



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE Y AGUA



Plan Director de la CUENCA PAMPA HUARI

Resumen Ejecutivo



Agosto, 2022



Contenido

	ACRÓNIMOS	5
	EL PROGRAMA BOLIVIA WATCH	7
1	LA CUENCA DEL RÍO PAMPA HUARI	8
2	ANTECEDENTES	11
	2.1 Elaboración del diagnóstico integral y formulación de la propuesta de lineamientos estratégicos e institucionales del plan director de la cuenca del río pampa huari del 2018	11
3	FORMULACIÓN DEL PDC PAMPA HUARI Y CONFORMACIÓN DE LA PLATAFORMA INTERINSTITUCIONAL	12
	3.1 Plataforma interinstitucional de gestión de la cuenca Pampa Huari	13
	3.2 Aplicación del marco del apoyo a las decisiones robustas (ADR) para la formulación de un PDC	14
	3.2.1 Factores de incertidumbres en la gestión y planificación del recurso hídrico en la cuenca (X)	16
	3.2.2 Indicadores de desempeño para evaluar problemáticas y vulnerabilidades (M)	16
	3.2.3 Herramientas analíticas para evaluar y planificar el recurso hídrico en la cuenca (R)	17
	3.2.4 Estrategias (L)	18
4	PROBLEMÁTICAS Y VULNERABILIDADES DE LA CUENCA	19
	4.1 Calidad del agua superficial y caudales disponibles	19
	4.2 Funciones Ambientales	21
	4.3 Agua y saneamiento	22
	4.4 Riego agrícola	24
	4.5 Minería	25
	4.6 Género y pobreza	26
5	MARCO ESTRATÉGICO	28
	5.1 La cuenca Pampa Huari que soñamos	28
	Visión	28
	5.2 ¿Qué hay que hacer para alcanzar la cuenca que soñamos?	
	Misión	
	Lineamientos estratégicos (L)	28

6

MARCO PROGRAMÁTICO

29

6.1 Línea estratégica 1. Protección, conservación y restauración de los ecosistemas estratégicos para recuperar sus funciones ambientales

30

6.2 Línea estratégica 2. Agua sostenible en calidad y cantidad para consumo humano y saneamiento básico

31

6.3 Línea estratégica 3. Gestión del agua para la producción agropecuaria bajo riego

34

6.4 Línea estratégica 4. Gestión de las actividades mineras para minimizar sus impactos en los recursos hídricos

35

6.5 Línea Estratégica 5. Gestión de acuerdos interinstitucionales para la gestión técnica y financiera y desarrollo de capacidades

37

7

CONCLUSIONES

38

Índice de tablas

Tabla 1.	Actores que componen la plataforma interinstitucional de la cuenca Pampa Huari	14
Tabla 2.	Componentes del marco XLRM para la formulación del PDC-PH	15
Tabla 3.	Indicadores para evaluar el desempeño de la línea base y las acciones propuestas de acuerdo con los ejes temáticos	16
Tabla 4.	Resumen de los lineamientos y correspondientes costos de inversión del PDC de Pampa Huari	29
Tabla 5.	Resumen de las Líneas de Acción en la Línea Estratégica 1 en Protección, conservación y restauración de los ecosistemas estratégicos para recuperar sus funciones ambientales	30
Tabla 6.	Resumen de las Líneas de Acción en la Línea Estratégica 2 en Agua sostenible en calidad y cantidad para consumo humano y saneamiento básico	32
Tabla 7.	Resumen de las Líneas de Acción en la Línea Estratégica 3 en Gestión del agua para la producción agropecuaria bajo riego	34
Tabla 8.	Resumen de las Líneas de Acción en la Línea Estratégica 4 en Gestión de las actividades mineras para minimizar sus impactos en los recursos hídricos	36
Tabla 9.	Resumen de las líneas de acción en la línea estratégica 5 en gestión de acuerdos interinstitucionales para la gestión técnica y financiera y desarrollo de capacidades	37

Índice de figuras

Figura 1.	Pilares del programa Bolivia WATCH	7
Figura 2.	Limites municipales en la cuenca Pampa Huari	8
Figura 3.	Proceso de formulación del Plan Director de la Cuenca del Río Pampa Huari (Lima et al. 2021)	13
Figura 4.	Conformación de la plataforma interinstitucional de la cuenca Pampa Huari	14
Figura 5.	Flujo de trabajo seguido para formular el PDC Pampa Huari	15
Figura 6.	Modelo de toma de decisiones participativa (MTDP) para formulación de planes directores de cuenca	17
Figura 7.	Ejes temáticos conformados para analizar la vulnerabilidad de la cuenca	19
Figura 8.	Mapa Tramos Conflicto Calidad de Agua Superficial Pampa Huari Época de Lluvias	20
Figura 9.	Mapa Tramos Conflicto Calidad de Agua Superficial Pampa Huari Época de Estiaje	20
Figura 10.	Mapa de priorización de microcuencas en el proceso de concertación para la cuenca del río Pampa Huari	21
Figura 11.	Programa Conjunto de Monitoreo (JMP) Agua – Nivel del servicio de agua en la cuenca del río Pampa Huari	22
Figura 12.	Programa Conjunto de Monitoreo (JMP) Saneamiento – Nivel del servicio de saneamiento en la cuenca del río Pampa Huari	23
Figura 13.	Programa Conjunto de Monitoreo (JMP) Higiene – Nivel del servicio de higiene en la cuenca del río Pampa Huari	24
Figura 14.	Áreas regables y cobertura de agua para riego	24
Figura 15.	Matriz de vulnerabilidad de áreas agrícolas bajo riego	25
Figura 16.	Índice de uso potencial del territorio por la minería (IUPM)	26
Figura 17.	Índice de Pobreza Multidimensional para la cuenca del río Pampa Huari, según quintiles	27
Figura 18.	Línea mientos estratégicos formulados para alcanzar la cuenca que soñamos	28
Figura 19.	Ubicación espacial de acciones y medidas propuestas en la Línea Estratégica 1. Protección, Conservación, y restauración de los ecosistemas estratégicos para recuperar sus funciones ambientales	31
Figura 20.	Ubicación de alternativas para ampliar la cobertura y mejorar servicios de agua para consumo en comunidades rurales	33
Figura 21.	Ubicación de alternativas para ampliar la cobertura y mejorar servicios de saneamiento básico en comunidades rurales	33
Figura 22.	Ubicación de los potenciales proyectos en riego agrícola para elevar a nivel de informes técnicos de condiciones previas (itcps) y estudios de diseños técnicos de preinversión (edtps)	35
Figura 23.	Unidades hidrográficas mineras con mayor presión sobre el agua	36

Nota:

Si no se indica lo contrario, tanto la fuente de las figuras como de las tablas es propia.

Acrónimos

AAPOS:	Administración Autónoma para Obras Sanitarias
ACC:	Adaptación al Cambio Climático
ADR:	Apoyo a las Decisiones Robustas
BHSB:	Balance Hídrico Superficial de Bolivia
CC:	Cambio Climático
COE:	Centro de Operaciones de Emergencia
COMURADE:	Comité Municipal de Reducción del Riesgo y Atención de Desastres
CPE:	Constitución Política del Estado
DBO:	Demanda Biológica de Oxígeno
DESCOM:	Desarrollo Comunitario
DOFA:	Debilidades (D), Oportunidades (O), Fortalezas (F), Amenazas (A)
ECOSAN:	Baño ecológico
EDA:	Enfermedad Diarreica Aguda
EDTP:	Estudio de Diseño Técnico de Preinversión
ET:	Evapotranspiración
ETA:	Entidades Territoriales Autónomas
FAM-Bolivia:	Federación de Asociaciones Municipales de Bolivia
Fm:	Formación
GAD:	Gobierno Autónomo Departamental
GADP:	Gobierno Autónomo Departamental de Potosí
GAM:	Gobierno Autónomo Municipal
GIRH:	Gestión Integrada de Recursos Hídricos
GMET:	Gridded Meteorological Ensemble Tool
GRD:	Gestión del Riesgo de Desastres
IAEP:	Impacto Ambiental Evidente o Potencial
IMP:	Índice Multidimensional de Pobreza
ISALP:	Investigación Social y Asesoramiento Legal en Potosí
ITCP:	Informe Técnico de Condiciones Previas
JMP:	Programa de Monitoreo Conjunto
LMGR:	Ley Municipal de Gestión del Riesgo
MAE:	Máxima Autoridad Ejecutiva
MIC:	Manejo Integral de Cuencas
MMAyA:	Ministerio de Medio Ambiente y Agua
MTDP:	Modelo de Toma de Decisiones Participativa
ODS:	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OGC:	Organismo de Gestión de Cuencas
OMS:	Organización Mundial de la Salud
PAM:	Pasivos Ambientales Mineros
PCP:	Precipitación
PDC:	Plan Director de Cuenca
PDCPH:	Plan Director de la Cuenca del río Pampa Huari

PDES:	Plan de Desarrollo Económico Social
PDSI:	Plan de Desarrollo Integral
PEA:	Población Económicamente Activa
PLUS:	Plan de Uso del Suelo
PNC:	Plan Nacional de Cuencas
POA:	Plan Operativo Anual
PTAR:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
PTDI:	Plan Territorial de Desarrollo Integral
Q:	Escorrentía
REVAMP:	Herramienta para evaluar el potencial de recuperación de residuos urbanos
R2U:	Unidad de Recuperación de Recursos
RCH:	Reglamento de Contaminación Hídrica
RCP:	Ruta Representativa de Concentración
RRD:	Reducción del Riesgo de Desastres
SEI:	Instituto de Ambiente de Estocolmo
SIDA:	Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo
SIG:	Sistema de Información Geográfica
SIMOVH:	Sistema de Monitoreo y Vigilancia Hídrica
SLIM:	Servicios Legales Municipales
TESA:	Estudio Técnico, Económico, Social y Ambiental
UCEP:	Unidad de Coordinación y Ejecución del Programa
UGR:	Unidad de Gestión del Riesgo
UNEP:	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
UNICEF:	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
VAPSB:	Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico
VRHR:	Viceministerio del Recurso Hídrico y Riego
WASH:	Agua Potable, Saneamiento e Higiene
WASH-FLOWS:	Herramienta para evaluar el nivel de los servicios domésticos de agua, saneamiento e higiene
WaTT:	Herramienta para evaluar los potenciales efectos acumulativos en la cuenca
WEAP:	Water Evaluation and Planning
XLRM:	Incertidumbres (X), Estrategias (L), Herramientas Analíticas (R), Indicadores de Desempeño (M)

EL PROGRAMA BOLIVIA WATCH

La Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo (SIDA, por sus siglas en inglés) viene contribuyendo en el mejoramiento de la gestión de los recursos hídricos y después de varios esfuerzos, en el año 2018 suscribe un convenio con el Instituto de Ambiente de Estocolmo (SEI, por sus siglas en inglés) para desarrollar un programa que apoye la integración de dos subsectores en los cuales históricamente hubo inversiones en Bolivia: Agua Potable y Saneamiento Básico, y Recursos Hídricos. En acuerdo con el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA) como cabeza del sector, se determina trabajar con tres de las catorce cuencas priorizadas para que el SEI formule sus respectivos Planes Directores de Cuenca (PDC). Las cuencas asignadas son la cuenca del Río Tupiza, la cuenca del Río Pampa Huari y la cuenca de los Ríos Choqueyapu-La Paz. De manera que, el Programa Bolivia WATCH del SEI, surge como una respuesta innovadora a la necesidad de planificar el recurso hídrico integrando el abastecimiento de agua y saneamiento ambiental en las cuencas. WATCH es el acrónimo de la integración de WASH (Agua Potable, Saneamiento e Higiene) al enfoque de cuenca o hidrología, WASH+H.

A partir del año 2019, en estrecha relación con el Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR) se inicia el trabajo de la formulación de los PDC. Para la cuenca Pampa Huari, a partir del 2020 se ha contado con más de una treintena de expertos de los centros regionales del SEI, ubicados en Bogotá, California y Estocolmo; y aproximadamente una veintena de consultores nacionales. Visitas de campo, estudios especializados, talleres y trabajo de gabinete se desarrollaron para formular el PDC de la cuenca

Pampa Huari, proceso que se ha enmarcado en los lineamientos del MMAyA y con el que se desarrollaron herramientas científicas y procesos participativos para garantizar el involucramiento de los actores con intereses en la cuenca del río Pampa Huari.

Desde la perspectiva de Bolivia WATCH, un PDC debe constituirse en un instrumento transversal para apoyar la "Toma de Decisiones" de las autoridades que tienen esta responsabilidad sobre los recursos naturales, y especialmente sobre el recurso hídrico. En el marco legal de competencias, esto corresponde a los Gobiernos Departamentales y a los Gobiernos Municipales. Para lograr este propósito el diseño del Programa Bolivia WATCH define tres pilares (**Figura 1**). El primero relacionado con la Caracterización de la Cuenca, es decir, comprender el funcionamiento de la cuenca a partir de sus características biofísicas, hidrográficas, demográficas, sociales, económicas y considerando también la mirada de su afectación por aquellos factores que escapan de la mano de los gestores del agua como el cambio climático o el crecimiento poblacional. En este pilar se identifican, clasifican y priorizan los problemas desde la perspectiva de los actores de la cuenca y que afectan negativamente a las condiciones de la cuenca, generando vulnerabilidades. Tanto el segundo pilar como el tercero, "Opciones de Gestión del Agua" y "Opciones de Saneamiento", respectivamente, exploran las estrategias orientadas a reducir las vulnerabilidades identificadas en los temas centrales a partir de la identificación de los problemas percibidos y detectados en las cuencas.



FIGURA 1. PILARES DEL PROGRAMA BOLIVIA WATCH

1

LA CUENCA DEL RÍO PAMPA HUARI

La cuenca del río Pampa Huari cuenta con un área de drenaje cercana a 1,200 km² y se localiza al suroeste del país en el departamento de Potosí (Figura 2). Es considerada una cuenca estratégica en el Estado Plurinacional de Bolivia porque es una cuenca de cabecera del río transfronterizo Pilcomayo; y, por tanto, se ha priorizado para la formulación de su PDC y la correspondiente conformación de la Plataforma Interinstitucional. El limitado acceso al agua, la contaminación de varios afluentes, la degradación de tierras y el incumplimiento de políticas agroambientales son, entre otros, los principales problemas destacados por diferentes actores en esta cuenca.

La cuenca Pampa Huari es drenada en su parte media por el río Tarapaya, el cauce principal es alimentado por numerosos afluentes donde se

destacan los ríos Quilli Mayu, Ingenio Mayu y Agua Dulce, y durante su recorrido hacia el río Pilcomayo recibe las aguas de los ríos Cayara, Pupusiri, Manquiri y Ockoruro. La red hídrica y de drenaje conforman nueve (9) unidades hidrológicas o subcuencas principales de orden 6, de acuerdo con la clasificación del MAAyA. Por otro lado, esta cuenca también es altamente influenciada por los caudales trasvasados desde el río San Juan y las serranías del Kari Kari, que abastecen el sistema de agua urbano de la ciudad de Potosí. Por lo anterior, el dominio de análisis en la formulación del PDC involucra el área de drenaje natural de la cuenca del río Pampa Huari, el área aguas arriba a la toma del río San Juan y las cuencas de cabecera del sistema Kari Kari para conformar un área de drenaje cercana a 1,300 km².

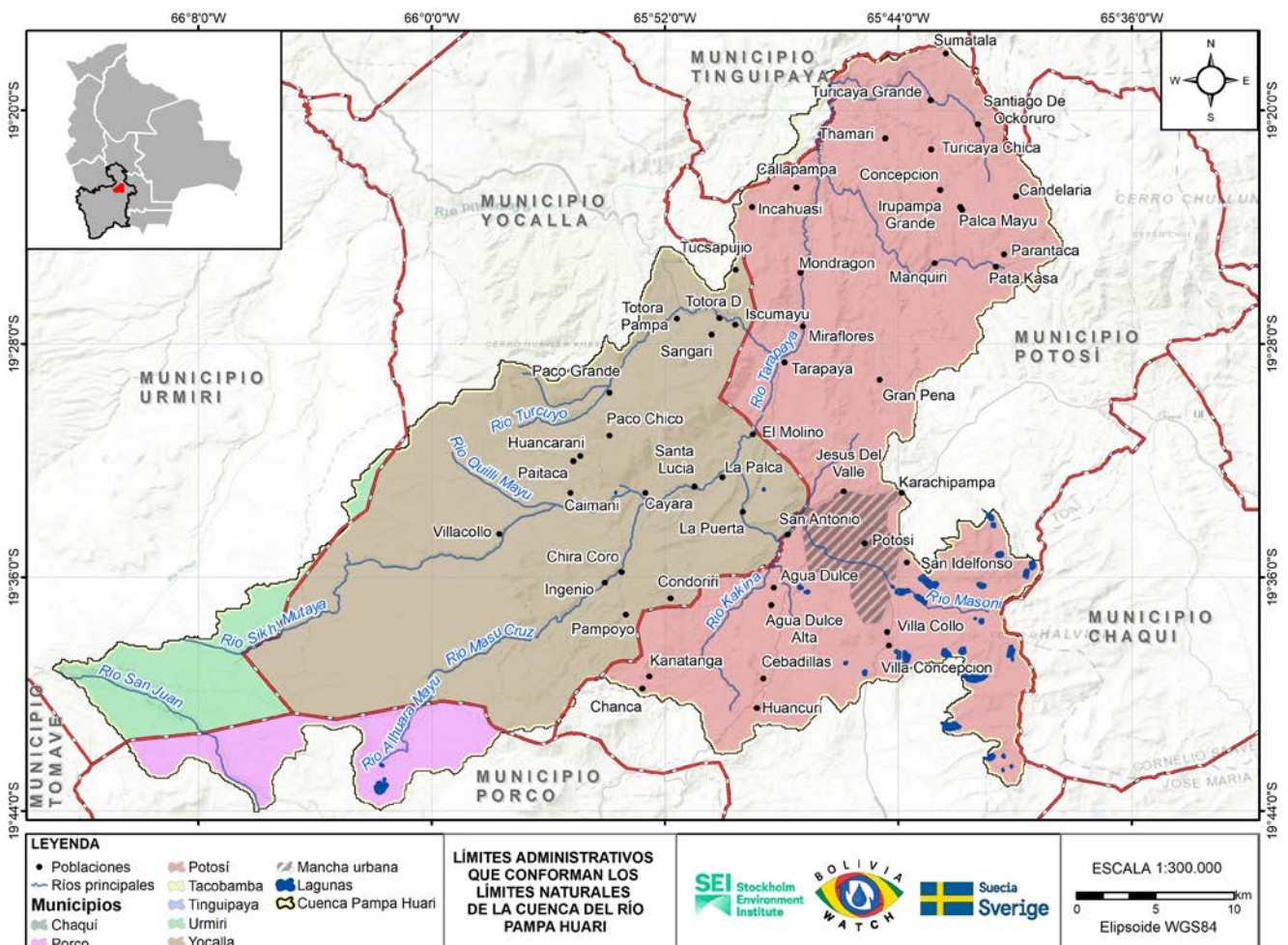


FIGURA 2. LÍMITES MUNICIPALES EN LA CUENCA PAMPA HUARI

La cuenca Pampa Huari se caracteriza por tener temperaturas bajas que generalmente varían de 4°C a 9°C, baja precipitación pluvial con aproximadamente 485 milímetros por año, una humedad relativa baja con fluctuaciones entre 44% y 68% y velocidad de viento cercana a 3 m/s. En esta zona del país se reproducen los patrones estacionales representativos de Bolivia, donde se tiene una estación lluviosa comprendida entre los meses de diciembre a marzo, una estación seca entre mayo y agosto y dos periodos de transición que separan estas épocas, uno en abril y otro de septiembre a noviembre. De acuerdo con ello, el periodo frío se distribuye de mayo a septiembre con una temperatura promedio de 5°C, mientras que el periodo caliente ocurre de octubre a abril con una temperatura promedio de 8°C. Estos periodos coinciden con la época seca y lluviosa, respectivamente.

