento, riego, RRD y ACC a escala local, municipal, departamental y nacional	715 000			UN HABITAT	UN HABITAT: de 3 a 6 meses		X		



TOTAL, FINANCIAMIENTO INTEGRAL 10 812 405

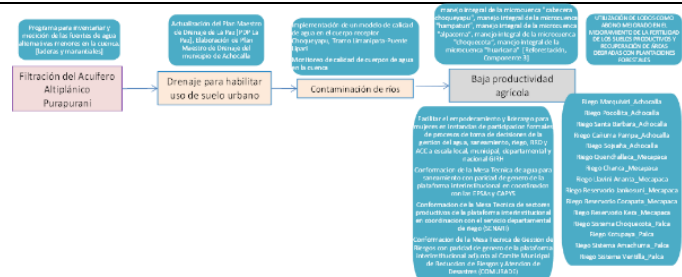
Flujo de financiamiento 6. Filtración del Acuífero Altiplánico Purapurani (VRHR), drenaje para habilitar uso de suelo urbano (VRHR), Contaminación de ríos (VRHR, VMABCCGDF), Baja Productividad Agrícola.

La descripción del flujo es presentada en la Tabla 20, para el cual se puede recurrir a fondos del BID que tiene experiencia en la temática, se debe considerar asistencias técnicas para proyectos de inversión determinados. Se puede iniciar una operación con el BM y de este modo acceder a otro tipo de fondos del banco. FAO hábitat con componente de asistencia técnica. A pesar de ser una de las áreas prioritarias del GEF se podría trabajar en las áreas de cambio climático y degradación de suelos, con alto enfoque de vulnerabilidad. En términos de aliados, se podría trabajar con el BID o BM, en el caso de acceder a fondos GEF, pero también sería un buen aliado FAO. La descripción del flujo es presentada en la Tabla 20, en el cual se podría trabajar mucho con el tema de vulnerabilidad de mujeres, niños para apalancar más recursos, en ese caso se puede convocar a ONU Mujeres para este fin que puede generar mejores alianzas para reflejar vulnerabilidad. El monto total del sexto flujo integral asciende a 104.87 millones de bolivianos y responde a la relación causal detallada en el esquema de la Tabla 20.

Tabla 20. Flujo de Financiamiento 6

Línea estratégica	Línea de acción	Presupuesto	Cabeza de sector	Instituciones de coordinación	Financiador sugerido	Tiempo de gestión	Características del financiamiento		Aliado para presentación de fondos	observaciones
							Reembolsable	No reembolsable		
LE2, LE1	Programa Inventario - Medición de las fuentes de agua alternativas menores en la cuenca. [laderas y manantiales]	1 380 000	VRHR	VMABCCGDF APMT MDRYT	FAO	FAO: de 3 a 6 meses AT y de 18 a 24 meses crédito		X		Se podría trabajar mucho con el tema de vulnerabilidad de mujeres, niños y niñas para apalancar más recursos, en ese caso se puede convocar a ONU Mujeres para este fin que puede generar mejores alianzas para reflejar vulnerabilidad
	Sistema de toma de decisiones para drenaje urbano de La Paz [STDD La Paz]	9 715 000					X	X		
	Manejos Integrales de Cuencas [MICs]	29 614 774					X	X		
	Conformación de la Mesa Técnica de Gestión de Riesgos con paridad de género de la plataforma interinstitucional adjunta al Comité Municipal de Reducción de Riesgos y Atención de Desastres (COMURADE)	185 000						X		
	Conformación de la Mesa Técnica de agua para saneamiento con paridad de género de la plataforma interinstitucional en coordinación con las EPSAs y CAPYS	2 115 600						X		
LE1	Conformación de la Mesa Técnica de sectores productivos de la plataforma interinstitucional en coordinación con el servicio departamental de riego (SENARI)	197 500			GEF	GEF: 16,2 a 18,7 meses		X	FAO	
	Implementación de un modelo de calidad de agua en el cuerpo receptor Choqueyapu, Tramo Limanipata-Puente Lipari	389 000				BM	BM: de 3 a 6 meses AT y de 18 a 24 meses crédito	X	X	BID
LE4	Utilización de lodos como abono mejorado en el mejoramiento de la fertilidad de los suelos productivos y recuperación de áreas degradadas con plantaciones forestales	3 447 547			BM		X	X	GEF	
LE3	Monitoreo de calidad de cuerpos de agua en la cuenca	910 000						X		
LE8	Todas las acciones de la línea	56 202 374			BID	BID: de 3 a 6 meses AT y de 18 a 24 meses crédito	X	X		
LE8	Facilitar el empoderamiento y liderazgo para mujeres en instancias de participación formales de procesos de toma de decisiones de la gestión del agua, saneamiento, riego, RRD y ACC a escala local, municipal, departamental y nacional	715 000			FAO HABITAT	FAO HABITAT: de 3 a 6 meses		X		

TOTAL, FINANCIAMIENTO INTEGRAL 104 871 795

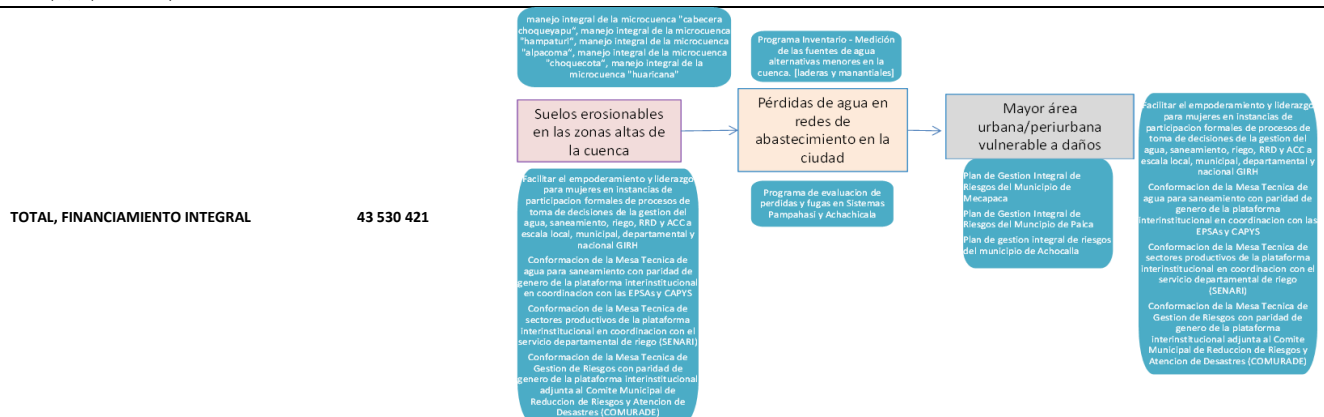


Flujo de financiamiento 7. Suelos erosionables en las zonas altas de la cuenca (VRHR), pérdidas de agua en redes de abastecimiento en la ciudad (VAPSB), mayor área urbana/periurbana vulnerable a daños (VRHR, VAPSB).

La descripción del flujo es presentada en la Tabla 21 para el cual se puede proponer trabajar en cooperación triangular con AECID y postular a sus fondos considerando países como Perú y Brasil. Se puede ver la posibilidad de programas de cooperación triangular con la GIZ en la temática ya que ha apoyado mucho en el área. El tema se puede presentar al GRAS y posiblemente se consiga más apoyos y se puede generar un programa más grande, son temas de interés de varios cooperantes en la actualidad y llamaría la atención una iniciativa de este tipo. El monto total del séptimo flujo integral asciende a 43.5 millones de bolivianos y responde a la relación causal detallada en el esquema de la Tabla 21.

Tabla 21. Flujo de Financiamiento 7

Línea estratégica	Línea de acción	Presupuesto	Cabeza de sector	Instituciones de coordinación	Financiadore sugerido	Tiempo de gestión	Características del financiamiento		Aliado para presentación de fondos	Observaciones
							Reembolsable	No reembolsable		
LE2, LE1	Programa Inventario - Medición de las fuentes de agua alternativas menores en la cuenca. [laderas y manantiales]	1 380 000	VRHR	VAPSB	AECID	AECID: de 3 a 6 meses AT y de 18 a 24 meses crédito		X	AECID CAF BID	El tema se puede presentar al GRAS y posiblemente se consiga más apoyos y se puede generar un programa más grande, son temas de interés de varios cooperantes en la actualidad y llamaría la atención una iniciativa de este tipo
	Programa de evaluación de pérdidas y fugas en Sistemas Pampahasi y Achachicala	3 025 000					X	X		
	Manos integrales de Cuencas [MICs]	29 614 774			BID	BID: de 3 a 6 meses AT y de 18 a 24 meses crédito	X	X		
	Conformación de la Mesa Técnica de Gestion de Riesgos con paridad de género de la plataforma interinstitucional adjunta al Comité Municipal de Reducción de Riesgos y Atención de Desastres (COMURADE)	185 000						X		
	Conformación de la Mesa Técnica de agua para saneamiento con paridad de género de la plataforma interinstitucional en coordinación con las EPSAs y CAPYS	2 115 600					X			
	Conformación de la Mesa Técnica de sectores productivos de la plataforma interinstitucional en coordinación con el servicio departamental de riego (SENARI)	197 500					X			
	Plan de Gestion Integral de Riesgos del Municipio de Mecapaca	950 000					X			
	Plan de Gestion Integral de Riesgos del Municipio de Palca	950 000					X			
	Plan de Gestion integral de riesgos del municipio de Achocalla	950 000					X			
	LE1	Utilización de lodos como abono mejorado en el mejoramiento de la fertilidad de los suelos productivos y recuperación de áreas degradadas con plantaciones forestales			3 447 547					
LE8	Facilitar el empoderamiento y liderazgo para mujeres en instancias de participación formales de procesos de toma de decisiones de la gestión del agua, saneamiento, riego, RRD y ACC a escala local, municipal, departamental y nacional	715 000			AECID	AECID: de 3 a 6 meses		X		