Por su parte, en aquellas zonas que predominantemente son valles se observan precipitaciones bajas y temperaturas altas, mientras que en las zonas montañosas sucede lo contrario. Por ejemplo, los valores más bajos de precipitación se concentran en la parte media y baja, principalmente en los valles enclavados entre montañas, mientras que la precipitación es mayor en las partes altas en las montañas como en las cuencas del Kari Kari, al sureste de la cuenca.

Lagunas y manantiales¹ se constituyen en las fuentes principales de agua para el desarrollo de diferentes actividades socioeconómicas en esta cuenca. Por ejemplo, al suroeste, en las inmediaciones de la laguna Wara Wara, una laguna intermitente cuya elevación es de aproximadamente 4,172 metros, nace el río principal de la cuenca Pampa Huari que junto con numerosos tributarios conforman aguas abajo el río Tarapaya. De acuerdo con el balance hídrico en la cuenca la precipitación promedio multianual es de unos 485 mm, la evapotranspiración real de unos 393 mm, y la escorrentía superficial de unos 100 mm. La evapotranspiración representa el 81% de la precipitación, mientras que la escorrentía representa un 21%, lo cual resulta típico de zonas semiáridas. En este sentido, se observa que el 73% de la escorrentía sucede en la estación lluviosa, lo cual indica que la cuenca tiene una baja regulación hídrica. De esta manera, en el resto de los meses los ríos tienen caudales muy bajos, lo cual también repercute en el suministro

de agua para los diferentes usos existentes en la cuenca.

Aunque en la cuenca Pampa Huari no existe la cultura de explotación de las aguas subterráneas, se destacan tres (3) tipos de ocurrencia de estas. Los acuíferos porosos no consolidados conformados principalmente por depósitos aluviales de diferentes edades ubicados en ríos, valles, piedemontes y terrazas; los acuíferos fisurados conformados especialmente por depósitos volcánicos y de morrenas donde sobresalen afloramientos rocosos, serranías y regiones montañosas como la formación La Puerta y la meseta Los Frailes; y los acuíferos locales y limitados en rocas porosas o fisuradas sin cantidades apreciables de aguas subterráneas que corresponden al resto de unidades que principalmente son conformadas por material fracturado y relieve montañoso formados por cuerpos intrusivos.

La disponibilidad de agua en la cuenca Pampa Huari se ve afectada, adicionalmente, porque tanto en periodos secos como húmedos la calidad del agua de algunos ríos es baja y no logra el umbral mínimo (clasificación D) para consumo humano. Es decir, que los ríos Tarapaya, Aljamayu, de la Ribera, Jayajmayu, Agua Dulce, Senoritaj Marpi, Totorá D, Kakina, Pupusiri, Quilli Mayu, Ingenio Mayu, Masoni, Idelfonso, Pantizueja, Alja Mayu, Patizueja, Siqui Mutaya, tienen una clasificación E, sugiriendo su mala calidad, por lo que no deberían ser usados para consumo humano (sin o con tratamiento), debido al grado de contaminación existente. La contaminación presente puede implicar conflictos por el uso del agua, debido a que puede afectar la salud humana de los consumidores. Cabe resaltar que en la norma nacional se clasifica el agua de acuerdo con límites permisibles para consumo humano y la capacidad de realizar un tratamiento que respete estos límites. Sin embargo, existen otros usos del agua como la agricultura, la ganadería, industrial, y la calidad del agua requerida para que los ecosistemas y sus especies, que pueden ser menos o más exigentes que las concentraciones requeridas para el consumo humano con algún tipo de tratamiento.

La cuenca del río Pampa Huari tiene la particularidad de pertenecer únicamente al departamento de Potosí. En este sentido, tiene presencia en los municipios de Chaqui,

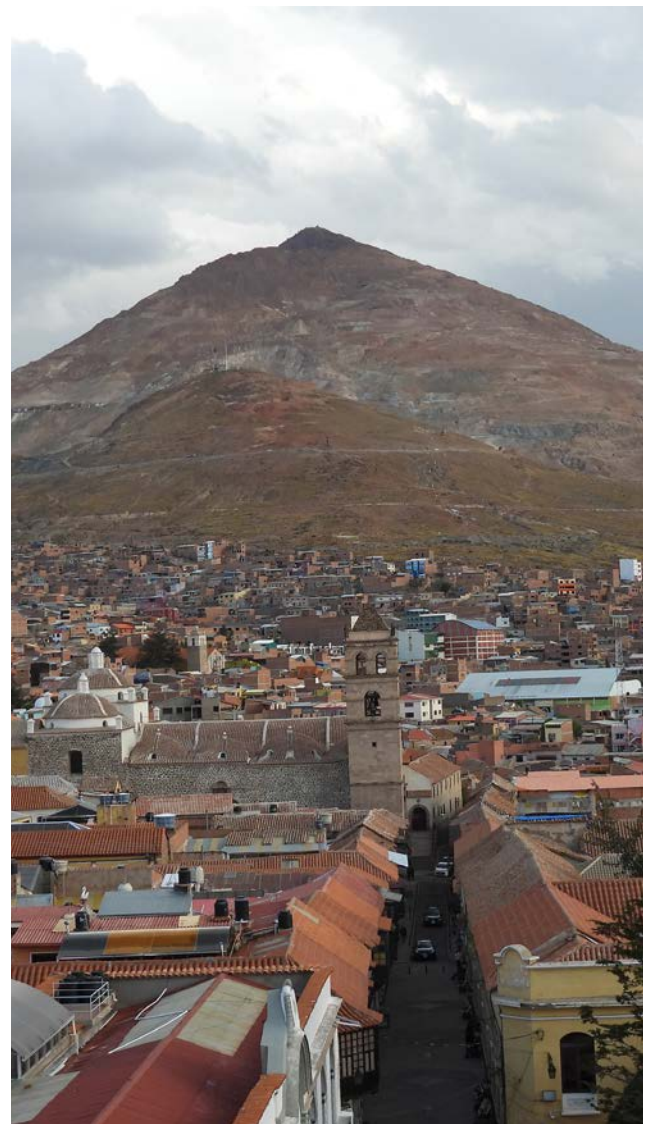
¹ Las comunidades locales suelen referirse a los manantiales como vertientes u ojos de agua

Tacobamba, Porco, Tinguipaya, Urmiri, Yocalla y Potosí, con ocupación predominante en estos últimos dos municipios con un 47% y 45%, respectivamente. Adicionalmente, las 51 comunidades identificadas en la cuenca se encuentran ubicadas principalmente en los municipios de Potosí (29 más la ciudad de Potosí), Yocalla (20) y Tinguipaya (la comunidad de Sumatala), con una composición predominantemente rural que representa el 6% de la población de la cuenca. De modo que, se destaca la ciudad de Potosí con la mayoría de la población del territorio (cerca del 94%), y las 50 comunidades restantes que tienen una población dispersa.

La actividad minera tiene lugar en gran parte de la cuenca Pampa Huari para la extracción de minerales raros y las regalías provienen principalmente de la extracción de zinc (con el 57%), seguido de la plata (26%), plomo (10.5%) y otros (6%). De 94 unidades hidrográficas delimitadas en la cuenca, 15 registran actividad minera productiva (tanto pasada como actual), incluyendo labores mineras que en su mayoría resultan ser subterráneas, depósitos de residuos minero-metalúrgicos y algunos rastros de exploración. Asimismo, se identificaron 11 minas o sitios mineros, con labores mineras de extracción o exploración como cateos y otros; y 264 Pasivos Ambientales Mineros (PAM) entre depósitos de desmontes, colas (diques o acumulaciones irregulares) y aguas acidas. La gran mayoría (78%) cuenta con algún tipo de manejo ambiental relativo a la impermeabilización del suelo donde yacen estos depósitos, pero la tarea de fiscalización por parte de autoridades es baja. La unidad hidrográfica PH – 79 se destaca por tener mayor cantidad de labores mineras y PAM que ocurren en Pampa Huari, se trata del denominado Complejo Minero Cerro Rico de Potosí. Por ejemplo, en los sectores del Molino y el Cerro Rico - Potosí se han identificado sitios o áreas con un Impacto Ambiental Evidente o Potencial (IAEP) que están relacionados principalmente con diques de colas (relaves) o depósitos sin un embalse o dique, sitios con evidente contaminación, áreas con degradación ambiental y/o sitios de vertimientos.

En la producción agrícola de la cuenca río Pampa Huari se destacan dos tipos de agricultura predominante, superficies bajo riego con aproximadamente 670 ha y de secano con

aproximadamente 3,200 ha. Los principales cultivos en orden de importancia son papa, haba, maíz y cebada. En el calendario de producción de los cultivos se diferencian entre una y dos épocas de siembra a lo largo del año, siguiendo el calendario hidrológico de las lluvias. La primera inicia entre septiembre y octubre con las siembras, aprovechando la llegada de las lluvias donde los cultivos son en gran parte dependientes de las precipitaciones, sin el apoyo de riegos complementarios. Luego de la cosecha, entre los meses de enero y marzo, aquellos productores con riego pueden tener la segunda época de siembra en los meses de menor precipitación, momento en el que se alcanzan las temperaturas más bajas. Las plantaciones de frutales son escasas debido a su ubicación altitudinal (solo se ubican en el valle en la parte media de la cuenca), pero a nivel de comunidad se reportan otros cultivos como hortalizas y verduras en superficies inferiores a media hectárea. La producción está destinada al autoconsumo de las familias, dejando un escaso excedente para su comercialización y, en consecuencia, generación de ingresos económicos extra.



2

ANTECEDENTES

2.1 Elaboración del diagnóstico integral y formulación de la propuesta de lineamientos estratégicos e institucionales del plan director de la cuenca del río pampa huari del 2018

En el 2018 el VRHR del MMAyA realizó una primera aproximación al Plan Director de Cuenca de la cuenca Pampa Huari (PDCPH). En el Diagnóstico Integral Participativo realizado se presentó una propuesta de lineamientos estratégicos con el fin de abrir la discusión sobre las problemáticas a priorizar en el territorio, planteando la necesidad de tener una participación efectiva de todos los actores institucionales, sociales, económicos y organizacionales de la cuenca de una manera ordenada, coordinada, articulada, planificada, concertada e institucionalizada.

El Diagnóstico del 2018 resalta, de forma general, características de la cuenca del río Pampa Huari en términos biofísicos, climáticos, hidrográficos, cobertura y uso de la tierra, sociales y económicos. El análisis de las distintas problemáticas de la cuenca contó con un marco participativo basado en el método causa-efecto a través de un árbol de problemas. Este ejercicio permitió posteriormente formular una matriz de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA), donde se destacaron diferentes problemáticas identificadas, especialmente el limitado acceso al agua, la baja productividad agrícola, la contaminación en varios cuerpos de agua, la degradación de tierras y el incumplimiento de políticas agroambientales en términos de malas prácticas de fertilizantes/pesticidas en agricultura o de aguas servidas en el sector doméstico o aguas ácidas de las colas de la actividad minera. Como resultado del proceso participativo a través de los distintos talleres ejecutados, en el 2018 se formularon siete ejes temáticos y ocho lineamientos estratégicos, los cuales se enuncian a continuación:

1. Saneamiento básico: i) Mitigar los efectos ambientales causados por la contaminación de las aguas del alcantarillado sanitario de la ciudad de Potosí.
2. Minería: ii) Recuperar la calidad del

agua y reducir y revertir la degradación de suelos en zonas afectadas por la contaminación minera.

3. Gestión de la calidad-cantidad: iii) Disminuir el déficit hídrico de la cuenca y favorecer la mayor disponibilidad de agua para consumo humano, riego y otros.

4. Biodiversidad y recursos naturales: iv) Restaurar y devolver las características naturales de la vegetación y fauna nativa, así como v) Restaurar las características agro-productivas y físico químicas de los suelos en la cuenca.

5. Producción agropecuaria: vi) Incrementar la producción y productividad agropecuaria en la cuenca.

6. Monitoreo ambiental: vii) Generar información y datos ambientales para apoyar la planificación del uso sostenible de los recursos naturales y el desarrollo de acciones orientadas a mitigar o remediar los daños provocados por diversas causas.

7. Capacitación y difusión: viii) Gestionar conocimientos, educar y desarrollar capacidades comunitarias.

Si bien la anterior propuesta surge de un proceso participativo con un grupo importante de actores con intereses en la cuenca, su alcance no permitió en su momento establecer la Plataforma Interinstitucional. Así mismo, las acciones propuestas no cuentan con algún nivel de detalle en términos de evaluación, ubicación y costos referenciales de intervención, por lo que una gran parte de estas fueron retomadas y actualizadas en este documento. En este sentido, se han realizado evaluaciones de degradación de las unidades hidrográficas, de la calidad de las fuentes hídricas, se han incluido nuevos proyectos de infraestructura para abastecimiento doméstico y riego agrícola, caracterizado áreas con influencia de actividades mineras y se han incluido dos temáticas transversales relacionados con pobreza y género y riesgos hidrológicos que permiten abordar de forma comprehensiva las distintas problemáticas de la cuenca, así como profundizar en las transformaciones que se requieren para generar el cambio.

3

FORMULACIÓN DEL PDC PAMPA HUARI Y CONFORMACIÓN DE LA PLATAFORMA INTERINSTITUCIONAL

La formulación del PDCPH se basa en el marco de Apoyo a las Decisiones Robustas (ADR) e incorpora las diferentes etapas del Marco Orientador para la Formulación de Planes Directores de Cuenca desarrollado por el VRHR en el año 2014. El marco ADR permite identificar, de manera participativa, estrategias que satisfagan diferentes objetivos, considerando un amplio rango de posibles futuros inciertos. Por ejemplo, establecer cuáles acciones permitirán satisfacer el acceso al agua de manera confiable y eficiente, no solo en el presente, sino también considerando diferentes escenarios de cambio climático, crecimiento de la población, y necesidades de los sectores productivos, entre otros. Para tal efecto, el ADR se apoya en el uso de modelos y herramientas analíticas, que van acompañados de un proceso de desarrollo de capacidades y participación de las partes interesadas. El enfoque acompaña a las partes interesadas y a los responsables de la toma de decisiones en el proceso de planeación de los recursos hídricos en las cuencas. A partir de la experiencia de la formulación del PDC Rocha en el año 2019, el enfoque del programa Bolivia WATCH incorporó las etapas del Marco Orientador para la Formulación de Planes Directores de Cuenca. Según este marco, el proceso de formulación de este instrumento de planificación debe seguir las siguientes etapas: (i) Diagnóstico integral, (ii) Priorización de problemas, (iii) Construcción y validación de líneas estratégicas, y (iv) Acuerdo y aprobación.

Al comparar los lineamientos generales del Plan Nacional de Cuencas (PNC) con el marco ADR, se identificaron oportunidades para generar un nuevo marco que apoye la adopción e implementación de los lineamientos metodológicos de la política nacional actual. A través de su enfoque concreto para la toma de decisiones, el ADR contribuye en el diseño de los PDC mediante:

- La incorporación de incertidumbres a mediano y largo plazo generados por factores externos o inciertos como cambio climático, cambio de uso del suelo, cambio demográfico, entre otros.

- La aplicación de herramientas de modelación en la formulación de acciones de intervención, que no solo consideren el balance hídrico entre oferta y demanda para condiciones históricas, sino también la evaluación integrada y la comparación de las diferentes alternativas y estrategias de intervención de una cuenca. Por ejemplo, cómo aquellas intervenciones orientadas al aprovechamiento del agua con un objetivo particular tendrán repercusiones sobre otros objetivos, intereses o regiones.

- La adopción de indicadores o medidas cuantitativas de desempeño que ayuden a proyectar el progreso hacia metas y objetivos de mediano y largo plazo, a los cuales los modelos tienen un gran potencial para contribuir de manera efectiva.

Bajo estas consideraciones, se desarrolla un nuevo enfoque integrado constituido por diez pasos (ver **Figura 3**). El proceso inicia con un compromiso institucional de las entidades territoriales y, además, acompañado de un mapeo de actores que debe contribuir a la conformación de la Plataforma Interinstitucional. Luego, sigue la identificación participativa de los problemas en conjunto con la recopilación de información existente y trabajo de campo para la caracterización de los problemas, que permita la construcción de una base de datos para la formulación de herramientas de modelación y escenarios futuros. La identificación de problemas es codesarrollada entre las diferentes partes interesadas y, por lo tanto, facilita el proceso de diagnóstico de la cuenca al dirigir los esfuerzos de caracterización a temáticas clave priorizadas. Los modelos, por su parte, soportan la priorización participativa de los problemas, permitiendo complementar vacíos de información sobre el estado actual y la exploración de las tendencias de la cuenca ante las diversas incertidumbres futuras.

Durante el proceso de formulación del PDCPH y de la conformación de la Plataforma Interinstitucional se desarrollaron cinco (5) talleres que tuvieron como objetivo principal contar con una retroalimentación de los principales interesados

en la cuenca o de aquellos actores que componen las diferentes instancias de la Plataforma Interinstitucional, como se explica a continuación.

Lo anterior como garantía de que los interesados en la cuenca encontrarán reflejados sus intereses en los lineamientos estratégicos del PDC-PH.