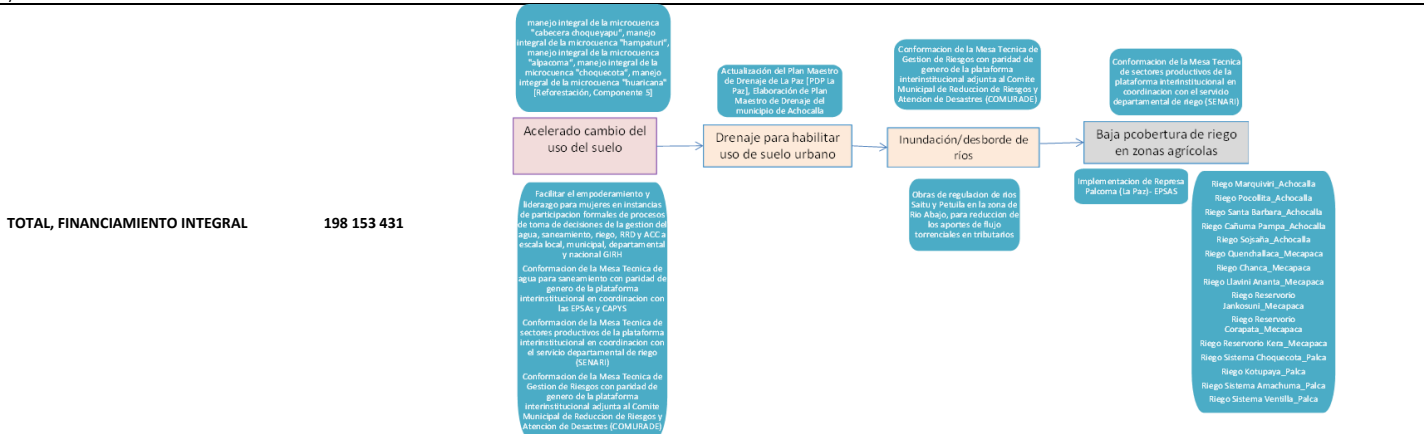


Flujo de financiamiento 8. Acelerado cambio de uso del suelo (VRHR), drenaje para habilitar suelo urbano (VAPSB), inundación/desborde de ríos (VRHR, VMABCCGDF), baja cobertura de riego en zonas agrícolas (VRHR, MDRyT).

La descripción del flujo es presentada en la Tabla 22, en el cual se puede trabajar con fondos GEF con el BID, CAF o FAO, pero es necesario apostar a otro tipo de fondos que complementen las acciones. El Fondo verde también es una buena opción junto con el BID o con la CAF, tomando en cuenta más temáticas. El monto total del octavo flujo integral asciende a 198.15 millones de bolivianos y responde a la relación causal detallada en el esquema de la Tabla 22.

Tabla 22. Flujo de Financiamiento 8

Línea estratégica	Línea de acción	Presupuesto	Cabeza de sector	Instituciones de coordinación	Financiado sugerido	Tiempo de gestión	Características del financiamiento		Aliado para presentación de fondos	Observaciones
							Reembolsable	No reembolsable		
LE1, LE2	Sistema de toma de decisiones para drenaje urbano de La Paz [STDD La Paz]	9 715 000	VRHR	VMABCCGDF	CAF	CAF: de 3 a 6 meses AT y de 18 a 24 meses crédito	X	X	fondos GEF con el BID, CAF o FAO	Se puede trabajar en la recuperación de suelos, género y mejorar en la productividad y en los rendimientos de la tierra, es importante enlazar todo con capacitaciones a los productores y minimizar el uso del agua para la temática
	Manejos Integrales de cuenca [MICs]	29 614 774					X	X		
	Conformación de la Mesa Técnica de Gestión de Riesgos con paridad de género de la plataforma interinstitucional adjunta al Comité Municipal de Reducción de Riesgos y Atención de Desastres (COMURADE)	185 000						X		
	Conformación de la Mesa Técnica de agua para saneamiento con paridad de género de la plataforma interinstitucional en coordinación con las EPSAs y CAPYS	2 115 600						X		
LE1	Obras de regulación de ríos Saitu y Petuila en la zona de Río Abajo, para reducción de los aportes de flujo torrenciales en tributarios	2 670 000		MDRyT		CAF: de 3 a 6 meses AT y de 18 a 24 meses crédito	X	X	Fondo Verde con BID o CAF	
LE5	Implementación de Represa Palcoma (La Paz)- EPSAS	96 738 183				FAO: de 3 a 6 meses AT y de 18 a 24 meses crédito	X	X		
LE3	Todas las acciones de la línea	56 202 374				FAO (Cooperación Sur Sur)	X	X		
LE8	Facilitar el empoderamiento y liderazgo para mujeres en instancias de participación formales de procesos de toma de decisiones de la gestión del agua, saneamiento, riego, RRD y ACC a escala local, municipal, departamental y nacional	715 000				GIZ		X		

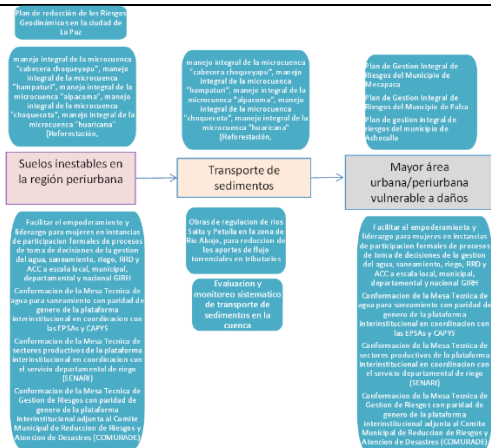


Flujo de financiamiento 9. Suelos inestables en la región periurbana (VRHR), transporte de sedimentos (VRHR), mayor área urbana/periurbana vulnerable a daños (VRHR, VMABCCGDF).

Se sugiere siempre concluir el flujo con la generación de proyectos piloto que a la larga puede atraer a más financiamiento y mejorar las posibilidades de recursos del programa. El monto total del noveno flujo integral asciende a 49.44 millones de bolivianos y responde a la relación causal detallada en el esquema de la Tabla 23.

Tabla 23. Flujo de Financiamiento 9

Línea estratégica	Línea de acción	Presupuesto	Cabeza de sector	Instituciones de coordinación	Financiador sugerido	Tiempo de gestión	Características del financiamiento		Aliado para presentación de fondos	Observaciones
							Reembolsable	No reembolsable		
LE1, LE2	Manejos Integrales de Cuencas [MICs]	29 614 774	VRHR	HRHR	FAO	FAO: de 3 a 6 meses AT y de 18 a 24 meses crédito	X	X	FAO	Se sugiere siempre concluir el flujo con la generación de proyectos piloto que a la larga puede atraer a más financiamiento y mejorar las posibilidades de recursos del programa
	Conformación de la Mesa Técnica de Gestión de Riesgos con paridad de género de la plataforma interinstitucional adjunta al Comité Municipal de Reducción de Riesgos y Atención de Desastres (COMURADE)	185 000						X		
	Conformación de la Mesa Técnica de agua para saneamiento con paridad de género de la plataforma interinstitucional en coordinación con las EPSAs y CAPYS	2 115 600						X		
	Conformación de la Mesa Técnica de sectores productivos de la plataforma interinstitucional en coordinación con el servicio departamental de riego (SENARI)	197 500						X		
	Plan de Gestión Integral de Riesgos del Municipio de Mecapaca	950 000						X		
	Plan de Gestión Integral de Riesgos del Municipio de Palca	950 000						X		
	Plan de Gestión integral de riesgos del municipio de Achocalla	950 000						X		
LE1	Obras de regulación de ríos Saitu y Petuila en la zona de Río Abajo, para reducción de los aportes de flujo torrenciales en tributarios	2 670 000	VRHR	VMABCCGDF	FIDA	FIDA: de 3 a 6 meses AT y de 18 a 24 meses crédito	X	X	BID	
	Plan de reducción de los Riesgos Geodinámicos en la ciudad de La Paz	9 790 000						X		
LE4	Evaluación y monitoreo sistemático de transporte de sedimentos en la cuenca	1 305 000			UN hábitat	UN hábitat: de 3 a 6 meses		X		
LE8	Facilitar el empoderamiento y liderazgo para mujeres en instancias de participación formales de procesos de toma de decisiones de la gestión del agua, saneamiento, riego, RRD y ACC a escala local, municipal, departamental y nacional	715 000			UN hábitat	UN hábitat: de 3 a 6 meses		X		
TOTAL, FINANCIAMIENTO INTEGRAL		49 442 874								

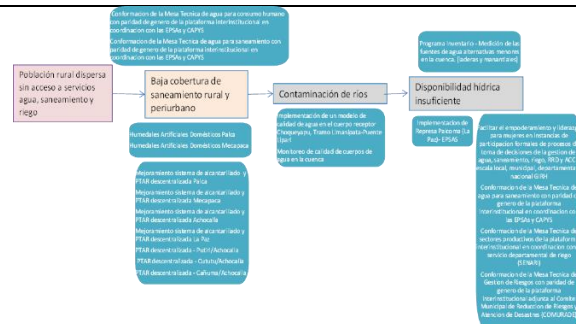


Flujo de financiamiento 10. Población rural dispersa sin acceso a servicios de agua, saneamiento y riego (VRHR, VAPSB), baja cobertura de saneamiento rural y periurbano (VAPSB), Contaminación de ríos (VRHR, VMABCCGDF), disponibilidad hídrica insuficiente (VRHR).

La descripción del flujo es presentada en la Tabla 24 para el cual se puede utilizar asistencia técnica y cubrir temas de vulnerabilidad, degradación de suelos y otros con diferentes fondos pequeños que se manejan en la cooperación, tendiente a cambio climático. El monto total del décimo flujo integral asciende a Bs. 157.18 millones de bolivianos y responde a la relación causal detallada en el esquema de la Tabla 24.

Tabla 24. Flujo de Financiamiento 10

Línea estratégica	Línea de acción	Presupuesto	Cabeza de sector	Instituciones de coordinación	Financiado sugerido	Tiempo de gestión	Características del financiamiento		ALIADO PARA PRESENTACIÓN DE FONDOS	OBSERVACIONES
							Reembolsable	No reembolsable		
LE2	Programa de evaluación de pérdidas y fugas en Sistemas Pampahasi y Achachicala	3 025 000	VRHR	VMABCCGDF	BID	6 meses AT y de 18 a 24 meses crédito	X	X	BID	Se puede utilizar asistencia técnica y cubrir temas de vulnerabilidad, degradación de suelos y otros con diferentes fondos pequeños que se manejan en la cooperación, direccionada a cambio climático
	Conformación de la Mesa Técnica de agua para saneamiento con paridad de género de la plataforma interinstitucional en coordinación con las EPSAs y CAPYS	2 115 600					X	X		
	Conformación de la Mesa Técnica de agua para consumo humano con paridad de género de la plataforma interinstitucional en coordinación con las EPSAs y CAPYS	170 000						X		
	Conformación de la Mesa Técnica de sectores productivos de la plataforma interinstitucional en coordinación con el servicio departamental de riego (SENARI)	197 500						X		
	Conformación de la Mesa Técnica de Gestión de Riesgos con paridad de género de la plataforma interinstitucional adjunta al Comité Municipal de Reducción de Riesgos y Atención de Desastres (COMURADE)	185 000						X		
LE11	Humedales Artificiales Domésticos Palca (SS1)	9 024 973	VRHR	VMABCCGDF	BID	6 meses AT y de 18 a 24 meses crédito	X	X	BID	Se puede utilizar asistencia técnica y cubrir temas de vulnerabilidad, degradación de suelos y otros con diferentes fondos pequeños que se manejan en la cooperación, direccionada a cambio climático
	Humedales Artificiales Domésticos Mecapaca (SS1)	7 312 723					X	X		
	PTAR descentralizada - Putiri/Achocalla	1 500 000					X	X		
	PTAR descentralizada - Cututu/Achocalla	1 500 000					X	X		
LE6	Mejoramiento sistema de alcantarillado y PTAR descentralizada Mecapaca (SS2)	11 275 490	VAPSB	VRHR	CAF	6 meses AT y de 18 a 24 meses crédito	X	X	CAF	Se puede utilizar asistencia técnica y cubrir temas de vulnerabilidad, degradación de suelos y otros con diferentes fondos pequeños que se manejan en la cooperación, direccionada a cambio climático
	Mejoramiento sistema de alcantarillado y PTAR descentralizada Achocalla (SS2)	3 447 258					X	X		
	Mejoramiento sistema de alcantarillado y PTAR descentralizada La Paz	2 488 246					X	X		
	Mejoramiento sistema de alcantarillado y PTAR descentralizada Palca (SS2)	14 684 517					X	X		
LE1	Implementación de un modelo de calidad de agua en el cuerpo receptor Choqueyapu, Tramo Limanipata-Puente Lipari	389 000								
LE4	Monitoreo de calidad de cuerpos de agua en la cuenca	910 000						X		
LE5	Implementación de Represa Palcoma (La Paz)- EPSAS	96 738 183					X	X		
LE8	Facilitar el empoderamiento y liderazgo para mujeres en instancias de participación formales de procesos de toma de decisiones de la gestión del agua, saneamiento, riego, RRD y ACC a escala local, municipal, departamental y nacional	715 000						X		
TOTAL, FINANCIAMIENTO INTEGRAL		157 178 490								



Correlación de acciones con fuentes de financiamiento

Además de las estrategias integrales, se ha desarrollado sugerencias particulares de financiadores por cada acción y línea estratégica descrita en el PDC. Para la elaboración de esta herramienta que permite correlacionar las acciones estratégicas de los PDCs se tomó como base las Matrices Únicas de Planificación de cada PDC, en estas se ha considerado como punto de partida la Línea Estratégica a la que responden, la descripción de las acciones y el costo estimado para desarrollar cada una de ellas.

Con esta base, se han incluido columnas que describen el tipo de proyecto de la línea estratégica, considerando la clasificación del Reglamento Básico de Preinversión vigente, el estado en el que se encuentra el documento dentro del Ciclo de Vida del Proyecto, si es idea, si es ITCP, EDTP o está en su fase de implementación; también se ha identificado el sector al que pertenece cada línea estratégica, si es privada o si es pública y si corresponde al nivel de actuación central o de cada Entidad Territorial Autónoma [ETA]; se ha considerado también la fuente de financiamiento si es interna o externa, y en base a esa clasificación se han sugerido financiadores que se han clasificado en Tradicionales, No Tradicionales y Otros. En base a la información obtenida en estas columnas se describe el tipo de financiamiento, es decir, si es reembolsable, no reembolsable o si son recursos propios y si la gestión requiere de la cabeza de sector o son gestiones propias; por último, se han generado casillas con observaciones que responden a los financiadores sugeridos y algunas consideraciones que se deben tener en cuenta al momento de tomar la decisión de acceder por alguna de las fuentes propuestas. El detalle de esta matriz se encuentra en [Anexo O](#).

9.3. Financiamiento privado

Un resumen de la estructura de participación del financiamiento privado: endeudamiento y subvenciones/donaciones, con relación al presupuesto global para el Plan, en términos absolutos y en términos relativos se detalla en la Tabla 25.

Tabla 25. Estructura del Financiamiento Privado en el Presupuesto Total (En Bolivianos)

	Montos	% Participación
Presupuesto Plan	1 555 183 480	100,00
Endeudamiento Privado (a)	78 952 754	5,08
Subvención/Donación (b)	40 481 178	2,60
Total, Financiamiento Privado (a+b)	119 433 933	7,68

Con el propósito de precisar de mejor manera la identificación de recursos de financiamiento privado para el Plan, se relacionó con cada una de las acciones/actividades dentro las LE. En este proceso, se encontró que una actividad podría tener desde uno hasta tres posibles financiadores. Por tanto, el ejercicio de identificación permitió detectar las diferentes alternativas de financiamiento [ver Tabla 26].

Tabla 26. Financiador a nivel de actividad (En número de actividades)

Financiadores	No
Universidades	58
ONG y Fundaciones	25
Empresas privadas	21
Endeudamiento privado	1
No sujetas a fin. Privado	124
ONG y Fundaciones	142
Empresas privadas	14
Endeudamiento privado	89
TOTAL, ACTIVIDADES	474

La distribución sería: 89 actividades sólo con endeudamiento privado, 142 sólo con ONG, 14 de empresas privadas y 124 actividades que no fueron consideradas para esta clase de financiamiento; contando además con 105 actividades que cuentan con dos financiadores [ver Tabla 26].

Por otro lado, con el propósito de facilitar un futuro proceso de negociación con los actores privados y ante la sugerencia de varios de ellos, vinculados a diferentes rubros de actividad, se optó por ordenar y clasificar las actividades de cada uno de los PDC en “paquetes temáticos”. Estos se organizaron de la siguiente manera: i) Agricultura; ii) Cambio Climático; iii) Forestal; iv) Fortalecimiento institucional y/o gestión de conflictos; v) Gestión del Conocimiento; vi) Infraestructura; vii) Normativa y Reglamentación, y viii) Otras actividades no sujetas a financiamiento privado [Tabla 27].

Tabla 27. Estructura del Financiamiento Privado según paquetes temáticos

Paquetes Temáticas	ONG/ Fundaciones	Universidades	Empresas privadas	Empresas minerías	Financiamiento proponente	Crédito Bancario	Bonos	Otras actividades no sujetas a fin. Privado
Infraestructura	5,81%	2,04%	0,45%	0,00%	10,65%	33,14%	47,92%	0,00%
Agricultura	51,44%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	48,56%
Cambio Climático	55,27%	11,63%	0,00%	0,00%	0,00%	21,83%	0,00%	11,27%

En el caso de los paquetes temáticos, se debe indicar que el endeudamiento privado es utilizado en su totalidad para las actividades clasificadas como Infraestructura, en función a lo estipulado en la normativa nacional de crédito público, que indica que cualquier empréstito público debe ser utilizado para incrementar, mejorar o reponer las existencias de capital físico de dominio público y/o de capital humano⁸¹.

En términos de la facilidad de acceso a las diferentes fuentes de financiamiento privado, con base en el análisis de la normativa, la base conceptual y las hojas de ruta para cada posible financiador, se detectó que, por consideraciones de tiempo, requisitos, y procedimientos, la priorización por fuente financiera sería la siguiente:

- Crédito bancario
- Financiamiento Proponente
- Emisión de bonos

En el caso del crédito bancario, considerando la experiencia de algunas ETA con esta clase de financiamiento, se podría concretar financiamiento para los PDC en el corto plazo; asimismo, es posible iniciar gestiones con el Banco BISA S.A., Banco de Crédito de Bolivia S.A., Banco Mercantil Santa Cruz S.A., Banco Unión S.A. y Banco Ganadero S.A., dada la experiencia que estas entidades financieras tuvieron con los GAM La Paz y GAM Santa Cruz de la Sierra. No obstante, no existe una limitante en cuanto a que se inicien gestiones con cualquier otra entidad de intermediación financiera.

Por otra parte, el financiamiento proponente puede considerarse también como opción de corto plazo; sin embargo, está sujeto al interés y a la propuesta de costo y financiamiento de la obra, que las empresas privadas realicen al momento de licitarse públicamente el proyecto seleccionado. Por tanto, los tiempos de adjudicación y el proponente final elegido, estarán en función del cumplimiento de todos los requisitos establecidos para este proceso de licitación.

En cuanto al acceso al mercado de valores, se considera que éste es un proceso de mediano plazo. Este caso requiere una preparación previa, sobre todo a nivel institucional; es decir, el gobierno municipal o el gobierno

⁸¹ Resolución Ministerial N° 338 del MEFP de 29 de septiembre de 2022.

departamental, usuario de esta modalidad de financiamiento, deberá cumplir con los requisitos que estipulan tanto actores públicos como privados intervinientes en el mismo.

Considerando el criterio de grado de accesibilidad a endeudamiento privado con base en indicadores sociales, económicos, de solvencia financiera y de capacidad de endeudamiento, se estableció que aquellos municipios con mejores indicadores de solvencia y capacidad de endeudamiento podrían ser los primeros en negociar financiamiento por la vía del crédito bancario, financiamiento proponente y la emisión de bonos, en ese orden.

Un segundo aspecto fue considerar la posibilidad de estructurar un mecanismo compuesto de financiamiento con participación de municipio y gobierno departamental.

Es importante precisar que cualquier tipo de endeudamiento privado, de acuerdo con la normativa vigente, debe ser destinado a incrementar, mejorar o reponer las existencias de capital físico de dominio público y/o de capital humano, con el objeto de ampliar la capacidad de la ETA para la prestación de servicios o producción de bienes.