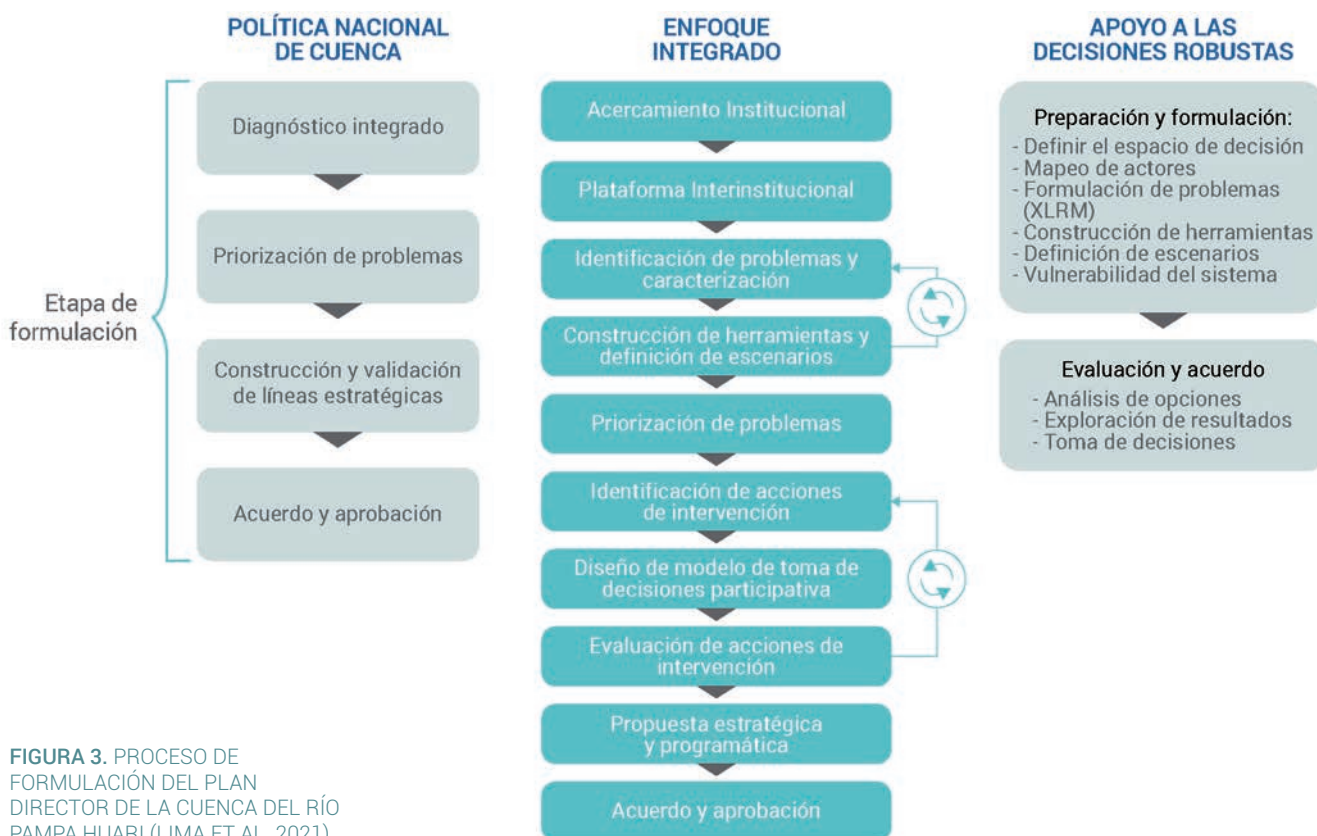


FIGURA 3. PROCESO DE FORMULACIÓN DEL PLAN DIRECTOR DE LA CUENCA DEL RÍO PAMPA HUARI (LIMA ET AL. 2021)

3.1 Plataforma interinstitucional de gestión de la Cuenca Pampa Huari

La conformación de la Plataforma Interinstitucional tiene por objetivo fortalecer la gobernanza del agua en la cuenca Pampa Huari; y con ello, tener un organismo a largo plazo compuesto de actores con diferentes intereses que puedan garantizar la implementación de las acciones formuladas en las líneas estratégicas del PDCPH. La conformación de la Plataforma Interinstitucional inició en el año 2021 empleando las directrices disponibles para el proceso de elaboración de PDC dispuestos por el MMAyA. Pasado ese proceso se convocó a todas las partes interesadas para su correspondiente aprobación el día 23 de abril del 2021 teniendo como instrumentos de validación el estatuto, el reglamento de funcionamiento y acta de la Plataforma Interinstitucional. En la **Tabla 1** se muestran los actores que componen los diferentes estamentos de la Plataforma Interinstitucional en Potosí.

En la **Tabla 1** se puede observar que tanto el Directorio como el Consejo Técnico están

conformados de instituciones a diferentes escalas (nivel municipal, departamental, y nacional). Por otro lado, el Consejo Técnico, es la instancia de la plataforma que se ha visto involucrada en la mayor cantidad de sesiones; y, por tanto, que ha realizado una mayor cantidad de actividades. El Foro o Consejo Social no ha sido conformado hasta la fecha, y una vez se tenga mayor apropiación de las instancias iniciales se espera que éste sea conformado. En términos generales, harían parte de este Consejo Social las asociaciones de productores agropecuarios, asociaciones de productores camélidos, asociación de regantes, asociaciones de empresas o servicios de agua potable, asociaciones de ingenios mineros y por los cooperativistas mineros. Finalmente, la Instancia Técnica de Gestión de Cuenca, que se contempla está conformada por los jefes o directores de las instancias técnicas de los GAMs, el Gobierno Autónomo Departamental (GAD) Potosí y un representante del VRHR. El enfoque de la nueva política nacional en temática de recursos hídricos y cuencas es, que, los GAD tomen un rol preponderante en el desarrollo de los PDC.

Institución	Plataforma Institucional en la actualidad			
	Nivel	Directorio	Consejo Técnico (Cuentan con acreditación)	Miembro
Gobierno Autónomo Municipal de Chaquí	Municipal	Si	Si	Si
Gobierno Autónomo Municipal de Tinguipaya	Municipal	Si	Si	Si
Gobierno Autónomo Municipal de Belén de Urmiri	Municipal	Si	Si	Si
Gobierno Autónomo Municipal de Porco	Municipal	Si	Si	Si
Gobierno Autónomo Municipal de Potosí	Municipal	Si	Si	Si
Gobierno Autónomo Municipal de Yocalla	Municipal	Si	Si	Si
Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR- MMAyA)	Nacional	Si		Si
Gobierno Autónomo Departamental Potosí	Departamental	Si	Si	Si
Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra (APMT)	Nacional		Si	Si
Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)	Nacional		Si	Si
Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra (APMT)	Nacional		Si	Si
Administración Autónoma para Obras Sanitarias – Potosí (AAPOS)	Municipal			Si
Universidad Autónoma Tomas Frías	Departamental			Si
Sociedad Potosina de Ecología (SOPE)	Departamental			Si

TABLA 1. ACTORES QUE COMPOENEN LA PLATAFORMA INTERINSTITUCIONAL DE LA CUENCA PAMPA HUARI

Por otro lado, la puesta en operación de la Plataforma Interinstitucional de la cuenca Pampa Huari siguió los formatos y lineamientos establecidos por el VRHR (Figura 4). Para ello se cuenta con: 1) Estatuto orgánico de la Plataforma Interinstitucional², 2) Reglamento³ y conformación del Consejo Técnico, y 3) Estrategia de financiamiento, Manual de procesos y Reglamentación para el funcionamiento de una Instancia de Gestión Operativa⁴ para el PDC.

3.2 Aplicación del marco del apoyo a las decisiones robustas (ADR) para la formulación de un PDC

Por su parte, la aplicación del marco ADR para planificación del agua en la cuenca Pampa Huari permitió generar espacios de discusión, trabajo colectivo e iteración de ideas donde tanto el equipo de SEI, como consultores externos y aquellos con intereses en la cuenca (sus autoridades y técnicos



FIGURA 4. CONFORMACIÓN DE LA PLATAFORMA INTERINSTITUCIONAL DE LA CUENCA PAMPA HUARI

² Aprobadas en la cuenca

³ El reglamento es un documento interno generado y validado por los actores a pedido del Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR)

⁴ La documentación generada para la Instancia de Gestión Operativa tampoco fue validada y socializada a pedido del Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego (VRHR).



FIGURA 5. FLUJO DE TRABAJO SEGUIDO PARA FORMULAR EL PDC PAMPA HUARI

de los gobiernos departamentales, municipales y nacional-MMAYa) tuvieron la oportunidad de abordar no solo los principales problemas que enfrenta la cuenca sino potenciales estrategias para fortalecer la gestión de los recursos hídricos. En la **Figura 5** se muestra el flujo de trabajo que se siguió para revisar la información existente, validar las problemáticas, generar información y herramientas necesarias para evaluar indicadores relacionados con la vulnerabilidad de la cuenca y finalmente generar el marco y lineamientos estratégicos para la correspondiente socialización del PDC Pampa Huari.

Finalmente, en la **Tabla 2** se resumen los principales componentes del marco XRLM, tales

como incertidumbres como cambio climático y crecimiento de la población de Potosí. Este marco se constituye en la base para desarrollar escenarios de vulnerabilidad y de estrategias con las diferentes herramientas. También se observa en la **Tabla 2** las herramientas y modelos desarrollados para la formulación del plan, los cuales son: WEAP, WASH-FLOWS, REVAMP, WaTT, Knn-bootstrap, y modelo de toma de decisiones participativa (MTDP). También se presentan los principales indicadores empleados para evaluar el estado de vulnerabilidad y el éxito de algunas estrategias y las estrategias formuladas para abordar las diferentes problemáticas con los actores que conforman la plataforma interinstitucional.

Incertidumbres (x)	Estrategias (L)
X1. Cambio climático para el horizonte 2022-2050 X2. Crecimiento poblacional de la ciudad de Potosí	L.1. Protección, conservación y restauración de los ecosistemas estratégicos para recuperar sus funciones ambientales L.2. Agua sostenible en calidad y cantidad para consumo humano y saneamiento básico L.3. Gestión del agua para la producción agropecuaria bajo riego L.4. Gestión de las actividades mineras para minimizar sus impactos en los recursos hídricos L.5. Gestión de acuerdos interinstitucionales para la gestión técnica y financiera y desarrollo de capacidades
Herramientas analíticas (R)	Indicadores de desempeño (M)
R1. Modelo WEAP R2. WASH-FLOWS R3. REVAMP R4. Knn-Bootstrapping R5. WaTT R6. Modelo de Toma de Decisiones Participativa (MTDP)	M1. Programa Conjunto de Monitoreo (JMP, por sus siglas en inglés) al nivel de servicios de agua y saneamiento M2. Área optima bajo riego M3. Demanda de agua para riego M4. Índice de uso potencial de la Minería M5. Cobertura de agua M6. Áreas con funciones ambientales M7. Caudal en diferentes tramos de los ríos M8. Cantidad de recursos recuperados M9. Nutrientes en el efluente

TABLA 2. COMPONENTES DEL MARCO XRLM PARA LA FORMULACIÓN DEL PDC-PH

3.2.1 Factores de incertidumbres en la gestión y planificación del recurso hídrico en la cuenca (X)

La identificación de las incertidumbres en el manejo integral del agua consiste en identificar, inicialmente, y luego poder evaluar la influencia de incertidumbres externas en el sistema de agua que representa la cuenca. La incertidumbre externa (X) es o son todos los factores inciertos que se salen del control de los gestores del recurso hídrico y de los usuarios del agua. Es la base para formular escenarios, pero cuyo efecto sobre el éxito de las estrategias aplicadas es desconocido. Durante la formulación del PDC se identificaron cinco tipos de incertidumbres que podrían tener implicaciones en el éxito de las estrategias y que presentan diferentes niveles. Las incertidumbres

con mayor influencia sobre el sistema de agua resultaron ser el cambio climático y el crecimiento poblacional de la ciudad de Potosí.

3.2.2 Indicadores de desempeño para evaluar problemáticas y vulnerabilidades (M)

Los **indicadores** (M) o estándares de cumplimiento son métricas que permiten evaluar la vulnerabilidad del sistema bajo futuros plausibles o el desempeño de estrategias para alcanzar un futuro exitoso. La **Tabla 3** muestra diferentes tipos de indicadores de acuerdo con las diferentes temáticas centrales o herramientas empleadas para evaluar la vulnerabilidad del sistema hídrico considerando diferentes objetivos de la gestión del agua en la cuenca Pampa Huari.

Eje temático	Dimensión	Indicador	Descripción	Herramienta
Suministro y saneamiento	Cobertura	Cobertura media (%)	Cobertura de agua segura en unidades urbanas y/o comunidades para condiciones promedio [%]	WEAP/ WASH-FLOWS
	Suministro	Niveles de servicio de agua e higiene (%) acorde al JMP	Progreso en materia de nivel de servicios de agua para consumo e higiene en las comunidades (%)	WASH-FLOWS
	Saneamiento	Niveles de servicio de saneamiento (%) acorde al JMP	Progreso en materia de nivel de servicios de saneamiento en las comunidades (%)	WASH-FLOWS
Gobierno Autónomo Municipal de Porco	Requerimientos de riego	Déficit de riego (CMS)	Demanda insatisfecha en áreas bajo riego en condiciones promedio [m3/s]	WEAP
	Área de riego	Área optima de riego (ha)	Área optima de riego en condiciones promedio [ha]	WEAP
	Recuperación de recursos	Cantidad de recursos recuperados (CMA)	Cantidad de recursos recuperados en promedio según el sistema de tratamiento seleccionado a nivel urbano. Puede ser efluente (m3/año) o compost (ton/año)	REVAMP
		Nutrientes en el efluente que pueden ser recuperados (ton/año)	Nutrientes (N, P, K) promedio en el efluente en concentración (mg/l) o en carga (ton/año)	REVAMP
Cuerpos de agua y funciones ambientales	Caudal	Caudal medio (CMS)	Caudal en diferentes tramos de los ríos para condiciones promedio [m3/s]	WEAP
		Caudal mínimo (CMS)	Caudal mínimo para el periodo de tiempo simulado [m3/s]	WEAP
		Caudal máximo (CMS)	Caudal máximo para el periodo de tiempo simulado [m3/s]	WEAP
	Impactos acumulados en el río	Funciones ambientales (%)	Coberturas con funciones ambientales acumuladas en tramos de los ríos [%]	WaTT
Minería	Impactos acumulados en el río	Uso del territorio para minería (%)	Uso del territorio para minería acumulado en tramos de los ríos [%]	WaTT

TABLA 3. INDICADORES PARA EVALUAR EL DESEMPEÑO DE LA LÍNEA BASE Y LAS ACCIONES PROPUESTAS DE ACUERDO CON LOS EJES TEMÁTICOS

3.2.3 Herramientas analíticas para evaluar y planificar el recurso hídrico en la cuenca (R)

Las herramientas, o modelos (R) permiten establecer los estados futuros potenciales del sistema hídrico como función de las estrategias seleccionadas y de la manera en que se manifiestan las incertidumbres. Para la formulación del PDC-PH se desarrollaron herramientas y modelos de sistemas de recursos hídricos que responden plenamente a los problemas identificados y tienen la capacidad y la flexibilidad de incorporar diferentes incertidumbres futuras (X) en la evaluación de las acciones de intervención (L). El desempeño de las acciones o estrategias se puede medir o evaluar a través de indicadores (M). Dado el enfoque participativo propuesto, el desarrollo de las herramientas y modelos requirieron la participación de las partes interesadas que conformaron la plataforma interinstitucional en diferentes etapas de su implementación como la recolección de información, implementación, calibración y validación, y diseño de indicadores de desempeño (M). A continuación, se describen brevemente los modelos y herramientas desarrolladas en el marco de la formulación del PDC-PH.

En el marco de la implementación del Programa Bolivia WATCH, el MTDP está constituido por tres componentes principales: diferentes herramientas analíticas, una interfaz de visualización de indicadores y un panel de decisión (Figura 6). Las herramientas analíticas integradas son las siguientes: Sistema de Evaluación y Planificación del Agua (WEAP, Water Evaluation And Planning System en inglés), Herramienta para Mapeo del Valor de los Recursos en los residuos domésticos (REVAMP, Resource Value Mapping en inglés), Herramienta de Topología de Cuencas Hidrográficas (WaTT, Watershed Topology Tool en inglés) y la Herramienta de Modelación de la Calidad de los Servicios y Flujos Domésticos de Agua y Saneamiento, (WASH-FLOWS, Water, Sanitation, and Hygiene & FLOWS en inglés). WEAP se constituye en la herramienta principal a la cual están acopladas el resto, ya que el acople tiene una funcionalidad dinámica que permite evaluar las acciones de manera integral y desde el enfoque de cuenca, pero incluyendo aspectos sectoriales.

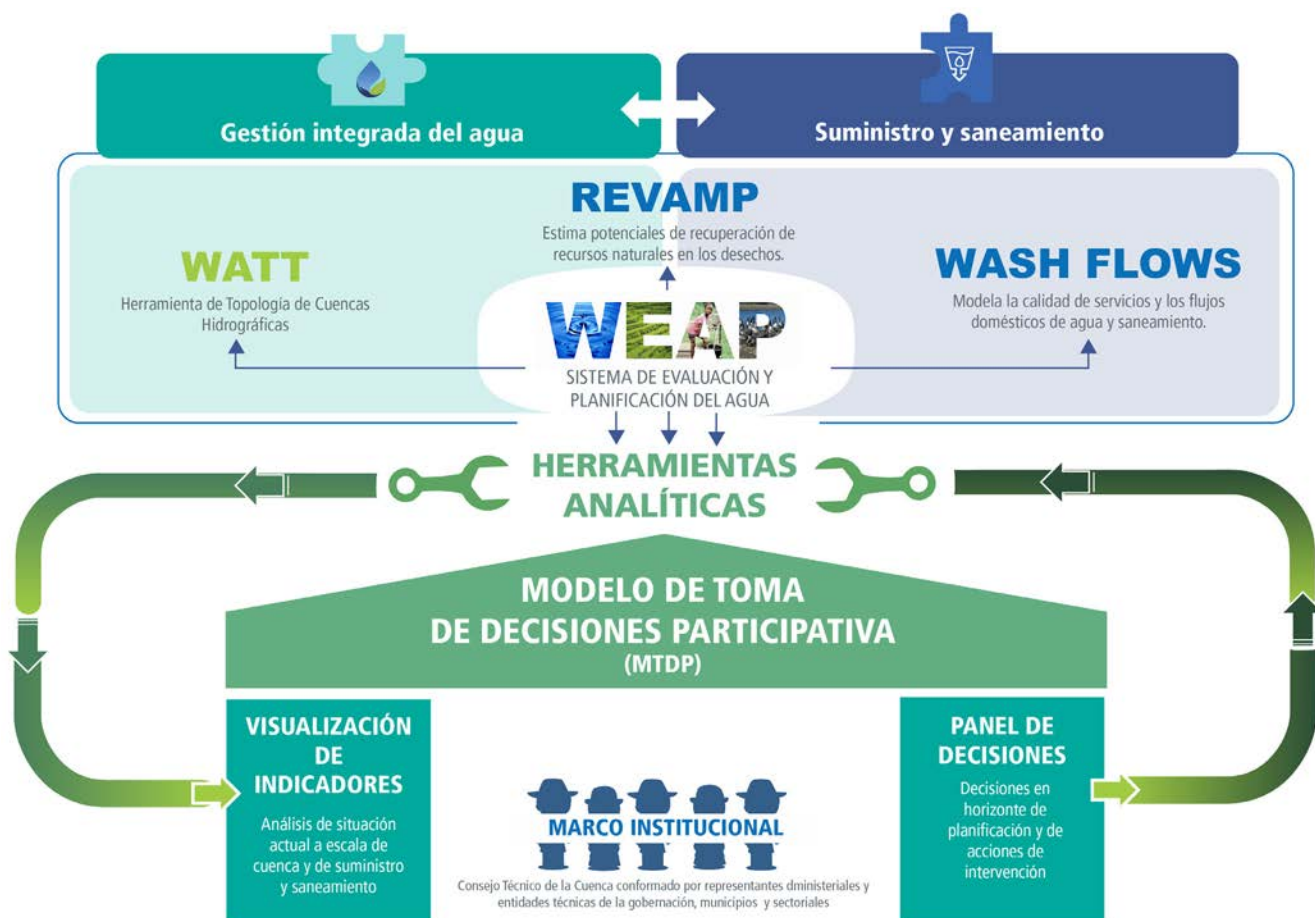


FIGURA 6. MODELO DE TOMA DE DECISIONES PARTICIPATIVA (MTDP) PARA FORMULACIÓN DE PLANES DIRECTORES DE CUENCA

- El Modelo de Toma de Decisiones Participativas (MTDP) es una herramienta que apoya la toma de decisiones integrando acciones de intervención a escalas de acciones WASH y de la cuenca misma. En este sentido, este enfoque facilitó el diálogo y la participación de las partes interesadas principalmente en la evaluación de acciones de intervención y la construcción de estrategias de gestión. Este enfoque integra herramientas (WEAP, REVAMP, y WASH-FLOWS), visualización de resultados de decisiones tomadas y un panel de decisiones donde el marco institucional puede deliberar para evaluar distintas estrategias.