Análisis por LE/Acción

Solamente considerando el porcentaje sujeto a crédito descrito en la Tabla 25, 5.25% corresponde a endeudamiento privado y 2.69% a subvenciones/donaciones. Se propone distribuir endeudamiento privado de la siguiente manera: emisión de bonos (51,66%), crédito bancario (36,86%) y financiamiento proponente (11,48%). De esta manera, la estrategia de financiamiento apuntaría a iniciar negociaciones para que el municipio de La Paz contrate un crédito bancario, por un valor cercano a 30 millones de bolivianos, considerando la capacidad de endeudamiento que tiene, de hasta Bs 680 millones. En este caso, también considerando los indicadores de solvencia y deuda, se podría generar un convenio con el GAD de La Paz, para que este último pueda cubrir el componente correspondiente a la emisión de bonos. Seguidamente, considerando sus límites de endeudamiento, los municipios de Achocalla, Palca y Mecapaca podrían apoyar con financiamiento proponente, considerando sus límites de endeudamiento de 40.7 millones, 16 millones y 14 millones de bolivianos, respectivamente.

En forma paralela al inicio de negociaciones para acceder a endeudamiento privado, se recomienda contactar a las ONG, fundaciones, universidades y centros de capacitación para la elaboración de los ITCP y EDTP. En el caso del financiamiento vía subvenciones/donaciones el escenario para el Plan se da a partir con las organizaciones no gubernamentales y fundaciones, considerando que su participación en la estructura de este tipo de financiamiento es alta (77,54%). Continuando con este criterio, se contactaría a las empresas privadas que cuentan con una participación de 11,7%. El proceso concluiría con la negociación con las universidades, que participan con el 10,76% en la estructura de financiamiento del Plan. De igual forma, en función a la metodología planteada previamente, se identificaron los proyectos a ser financiados por endeudamiento privado [Tabla 28].

Tabla 28. Proyectos susceptibles a financiamiento por sector privado

No	Línea Estratégica/Línea de Acción/Acción/Actividades	Endeudamiento privado			Total
		Financiamiento proponente	Crédito Bancario	Bonos	
2	Riego con innovación tecnológica para la soberanía productiva y alimentaria	3.776.656,2	13.035.562,6	34.541.560,5	51.353.779,3
2.1	Riego Marquirivi_Achocalla	0,0	0,0	7.819.229,5	7.819.229,5
2.1.1	Idea de Proyecto Sistema de riego Comunidad Marquirivi	0,0	0,0	7.819.229,5	7.819.229,5
2.2	Riego Pocollita_Achocalla	1.583.385,27	0,00	0,00	1.583.385,27
2.2.1	Idea de proyecto Sistema de Microriego Pocollita	1.583.385,27	0,00	0,00	1.583.385,27
2.3	Riego Santa Barbara_Achocalla	0,00	2.208.638,49	0,00	2.208.638,49
2.3.1	Idea de proyecto Sistema de Riego Santa Barbara	0,00	2.208.638,49	0,00	2.208.638,49
2.4	Riego Cañuma Pampa_Achocalla	1.194.402,88	0,00	0,00	1.194.402,88
2.4.1	Idea de Proyecto Sistema de riego Comunidad Cañuma Pampa-GAM Achocalla	1.194.402,88	0,00	0,00	1.194.402,88

No	Línea Estratégica/Línea de Acción/Acción/Actividades	Endeudamiento privado			Total
		Financiamiento proponente	Crédito Bancario	Bonos	
2.5	Riego Sojsaña_Achocalla	0,00	3.301.739,86	0,00	3.301.739,86
2.5.1	Idea de Proyecto Sistema de riego Zona Sojsaña	0,00	3.301.739,86	0,00	3.301.739,86
2.6	Riego Quenchallaca_Mecapaca (3)	998.868,01	0,00	0,00	998.868,01
2.6.1	Idea de Proyecto Const. Sistema de Riego Tecnificado Comunidad Quenchallaca - GAM Mecapaca	998.868,01	0,00	0,00	998.868,01
2.7	Riego Chanca_Mecapaca (3)	0,00	0,00	5.256.361,55	5.256.361,55
2.7.1	Idea de proyecto Construcción Sistema de Riego Tecnificado Chanca - GAM Mecapaca	0,00	0,00	5.256.361,55	5.256.361,55
2.8	Riego Llavini Ananta_Mecapaca (4)	0,00	2.637.819,39	0,00	2.637.819,39
2.8.1	Idea de Proyecto Construcción Sistema de Riego Tecnificado Comunidad Ilavi Ananta	0,00	2.637.819,39	0,00	2.637.819,39
2.9	Riego Reservoirio Jankosuni_Mecapaca (6)	0,00	0,00	4.471.733,48	4.471.733,48
2.9.1	Idea de proyecto Construcción de Reservorios - Cosechas de Agua para Sistema de Riego Comunidad Jankosuni	0,00	0,00	4.471.733,48	4.471.733,48
2.10	Riego Reservoirio Corapata_Mecapaca (6)	0,00	2.209.542,22	0,00	2.209.542,22
2.10.1	Idea de proyecto Construcción de Reservorios - Cosechas de Agua para Sistema de Riego Comunidad Corapata - GAM Mecapaca	0,00	2.209.542,22	0,00	2.209.542,22
2.11	Riego Reservoirio Kera_Mecapaca (3)	0,00	2.677.822,65	0,00	2.677.822,65
2.11.1	Idea de proyecto Construcción de Reservorios - Cosechas de Agua para Sistema de Riego Comunidad Kera - GAM Mecapaca	0,00	2.677.822,65	0,00	2.677.822,65
2.12	Riego Sistema Choquecota_Palca (5)	0,00	0,00	3.849.301,40	3.849.301,40
2.12.1	Idea de proyecto Mejoramiento Primer Sistema de Riego Choquecota - GAM Palca	0,00	0,00	3.849.301,40	3.849.301,40
2.13	Riego Kotupaya_Palca (5)	0,00	0,00	4.123.400,42	4.123.400,42
2.13.1	Idea de proyecto Mejoramiento Cuarto Sistema Kotupaya y Palca - GAM Palca	0,00	0,00	4.123.400,42	4.123.400,42
2.14	Riego Sistema Amachuma_Palca (5)	0,00	0,00	4.316.463,84	4.316.463,84
2.14.1	Idea de Proyecto Mejoramiento Tercer Sistema Retamani Amachuma Grande Lampagani - GAM Palca	0,00	0,00	4.316.463,84	4.316.463,84
2.15	Riego Sistema Ventilla_Palca (5)	0,00	0,00	4.705.070,31	4.705.070,31
2.15.1	Idea de proyecto mejoramiento Segundo Sistema De Riego Ventilla Huanca Pampa Chullo - GAM Palca	0,00	0,00	4.705.070,31	4.705.070,31
5	Monitoreo, investigación y tecnología para el agua	0,00	895.302,08	0,00	895.302,08
5.1	Proyecto establecimiento de red de estaciones hidrometeorológicas e hidrogeológicas Cuenca Alta del Río La Paz	0,00	895.302,08	0,00	895.302,08
5.1.1	Red de estaciones meteorológicas	0,00	895.302,08	0,00	895.302,08
6	Manejo hídrico en cuencas para la resiliencia climática	5.285.244,58	12.589.308,07	2.449.620,86	20.324.173,51
6.2	MANEJO INTEGRAL DE LA MICROCUENCA "CABECERA CHOQUEYAPU"	1.816.695,82	0,00	0,00	1.816.695,82
6.2.3	Manejo y Control de Áreas Degradadas	248.139,00	0,00	0,00	248.139,00
6.2.4	Control Hidráulico de Cauces y Torrentes	1.568.556,82	0,00	0,00	1.568.556,82
6.3	MANEJO INTEGRAL DE LA MICROCUENCA "HAMPATURI"	2.222.352,61	1.753.140,13	0,00	3.975.492,74
6.3.1	Manejo y Conservación de Suelos	1.014.968,64	0,00	0,00	1.014.968,64
6.3.3	Manejo y Control de Áreas Degradadas	1.207.383,97	0,00	0,00	1.207.383,97
6.3.4	Control Hidráulico de Cauces y Torrentes	0,00	1.753.140,13	0,00	1.753.140,13
6.4	MANEJO INTEGRAL DE LA MICROCUENCA "ALPACOMA"	716.101,91	1.758.424,83	0,00	2.474.526,74
6.4.2	Manejo y Conservación de Suelos	0,00	1.322.793,01	0,00	1.322.793,01
6.4.3	Manejo y Control de Áreas Degradadas	0,00	435.631,82	0,00	435.631,82
6.4.4	Control Hidráulico de Cauces y Torrentes	716.101,91	0,00	0,00	716.101,91
6.5	MANEJO INTEGRAL DE LA MICROCUENCA "CHOQUECOTA"	530.094,24	739.967,90	2.449.620,86	3.719.683,00
6.5.2	Manejo y Conservación de Suelos	0,00	0,00	2.449.620,86	2.449.620,86
6.5.3	Manejo y Control de Áreas Degradadas	0,00	739.967,90	0,00	739.967,90
6.5.4	Control Hidráulico de Cauces y Torrentes	530.094,24	0,00	0,00	530.094,24
6.6	MANEJO INTEGRAL DE LA MICROCUENCA "HUARICANA"	0,00	5.378.275,21	0,00	5.378.275,21
6.6.2	Manejo y Conservación de Suelos	0,00	637.112,39	0,00	637.112,39
6.6.3	Manejo y Control de Áreas Degradadas	0,00	913.843,47	0,00	913.843,47
6.6.4	Control Hidráulico de Cauces y Torrentes	0,00	3.827.319,35	0,00	3.827.319,35
6.8	Obras de regulación de ríos Saitu y Petuila en la zona de Río Abajo para reducción de los aportes de flujo torrencial de los ríos tributarios	0,00	2.959.500,00	0,00	2.959.500,00
6.8.1	Estudios previos para el diseño de las obras de regulación	0,00	359.500,00	0,00	359.500,00
6.8.2	Diseño de las obras de regulación	0,00	200.000,00	0,00	200.000,00
6.8.3	Implementación de las obras de regulación	0,00	2.100.000,00	0,00	2.100.000,00
6.8.4	Operación y mantenimiento de las obras de regulación	0,00	300.000,00	0,00	300.000,00
8	Ampliación y sostenibilidad de los servicios de agua y saneamiento	0,00	0,00	3.799.500,00	3.799.500,00
8.1	Plan de aprovechamiento sistemático de las fuentes de agua provenientes de los afloramientos del Municipio de La Paz y Achocalla. (Microcuenca alta del Río La Paz)	0,00	0,00	3.799.500,00	3.799.500,00
8.1.1	Estudio socioeconómico para los posibles proyectos de aprovechamiento de aguas	0,00	0,00	85.000,00	85.000,00
8.1.2	Diseño prototipo de obras de aprovechamiento de las fuentes de aguas provenientes de los afloramientos	0,00	0,00	300.000,00	300.000,00
8.1.3	Ejecución de obras complementarias pertinentes en los municipios de La Paz y Achocalla	0,00	0,00	3.400.000,00	3.400.000,00
8.1.4	Monitoreo de las obras para emplear las aguas provenientes de afloramientos en el área de proyecto	0,00	0,00	14.500,00	14.500,00