- El sistema para la evaluación y planificación del recurso hídrico (WEAP) es un sistema que representa y simula aspectos relacionados la gestión del agua en la cuenca tanto en condición de clima histórico (1980-2015) como futuro (2022-2055) y que van desde la respuesta hidrológica de la cuenca Pampa Huari, pasando por el suministro, asignación y distribución del agua para los diferentes usuarios del agua.

- El método de vecino más cercano (Knn-Bootstrapping) es un método que permite reducir la escala de las proyecciones de GCMs a un nivel de microcuencas con lo que se pueden generar narrativas de cambio climático.

- WASH-FLOWS es una herramienta analítica que permite estimar el nivel de servicios de agua potable y saneamiento básico de hogares

y comunidades. En este sentido, la herramienta ofrece una perspectiva integrada pero simplificada de dichas condiciones, siguiendo la metodología de "escaleras de servicio" creada por el Programa de Monitoreo Conjunto (JMP por sus siglas en inglés) desarrollado por UNICEF y la OMS.

- Mapeo de Valor de los Recursos (REVAMP) es una herramienta que permite explorar el potencial de recuperación de distintos residuos urbanos mediante diferentes alternativas de manejo.

3.2.4 Estrategias (L)

Las medidas, o estrategias de gestión (L) que constituyen acciones, estrategias y alternativas que los tomadores de decisiones consideran explorar y que afectarán el estado del sistema se desarrollaron a partir de las temáticas centrales. Las diferentes temáticas centrales inicialmente identificadas giran en torno a cuerpos de agua y funciones ambientales, suministro de agua y saneamiento ambiental, actividades agropecuarias bajo riego, operaciones mineras, riesgos climáticos y pobreza y género. Estas temáticas fueron configuradas con el fin de validar y complementar la lista de las posibles acciones y estrategias para resolver los problemas a corto, mediano y largo plazo identificadas en las etapas previas de la formulación del PDC-PH. El resultado final generó las cinco estrategias que se muestran en la **Figura 18**.



4

PROBLEMÁTICAS Y VULNERABILIDADES DE LA CUENCA

En la cuenca Pampa Huari se identificaron diferentes problemáticas como el limitado acceso al agua, la contaminación del agua de varios afluentes, la degradación de tierras y el incumplimiento de políticas agroambientales. Lo anterior se genera a partir de la revisión del Diagnóstico Integral Participativo del 2018, un taller y serie de encuentros con representantes que podrían tener concurrencia en cada una de las problemáticas identificadas. En el taller de identificación de problemas que tuvo lugar el 02 de septiembre del 2020 los actores pudieron validar problemáticas recurrentes e identificar otras recientes, como por ejemplo las afectaciones de estructuras vitales por causa de eventos extremos.

La información sistematizada dio lugar a la conformación de cuatro temáticas centrales (Agua y Saneamiento, Cuerpos de Agua y Funciones Ambientales, Sector Minero y Sector Agropecuario) y dos temáticas transversales (Pobreza y Género y Riesgos Hidroclimáticos) con sus respectivas dimensiones y algunos potenciales indicadores que permiten abordar de forma comprehensiva las distintas problemáticas de la cuenca (**Figura 7**), así como profundizar en las transformaciones que se requieren para generar el cambio. En la revisión del diagnóstico no se encontró profundización de las temáticas transversales de riesgos hidroclimáticos y género y equidad social, sin embargo, a partir del ejercicio participativo, se vio la necesidad de desarrollarlos.

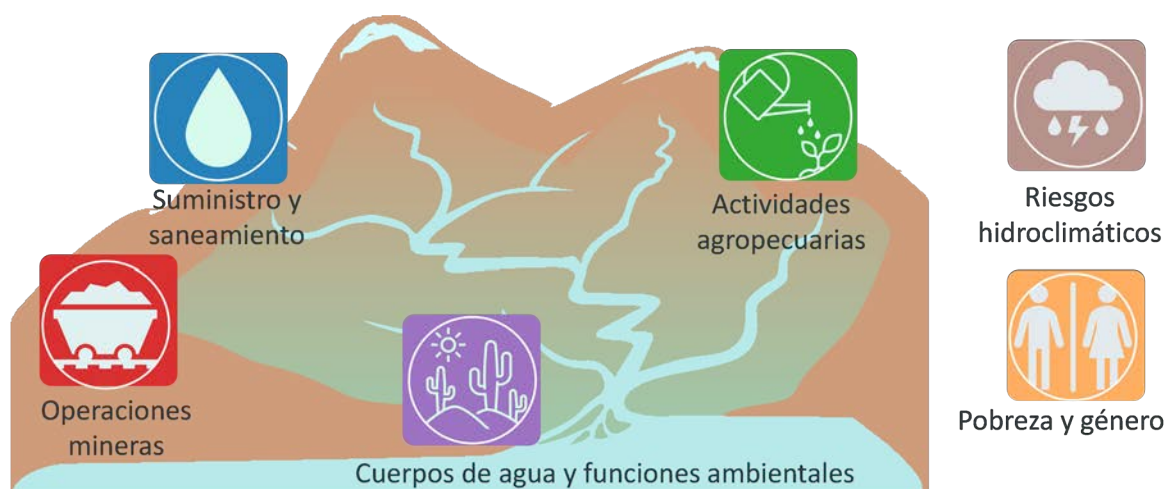


FIGURA 7. EJES TEMÁTICOS CONFORMADOS PARA ANALIZAR LA VULNERABILIDAD DE LA CUENCA

4.1 Calidad del agua superficial y caudales disponibles

Como se mencionó en la anterior sección se evaluaron diferentes escenarios relacionados con las incertidumbres identificadas con el fin de evaluar la vulnerabilidad futura del sistema bajo las condiciones actuales. Se observa que la variación de caudales responde principalmente a los escenarios de clima futuro donde el porcentaje de cambio del caudal medio en relación con el clima histórico resulta bastante alto para caudales máximos y de estiaje. El caudal medio tendría una disminución por debajo del 20%, mucho más significativa que el aumento que no superaría el 5%. Lo anterior puede significar un impacto enorme en los ríos y lagunas, y sus

funciones ambientales a causa de la disminución de la disponibilidad hídrica en el mediano y largo plazo.

En el mismo sentido, analizando algunos componentes de balance hídrico se observa que tanto el flujo base como el interflujo serían afectados negativamente bajo escenarios de cambio climático. Aunque esto no resulta nuevo, si llama la atención que la disminución en el flujo base tendría una repercusión en la recarga de aguas subterráneas. Esta situación afectaría considerablemente a algunas comunidades que actualmente no cuentan con un buen nivel de servicio de agua potable y saneamiento básico puesto que esta es una de las potenciales alternativas para garantizar un abastecimiento

constante para esta y otra actividad que tienen lugar en la cuenca.

Por otro lado, para evaluar la vulnerabilidad de la cuenca en términos de la calidad del agua se clasificaron diferentes tramos de los ríos monitoreados según su clasificación de acuerdo con la normativa vigente tanto para la temporada de lluvia (Figura 8) como seca (Figura 9). En términos generales se encontró que los usuarios con vulnerabilidad de alta a muy alta son las

poblaciones de La Puerta, San Idelfonso, Villa Collo, Villa Concepción, San Antonio, La Palca, El Molino, Jesús del Valle que se ubican en la parte media de la cuenca; mientras que los usuarios con vulnerabilidad Alta por encontrarse aguas abajo de las áreas de actividades mineras y afluentes son las comunidades de Tarapaya, Miraflores, y Mondragón. La mayor fuente de contaminación está relacionada con las actividades mineras y las aguas residuales de la ciudad de Potosí.

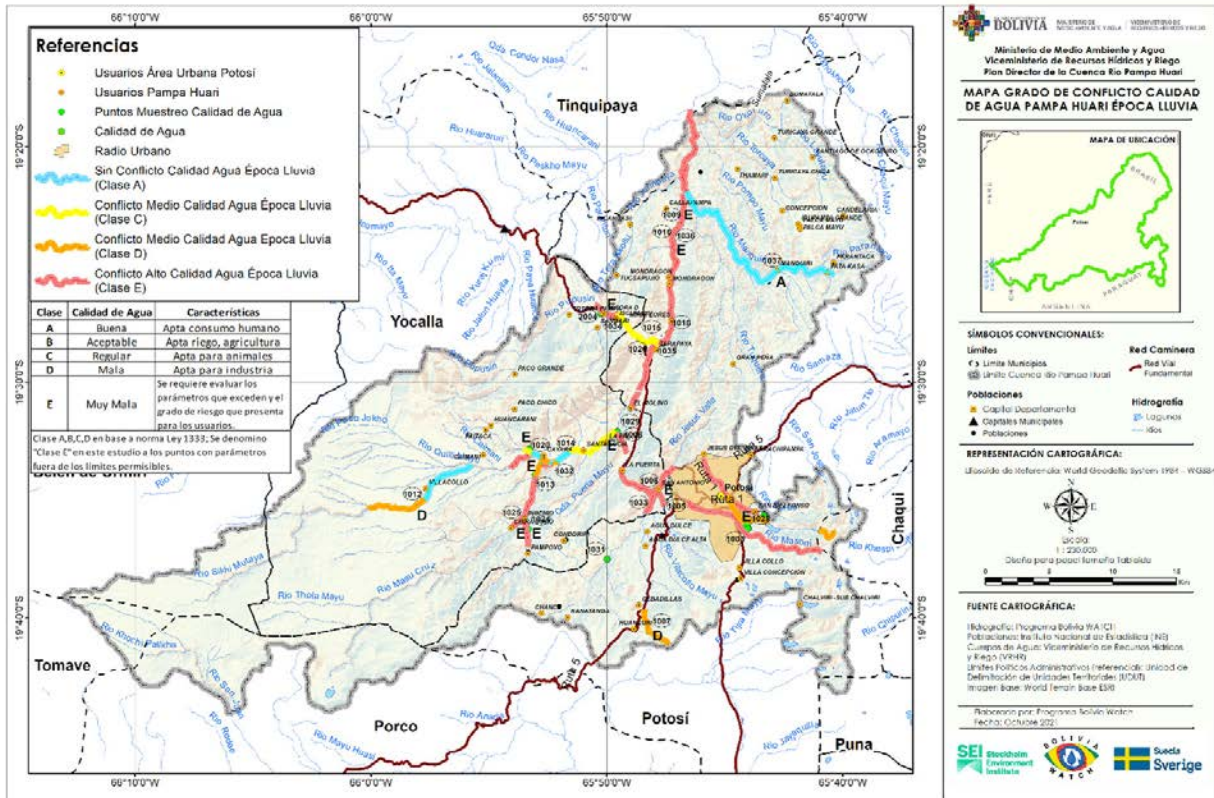


FIGURA 8. MAPA TRAMOS CONFLICTO CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL PAMPA HUARI ÉPOCA DE LLUVIAS

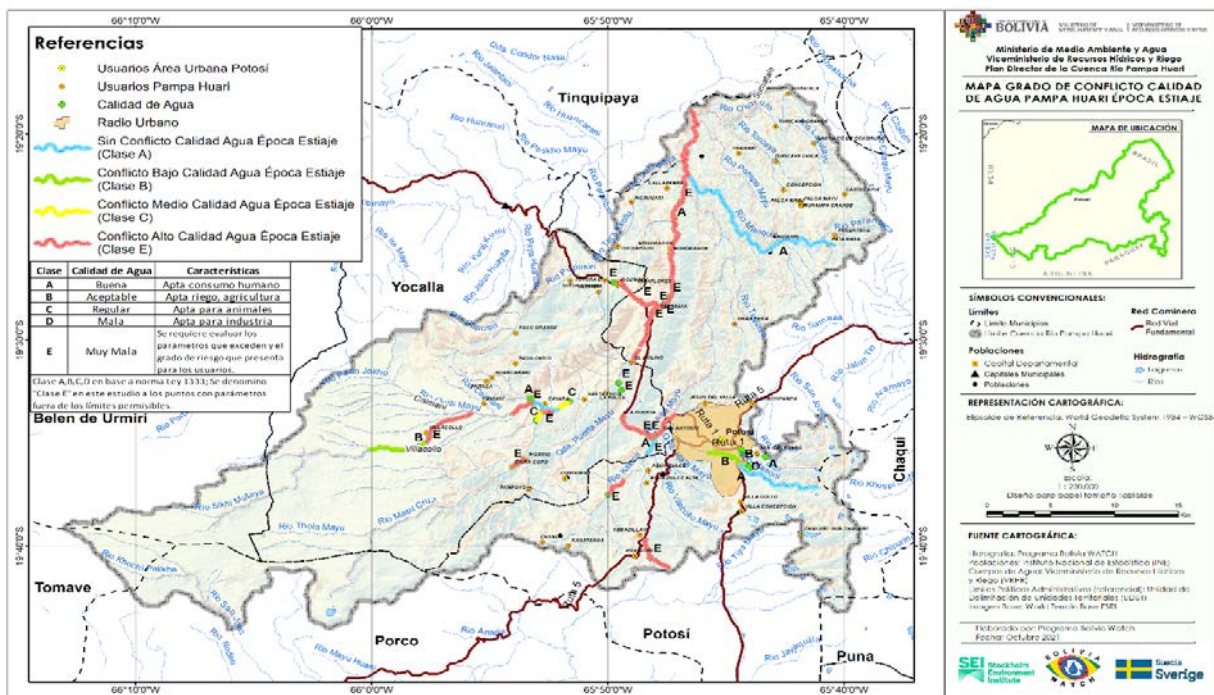


FIGURA 9. MAPA TRAMOS CONFLICTO CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL PAMPA HUARI ÉPOCA DE ESTIAJE

Los tramos que presentan concentraciones que exceden los límites máximos permisibles para usar el agua para consumo humano durante época de lluvia (**Figura 8**); y que por tanto son clasificados como Clase E se encuentran principalmente en la parte media y baja de la cuenca y en las inmediaciones de la ciudad de Potosí. Por su parte, en época de estiaje (**Figura 9**) esta tendencia se mantiene, aunque menos marcada donde la calidad del agua contiene parámetros tales como plomo, cianuro libre, aluminio, amonio, antimonio, cloro libre que exceden los umbrales aceptables para consumo.

El mayor riesgo para las comunidades es el consumo de agua con Plomo, pues excede las concentraciones máximas permisibles aun con tratamiento de agua para consumo humano. El plomo en altas concentraciones puede producir Anemia, hipertensión, disfunción renal, toxicidad en los órganos reproductores. Adicionalmente, la concentración de oxígeno disuelto es baja en varias de las mediciones y este parámetro puede afectar al ecosistema y sus especies, si la disminución es prolongada e inferior a 4 mg/l para la mayoría de las especies.

4.2 Funciones Ambientales

La evaluación de la degradación de las características biofísicas y de sus funciones ambientales desarrolló una metodología que permitiera tener una caracterización de las diferentes propiedades y una priorización de

microcuencas que permite hacer más eficiente la asignación de los recursos en aquellas unidades hidrográficas que lo requieran con mayor urgencia. La cuenca Pampa Huari presenta deterioros ambientales complejos, siendo esto mucho más visibles a nivel de las microcuencas (promedio 100 km²) con características muy particulares en cuanto al grado de degradación en las partes altas, medias y bajas. Así mismo, estas microcuencas se encuentran influenciadas por la expansión caótica de los asentamientos urbanos, semi urbanos y otros factores, que se han venido dando debido al cambio de uso de los suelos. La degradación de las microcuencas se atribuye a algunos factores naturales como litología (tipo de material), pendientes e inestabilidad de la zona; así como otros factores antrópicos como mala gestión de sistemas de siembra y manejo de áreas agrícolas, actividades mineras y planificación territorial inadecuada.