No	Línea Estratégica/Línea de Acción/Acción/Actividades	Endeudamiento privado			Total
		Financiamiento proponente	Crédito Bancario	Bonos	
9	Coadyuvar en la generación de mecanismos que mejoren la resiliencia y adaptación al cambio climático de la infraestructura de los sistemas de agua y saneamiento.	0,00	2.580.000,00	0,00	2.580.000,00
9.1	Implementación Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) - Piloto demostrativo (Tanque de tormenta) en la mancha urbana de La Paz como emblema del incremento de la provisión y uso sustentable del agua. (La Paz, Microcuenca Río La Paz)	0,00	2.580.000,00	0,00	2.580.000,00
9.1.1	Estudios previos para el diseño de las obras de drenaje sostenible	0,00	370.000,00	0,00	370.000,00
9.1.2	Diseño de las obras de drenaje sostenible	0,00	360.000,00	0,00	360.000,00
9.1.3	Implementación de drenaje sostenible	0,00	1.500.000,00	0,00	1.500.000,00
9.1.4	Operación y mantenimiento del tanque de tormenta	0,00	350.000,00	0,00	350.000,00
		9.061.900,73	29.100.172,75	40.790.681,36	78.952.754,85

El cálculo efectuado para establecer el financiamiento privado a través de Endeudamiento privado (Financiamiento proponente, Crédito Bancario, Bonos) en el Plan Director de la Cuenca Alta del Río La Paz, no consideró las actividades de infraestructura de las temáticas de agua potable y saneamiento básico considerando que:

- Los créditos asumidos deben estar de acuerdo con las atribuciones de la ETA para ejecución de los proyectos financiados con estos recursos; y
- EPSAS que tiene cobertura en los municipios de La Paz, El Alto, Viacha, Achocalla, Palca, Mecapaca, Laja y Pucarani, tiene las atribuciones de: i) Brindar el servicio público de agua potable que comprende desde la captación, conducción, tratamiento y almacenamiento de recursos hídricos que son objeto de potabilización para luego llegar a nuestros usuarios a través del sistema de distribución mediante redes de tuberías o medios alternativos; y ii) Brindar el servicio público de alcantarillado sanitario que comprende la recolección, tratamiento y disposición de las Aguas residuales en cuerpos receptores.
- Situación política actual, entre los gobiernos autónomos municipales y el gobierno central.

En el caso de acciones como la propuesta para la agricultura urbana en la ciudad de La Paz, se ha considerado un proceso de financiamiento híbrido que considera un presupuesto por parte del Plan, para el establecimiento de las acciones por parte del GAM_LP, para realizar el diagnóstico y diseño del plan de implementación de las acciones. Este primer componente puede tener apoyo del Banco Mundial, que tiene una cartera de operaciones de financiamiento que se enfoca en el desarrollo rural y la agricultura, y está preparando un nuevo programa enfocado en agricultura para Bolivia. El segundo componente consiste en asistencia a los grupos focales identificados en el diagnóstico para realizar una guía en la aplicación a fondos de financiamiento disponibles en el país, que pueden ir desde el grupo de banca privada y pública [BISA o BDP entre otros] presente en la cuenca hasta programas de fomento a la soberanía alimentaria del gobierno [MDRyT y sus programas para apoyo a agricultores pequeños].

Para un mayor detalle de la información presentada, se puede referir al [Anexo O](#), y la respectiva *matriz de financiamiento privado* para mayor detalle sobre las actividades de las acciones descritas en la [Tabla 28](#).

9.4. Financiamiento a través de los programas sectoriales

Este análisis es más práctico en términos de las vinculaciones con las LE del Plan, esto se debe a que las mismas están alineadas a las metas sectoriales en proceso de gestión del MMAyA ante el MPD al momento de la elaboración del presente documento.

Financiamiento de LE1

LE1 cuenta con dos programas susceptibles de financiamiento desde el sector, por un lado “El Programa Sembrando Agua, Cultivando Vida” y “El Programa Resiliencia Climática”, las acciones que le correspondrían

a estos programas son descritos en la Tabla 29. Las iniciativas de inversión pública referidas al Manejo Integrado de Cuencas (MIC), pueden ser incorporadas al Programa Sembrando Agua, cultivando vida. El Programa de Resiliencia Climática, tiene información de los municipios con grados de vulnerabilidad en riesgos, como antecedente de recurrencia, sobre la base de esta información, se está realizando la gestión del financiamiento ante el BM como parte del Programa integral MIC, Resiliencia y Riego familiar.

Tabla 29. Líneas de Acción por Programa Sectorial Vinculado a LE1

Línea Estratégica	Línea de Acción	Costo de Inversión (Bs.)	Programas Sectoriales Relacionados
LE1	Manejo integral de la microcuenca "Cabecera Choqueyapu"	4 414 679	El Programa Sembrando Agua, Cultivando Vida,
	Manejo integral de la microcuenca "Hampaturi"	5 867 790	
	Manejo integral de la microcuenca "Alpacoma"	5 104 680	
	Manejo integral de la microcuenca "Choquecota"	7 022 997	
	manejo integral de la microcuenca "Huaricana"	7 204 628	
	Plan de protección/preservación y monitoreo de bofedales	1 100 000	El Programa Resiliencia Climática,
	Implementación de un modelo de calidad de agua en el cuerpo receptor Choqueyapu, Tramo Limanipata-Puente Lipari	389 000	
	Obras de regulación de ríos Saitu y Petuila en la zona de Río Abajo, para reducción de los aportes de flujo torrenciales en tributarios	2 670 000	
	Protección de Cabeceras y Fuentes de Agua Cuenca Alta del río La Paz	22 305 775	

Con relación a las intervenciones específicas, en obras hidráulica, se deberá realizar un EDTP que establezca el alcance de las obras, los costos que implican y la contraparte local para ser considerado en el financiamiento

Financiamiento de LE2

El Programa de Gobernanza del agua, tiene como objetivo "Incrementar la gobernanza de las instancias gubernamentales, organizacionales y sociedad civil, y su capacidad de planificación sobre los recursos hídricos para enfrentar los impactos del cambio climático y garantizar la seguridad hídrica a nivel nacional y así contribuir a la producción, dotación de agua potable, salud, energía e industria; mediante la implementación integral de acciones y estrategias de planificación hídrica, generación de espacios de concertación y el fortalecimiento de capacidades de los actores sociales, territoriales e institucionales", este programa es el vinculado con LE2 del Plan.

Este Programa como tiene una temática transversal está siendo incorporada dentro los Programas de Inversión sustantiva como ser: el Riego, MIC y Resiliencia, al interior de estos se tiene previsto la incorporación del tratamiento de la temática gobernanza, para garantizar la sostenibilidad de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos.

Financiamiento de LE3

La LE3 ha sido adecuado con la estructura de programas descritos en el PPRH del VRHR, lo que implica que los vínculos corresponden son específicos para su inclusión en la programación 2021-25 de este viceministerio. Para poder ser incorporados en los Programas de Riego establecidos por el VRHR, se deberá desarrollar el EDTP correspondiente, a cada tipología de riego. Para el caso del Programa Rumbo a la Soberanía se tiene que

solicitar los requisitos para incorporar a las zonas productoras y a los productores específicos del Municipio de Achocalla, con vocación productora relacionada con el cultivo de tomate.

En el caso de Riego Tecnificado con enfoque de Cuenca, se deberá presentar los ETCPs, en alcance y contenido y la orientación que considera el financiado para conformar la cartera de proyectos integrales que consiste en no solo diseñar el sistema de riego sino enfocarlo desde la fuente de agua con acciones integradas de revitalización de las fuentes de agua. El detalle de las acciones de LE3 y los programas se presenta en la Tabla 30. Hay que considerar que el detalle sobre los programas sectoriales es descrito en detalle en el [Anexo O](#).

Tabla 30. Líneas de Acción por Programa Sectorial Vinculado a LE3

Línea Estratégica	Línea de Acción	Costo de Inversión (Bs.)	Programas Sectoriales Relacionados
LE3	Riego Marquiviri-Achocalla	8 019 475	Los Programas de Riego previstos para el periodo 21-25, adecuado a las características productivas identificadas en el PDC - Choqueyapu son los siguientes: 1) Programa Riego Tecnificado con enfoque de Cuencas. 2) Programa de Revitalización y Optimización de Sistemas de Riego. 3) Programa Riego Familiar - Comunitario Sostenible. 4) Programa Rumbo a la Soberanía Alimentaria (Achocalla está priorizado en el rubro tomate) 5) Programa Usos Eficientes de aguas residuales para riego. 6) Programa de Presas Resilientes para la regulación del Agua.
	Riego Pocollita-Achocalla	1 786 262	
	Riego Santa L.E. Riego con innovación tecnológica para la soberanía productiva y alimentaria Barbara-Achocalla	2 425 159	
	Riego Cañuma Pampa-Achocalla	1 403 760	
	Riego Sojsaña-Achocalla	3 533 038	
	Riego Quenchallaca-Mecapaca (3)	1 202 768	
	Riego Chanca-Mecapaca (3)	5 471 214	
	Riego Llavini, Ananta-Mecapaca (4)	2 858 047	
	Riego Reservorio Jankosuni-Mecapaca	4 708 979	
	Riego Reservorio Corapata Mecapaca (6)	2 433 594	
	Riego Reservorio Kera-Mecapaca (3)	2 906 611	
	Riego Sistema Choquecota-Palca (5)	4 096 413	
	Riego Sistema Kotupaya-Palca (5)	4 381 070	
Riego Sistema Amachuma-Palca (5)	4 558 995		
Riego Sistema Ventilla-Palca (5)	4 937 989		

Financiamiento de LE4

El Programa de Monitoreo del agua está siendo gestionado en su inversión como uno de los componentes del financiamiento del Programa Riego Tecnificado con enfoque de Cuenca ante el BID, sin embargo, considerando la magnitud de la inversión en la implementación de equipos, hay la posibilidad de conseguir financiamiento de otros organismos multilaterales, para ello se recomienda referirse a la [sección 9.2](#) del presente documento. Esta gestión deberá ser realizada por el VRHR en coordinación con MPD y MEFP. El listado de las acciones y el programa sectorial es presentado en la Tabla 31.

Tabla 31. Líneas de Acción por Programa Sectorial Vinculado a LE4

Línea Estratégica	Línea de Acción	Costo de Inversión (Bs.)	Programas Sectoriales Relacionados
LE4	Monitoreo de calidad de cuerpos de agua en la cuenca	910 000	El Programa de Digitalización y Monitoreo Continuo del Agua,
	Establecimiento de Red Hidrometeoro lógica y Geotecnia Cuenca Alta del río La Paz	2 079 305	
	Evaluación y monitoreo sistemático de transporte de sedimentos en la cuenca	1 305 000	
	Programa de monitoreo de glaciares Illimani y Mururata	1 615 000	

Financiamiento del LE5

MMAyA cuenta con dos programas vinculados con LE5, Programa de Agua Potable para pequeñas Comunidades Rurales con un alcance de menos de 2000 Hab. y áreas dispersas, Programa de Agua Potable en Áreas Urbanas pob. Mayor a 10,000 Hab [ver Tabla 32]. Estas 2 líneas de acción deben ser desarrolladas en su contenido de Estudio de Diseño Técnico de Pre-inversión (EDTP) como “proyecto modular” en cumplimiento al Art. 14 respecto a la categorización de los proyectos, y en el alcance de la Resolución Bi - Ministerial 001 de 20 de marzo de 2018, que aprueba la “Categorización sectorial de Proyectos de Agua Potable y Saneamiento Básico en Mayores, Medianos y Menores, así como el alcance y contenido del EDTP. Porque son soluciones que no exigen un desarrollo técnico complejo y son modulares en su aplicación en cada una de las comunidades rurales.

Estas iniciativas de inversión pueden ser incorporadas en el Programa de Saneamiento Básico destinadas a poblaciones menores de 2.000 hab. De áreas dispersas que tiene en actual vigencia el VAPSB. Cada iniciativa debe ser coordinada con el Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento.

En relación con proyectos de inversión medianos y grandes, los Gobiernos Municipales, deben cumplir con los estudios de Diseño Técnico de Pre-inversión, de acuerdo con el Reglamento Básico de Pre-inversión y las guías que emite el MMAyA, establecida en la Resolución Biministerial 001 de 20/03/2018, de categorización de los proyectos de agua y saneamiento básico. Asimismo, los proyectos de agua y saneamiento para el Municipio de La Paz deben ser gestionado con el VAPS, las condiciones de contraparte local y la capacidad de deuda que el Municipio de Potosí de tener, para ser un posible beneficiario del financiamiento crediticio.

Con relación a la recomendación del financiamiento, el MMAyA, está en proceso de gestión ante el BID de una línea de crédito “Línea de Crédito Condicional para Proyectos de Inversión – CCLIP”, que puede incorporar proyectos y/programas de saneamiento básico. El MMAyA, conjuntamente MPD y MEFP, deben concretizar las condiciones financieras de esta posibilidad de financiamiento que ofrece BID.

Los resultados de los estudios determinarán los costos finales de la fase de ejecución que implica cada una de las iniciativas. En este sentido, los costos estimados deben ser considerados como tales, y ser adecuados a los formatos del financiador.

Tabla 32. Líneas de Acción por Programa Sectorial Vinculado a LE5

Línea Estratégica	Línea de Acción	Costo de Inversión (Bs.)	Programas Sectoriales Relacionados
L.E. Agua y saneamiento para la población en armonía con la madre tierra	Implementación de Represa Palcoma (La Paz)- EPSAS	96 738 183	
	Programa de aprovechamiento sistemático de las fuentes de agua provenientes de los afloramientos de agua en los municipios de La Paz y Achocalla	3 799 500	
	Pozo semiprofundo y red convencional - AP2 (Mecapaca)	5 599 538	1) Programa de Agua Potable para pequeñas Comunidades Rurales con un alcance de menos de 2000 Hab. Y áreas dispersas.
	Mejoramiento sistema de agua potable - AP3 (Mecapaca)	6 715 124	
	Pozo semiprofundo y red convencional - AP2 (Achocalla)	961 968	2) Programa de Agua Potable en Áreas Urbanas pob. Mayor a 10,000 Hab.
	Mejoramiento sistema de agua potable - AP3 (Achocalla)	791 234	
	Mejoramiento sistema de agua potable - AP3 (Palca)	19 378 620	
Pozo semiprofundo y red convencional - AP2 (La Paz rural)	15 654 548		

Financiamiento de LE8

El Programa de Escuela Cultura del Agua para la Vida - ECAV, tiene como objetivo “Desarrollar una Cultura ciudadana del Agua para la Vida como estrategia para alcanzar el Vivir Bien en armonía con la Madre Tierra, mediante la generación de procesos dinámicos y activo participativos en desarrollo de capacidades, generación de saberes y haceres en la GIRH en cuencas, para la seguridad hídrica, con enfoque de gestión de sistemas de vida”.

El financiamiento de Programas transversales como ECAV, Monitoreo, Gobernanza solo puede ser concretado como parte de los Programas sustantivos de inversión, como ser el riego, Resiliencia Climática y MIC. Es dentro del alcance de estos programas que se incorporan las temáticas transversales para darle un enfoque integral de la gestión de recursos hídricos. En esa perspectiva, la sugerencia es que estas temáticas sean parte de los proyectos productivos como de riego, MIC y resiliencia.

Financiamiento de LE7/LE6/LE11

Estas líneas estratégicas son tratadas de forma selectiva por proyecto y el orden de magnitud de este. El Proyecto de “Construcción de PTAR La Paz”, por la magnitud en la complejidad técnica y financiera, deberá ser gestionado de manera individual, para ello se requiere contar con el EDTP aprobado por el VAPSB en su priorización sectorial y criterio técnico, para luego identificar las posibles fuentes de financiamiento externo. Al respecto de este último requisito, se deberá establecer la viabilidad de capacidad de endeudamiento, así como la asignación del aporte local. El detalle de los proyectos que cuentan con estas características en las líneas estratégicas analizadas es listado en la Tabla 33. Las posibles fuentes de financiamiento son Agencia Francesa de Desarrollo (AFD) que está orientando los financiamientos a los sectores de medio ambiente y agua.

El VAPSB, está en proceso de inicio de gestiones de financiamiento ante el BID, CAF, BM, ADF, sin embargo, en atención a la capacidad de endeudamiento país, y prioridades de las máximas autoridades nacionales en el marco del PDES 21-25, estas gestiones se pueden concretizar en el mediano plazo, al efecto el MPD y MEFP, coordinar las gestiones una vez contado con el visto bueno para ser sujeto de gestión de financiamiento.

Tabla 33. Líneas de Acción por Programa Sectorial Vinculado a LE6, LE7, LE11

Línea Estratégica	Línea de Acción	Costo de Inversión (Bs.)	Programas Sectoriales Relacionados
LLE7	Implementación Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) - Piloto demostrativo en la mancha urbana de La Paz como emblema del incremento de la provisión y uso sustentable del agua	3 230 000	La iniciativa debe estar orientada en su alcance y contenido al Programa de Resiliencia Climática y/o en obras de inversión del sector de Recursos Hídricos.
LE6	Mejoramiento sistema de alcantarillado y PTAR descentralizada Palca (SS2)	14 684 517	La gestión sobre las iniciativas de inversión pública debe ser consideradas de manera individual para su gestión de financiamiento por el VAPSB.
	Mejoramiento sistema de alcantarillado y PTAR descentralizada Mecapaca (SS2)	11 275 490	
	Mejoramiento sistema de alcantarillado y PTAR descentralizada Achocalla (SS2)	3 447 258	
	Sistemas de Saneamiento rural en comunidades del GAMLP de la Cuenca Alta del río La Paz	11 842 614	
	Renovación de redes de agua potable La Paz	10 905 000	
	PTAR descentralizada en el distrito de Mallasa	2 437 500	
	PTAR descentralizada Amor de Dios	2 481 298	
	PTAR descentralizada Plan Autopista	2 977 558	
LE11	PTAR descentralizada Las Cholas	937 500	Dada la magnitud de las obras, los estudios EDTPs correspondientes deberán establecer el monto de financiamiento para la PTAR, su gestión se debe realizar de manera individual, al efecto, se requiere verificar la capacidad de endeudamiento y la contraparte local.
	Construcción de PTAR La Paz	1 073 510 400	

Línea Estratégica	Línea de Acción	Costo de Inversión (Bs.)	Programas Sectoriales Relacionados
	Humedales Artificiales Domésticos Palca (SS1)	9 024 973	Iniciativas que pueden estar dentro del alcance de los programas de saneamiento básico para municipios menores y zonas rurales a cargo del VAPSB.
	Humedales Artificiales Domésticos Mecapaca (SS1)	7 312 723	

Financiamiento de LE9/LE10/LE11

Los Programas de saneamiento básico para poblaciones menores a 10,000 Hab. en áreas concentradas, tiene previsto implementar la construcción de PTAR, al efecto se requiere el EDTP correspondiente, así como la contraparte local y en caso de que la fuente de financiamiento requiera, la capacidad de endeudamiento del municipio, lo cual implica la gestión de esos estudios por parte de los municipios considerando la base de las acciones descritas en las fichas técnicas del Plan. El detalle de las acciones que están vinculadas con los programas identificados es detallado en Tabla 34.