De acuerdo con lo anterior se identificaron tres unidades hidrográficas para ser priorizadas debido a la degradación de sus funciones ambientales con el fin de promover la implementación de proyectos de Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) y Manejo Integrado de Cuenca (MIC). Lo anterior fue socializado y concertado con unidades técnicas de los municipios de Potosí, Yocalla y con la Gobernación de Potosí. En esta concertación también se planteó un orden de prioridad de intervención en la cuenca del río Pampa Huari, teniendo en cuenta las siguientes características (**Figura 10**):

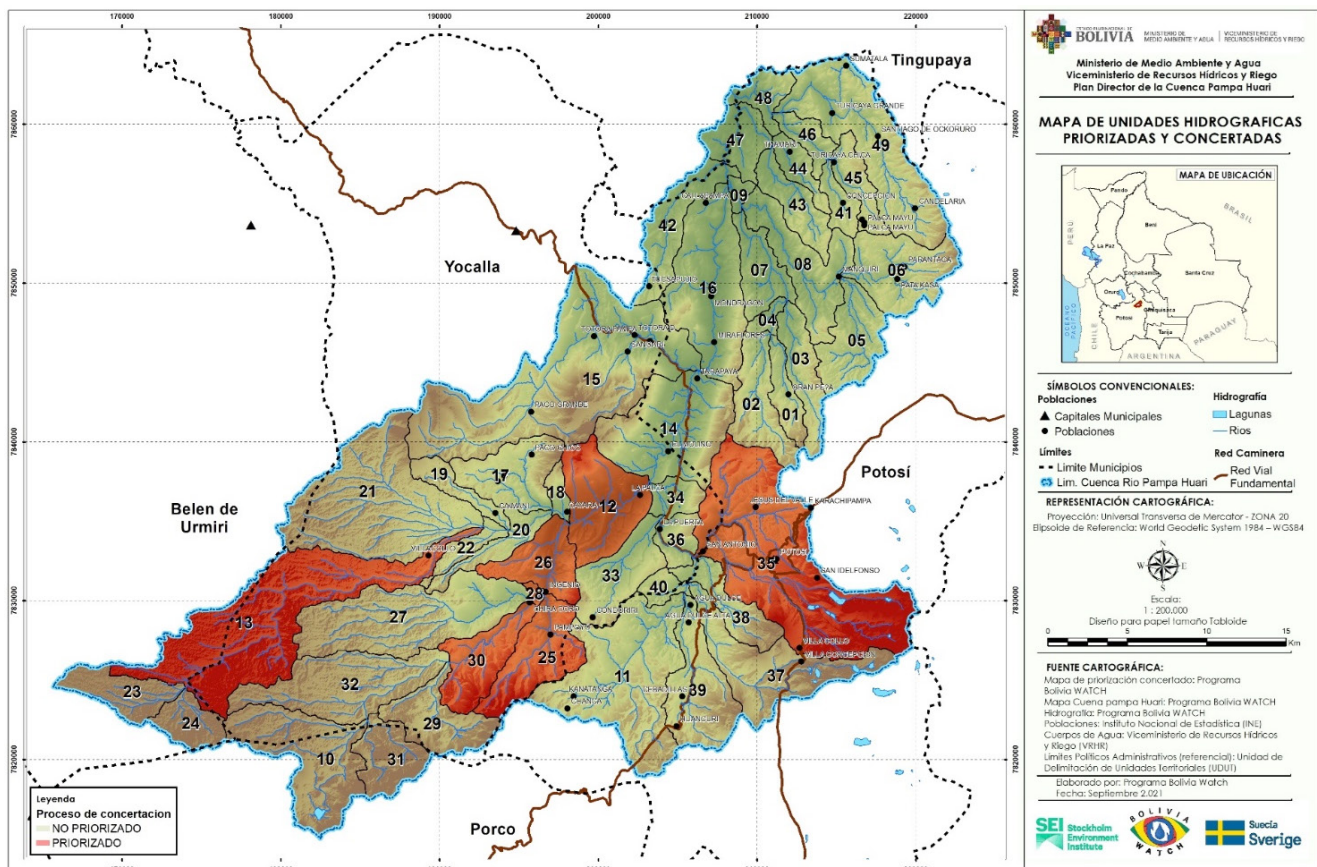


FIGURA 10. MAPA DE PRIORIZACIÓN DE MICROCUENCAS EN EL PROCESO DE CONCERTACIÓN PARA LA CUENCA DEL RÍO PAMPA HUARI

- Prioridad 1 Microcuenca Kari Kari: Protección de las fuentes de agua para la población de Potosí
- Prioridad 2 Microcuenca Santa Lucia: Reversión de procesos de erosión, mejora de la gestión del agua para producción. Cuenca modelo pedagógica.
- Prioridad 3 Microcuenca Villacollo: Protección de la biodiversidad en cabeceras y fuentes de agua para la producción agrícola bajo riego.

4.3 Agua y saneamiento

La escasez del agua, falta de los servicios de agua y saneamiento en los hogares, la falta de tratamiento de las aguas residuales y la contaminación del agua son las principales problemáticas relacionadas con la provisión de agua y saneamiento doméstico en la cuenca Pampa Huari.

Referente al suministro de agua para las 40 comunidades consideradas dentro de modelo WASH-FLOWS, se observó que 14 comunidades (35% del total) tienen un suministro menor a 50 l/hab-d, mientras que los 26 restantes (65% del total) presentan suministro de agua de entre 50 y 96 l/

hab-d. La comunidad con mayor vulnerabilidad debido al bajo suministro entregado es Irupampa Grande, donde solamente se reciben alrededor de 6 l/hab-d de agua. La comunidad que más agua recibe es Miraflores, con un suministro diario de alrededor de 96 l/hab-d. De acuerdo con la norma NB-689, y tomando en cuenta las características geográficas de localización y número de habitantes en cada comunidad (según censo INE 2012), las comunidades de Sumatala, Irupampa Chica, Santa Lucía y Cebadillas se encuentran por debajo de lo establecido como límite inferior de dotación diaria (30-70 l/hab-d). Los niveles de servicio de agua se estimaron siguiendo el marco del Programa Conjunto de Monitoreo (JMP por sus siglas en inglés) establecido por la OMS y UNICEF, teniendo en cuenta datos sobre el tipo, ubicación y tiempo a la fuente, al igual que sobre la calidad y disponibilidad de agua en cada comunidad. 8 de las 40 comunidades incluidas en la herramienta analítica WASH-FLOWS presentan vulnerabilidad con relación a sus servicios de agua, ya que menos del 69% de su población tiene acceso a servicios de agua gestionados de manera segura o básicos según lo establecido por el JMP (Figura 11).

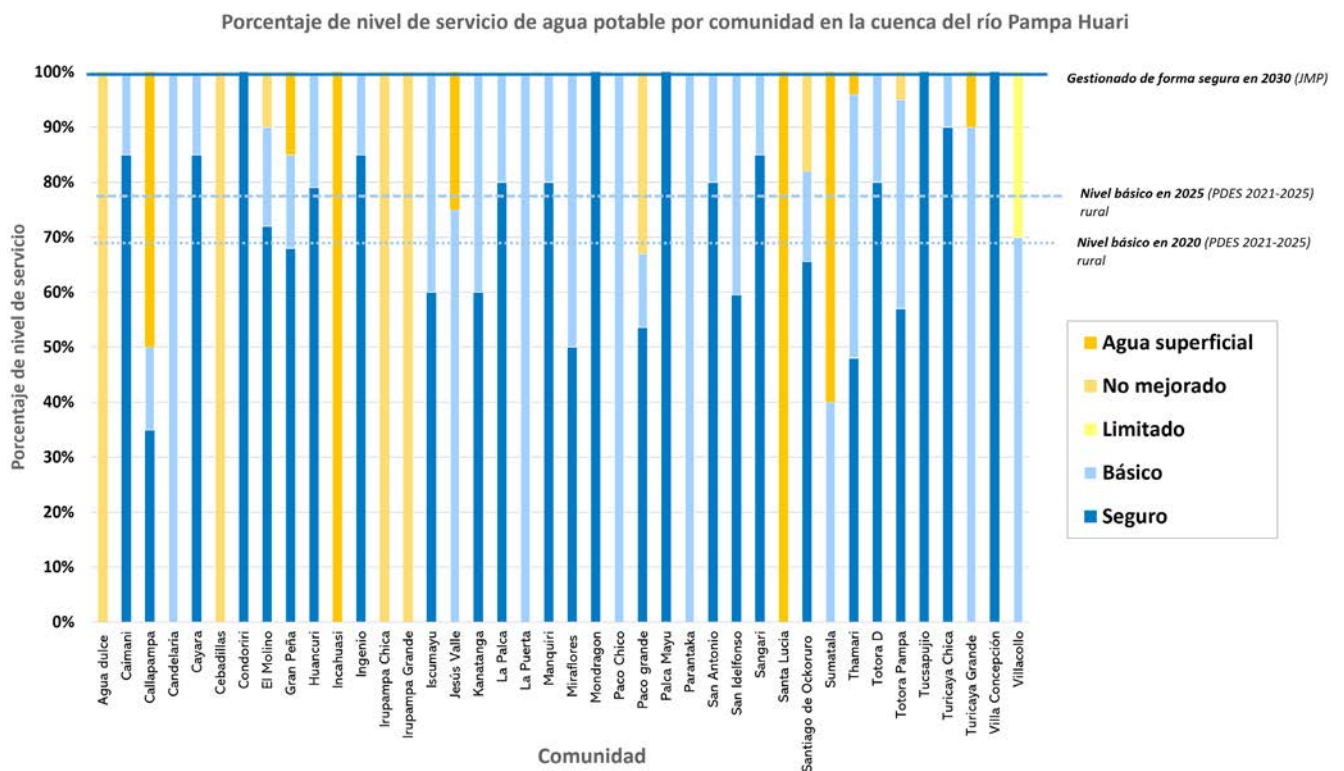


FIGURA 11. PROGRAMA CONJUNTO DE MONITOREO (JMP) AGUA – NIVEL DEL SERVICIO DE AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO PAMPA HUARI

Usando datos sobre la infraestructura de saneamiento disponible en diferentes etapas de la cadena (p.ej. tipo y ubicación de baño, método de contención y transporte, tratamiento in-situ o centralizado) se calculó la carga contaminante de DBO por excretas que llegan al ambiente. Todas las comunidades incluidas en las herramientas analíticas presentan vulnerabilidad por su carga contaminante al ambiente con valores en el rango 10.1 – 15.1 kg DBO/hab-d siendo 12.8 kg DBO/hab-d la mediana (**Figura 12**).

De las comunidades evaluadas, solamente 6 (15% del total) están por encima de la meta de cobertura de saneamiento a nivel básico establecida en el Plan de Desarrollo Económico y Social (PDES) 2021-25. Según la meta 1.3 acción 1.3.3.2

del mismo, al 2020 las comunidades rurales deberían tener al menos un 45% de cobertura de saneamiento básico y las consideradas urbanas, al menos un 70.6%. Las otras 34 comunidades se encuentran en estado de vulnerabilidad y sobresale que en promedio aproximadamente el 80% de las comunidades registra prácticas de defecación a campo abierto, variando desde el 5% en la población de El Molino, hasta un 100% en las comunidades de Agua Dulce, Callapampa, Candelaria, Condoriri, Irupamapa Grande, Kanatanka, Manquiri, Paco Chico, Palca Mayu, Parantaka, Santiago de Ockoruru, Thamari, Tucsapujio, Turicaya Chica, Turicaya Grande y Villacollo.

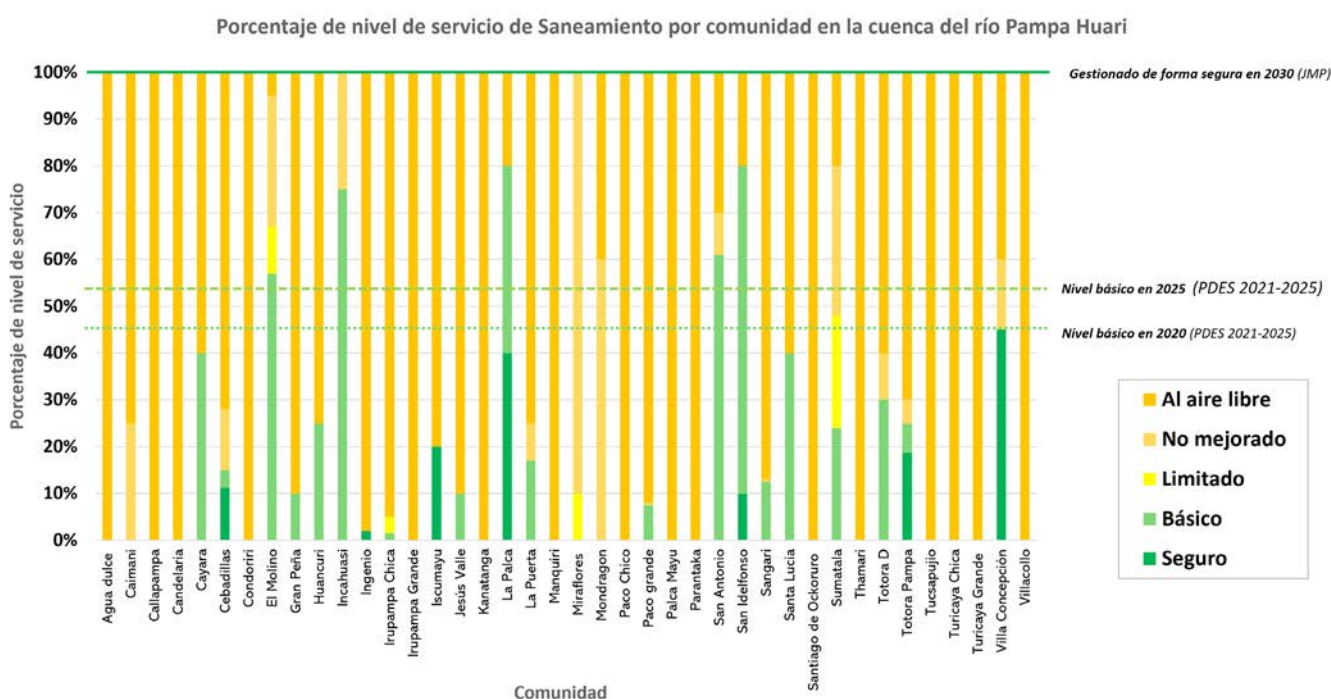


FIGURA 12. PROGRAMA CONJUNTO DE MONITOREO (JMP) SANEAMIENTO – NIVEL DEL SERVICIO DE SANEAMIENTO EN LA CUENCA DEL RÍO PAMPA HUARI

Para estimar el nivel de servicio de higiene se consideró la existencia de instalaciones para el lavado de manos y la disponibilidad de agua y de jabón para dicho fin, siguiendo la metodología propuesta por el JMP. De acuerdo con los datos recabados en las comunidades incluidas dentro de la cuenca Pampa Huari, 25 comunidades (63% del total) cuentan con un nivel de servicio básico de higiene por encima del 69% de cobertura de servicios. Seis de las 40 comunidades (15% del total) tienen un nivel de servicio mayormente limitado, mientras que las 9 comunidades restantes (22%) se encuentran en estado de

vulnerabilidad al no contar con instalaciones para realizar prácticas de higiene en el hogar (**Figura 13**).

Porcentaje de nivel de servicio de Higiene por comunidad en la cuenca del río Pampa Huari

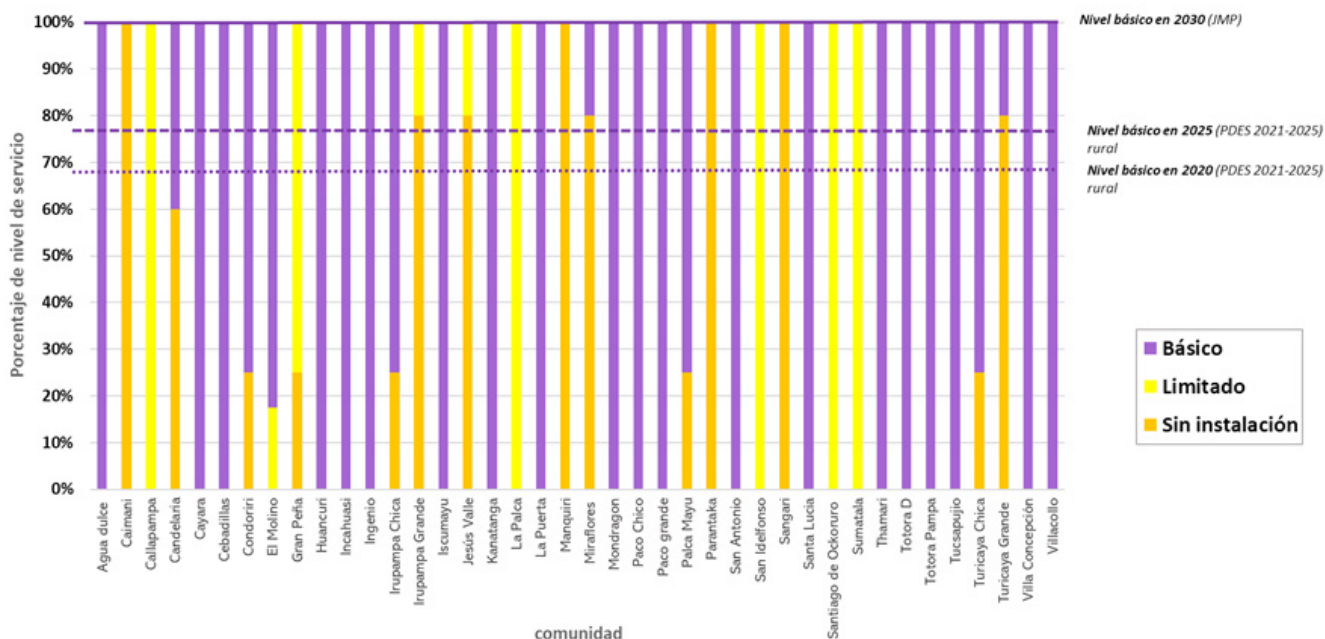


FIGURA 13. PROGRAMA CONJUNTO DE MONITOREO (JMP) HIGIENE – NIVEL DEL SERVICIO DE HIGIENE EN LA CUENCA DEL RÍO PAMPA HUARI

4.4 Riego agrícola

La producción agrícola es baja en la cuenca Pampa Huari. En muchos de los casos no se alcanza a garantizar la seguridad alimentaria y tampoco se generan ingresos adicionales debido a la falta de agua para el riego de los cultivos y el uso inapropiado del recurso suelo. Contradictoriamente, la mayoría de los pocos sistemas de riego que existen en la cuenca se encuentran en condiciones regulares. A partir de esto se derivan problemas como desnutrición en miembros de las familias e insatisfacción de las necesidades básicas de las familias campesinas.

La agricultura bajo riego se encuentra ubicada principalmente en la parte media y bajo de la cuenca. En este sentido, las unidades hidrográficas con mayor extensión en áreas bajo riego, y que, por tanto, mayor demanda de agua presentan son aquellas ubicadas en la parte media; tales como Huancarani, Ingenio Mayu, Quebrada Wislurimayu y Totora D (Figura 14). Sin embargo, en estas zonas se observa que las Áreas regables son muy superior a las Áreas de riego óptimo reflejando tanto el déficit hídrico como el mal manejo de las tierras bajo riego.

Áreas regables (marrón) vs. áreas de riego óptimo (verde) - Valores en las barras representan la cobertura de demanda

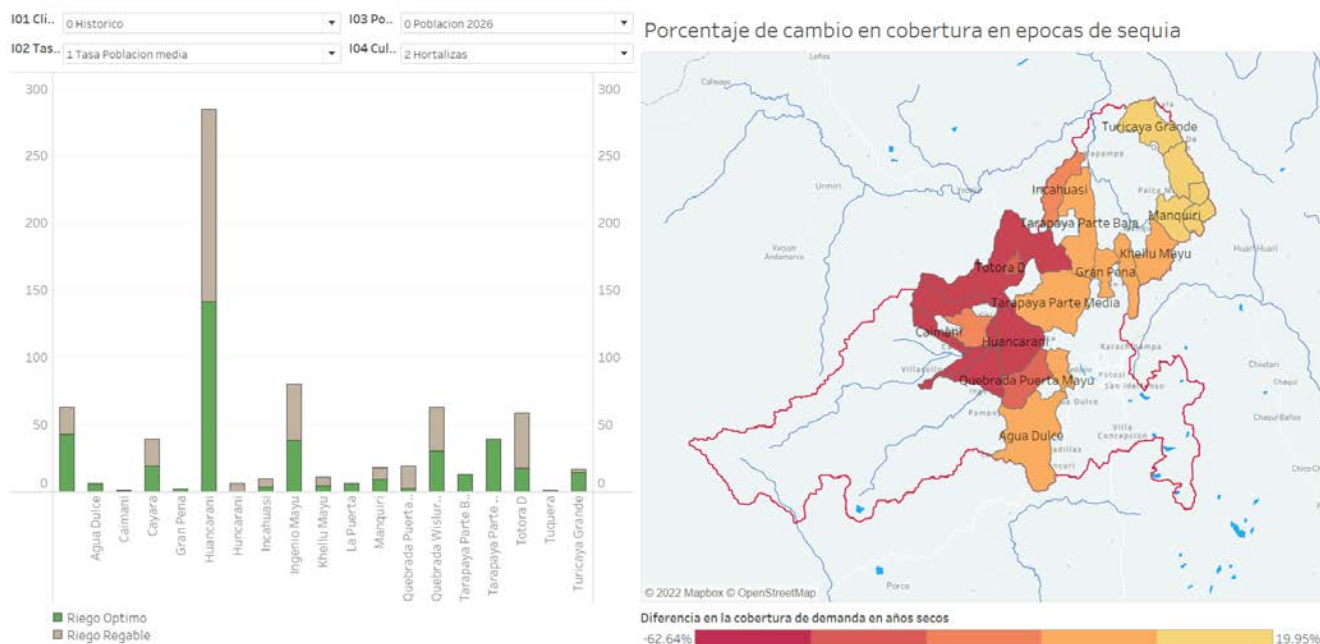


FIGURA 14. ÁREAS REGABLES Y COBERTURA DE AGUA PARA RIEGO

Por su parte, la matriz de vulnerabilidad (Figura 15) que relaciona las diferentes incertidumbres que presentaría el sistema hídrico (escenarios de clima futuro, cambio poblacional en la ciudad de Potosí y las otras comunidades dentro de la cuenca, y cambio de patrón de cultivo) muestra

que bajo las circunstancias actuales un grupo importante de áreas bajo riego presentan dificultades para cubrir la demanda de agua, con cobertura de riego por debajo del 40%. Lo anterior coincide con lo comentado anteriormente.

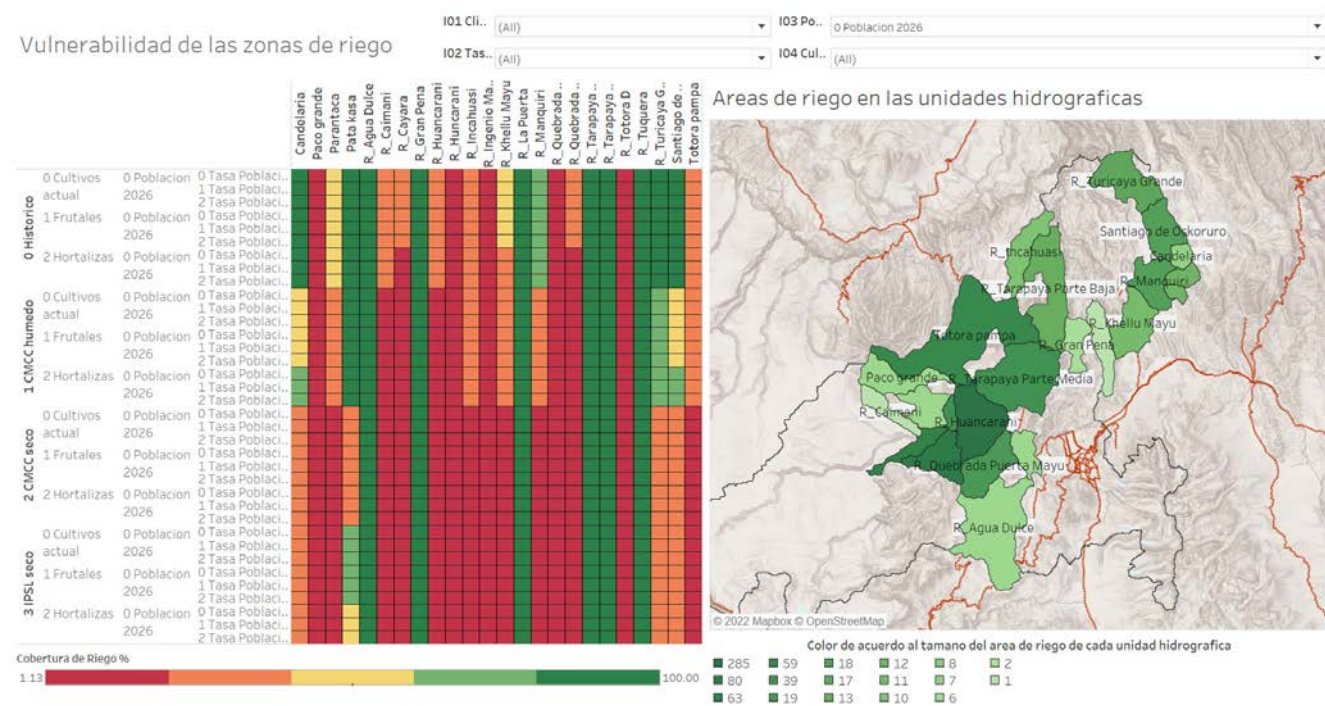


FIGURA 15. MATRIZ DE VULNERABILIDAD DE ÁREAS AGRÍCOLAS BAJO RIEGO

Un cambio de cultivo donde se incrementen las hortalizas en un 25% generaría una disminución de la misma cobertura de riego en la mayoría de las áreas agrícolas. Lo anterior se agudiza un poco en el caso en el que se produzca un crecimiento demográfico alto en las comunidades y/o de áreas bajo riego. Esto puede indicar un posible "trade-off (canje o disputa)" entre el acceso al agua para uso doméstico y riego de cultivos en la parte media de la cuenca. Lo descrito anteriormente puede ser aún más crítico bajo escenarios de cambio climático (escenario húmedo y escenarios seco y más seco), especialmente para las cuencas de la parte media, tales como Paco Grande, Caimani, Cayara, Hunocarani, Ingenio Mayu, Totor D y Pampa, entre otras.

Algo interesante que se observa es que, en algunas unidades hidrográficas, compuestas por interfluvios y valles por donde pasa el curso de agua principal, presentan mayor resiliencia, y, por tanto, cobertura superior al 90% incluso bajo escenarios de cambio climático seco (Agua Dulce, Gran Peña, La Puerta, Tarapaya Parte Media y Baja, entre otras). De acuerdo con lo anterior resulta urgente explorar estrategias que optimicen el uso del recurso hídrico en las áreas bajo riego existentes. El incrementar las

áreas agrícolas bajo riego bajo las circunstancias actuales podría agudizar la situación descrita en la matriz de vulnerabilidad.

4.5 Minería

La actividad minera en la cuenca del río Pampa Huari, aunque contribuye en los ingresos económicos de la región, también genera impactos ambientales negativos considerables para la calidad del agua para diversos usos. Por otro lado, las industrias mineras extractivas y de beneficio de minerales compiten constantemente por acceder a su cuota de agua para desarrollar sus procesos. Por todos estos motivos, el agua se constituye en el centro del conflicto entre diversos intereses y necesidades en la cuenca Pampa Huari. En todo este panorama, la minería juega un papel determinante, por los siguientes motivos:

- Las operaciones mineras están ubicadas normalmente en las cabeceras de los valles, por lo cual tienen un acceso privilegiado a las fuentes primarias de agua.
- Como producto de los procesos mineros no solo se disminuye la cantidad del agua disponible, sino que muy comúnmente, se modifica la calidad de estas aguas.

- Las actividades mineras pueden modificar los cauces naturales de las aguas superficiales, afectar a los reservorios de aguas subterráneas e impactar a los cuerpos de agua.

A partir del análisis de conectividad realizado, se puede visualizar el potencial impacto acumulativo de las actividades mineras (IUPM) no solamente desde su ubicación geográfica, sino que también es posible observar cómo se transfiere espacialmente para toda la cuenca. En la **Figura 16** se observa al lado izquierdo los tramos del río bajo mayor presión ambiental (indicados por los rangos de valores más altos y

de color en rojo) que resultan ser los que tienen concesiones mineras (áreas en color rojo). Se ha identificado que existen conflictos por el agua entre usuarios, especialmente, porque las áreas mineras coinciden con unidades hidrográficas que presentan mayor presión por el agua como lo son PH-79, PH-83 y PH-84. Por ejemplo, al sureste de la cuenca, en las inmediaciones de la ciudad de Potosí se resaltan tramos con potenciales impactos en las unidades que conforman el subsistema Chaluma que actualmente no provee agua al sistema urbano de la ciudad de Potosí porque presenta problemas de contaminación.

Índice de uso potencial del territorio por la minería (IUPM)

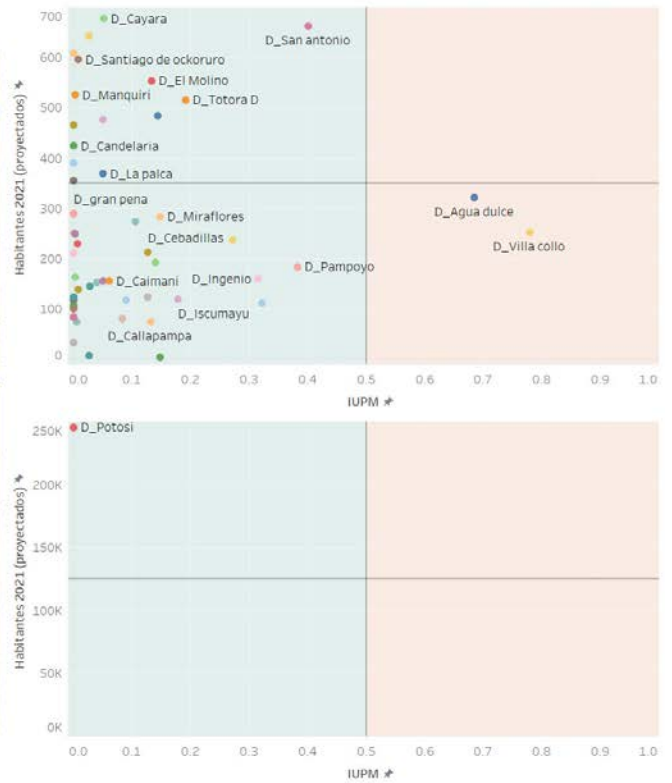
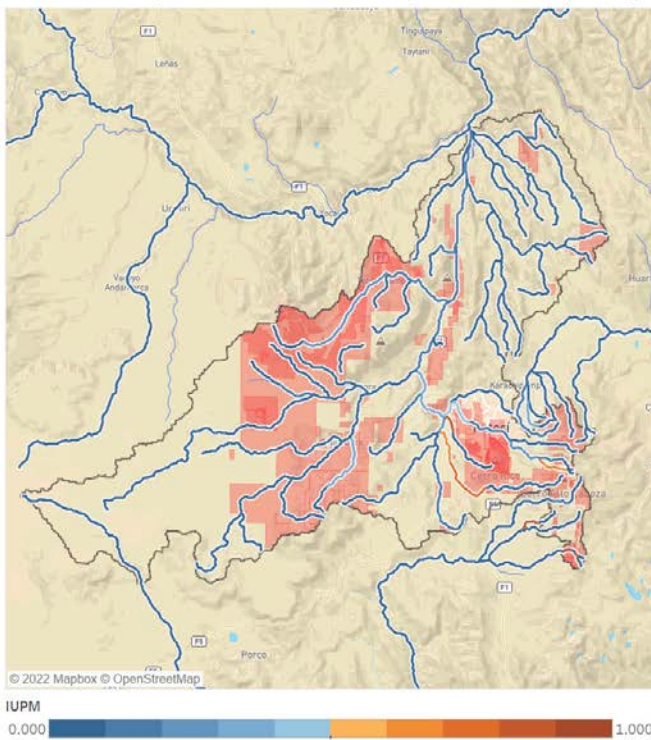


FIGURA 16. ÍNDICE DE USO POTENCIAL DEL TERRITORIO POR LA MINERÍA (IUPM)

4.6 Género y pobreza

El análisis de género y pobreza es transversal a los temas de agua, saneamiento y agricultura. Para la recolección de información en campo, se utilizó una guía de entrevista abierta con enfoque de pobreza y equidad de género, aplicando el Marco Multidimensional de Pobreza. Este enfoque permite lograr una perspectiva y un análisis holístico de la pobreza y de la participación de las mujeres en temas de agua para consumo, agua para riego, saneamiento básico, manejo de residuos; así como la identificación de las principales vulnerabilidades que se presentan en las comunidades que pertenecen a la cuenca Pampa Huari.

Los resultados obtenidos a partir de la construcción de índices de pobreza multidimensional permiten establecer recomendaciones sobre la priorización de comunidades para la implementación de proyectos de infraestructura para mejorar el acceso al agua y saneamiento de las cuencas (**Figura 17**). En el caso de la cuenca de Pampa Huari, las comunidades con mayores niveles de pobreza multidimensional, según la escala de medición del IPM, se encuentran en el municipio de Potosí. Esta lista representa un criterio para la priorización de comunidades al momento de establecer el plan de implementación de proyectos de infraestructura en agua y saneamiento. La priorización de las comunidades más pobres permite reducir los niveles de desigualdad existentes en la cuenca.

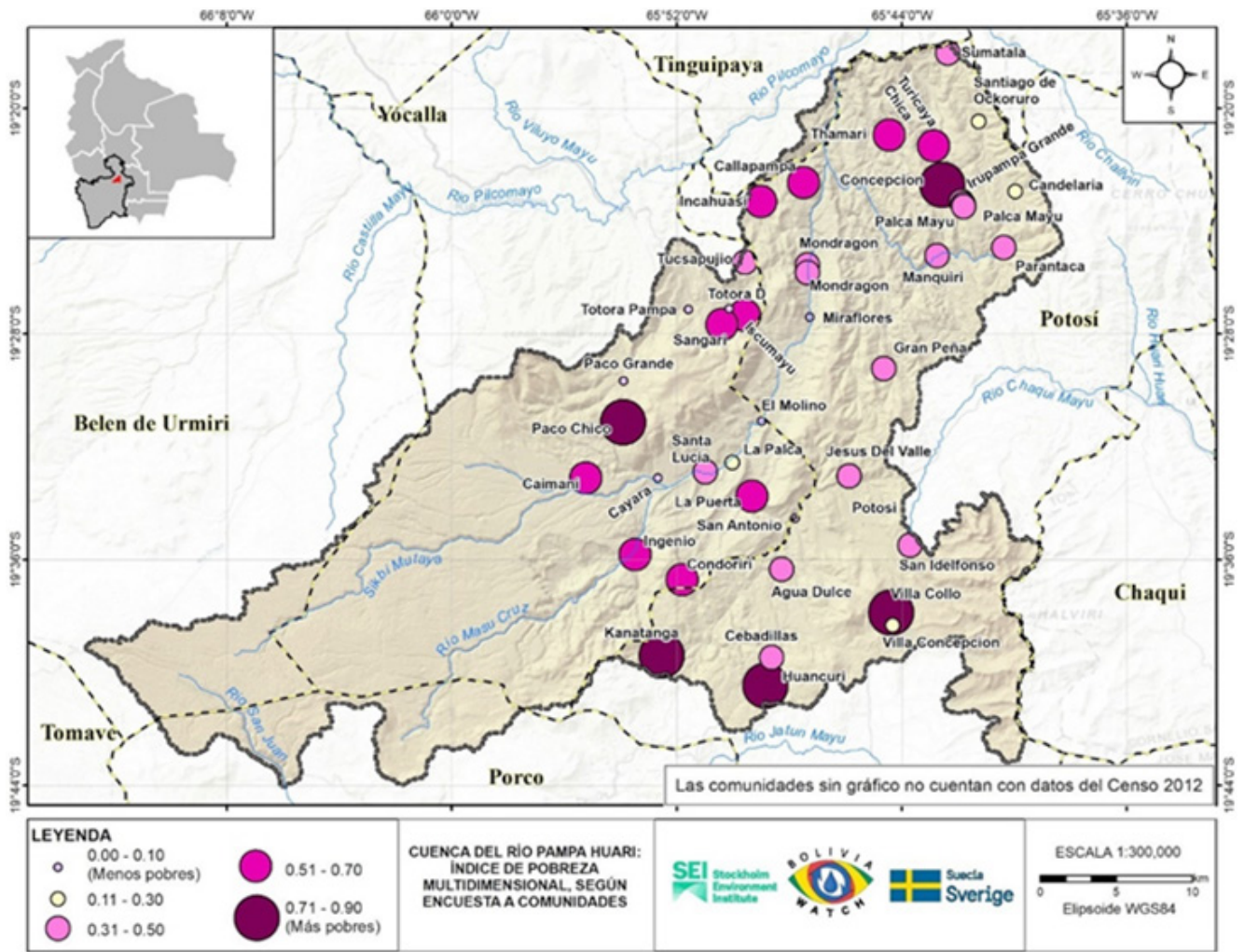


FIGURA 17. ÍNDICE DE POBREZA MULTIDIMENSIONAL PARA LA CUENCA DEL RÍO PAMPA HUARI, SEGÚN QUINTILES



5

MARCO ESTRATÉGICO

El marco estratégico genera una visión consensuada de lo que se desea en un futuro a mediano plazo, la misión para poder alcanzar esa visión deseada y los lineamientos estratégicos constituyéndose en la hoja de ruta o carta de navegación que permitirá que la cuenca del río Pampa Huari mejore sus condiciones, hasta acercarse a su situación ideal, en el transcurso de los próximos años.

5.1 La cuenca Pampa Huari que soñamos

Visión

Cuenca sostenible, resiliente, participativa, inclusiva y con productividad agropecuaria, que cuenta con mecanismos para una buena gobernabilidad e institucionalidad, que permiten el manejo integral de los recursos hídricos superficiales y subterráneos para la regeneración y el acceso al agua para todos, respetando y cumpliendo la normativa ambiental vigente y regionalizada al contexto de la cuenca para generar un desarrollo inclusivo y con equidad de género.

5.2 ¿Qué hay que hacer para alcanzar la cuenca que soñamos?

Misión

El Plan Director de la Cuenca Pampa Huari es un instrumento participativo e inclusivo para la gestión resiliente y planificación de la gobernanza integral de los recursos naturales de la cuenca, articulado con los instrumentos de inversión pública, que considera acciones de saneamiento sostenible, tomando en cuenta su carácter productivo, ambiental e institucional, que garantiza la equidad de género, la sostenibilidad de los sistemas de vida y el bienestar social para todas las personas en la cuenca, promoviendo la formación y capacitación continua de recursos humanos para su actualización e implementación.

Lineamientos estratégicos (L)

Los lineamientos estratégicos orientarán las diferentes acciones que deben tener lugar en la cuenca en el corto, mediano, y largo plazo. Estos recogen una visión integral para abordar las diferentes problemáticas identificadas en la cuenca Pampa Huari (**Figura 18**).



FIGURA 18. LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS FORMULADOS PARA ALCANZAR LA CUENCA QUE SOÑAMOS

6

MARCO PROGRAMÁTICO

Se desarrollaron los Lineamientos Estratégicos agrupados en la **Tabla 4** con el fin de responder a las problemáticas, las vulnerabilidades más

sobresalientes en la cuenca y el marco estratégico formulado para generar el cambio deseado.