Tabla 34. Líneas de Acción por Programa Sectorial Vinculado a LE9, LE10, LE11

Línea Estratégica	Línea de Acción	Costo de Inversión (Bs.)	Programas Sectoriales Relacionados
LE9/LE10/LE11	Tratamiento sostenible de aguas residuales domesticas PTAR Putiri/Achocalla	1.500.000	Programas de saneamiento básico para poblaciones menores a 10,000 Hab. en áreas concentradas, está prevista la construcción de PTAR
	Tratamiento sostenible de aguas residuales domesticas Cututu/Achocalla	1.500.000	
	Tratamiento sostenible de aguas residuales domesticas Cañuma/Achocalla	1.500.000	
	Implementación de planta recicladora (complejo de residuos sólidos) /Achocalla	1.000.000	Programa de implementación de infraestructuras para aprovechamiento, disposición final e industrialización de los Residuos Sólidos (en etapa de identificación)
	Construcción de relleno sanitario/Achocalla	550.000	

10. Recomendaciones

Las herramientas de Gestión de recursos hídricos en el País al momento de la elaboración del presente documento cuentan ya con más de diez años de experiencia para elaboración e implementación de planes de gestión de cuenca, el presente documento es uno de los últimos desarrollados bajo las enseñanzas y guía del sector de recursos hídricos. La región de la cuenca Alta del Rio La Paz, con este Plan inicia su involucramiento en la implementación de la política sectorial liderada desde el MMAyA, con el enfoque de cuenca, el cual implica cambios en la visión estratégica del territorio en relación con los recursos hídricos y manejo sustentable de los mismos. La presente sección está dedicada progresivamente a describir aprendizajes obtenidos del relacionamiento a nivel técnico e institucional con los municipios, la gobernación y el sector, los mismos están listados de la siguiente forma a manera de recomendaciones:

Sobre el diagnóstico y las necesidades emergentes en la cuenca

Sin lugar a duda la región urbana es la zona de la cuenca con el mayor grado de complejidad al abordar tanto características como problemática. Sus recursos hídricos deben ser abordados bajo una mirada de disponibilidad, contaminación, y amenaza como factor desencadenante de los riesgos en la ciudad de La Paz.

Por un lado, la alteración hidrológica de la región urbana es progresiva y creciente. Bajo la proyección del PMM y el Presente Plan se debe acompañar el crecimiento de las necesidades poblacionales no solo de la zona urbana y periurbana en los siguientes 15 años⁸² sino de las conurbaciones hacia el sur y este de la ciudad, dado el progresivo crecimiento de la cobertura de servicio⁸³ que va más allá del área urbana actual, lo que posiciona a la cuenca como área de planificación estratégica en el futuro próximo, considerando el servicio a zonas colindantes [Mecapaca, Achocalla y Palca]. Actualmente el área urbana en la cuenca requiere 39 millones de m³/año [1.23 m³/s], de los cuales consume 27.41 millones [0.86 m³/s] y pierde en procesos de tratamiento y distribución unos 11.65 millones [0.36 m³/s], esto genera cambios en el régimen hidrológico principalmente en Incachaca [-63% de cambio en la media aguas abajo] y Hampaturi [-67% de cambio en la media aguas abajo], y en los últimos años ha ingresado también Kaluyo [cuenca alta del Choqueyapu, el cambio es inferior al -1% promedio aguas abajo debido a la no regulación y los pocos años operando], y se proyecta habilitar a la cuenca Palcoma próximamente [mayor detalle ver [Anexo H](#)], estos cambios desde el diagnóstico y considerando temas de riesgos para la ciudad son considerados beneficiosos debido a su efecto en las crecidas y la regulación de las cuencas en la zona alta y al mismo tiempo es negativo para los propios ecosistemas en la zona de la cordillera [impacto en los bofedales]. De este análisis se identifica claramente a la zona aguas arriba de la ciudad de La Paz como un grupo de cuencas de abastecimiento naturales con vulnerabilidad ambiental, lo cual con la incorporación de Palcoma quedarían completamente intervenidas y con margen de aprovechamiento adicional prácticamente nulo. Desde el enfoque ambiental, las cuencas de abastecimiento en la cordillera son las áreas de recarga hídrica de acuerdo con el análisis hidrológico realizado por el Plan, en este sentido se han definido acciones de protección en suelos y ecosistemas de montaña vitales para el normal funcionamiento de estas áreas, las cuales deben ser acompañadas con una zonificación territorial y declaratorias de zonas de protección a nivel municipal, departamental y nacional de forma conjunta y coordinada, lo cual debe ser priorizado en el corto plazo, esto permitirá garantizar la correcta implementación de las acciones propuestas por el plan y paulatinamente regular acciones que actualmente están degradando de forma local [minería] y regional [emplazamiento de embalses] a estas cuencas.

Desde el enfoque de provisión de agua para la ciudad, la condición de alcance del aprovechamiento máximo de las fuentes en la zona alta ha sido abordada por EPSAS en los años previos con trasvases de sistemas de otras regiones⁸⁴, sin embargo, implican costos económicos significativos más las complejidades sociales para gestión de concesiones, las cuales no se prevé se faciliten a futuro dada la proyección climática [ver [sección 5](#)], lo que implicará mayor cuidado de fuentes a nivel local por parte de las comunidades. En este sentido el Plan hace énfasis en acciones de mejora en las eficiencias a través pilotos de renovación, así como mapeos en partes de los sistemas de distribución con mayor incidencia de pérdida y también el uso de recursos propios de la zona urbana que actualmente tienen influencia negativa en ámbitos de riesgos como son los manantiales en ladera. Hay que considerar que el diagnóstico identifica que el sistema de manantiales en la ladera oeste y zonas aguas arriba de Obrajes alcanzaría unos 37 millones de m³ anuales [1.2 m³/s aproximado, tomando en cuenta los márgenes de incertidumbre reportados en el [Anexo H](#)], los cuales están disponibles para aprovechamiento con implicaciones sociales y económicas más favorables que las intervenciones previamente descritas [trasvases, ver LE2 en la [sección 7](#)].

Las condiciones de contaminación en la zona urbana son críticas, y constituyen una de las problemáticas a confrontar en los siguientes años, esto es impostergable y de carácter obligatorio si se considera una política de gestión sustentable en la cuenca en el mediano y largo plazo. El Plan ha hecho énfasis en vincular tanto

⁸² Tanto PMM como el presente Plan tienen umbrales de acción hasta 2036 en el largo plazo.

⁸³ EPSAS proyecta sus ampliaciones más importantes hacia Achocalla, Mecapaca y Palca.

⁸⁴ Mayor detalle favor revisar Anexo H, sección 10.

información como recomendaciones de los estudios de clasificación de cuerpos de agua tanto del río Choqueyapu como del río La Paz. De forma concreta el análisis descrito tanto en la [sección 4](#) como en el [Anexo J](#), estiman que la orgánica en Choqueyapu incrementa de valores inferiores a los 5 mg/l a extremos de contaminación superiores a los 400 mg/l en DBO [el límite de la norma boliviana es de 20 mg/l para uso cualquier sea este], lo que implica una contaminación de casi 80 veces el valor admisible, tomar en cuenta que el uso del drenaje urbano a través de sistemas embovedados prácticamente anula la posibilidad de reducir esta carga contaminante hasta la zona de Aranjuez. El Plan considera alternativas para el manejo del saneamiento y tratamiento tanto descentralizado como a través de la PTAR La Paz, sin embargo, como recomendación integral y dado el impacto ambiental, social y económico no solo en la población aguas abajo sino de la misma ciudad de La Paz [ver [sección 7](#), LE4], se deben implementar ambos enfoques, de forma gradual y progresivamente para la generación de aprendizaje a nivel piloto considerando que la cuenca no tiene experiencia en tratamiento de aguas residuales y requiere consolidar conocimiento para la implementación de las acciones regionales que permitan limpiar la carga contaminante de toda la ciudad [LE6 y LE 11 en la [sección 7](#)].

Los riesgos desencadenados por amenazas de tipo hidrológica son predominantes en la cuenca, ya sea debido a topografía, constitución del suelo y otros factores adyacentes, el manejo del agua en eventos extremos, así como en el ciclo hidrológico completo es vital para avanzar de una planificación segura y con un enfoque en la disminución de la exposición y la vulnerabilidad de la población. Un desafío dimensionado como meta del Plan [LE2] es la consolidación del monitoreo y estudios que permitan afianzar un conocimiento robusto de la hidrología, de igual forma se han zonificado áreas de degradación acelerada en las márgenes periurbanas altas de las cuencas aguas arriba de la ciudad, sin embargo, estimaciones cuantitativas sobre incidencias en el transporte de material sólido y líquido son una prioridad para el manejo del riesgo integral. El presente Plan ha elaborado un estudio [ver [Anexo H y D](#)] que despliega una de las primeras aproximaciones sobre la dinámica hidrológica de todas las cuencas antes, durante después del desarrollo urbano a nivel espacial, para propósitos de representación del ciclo anual y mensual, limitaciones en temas de datos han implicado adoptar enfoques similares a los descritos en el estudio del índice de vulnerabilidad climática de la ciudad de La Paz [ver [Anexo L](#)], quedando pendiente estudios hidráulicos integrales previa consolidación de la data hidrológica para estimación de caudales tanto líquidos como sólidos así como otras variables hidrológicas a nivel de eventos extremos, sin ellos, aspectos sobre diseño de medidas y planificación del drenaje urbano no podrán avanzar de forma consistente con la realidad sobre la generación, ocurrencia así como magnitud de las consecuencias de los eventos extremos y las respectivas amenazas desencadenadas [deslizamiento, inundaciones, como los relevantes]. Adicional a LE2, se han propuesto pilotos de manejo de drenaje urbano sostenible [LE7 en [sección 7](#)], para afianzar conocimiento a nivel inicial sobre la hidrología urbana en la ciudad de La Paz.