Línea estratégica	Líneas de acción	Costo de inversión (Bs)
L.1. Protección, conservación y restauración de los ecosistemas estratégicos para recuperar sus funciones ambientales	LA.1.1. Manejo Integral de la microcuenca Kari...	3,355,624.00
	LA.1.2. Manejo Integral de la microcuenca Santa Lucia	8,180,783.00
	LA.1.3. Manejo Integral de la microcuenca Villacollo	2,777,706.00
	LA.1.4. Monitoreo de la calidad del agua	2,150,00.00
	Subtotal L.1.	16,464,113.00
L.2. Agua sostenible en calidad y cantidad para consumo humano y saneamiento básico	*LA.1. Plan Maestro de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario para la ciudad de Potosí	793,730,596.00
	LA.2. Ampliación de la cobertura y mejora del servicio de agua potable y saneamiento básico en comunidades rurales de la cuenca	54,790,608.00
	Subtotal L.2.	54,790,608.00
L.3. Gestión del agua para la producción agropecuaria bajo riego	LA.3.1. Elaboración de 11 Informes Técnico de Condiciones Previas para la revitalización del riego	165,000.00
	LA.3.2. Elaboración y ajustes de 7 Estudios de Diseño Técnico de Preinversión para tecnificación del riego	1,046,252.00
	LA.3.3. Implementación de propuestas técnicas de riego	38,382,162.00
	LA.3.4. Fortalecimiento de la producción y operación de los sistemas de riego	510,783.00
	LA. 3.5. Reúso en riego de las aguas residuales tratadas de la PTAR La Puerta	22,302,391.67
	Subtotal L.3.	62,406,592.00
L.4. Gestión de las actividades mineras para minimizar sus impactos en los recursos hídricos	LA.4.1. Gestión del conocimiento para minimizar el impacto de las operaciones mineras	4,000,000.00
	LA.4.2. Gestión de residuos mineros en las microcuencas mineras	3,250,000.00
	LA.4.3. Manejo y control de áreas degradadas en microcuencas mineras	600,000.00
	Subtotal L.4.	8,100,000.00
L.5. Gestión de acuerdos interinstitucionales para la gestión técnica y financiera y desarrollo de capacidades	LA.5.1. Fortalecimiento institucional para mejorar la gestión y planificación del agua en la cuenca	2,044,000.00
	LA.5.2. Fortalecimiento normativo de las instituciones	30,000.00
	LA.5.3. Articulación y dialogo local	438,600.00
	LA.5.4. Fortalecimiento de inversiones resilientes y mecanismos financieros	315,000.00
	LA.5.5. Empoderamiento de mujeres	510,300.00
	LA. 5.6. Paridad de género en toma de decisiones	438,600.00
Subtotal L.5.	3,776,500.00	
Inversión total (Bs)		145,537,813.00

*Línea de Acción que busca ser articulada en el PDC de Pampa Huari, pero que hace parte de un plan sectorial diferente

TABLA 4. RESUMEN DE LOS LINEAMIENTOS Y CORRESPONDIENTES COSTOS DE INVERSIÓN DEL PDC DE PAMPA HUARI

6.1 Línea estratégica 1. Protección, conservación y restauración de los ecosistemas estratégicos para recuperar sus funciones ambientales

A partir de la evaluación de la vulnerabilidad de la cuenca Pampa con relación a sus cuerpos de agua y funciones ambientales de la cuenca Pampa Huari se proponen acciones para disminuir la degradación de los cuerpos de agua y coberturas con funciones ambientales que, por un lado, se

desarrollan dentro del marco del Manejo Integral de Cuencas (MIC) con un horizonte de 5 años para para el manejo integral de 3 microcuencas priorizadas (Kari Kari, Santa Lucia, y Villacollo); y por otro lado, para monitorear el estado y tendencia de la calidad de agua de acuerdo con los usuarios de la cuenca. La propuesta de dichas acciones se enmarca en el PNC y contribuye considerablemente en las acciones operativas dentro del PDC-PH (Tabla 5).

Líneas de acción	Acciones	Municipio	Costo total (Bs)
Línea de acción 1.1. MIC Kari	- Manejo y control de áreas degradadas	Potosí	3,355,624
	- Control hidráulico de cauces		
	- Manejo y conservación de suelos agrícolas		
Línea de acción 1.2. MIC Santa Lucia	- Manejo de la pradera nativa y ganado	Yocalla	8,180,783
Línea de acción 1.3. MIC Villacollo	- Fortalecimiento y desarrollo de capacidades a nivel local comunal	Yocalla	2,777,706
Presupuesto Líneas de Acción en MIC (Bs)			14,314,113
Línea de acción 1.4. Monitoreo de la calidad del agua	- Optimización, operativización, consolidación de la red de monitoreo y evaluación de la calidad de agua de la cuenca	Potosí y Yocalla	2,150,000
	- Establecimiento de los objetivos de calidad de agua para los usuarios del agua de la cuenca considerando la clasificación de calidad de agua de los ríos		
Presupuesto total de la Líneas Estratégica (Bs)			16,464,113

TABLA 5. RESUMEN DE LAS LÍNEAS DE ACCIÓN EN LA LÍNEA ESTRATÉGICA 1 EN PROTECCIÓN, CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS PARA RECUPERAR SUS FUNCIONES AMBIENTALES

Las primeras tres Líneas de Acción que se proponen desde el enfoque de manejo integral para la protección de las microcuencas consideran medidas no estructurales como el manejo y conservación de suelos agrícolas, y el manejo de la pradera nativa y ganado; otras estructurales como el manejo y control de áreas degradadas y control hidráulico de cauces; y otras para el fortalecimiento de las capacidades de las comunidades locales. El análisis de priorización de las zonas de intervención se centró en los niveles de riesgo a la degradación del suelo

moderado, alto y muy alto quedando priorizadas las microcuencas del Kari Kari, Santa Lucia y Villacollo (Figura 19). El fin último con las acciones propuesta es propender por la conservación de suelos y recursos hídricos, incorporando prácticas de protección y mejoramiento, de tal forma que se controle principalmente la degradación del suelo y a su vez se realice el manejo eficiente del agua, de modo que este recurso asociado con el recurso suelo mantenga o incremente su capacidad productiva.

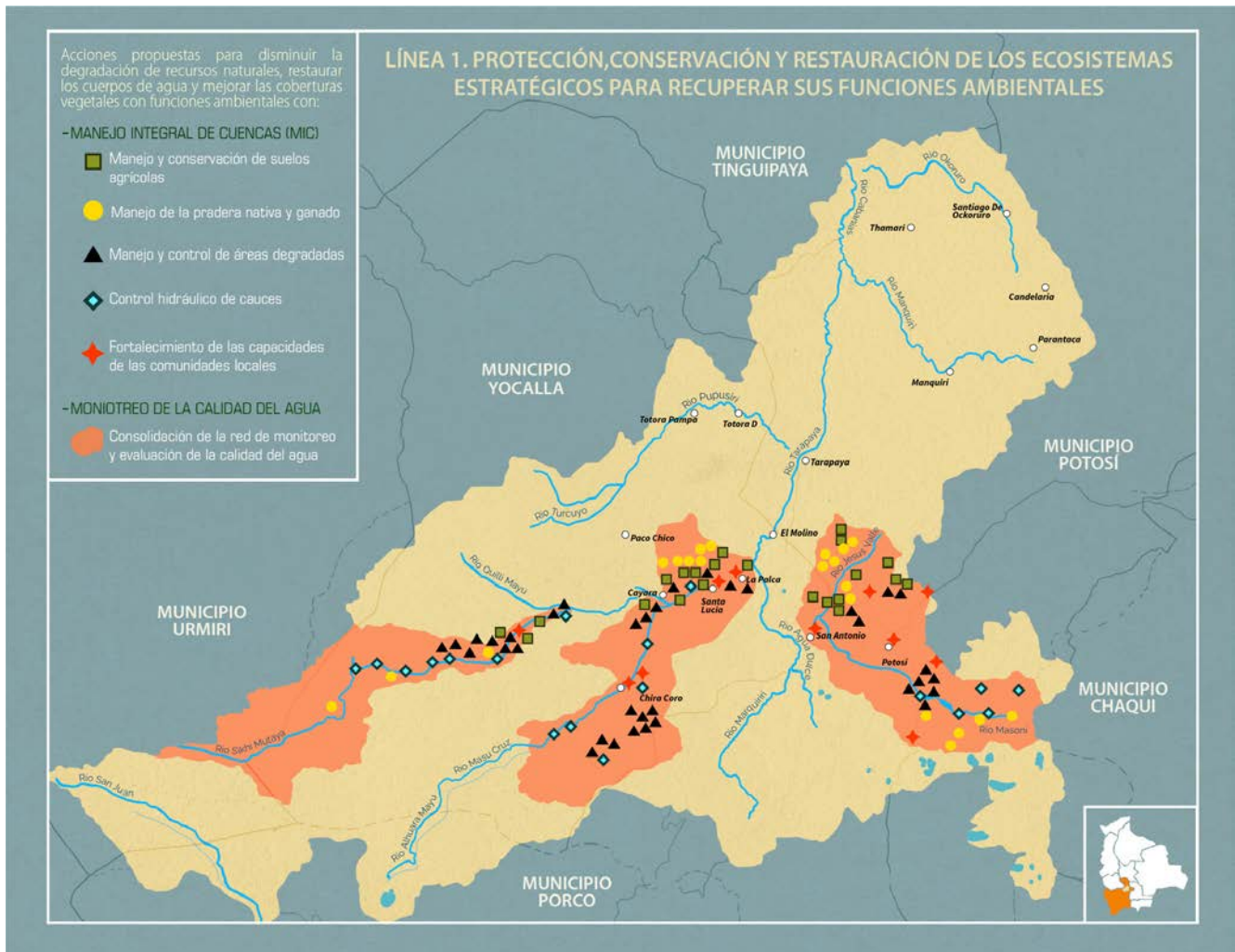


FIGURA 19. UBICACIÓN ESPACIAL DE ACCIONES Y MEDIDAS PROPUESTAS EN LA LÍNEA ESTRATÉGICA 1. PROTECCIÓN, CONSERVACIÓN, Y RESTAURACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS PARA RECUPERAR SUS FUNCIONES AMBIENTALES

La Línea de Acción 4 se enfoca en fortalecer el monitoreo de la calidad del agua en la cuenca fortaleciendo el Sistema de Monitoreo y Vigilancia Hídrica (SIMOVH), una iniciativa del MMAyA y el Gobierno Autónomo Departamental De Potosí (GADP).

los servicios de agua potable y saneamiento, siendo este la prestación pública de estos servicios, el financiamiento de la inversión con recursos fiscales y el reconocimiento a la función regulatoria del Estado correspondiente al sector (Tabla 6).

6.2 Línea estratégica 2. Agua sostenible en calidad y cantidad para consumo humano y saneamiento básico

Esta línea estratégica tiene como objetivo brindar y garantizar la calidad y cantidad de agua para consumo humano de manera sostenible gestionando la cadena de saneamiento para mitigar el impacto ambiental en los cuerpos receptores y proteger la salud humana y los ecosistemas estratégicos.

Las líneas de acción y acciones específicas se encuentran delineadas en el marco normativo e institucional vigente, para la prestación de

Línea de acción	Acciones	Municipio	Costo (Bs)
Línea de acción 2.1 Plan Maestro de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario para la ciudad de Potosí	Gestión del abastecimiento para la ciudad de Potosí (aducción)	Potosí	376,341,302
	Gestión de la demanda de agua en la ciudad de Potosí (distribución e IANC)	Potosí	107,388,522
	Tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Potosí	Potosí	202,174,749
	Servicios de saneamiento en la ciudad de Potosí	Potosí	107,826,023
Presupuesto Línea de Acción 2.1.			793,730,596
Línea de acción 2.2 Ampliación de la cobertura y mejora del servicio de agua potable y saneamiento básico en comunidades rurales	Servicios de agua en las comunidades rurales	Potosí, Yocalla, Tinguipaya	16,831,470
	Servicios de saneamiento en las comunidades rurales	Potosí, Yocalla, Tinguipaya	37,959,137.7
Presupuesto total Línea de Acción 2.2.			54,790,608

TABLA 6. RESUMEN DE LAS LÍNEAS DE ACCIÓN EN LA LÍNEA ESTRATÉGICA 2 EN AGUA SOSTENIBLE EN CALIDAD Y CANTIDAD PARA CONSUMO HUMANO Y SANEAMIENTO BÁSICO

El Plan Maestro de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (PM de AP&AS) para la ciudad de Potosí (2021) desarrollado por la Asociación Accidental es un plan sectorial, pero con implicaciones tanto en la parte alta como baja de la cuenca Pampa Huari. En ese sentido, a lo largo de la formulación algunas acciones de suministro como la incorporación de potenciales fuentes abastecimiento, el mejoramiento de las eficiencias de captación y distribución, la disminución del índice de agua no contabilizada y el reúso en riego de las aguas residuales de la PTAR La Puerta han sido consideradas y sus impactos evaluados. Por esta razón se comparte en términos generales el plan de inversión de los proyectos a corto, mediano y largo plazo que han sido considerados dentro del PM de AP&AS (2021) para la ciudad de Potosí (Tabla 6).

Por su parte, en la Línea de acción de ampliación de la cobertura y mejora del servicio de agua potable y saneamiento básico en comunidades rurales se plantean distintas tecnologías de solución para incrementar la cobertura y acceso a servicios de agua potable y saneamiento sostenible en las 40 comunidades rurales más representativas de la cuenca Pampa Huari, en función de las condiciones de vulnerabilidad de cada comunidad. Las 40 comunidades identificadas son mayoritariamente dispersas y con una población reducida en comparación con el área urbana de la cuenca. En las **Figura 20** y **Figura 21** se muestran las alternativas para ampliar la cobertura y mejorar los servicios de agua para consumo y saneamiento básico en comunidades rurales de la cuenca Pampa Huari.



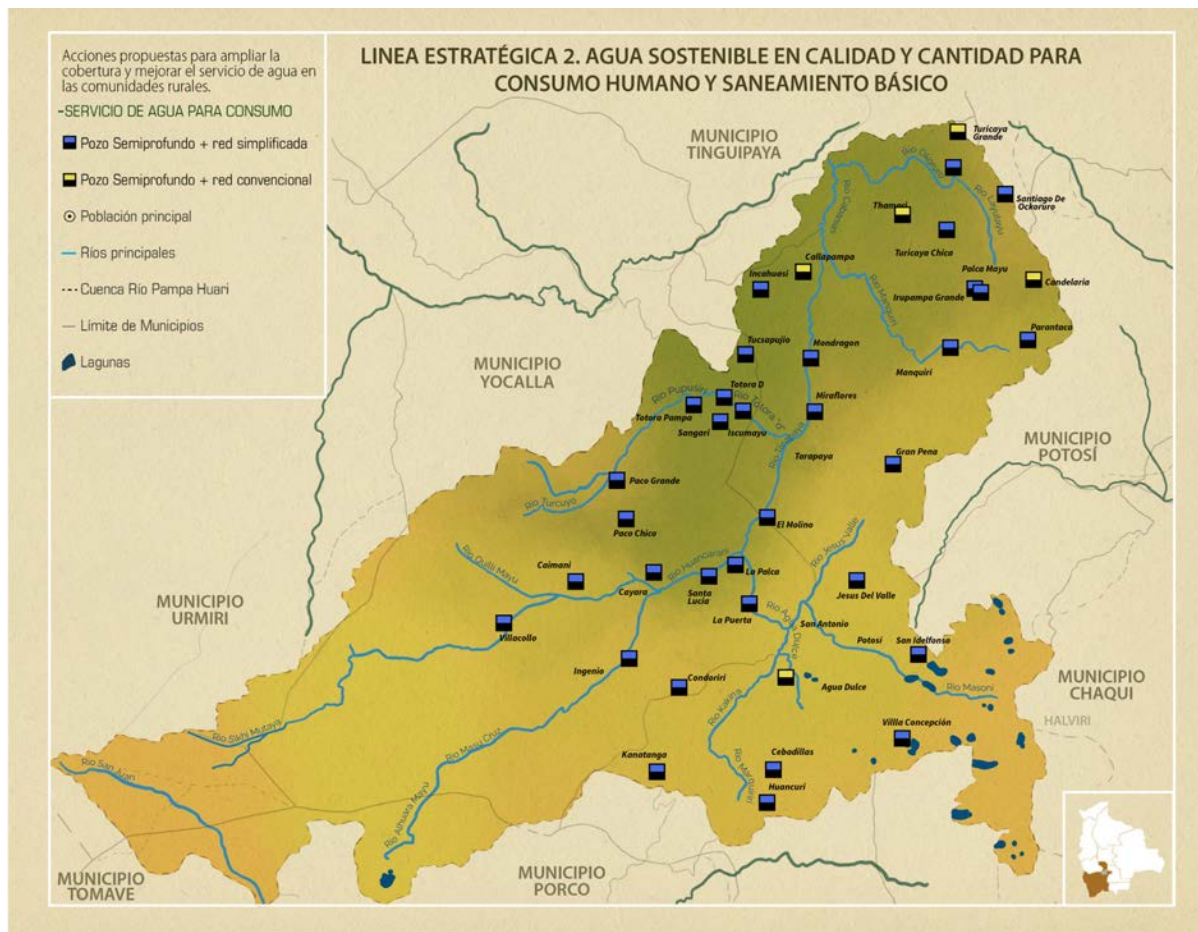


FIGURA 20. UBICACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA AMPLIAR LA COBERTURA Y MEJORAR SERVICIOS DE AGUA PARA CONSUMO EN COMUNIDADES RURALES