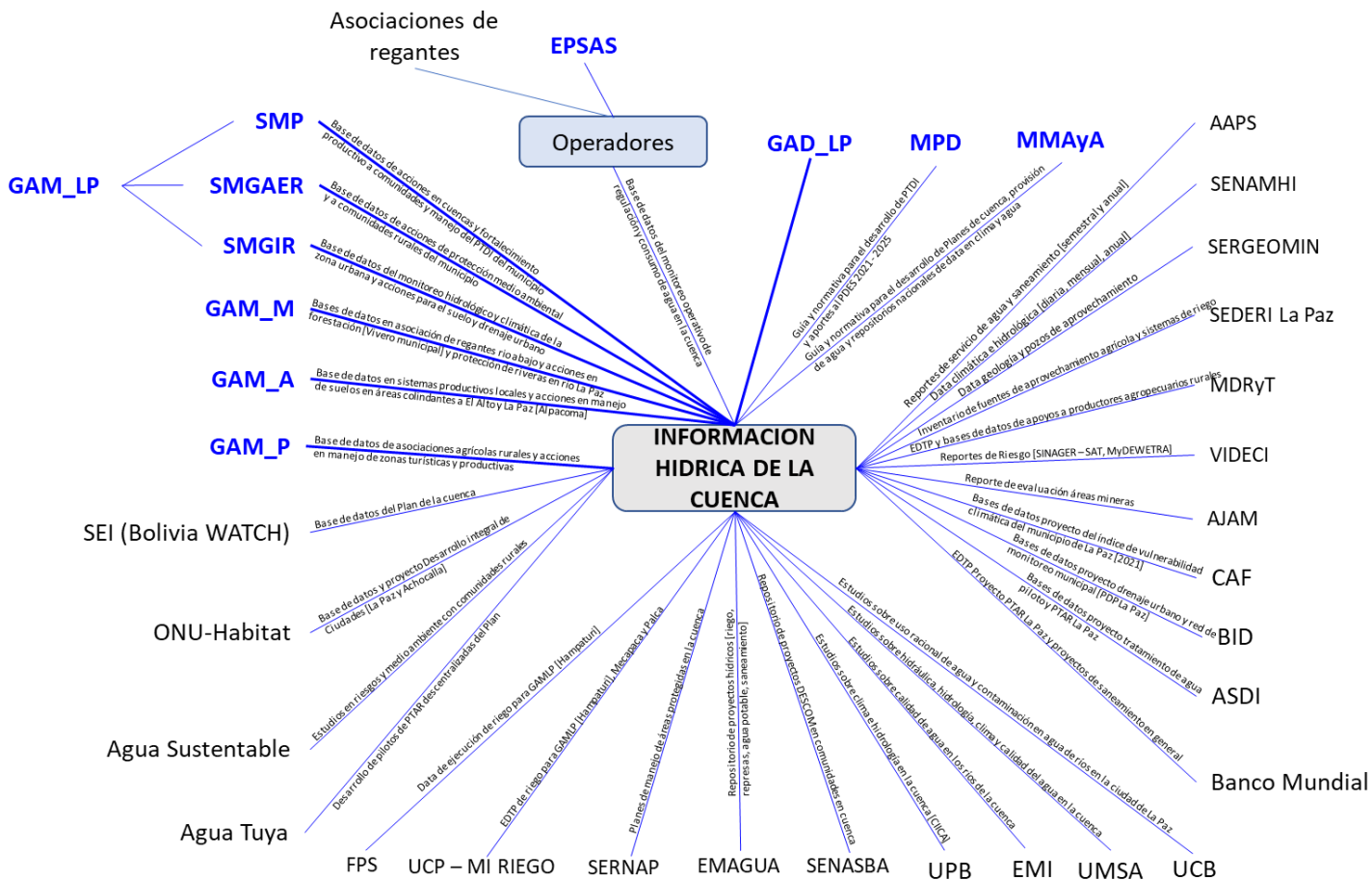


Figura 67. Esquema de fuentes de información identificado durante el desarrollo del Plan

En Plan cuenta con acciones proyectadas a consolidar los sistemas de información de la cuenca (SAT, repositorios de datos, plataformas informáticas municipales, entre otras), no solo para temas de inundaciones o deslizamiento, sino también para aspectos relacionados con sequía tanto del área urbana como del área rural, esto de forma complementaria con el Plan de Sequía que EPSAS ha desarrollado con apoyo de BID. Para consolidar estas acciones el intercambio de información entre instituciones es vital, pues los sistemas requieren de datos integrales en diferentes escalas y en continua actualización [regional y local]. Esto depende de la fluidez en la comunicación entre los administradores de información en la cuenca, para ello se presenta un resumen del flujo de información que el Plan identificó y uso para recopilar todos los datos que fueron utilizados y producidos para su desarrollo, se deja este esquema como punto de partida para la acción y diagnóstico en relación a los sistemas de información sobre los cuales se deben desarrollar protocolos de intercambio de datos en riesgos, monitoreo y recursos hídricos en general para el Plan [ver Figura 67].

Si bien la zona urbana a constituido la zona de la cuenca con mayores desafíos para el Plan, se debe considerar la relevancia social, económica, pero sobre todo ambiental de la zona rural, esto hace que tanto al momento de ponderar las metas y estrategias ambos tengan relevancia equivalente [Ver Sección 5 y 7]. Actualmente la zona rural es el área que mayor esfuerzo a involucrado durante la elaboración del Plan, esto para complementar y homogenizar la información disponible en comparación con la zona urbana [ver Anexos K y P]. Se generó una base de datos sobre las comunidades que permite mapear condiciones de pobreza relacionadas con el acceso a servicios de agua y saneamiento, las implicaciones sociales sobre condiciones de

desigualdad y género que ayudan a proyectar en la implementación del plan, medidas para la mejora en aspectos de inclusión, así como el fomento al desarrollo de espacios de decisión conjunta [LE8, LE2 y LE1]. Este punto es altamente relevante para garantizar un aprovechamiento razonable de los recursos hídricos de la cuenca, si estas líneas se implementan más allá de cumplir con las metas establecidas según los indicadores sectoriales y territoriales, se consolidaría el inicio de un proceso de cohesión social sobre el agua que actualmente no está presente en la cuenca, lo que genera dinámicas de relacionamiento bajo conflictos de interés que perjudican el uso conjunto y razonable de las cuencas, el Plan también pretende incidir este aspecto. Finalmente, en el aspecto rural, el Plan ha incorporado diferentes acciones en prácticamente todas las líneas estratégicas, de forma que se garanticen procesos de monitoreo y manejo [LE4 y LE1] hasta ahora ausentes en los diferentes ecosistemas vitales de los cuales, las comunidades son parte y que deben ser consideradas y balanceadas conjuntamente con el aprovechamiento hídrico productivo que ha sido convenido a través de acciones específicas para riego [LE3], riesgos [LE2] así como mejora en servicios básicos [LE6, LE10, LE11].

Sobre el presupuesto y la implementación del plan

Está claro por lo desarrollado en la [sección 7](#) que el presente Plan no ha definido avances en la línea de cumplir con la totalidad de las metas del PDES, esto se debe a aspectos de factibilidad técnica y necesidad de avances en aspectos transversales que han sido descritos durante el desarrollo de la problemática y son muy particulares de la cuenca Alta del río La Paz, pero también se debe a aspectos económicos y de factibilidad financiera de las entidades locales que son responsables de la implementación de las líneas estratégicas propuestas. Si bien el enfoque de gestión integral de cuencas puede llegar a plantear escenarios óptimos sobre las acciones en base a indicadores, el Plan ajusta esta prerrogativa, entendiendo que el presente documento es una guía para encaminar acciones en los años inmediatos [corto], a 5 años [mediano] y en unos 14 a 15 años adelante [largo plazo], lo que permite modular en una actualización posterior la viabilidad de consolidar o mejorar estos plazos y metas o por lo contrario reducirlas dada la progresión y avances realizados. La relevancia y mención de la inversión en aspectos de saneamiento y tratamiento del agua en los ríos Choqueyapu, Orkojahuirá, Irpavi, Achumani, y finalmente La Paz, si consideramos PTAR La Paz, así como las acciones descentralizadas propuestas en los municipios [se hace énfasis en el GAM_LP] mapeadas por el Plan [ver anexo K, y [sección 7](#), LE11, LE6], constituyen más del 71% del presupuesto actual propuesto, lo que es remarcado en la [sección 9](#), y vuelve a enfatizar la urgencia de soluciones a esta problemática en los avances de la región en lo que a sus recursos hídricos se refiere.

Sobre el financiamiento y la institucionalidad

Quizá el aspecto más desafiante para la implementación del Plan es su financiamiento, esto ha sido discutido con el sector, el GAM_LP, GAM_A, GAM_P, GAM_M, así como el GAD_LP, y claramente existen varias alternativas, para ello se ha adicionado la [Sección 9](#) y el [Anexo O](#) al presente documento, la versatilidad y la priorización en la selección de las medidas para implementarse gracias a las guías actuales del sector a través de la implementación del PPRH, y la solicitud de referenciar geográficamente [ver anexo de fichas técnicas] y dimensionar las acciones para permitir contar información detallada, ayudaran a consolidar la documentación y requerimientos necesarios para avanzar en la obtención de los presupuesto descritos para cada una de las LE del Plan, los enfoques provistos en este documento, van desde financiamientos convencionales, del Estado, hasta fondos privados, esto con el ánimo de darle un máximo uso a las diferentes características del Plan [incorporación de cambio climático, postulación de acciones valoradas a nivel de cuenca, enfoque de pobreza genero] y aprovechar estos para postular a las diferentes fuentes de recursos. Si bien las gestiones pueden ser llevadas a cabo de forma exclusiva desde los municipios con coordinaciones convencionales para la gestión de los proyectos respectivos [gobernación y sector], la concepción del Plan promueve que esto se haga desde la

Plataforma Interinstitucional de la Cuenca, la cual ha sido conformada durante la elaboración del Plan y es recomendación inherente a este que se opere de esta forma, la institucionalidad de la misma al momento de la elaboración del presente documento depende exclusivamente de la voluntad y predisposición de sus participantes a usarla como mecanismo de coordinación y toma de decisiones conjunta por lo cual se deja a criterio de estos, el avanzar de esta forma.

11. Anexos



Escanear el código para acceder a los anexos del Plan