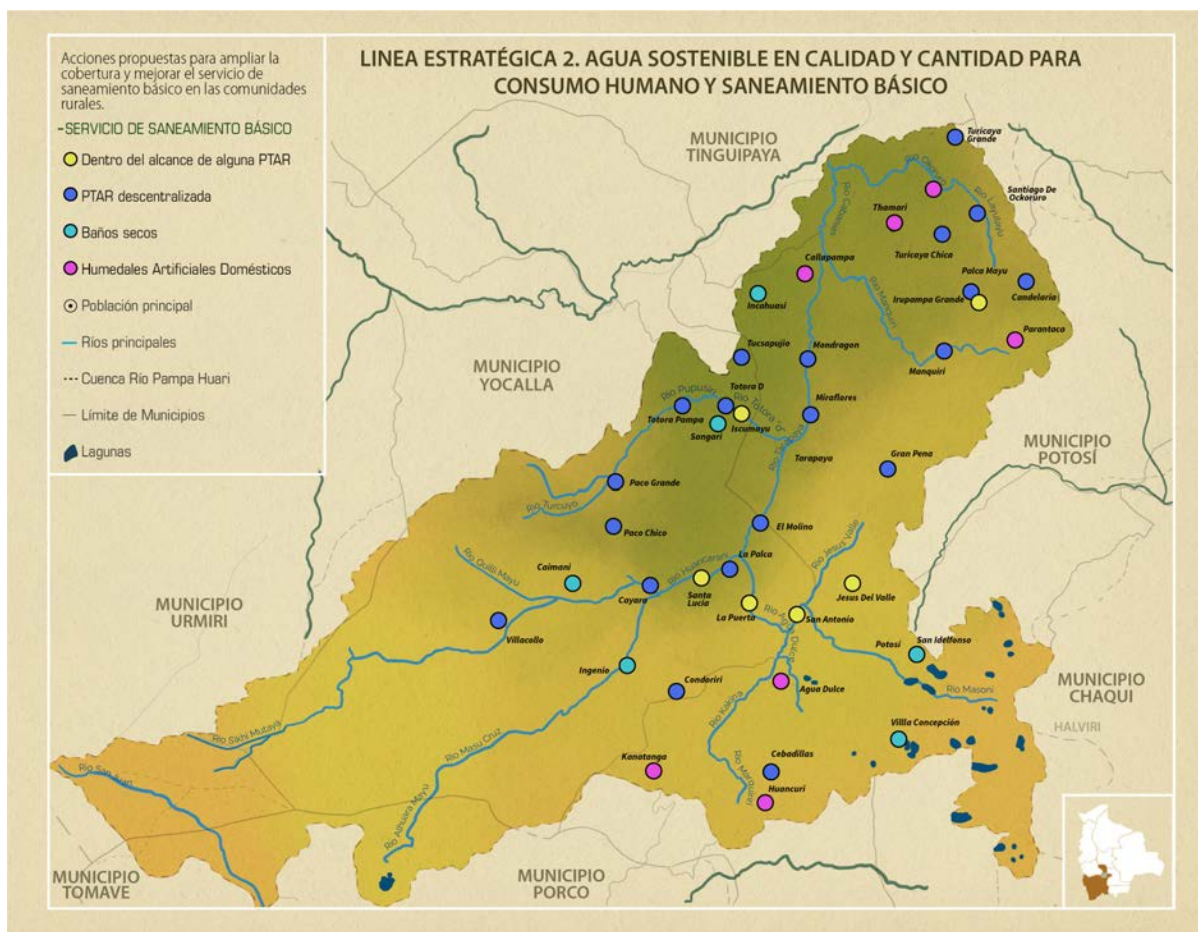


FIGURA 21. UBICACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA AMPLIAR LA COBERTURA Y MEJORAR SERVICIOS DE SANEAMIENTO BÁSICO EN COMUNIDADES RURALES

6.3 Línea estratégica 3. Gestión del agua para la producción agropecuaria bajo riego

A partir de la caracterización de aspectos biofísicos, socioeconómicos y productivos en la cuenca Pampa Huari se siguió una metodología participativa donde se convocaron actores locales e institucionales como: líderes de las organizaciones campesinas, productivas, regantes; asimismo autoridades y técnicos de los Gobiernos Autónomos Municipales de Potosí y Yocalla, Gobernación de Potosí y otras instituciones de relación o interés, que participaron en los talleres, entrevistas y visitas de campo. Durante los encuentros y las visitas a

campo se identificaron acciones de intervención que luego fueron sistematizadas y puestas en fichas técnicas con sus respectivos planes plurianual de implementación. Los participantes convocados posteriormente validaron las intervenciones propuestas. En este sentido, esta línea estratégica tiene por objetivo incrementar e innovar la producción agropecuaria bajo riego eficiente.

En concordancia con las guías del sector riego la implementación de sistemas de riego sigue pasos de Pre-Inversión e inversión, y se ha incluido otra de post-inversión (Tabla 7), por tanto, las acciones se implementarían de la siguiente manera:

Líneas de Acción	Etapas en Inversión	Municipio	Costo (Bs)
Línea de acción 3.1. Elaboración 11 ITCP Resilientes	Preinversión	Potosí y Yocalla	165
Línea de acción 3.2. Ajuste y Elaboración de 7 EDTP			1,046,252
Línea de acción 3.3. Implementación de Propuestas Técnicas de Riego	Inversión		38,382,162
Línea de acción 3.4. Fortalecimiento de la producción y operación de los sistemas de riego	Post-inversión		510,783
Línea de acción 3.5. Reúso en riego de las aguas residuales tratadas de la PTAR La Puerta			22,302,391
Presupuesto total Línea Estratégica (Bs)			62,406,592

TABLA 7. RESUMEN DE LAS LÍNEAS DE ACCIÓN EN LA LÍNEA ESTRATÉGICA 3 EN GESTIÓN DEL AGUA PARA LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA BAJO RIEGO

La mayoría de los 11 potenciales proyectos ICTPs (Informe Técnico de Condiciones Previas) tienen como fin mejorar la conducción del agua en áreas bajo riego de las comunidades de Pampoyo, Chiracoro, Ingenio, Inscu Mayu, Cayara, Santa Lucía, La Palca y el Molino, exceptuando en Kullcko que se requiere extensión de la red principal, en Huancarani que se busca mejorar el sistema de captación de las vertientes, y Paco chico que se tiene interés en mejorar la extracción de las aguas subterráneas para riego (Figura 22).

Por su parte la base de datos que relaciona los 7 potenciales proyectos EDTPs (Estudio de Diseño Técnico de Preinversión) contiene información sobre el estado actual, necesidades técnicas y financieras de cada proyecto (Figura 22). También se hizo una reevaluación para priorizar algunos de ellos de acuerdo con criterios técnicos, económicos y sociales. La elaboración de las fichas técnicas fue realizada de manera coordinada con los técnicos de los Gobiernos Autónomos Municipales de Potosí y Yocalla. En la parte media se tienen los siguientes proyectos construcción y ampliación de infraestructura para almacenamiento, conducción y aplicación

del riego en Caimani, Paitaca, Torcuyo, Kullco y Quispe. También desarrollo de infraestructura para riego por microaspersión a nivel de parcelas en Huancarani. Por su parte, en la parte baja de la cuenca se tienen los siguientes proyectos construcción de una represa o infraestructura de almacenamiento, el sistema de conducción y/o la ampliación del riego existente para mejorar la productividad en Manquiri, Ockoruro, y Turicaya Grande.

Una vez socializadas las acciones, algunos comunarios y técnicos de instituciones expresaron la necesidad de considerar acciones que apoyen la producción a través de herramientas, semillas y abonos, así como capacitación y fortalecimiento de organizaciones de regantes una vez se desarrollen las inversiones en los sistemas de riego. También para fomentar la agricultura resiliente con buenas prácticas para la adaptación al cambio climático. Por tal razón, también se consideró un presupuesto para cubrir un conjunto de acciones que buscan dar una resiliencia a las asociaciones de regantes y sostenibilidad a sus proyectos.

el fin de minimizar impactos de la minería de acuerdo con este esquema conceptual propuesto (Tabla 8).

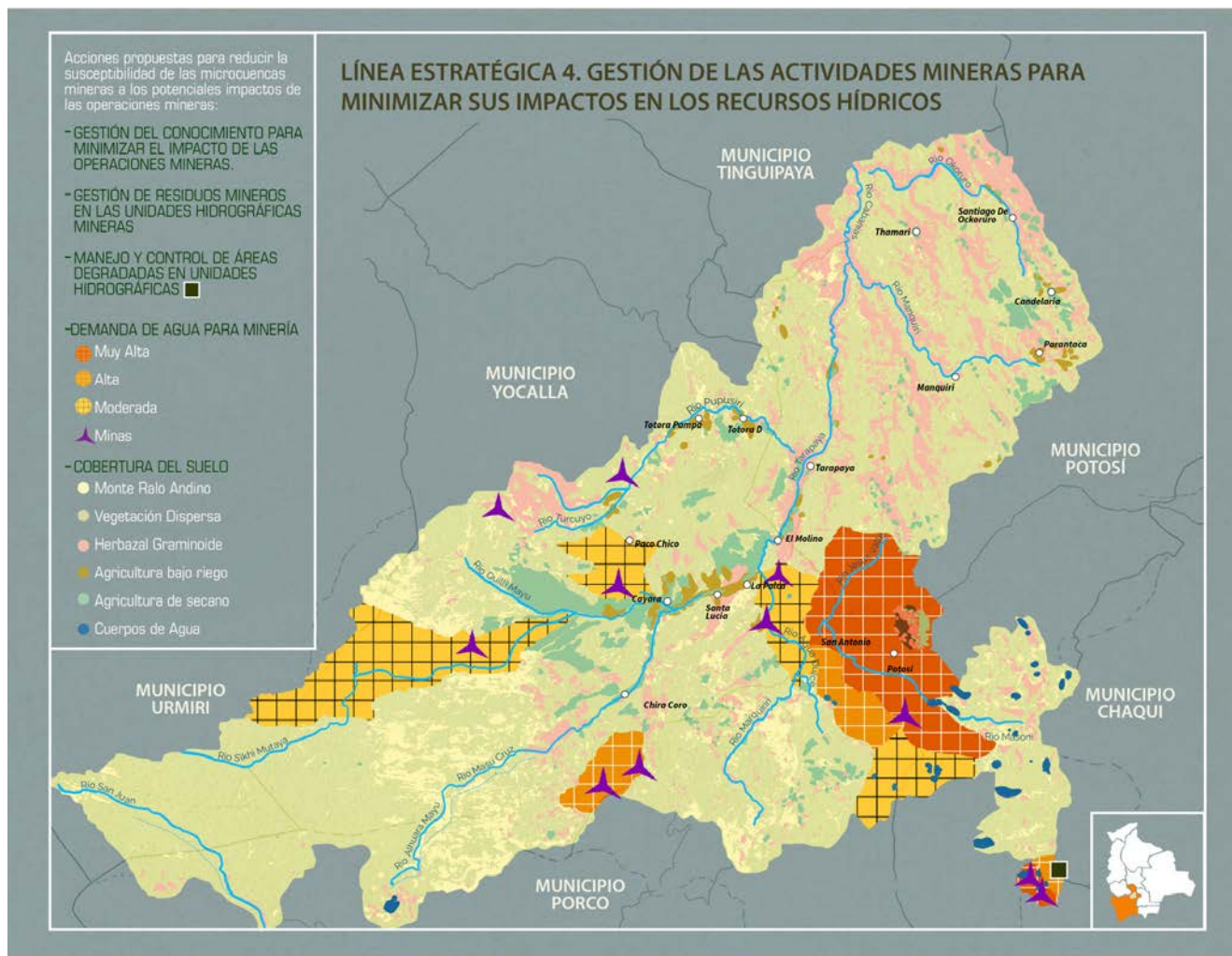


FIGURA 23. UNIDADES HIDROGRÁFICAS MINERAS CON MAYOR PRESIÓN SOBRE EL AGUA

Línea de acción	Municipio	Costo (Bs)
Línea de acción 4.1. Gestión del conocimiento para minimizar el impacto de las operaciones mineras	Potosí y Yocalla	3,600,000
Línea de acción 4.2. Gestión de residuos mineros en las unidades hidrográficas mineras		3,500,000
Línea de acción 4.3. Manejo y control de áreas degradadas en unidades hidrográficas		1,000,000
Presupuesto total de la Línea Estratégica (Bs)		8,100,000

TABLA 8. RESUMEN DE LAS LÍNEAS DE ACCIÓN EN LA LÍNEA ESTRATÉGICA 4 EN GESTIÓN DE LAS ACTIVIDADES MINERAS PARA MINIMIZAR SUS IMPACTOS EN LOS RECURSOS HÍDRICOS

La Línea de acción en Gestión del conocimiento para minimizar el impacto de las operaciones mineras busca contribuir a mejorar el conocimiento que se tienen sobre los problemas en la cuenca, y, por ende, tener un menor impacto de las operaciones mineras. Específicamente buscando consolidar los insumos que se requieren para tareas de fiscalización de planes de manejo ambiental y tareas de seguimiento y monitoreo de fuentes y programas de educación

enmarcadas en el SIMOVH.

Por su parte, la Línea de acción en Gestión de residuos mineros en las unidades hidrográficas mineras busca evaluar los PAM identificados en las unidades hidrográficas mineras de Pampa Huari con la proyección de priorizar e implementar medidas de mitigación y remediación estructural. Sin embargo, las acciones relacionadas requieren de especial atención dado que por nivel de

complejidad y necesidad de involucramiento de varias instituciones resultarían difíciles de implementar desde una perspectiva económica y bajo un periodo de 3 a 5 años.

Finalmente, la Línea de acción en Manejo y control de áreas degradadas en unidades hidrográficas se enfoca en el manejo y control de áreas degradadas en unidades hidrográficas mineras. En primera instancia, se busca identificar y evaluar zonas de impacto y erosión de suelos, por contaminación minera o por presencia de PAM, a través de estudios geomorfológicos, hidrológicos y de cobertura vegetal; y en segunda instancia, controlar la erosión y degradación de suelos en

microcuencas mineras, a través de la ejecución de programas de forestación y reforestación de suelos.

6.5 Línea Estratégica 5. Gestión de acuerdos interinstitucionales para la gestión técnica y financiera y desarrollo de capacidades

Esta Línea Estratégica tiene por objetivo fortalecer las capacidades de las situaciones en la gestión y planificación de los ecosistemas en la cuenca y promover la inclusión de la temática de género y equidad social de forma transversal (Tabla 9).

Línea de acción	Institución	Costo (Bs)
Línea de acción 5.1. Fortalecimiento institucional para mejorar la gestión y planificación del agua en la cuenca	GAMs, GAD (Secretaría Madre Tierra), y Ministerios MMAyA, VRHR, VAPSB	744,000
Línea de acción 5.2. Fortalecimiento normativo de las instituciones	GAM de Potosí (Unidad Gestión del Riesgo)	30,000
Línea de acción 5.3. Articulación y dialogo local	Organizaciones de Mujeres, Centros Educativos, Agrupaciones de jóvenes, Regantes, GAMs Yocalla, GAD Potosí, GAM Yocalla y Tinguipaya	438,600
Línea de acción 5.4. Promoción de inversiones resilientes y mecanismos financieros	UATF, el GAD de Potosí y los GAMs de Potosí, Yocalla y Tinguipaya	315,000
Línea de acción 5.5. Empoderamiento de mujeres	CAPys (Comités de Agua Potable y Saneamiento), Empresas prestadoras de servicio Organizaciones de Mujeres, Regantes, GAMs Yocalla, GAD Potosí, GAM Yocalla y Tinguipaya. ONGs involucradas en temática género y agua, Organizaciones Financieras	510,300
Línea de acción 5.6. Paridad de género en toma de decisiones	VRHR, GAD, GAMs, SEDERI, EMAGUA e instituciones relacionadas a la temática	438,600
Presupuesto total de la Línea Estratégica (Bs)		2.476,500

TABLA 9. RESUMEN DE LAS LÍNEAS DE ACCIÓN EN LA LÍNEA ESTRATÉGICA 5 EN GESTIÓN DE ACUERDOS INTERINSTITUCIONALES PARA LA GESTIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA Y DESARROLLO DE CAPACIDADES

7

CONCLUSIONES

Se desarrolló una caracterización robusta de atributos biofísicos, climáticos, y socioculturales de la cuenca Pampa Huari. Los diferentes actores cuentan ahora con información relevante para entender mejor algunos procesos que ocurren a lo largo de la cuenca. Estos insumos han sido compartidos a través de geodatabases, del SIRH geovisor del MMAyA y de un atlas. A partir de estos insumos pueden derivar investigaciones en conservación, climatología, gestión de recursos naturales y desarrollo territorial.

En la Sección Marco estratégico se desarrolló una visión y visión consensuada que guía las cinco (5) líneas estratégicas propuestas. En esta sección refleja un esfuerzo por promover el PNC a través de acciones que se enmarcan en el MIC, Suministro de agua potable y saneamiento básico, Desarrollo de Riego, Gestión Integral del Recurso Hídrico (GIRH), Y Fortalecimiento Institucional y Desarrollo de Capacidades. Esta sección ofrece una idea de las acciones requeridas, su ubicación, los costos estimados de inversión y los actores que serían clave para su implementación. En este sentido, se considera importante dar seguimiento a las acciones MIC propuestas en las microcuencas priorizadas del Kari Kari, Santa Lucia y Villacollo. Fortalecer el trabajo que viene realizando el SIMOVH con algunos puntos que se sugieren donde se han identificado problemas de calidad de agua en las microcuencas priorizadas. Por su parte, se han articulado algunas acciones consideradas en el Plan Maestro de agua potable y alcantarillado sanitario para la ciudad de Potosí, y se hace especial énfasis en la revitalización de líneas de aducción, disminución de pérdidas de agua en el sistema de distribución y la construcción de La PTAR La Puerta.

Se han recabado proyectos de desarrollo para riego agrícola que están en varias fases. Entre ellos, se identificaron 7 proyectos que podrían ser elevados a EDTP. Un aspecto resaltado por diferentes agricultores es la necesidad de mejorar la transferencia de tecnologías de riego, especialmente en lo relacionado con mantenimiento y operaciones de la infraestructura. Este punto es clave para extender

la vida útil de estas inversiones. Adicionalmente, se ha identificado una muy buena oportunidad con la construcción de La PTAR La Puerta y en el reúso de sus aguas residuales en riego agrícola en la microcuenca Huancarani, un área con mucha presión por el agua tanto para esta actividad como el abastecimiento de comunidades.

De igual forma se han identificado tres líneas de acción para minimizar el impacto de las actividades mineras en la cuenca. Las áreas de mayor actividad minera coinciden con las microcuencas Kari Kari, Santa Lucia y Villacollo, por tal razón los esfuerzos podrían enfocarse en estas microcuencas priorizadas. Miembros del Consejo Técnico reiteraron las dificultades en tiempo y costo de poder llevar a cabo las acciones relacionadas con la Gestión de residuos mineros en las unidades hidrográficas mineras y el Manejo y control de áreas degradadas en unidades hidrográficas. Por lo tanto, la atención de las partes interesadas podría enfocarse en la Gestión del conocimiento para minimizar el impacto de las operaciones mineras, especialmente para mejorar la fiscalización de actividades mineras y del cumplimiento de las licencias ambientales. Tarea vital para garantizar la protección de las fuentes de agua.

Finalmente, se propusieron líneas de acción para fortalecer tanto las instituciones como las capacidades locales en función de fortalecimiento de unidades técnicas, de espacios de diálogos o para transitar quejas y reclamos, de temas de género y normativos.

La plataforma interinstitucional es un organismo intersectorial que ha sido utilizado como espacio de intercambio de criterios y seguimiento al desarrollo y la elaboración de varias acciones en el marco del Programa Bolivia WATCH. El Directorio cuenta con la capacidad para congregarse a las entidades y actores en la cuenca, así como coordinar y prever por la implementación de las Líneas Estratégicas para mejorar la gestión y planificación del agua en la cuenca; una vez que el mismo sea elaborado, aprobado y presentado a las entidades y actores en la cuenca. Por ello,

la última fase del proyecto buscó consolidar los respaldos para que la plataforma continúe operando pasada la entrega del documento del plan director de cuenca.

El proceso de conformación de la plataforma aún no ha concluido. Actualmente, se encuentra en etapa de ejecución un análisis profundo sobre los mecanismos administrativos y financieros

necesarios para que exista un reconocimiento y vinculación con las entidades participantes del PDC. Los lineamientos orientativos del reciente Plan Plurinacional de Recursos Hídricos 2021-2025 del MMAyA predisponen un escenario de propuesta y fortalecimiento que potencialmente pueden en un futuro próximo robustecer lo avanzado en el marco de este Programa.



